

1 PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan perairan Laut Flores merupakan tiga perairan dengan karakteristik yang berbeda dan memiliki kondisi lingkungan yang berbeda-beda pula, potensi sumberdaya perikanan terutama perikanan pelagis kecil pada perairan ini cukup melimpah dan sejak dari dulu ketiga perairan tersebut merupakan daerah penangkapan ikan yang sering didatangi armada penangkapan untuk melakukan operasi penangkapan ikan (Chodriyah dan Hariati 2010; Rasyid *et al.* 2014; Zainuddin *et al.* 2014). Dalam penelitian ilmiah ini, ketiga perairan itu dapat disebut sebagai perairan Laut Jawa - Selat Makassar - Laut Flores atau *Java sea - Makassar strait - Flores sea (JMF triangle)* dan selanjutnya perairan tersebut disebut perairan *JMF triangle* dengan cakupan area segitiga imajiner seperti yang disajikan pada peta lokasi penelitian.

Secara geografis, Kepulauan Indonesia sangat strategis karena diapit oleh dua benua yaitu Asia dan Australia serta dua samudera yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Posisi Indonesia juga terletak di garis khatulistiwa yang memiliki iklim tropis dan radiasi cahaya matahari paling banyak diserap, selain itu perairan Indonesia juga dilalui dua sistem arus utama, yaitu Arus Lintas Indonesia (Arlindo) dan Arus Munson Indonesia (Armondo). Hal tersebut di atas memberikan dampak yang positif pada perairan Indonesia, khususnya pada perairan *JMF triangle* yang dilalui oleh Arlindo dan Armondo, dimana perairan tersebut menjadi relatif lebih subur bila dibandingkan perairan lainnya. Pada sektor perikanan, salah satu dampak positifnya adalah melimpahnya sumberdaya ikan pelagis karena ketersediaan unsur hara yang turut dibawa oleh aliran Arlindo dan Armondo tersebut (Sadhotomo dan Durrand 1996; Ilahude dan Nontji 1999; Hendiarti *et al.* 2004; Nelwan 2010; Syahdan 2015). Contoh arus lainnya yang dapat membuat suatu perairan relatif menjadi subur adalah arus Oyashio dan arus Kuroshio yang terjadi pada perairan Jepang. Arus Oyashio merupakan arus dingin yang berasal dari Samudera Arktik di Kutub Utara yang bergerak ke Samudera Pasifik bagian barat laut dari arah Jepang, sedangkan arus Kuroshio merupakan arus hangat yang mengalir di sisi barat utara Samudra Pasifik bagian utara, yang membawa massa air hangat dari Filipina yang dekat khatulistiwa, dan mengarah ke timur Taiwan, Korea, hingga ke Jepang. Arus Oyashio dan Kuroshio bertemu di lepas pantai Jepang dan menjadikan laut di dekat Jepang menjadi subur karena kaya oleh unsur hara dan plankton, sehingga menjadi tempat penangkapan ikan yang melimpah (Qiu *et al.* 2017).

Armondo mengalir secara rata-rata dari Laut Cina Selatan masuk ke Laut Jawa lewat Selat Karimata, dan dari Laut Jawa selanjutnya Armondo meneruskan alirannya ke laut-laut jeluk, yakni Laut Flores dan Laut Banda (Ilahude dan Nontji 1999). Karakteristik iklim wilayah Indonesia adalah campuran antara darat dan laut yang membentuk benua maritim. Indonesia yang terletak di antara benua Asia dan Australia berada dalam suatu sistem pola angin yang disebut sistem angin munson (monsoon). Angin munson bertiup ke arah tertentu pada suatu periode sedangkan pada periode lainnya angin bertiup dengan arah yang berlawanan. Terjadinya angin munson ini karena adanya perbedaan tekanan udara antara daratan benua Asia dan benua Australia (Wyrski 1961).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Pada bulan Desember-Januari pada belahan bumi utara terjadi musim dingin sedangkan pada belahan bumi selatan terjadi musim panas, sehingga terjadi pusat tekanan yang tinggi di daratan Asia dan pusat tekanan rendah di daratan Australia. Keadaan ini menyebabkan angin berhembus dari daratan Asia menuju Australia. Angin ini dikenal di sebelah selatan khatulistiwa sebagai angin munson barat laut atau angin munson barat, sebaliknya pada periode bulan Juli-Agustus berhembus angin munson tenggara atau angin munson timur dari daratan Australia yang bertekanan tinggi ke daratan Asia yang bertekanan rendah (Sugiarta *et al.* 2011).

Menurut Setiawan *et al.* (2013) arus permukaan pada periode musim barat mendapat pengaruh dari Armondo, dimana arus tersebut mengalir dari Laut Cina Selatan masuk ke Selat Karimata kemudian melalui pantai utara Jawa sampai Laut Flores dan Laut Banda. Menurut Ilahude dan Nontji (1999) pada periode musim timur Armondo banyak mengangkut masa air dari Laut Banda dan Laut Flores ke Laut Jawa hingga terjadilah defisit massa air, dan untuk mengimbangi defisit tersebut massa air naik dari lapisan bawah ke permukaan (*upwelling*). Menurut Ridha (2013) pada musim timur Armondo membawa massa air yang lebih rendah dari Samudra Hindia.

Massa air Arlindo berasal dari massa air Pasifik utara sebanyak 92% dan dari massa air Pasifik selatan sebanyak 8%. Jalur utama Arlindo mengalir melewati Selat Makassar, kemudian berbelok ke timur melewati Selat Flores dan Laut Banda. Pada bagian tenggara Laut Banda, arus akan berbelok ke selatan dan ke barat daya, menyusuri pantai utara masuk lewat Selat Ombai dan pantai selatan Pulau Timor sepanjang pintasan Timor dan terus ke Samudera Hindia (Morey *et al.* 1999).

Sirkulasi perairan oleh Arlindo melalui perairan Indonesia bagian timur, dan massa air dibawa dari Samudera Pasifik masuk ke perairan Indonesia memiliki dua muasal yaitu dari Pasifik utara dengan salinitas yang lebih rendah dan dari Pasifik selatan dengan salinitas yang lebih tinggi pada lapisan termoklinnya (Wyrski 1961). Selat Makassar merupakan jalur masuk utama Arlindo di bagian barat, dan lebih dipengaruhi oleh karakteristik massa air yang berasal dari Pasifik utara, sedangkan Laut Halmahera sebagai jalur sekunder di bagian timur lebih banyak dipengaruhi oleh karakter massa air dari Pasifik selatan (Ilahude dan Gordon 1996). Berbagai macam kejadian yang berkaitan dengan proses fisika, kimia dan biologi serta dampaknya terhadap organisme dan biota di dalamnya tidak lepas dari pengaruh eksistensi Arlindo ini.

Arlindo merupakan suatu sistem di perairan Indonesia dimana terjadi lintasan arus yang membawa massa air dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia. Massa air dari Samudera Pasifik tersebut terdiri dari massa air Pasifik utara dan Pasifik selatan (Wyrski 1961; Fieux *et al.* 1996a). Terjadinya Arlindo terutama disebabkan oleh bertiupnya angin pasat tenggara pada bagian selatan Pasifik dari wilayah Indonesia, angin tersebut mengakibatkan permukaan bagian tropik Lautan Pasifik barat lebih tinggi dari pada Lautan Hindia bagian timur, sehingga terjadi gradien tekanan yang mengakibatkan mengalirnya arus dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia. Arlindo selama munson tenggara umumnya lebih kuat dari pada munson barat laut.

Massa air Arlindo yang masuk melalui Selat Makassar berlanjut menuju Laut Flores, Laut Banda, dan melalui Laut Timor keluar menuju Samudera Hindia. Pada saat mencapai Selat Ombai, oleh pengaruh angin muson timur massa air yang diteruskan ke timur dan menuju Laut Timor akan mendapat dorongan dari arah

berlawanan yang menimbulkan terjadinya osilasi (ayunan) menuju Laut Jawa dan kembali ke Laut Flores serta sebagian lagi masuk ke Selat Makassar (Wyrski 1961; Gordon *et al.* 2010). Hal ini ditambah lagi dengan keberadaan Laut Jawa yang cukup banyak mendapat pengaruh daratan dari adanya limpasan (*run off*) sungai-sungai yang berasal dari Pulau Jawa dan Pulau Kalimantan (Sadhotomo dan Durrand 1996; Hendiarti *et al.* 2004).

Massa air Arlindo ini dapat menyebabkan terjadinya dinamika oseanografi, baik salinitas, pH, suhu, serta unsur-unsur hara yang ikut dibawa oleh massa air yang besar tersebut. Selain itu Arlindo juga dapat menyebabkan terjadinya fenomena *upwelling* di beberapa lokasi perairan Indonesia, antara lain di Laut Banda, Laut Flores, Selat Makassar dan Laut Jawa. Hal tersebut tentu saja akan menyebabkan dinamika pada perikanan tangkap. Dinamika pada perikanan tangkap salah satunya adalah dinamika daerah penangkapan ikan pelagis kecil, serta dinamika oseanografi yang terjadi di dalamnya dan ini tentu saja besar pengaruhnya terhadap keberadaan dan potensi sumberdaya perikanan (Nelwan 2010; Syahdan 2015).

Fenomena yang dapat diungkap terkait potensi sumberdaya ikan tersebut dikenal dengan kawasan interaksi secara biologis (*biological hot spots*) dimana istilah ini dipopulerkan untuk menjelaskan faktor-faktor yang mengindikasikan adanya suatu area di laut tempat terjadinya interaksi biologis antara organisme maupun biota sehingga wilayah tersebut menjadi tempat berkumpulnya organisme untuk dapat melangsungkan proses hidupnya (Worm *et al.* 2003; Block *et al.* 2005 dalam Palacios *et al.* 2006). Dalam bahasa perikanan daerah tersebut merupakan daerah yang potensial untuk melakukan pemanfaatan sumberdaya ikan karena berbagai faktor oseanografi khas yang dibutuhkan untuk kesesuaian hidupnya tersedia secara memadai. Faktor-faktor yang terkait dengan *biological hot spots* di laut ini adalah *upwelling*, pertemuan massa air (*front*), dan pusaran arus (*eddies*) serta parameter oseanografi penentu seperti suhu, salinitas, produktivitas primer, arus dan sebagainya yang secara khas merupakan penciri (indikator) kesesuaian hidup suatu organisme maupun biota pada suatu wilayah perairan.

Pergantian angin munson timur dan angin munson barat dapat menimbulkan berbagai macam pengaruh bagi perairan *JMF triangle*. Pada perlintasan Arlindo, transpor maksimum terjadi pada musim timur dan musim barat, sedangkan pada periode bulan Oktober-Desember berlangsung minimum. Berkaitan dengan kondisi SPL, perairan *JMF triangle* pada musim barat lebih hangat bila dibandingkan pada musim timur. Adapun pada kedua musim, di bagian selatan perairan Selat Makassar memiliki kondisi SPL yang lebih dingin dari pada di bagian utaranya dan kondisi ini menyebar sampai ke perairan Laut Flores dan Laut Banda (Ilahude dan Gordon 1996).

Demikian halnya dengan perubahan arus permukaan, selama periode musim timur massa air dari Laut Flores bertemu dengan massa air yang keluar dari Selat Makassar dan mengalir bersamaan menuju ke Laut Jawa, sedangkan pada periode musim barat massa air dari Laut Jawa bertemu dengan massa air yang keluar dari Selat Makassar dan mengalir bersama ke Laut Flores (Gordon *et al.* 2010).

Proses fisik yang terjadi di perairan Selat Makassar dan sekitarnya membuat perairan *JMF triangle* sebagai suatu perairan yang relatif lebih subur dibandingkan dengan perairan lainnya di Indonesia. Tingginya produktivitas perairan ini terjadi sepanjang tahun baik pada musim barat maupun pada musim timur. Pada musim barat, tingginya tingkat kesuburan terjadi karena adanya limpasan dari daratan

Kalimantan dan Sulawesi dalam jumlah besar akibat curah hujan yang cukup tinggi, sedangkan pada musim timur penyuburan terjadi karena adanya *upwelling* di bagian selatan Pulau Sulawesi yang terjadi secara rutin sehingga menyuplai nutrisi yang tinggi untuk proses fotosintesis oleh fitoplankton (Ilahude 1970; 1978).

Uraian di atas dapat menunjukkan bahwa perairan *JMF triangle* merupakan suatu perairan yang sangat dinamis dengan kondisi lingkungan perairannya yang dipengaruhi oleh sistem arus utama Arlindo dan Armondo, dan informasi yang aktual mengenai perairan tersebut seharusnya terus digali dan diperkaya melalui kajian dan penelitian yang komprehensif khususnya mengenai ketersediaan sumberdaya ikan pelagis kecil yang merupakan sumberdaya yang sangat melimpah serta kondisi fisik lingkungan hidupnya.

Rumusan Masalah

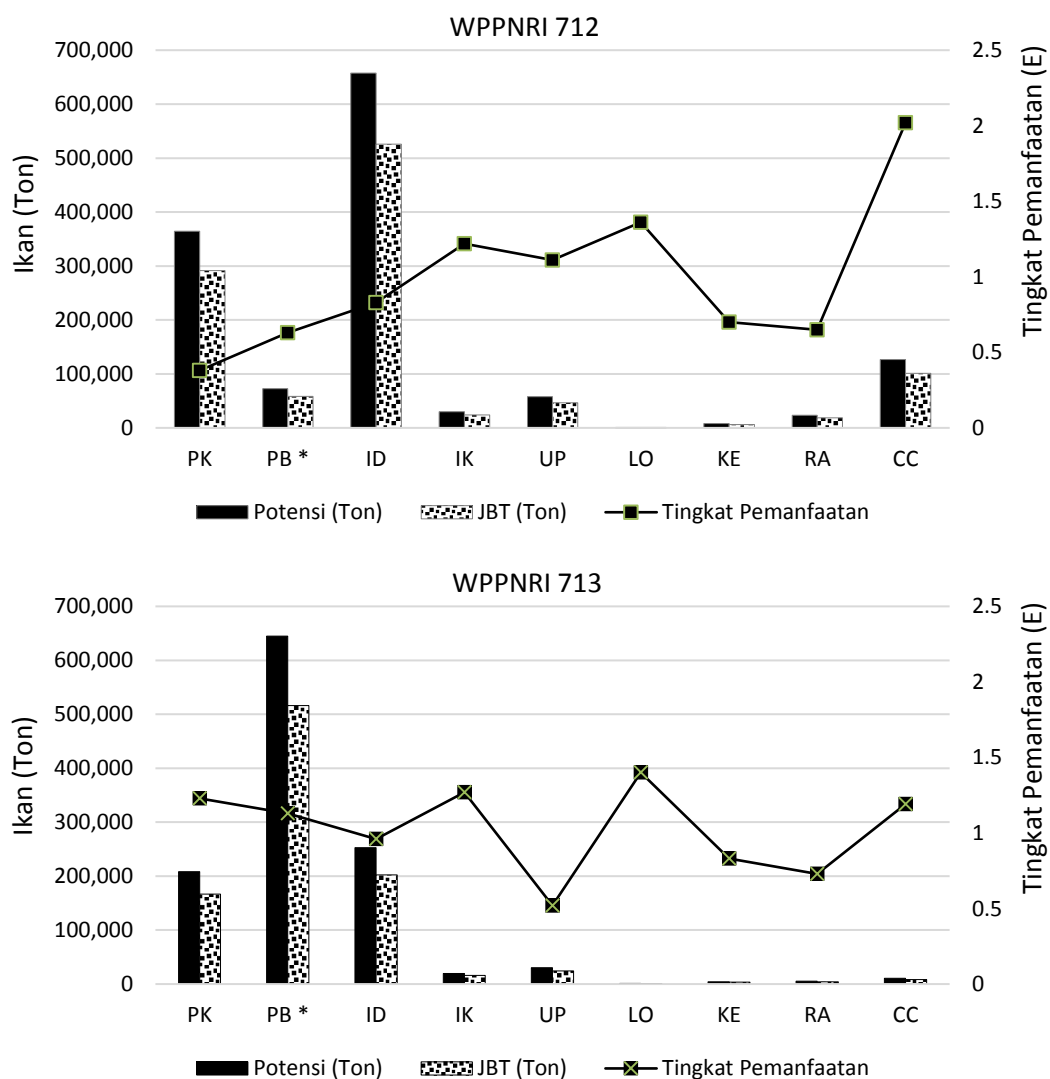
Perairan *JMF triangle* mencakup tiga wilayah perairan dengan karakteristik berbeda, dimana perairan Laut Jawa yang relatif lebih dangkal dan dipengaruhi oleh sistem arus Armondo, Selat Makassar dengan kedalaman perairan yang relatif cukup dalam dan dipengaruhi oleh sistem arus Arlindo, serta Laut Flores dengan kedalaman perairan yang lebih dalam dan kondisi lingkungannya yang berbeda dengan Laut Jawa dan Selat Makassar. Perbedaan karakteristik ini diduga memberi pengaruh terhadap kehidupan ikan pelagis kecil yang ada di masing-masing perairan tersebut, karena komposisi dan jumlah spesies yang menyusun suatu ekosistem akan berbeda sesuai dengan daerah geografik (Nybakken 1982).

Beberapa hasil penelitian tentang perikanan pelagis kecil di perairan pantai barat Sulawesi Selatan menyimpulkan tingkat pengusahaan ikan pelagis telah mencapai optimum untuk wilayah perairan Sulawesi Selatan. Misalnya penelitian yang dilakukan Pet-Soede (1999) di perairan Kepulauan Spermonde, bagian pantai barat Sulawesi Selatan bagian selatan yang menggunakan data tahun 1977-1995 menyimpulkan spesies pelagis kecil memiliki tren produksi yang berbeda, dimana beberapa jenis ikan menunjukkan tren menurun dan jenis lainnya justru meningkat. Demikian juga dalam upaya penangkapan, berdasarkan jenis unit penangkapan menunjukkan tren yang berbeda.

Data terbaru tahun 2017 (Gambar 1) menunjukkan bahwa pada Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 712 yang meliputi perairan Laut Jawa, potensi sumberdaya ikan pelagis kecil adalah sebesar 364.663 ton pertahun dan tingkat pemanfaatannya sebesar 0.38 (*moderate*) yang berarti bahwa upaya penangkapan dapat ditambah. Pada WPPNRI 713 yang meliputi perairan Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores dan Laut Bali, potensi sumberdaya ikan pelagis kecil adalah sebesar 208.414 ton pertahun dan tingkat pemanfaatannya 1,23 (*over-exploited*) yang berarti bahwa upaya penangkapan harus dikurangi (Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 50 Tahun 2017).

Beberapa data tersebut di atas menunjukkan pemanfaatan ikan pelagis kecil di perairan Laut Jawa cenderung masih dapat ditingkatkan, sedangkan di perairan Selat Makassar memiliki kecenderungan telah mencapai optimum, sehingga perlu prinsip kehati-hatian untuk meningkatkan pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis kecil. Penelitian yang dilakukan ini pada lokasi yang lebih luas, yaitu di perairan *JMF triangle* yang meliputi bagian WPPNRI 712 dan 713 yang mencakup perairan

Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores, dan menunjukkan terdapat perbedaan hasil tangkapan berdasarkan jenis ikan pelagis kecil maupun dinamika daerah penangkapan ikan dari unit penangkapan *purse seine* >30 GT. Dengan demikian evaluasi pada kawasan perikanan yang berbeda ekosistem dapat mengklarifikasi suatu kondisi perikanan, karena tekanan terhadap sumberdaya ikan akibat kegiatan penangkapan ditentukan dari ukuran area dan alat tangkap dalam satuan unit upaya, serta proporsi ikan dalam suatu area yang dapat ditahan oleh alat tangkap (Widodo 2001a). Selain itu, pada setiap kawasan sumberdaya perikanan memiliki keunikan sebagaimana halnya di perairan *JMF triangle*. Keunikan perairan dengan ekosistem yang berbeda menyebabkan kondisi biofisik perairan juga berbeda dan tentu saja hal ini akan berdampak pula terhadap distribusi sumberdaya ikan.



Sumber: diolah dari Permen KP Nomor 50 Tahun 2017

Keterangan: PK=Pelagis kecil, PB=Pelagis besar, ID=Ikan demersal, UP=Udang penaeid, LO=Lobster, KE=Kepiting, RA=Rajungan, CC=Cumu-cumi
JBT=Jumlah tangkapan yang diperbolehkan
* Ikan pelagis besar non Tuna dan Cakalang

Gambar 1. Estimasi potensi, jumlah tangkapan yang diperbolehkan dan tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan di WPPNRI 712 dan 713 tahun 2017.

Perubahan kelimpahan ikan di suatu kawasan perairan sebagai akibat dari respons ikan terhadap perubahan kondisi lingkungan laut (Laevastu dan Hayes 1981; Sundermeyer *et al.* 2005; Amri *et al.* 2006). Respons ikan terhadap perubahan lingkungan menyebabkan ikan tidak berada dalam suatu kawasan yang sempit tapi tersebar luas secara terbatas di setiap kawasan perairan. Kegiatan penangkapan ikan tentu membutuhkan informasi distribusi ikan untuk mengefisienkan waktu operasi penangkapan ikan, namun distribusi ikan tersebut hanya dapat diklarifikasi dengan perubahan lingkungan laut. Perubahan lingkungan laut berkaitan erat dengan iklim, misalnya untuk perairan Indonesia yang secara tetap dalam setahun akan bergantian dipengaruhi oleh monsun.

Informasi tentang kelimpahan sumberdaya ikan pelagis kecil berdasarkan kegiatan penangkapan maupun perubahan yang terjadi pada kondisi lingkungan laut dibutuhkan untuk tindakan pengelolaan perikanan tangkap. Melakukan kajian pada suatu kawasan perikanan tentunya membutuhkan data dan waktu yang panjang, sehingga dapat menilai berbagai perubahan, baik upaya penangkapan ikan maupun kondisi lingkungannya. Hasil dari kajian tersebut selanjutnya dapat dijadikan acuan dan input untuk rencana pengelolaan dan pemanfaatan perikanan tangkap.

Penelitian yang dilakukan terhadap potensi sumberdaya ikan pelagis kecil di perairan Indonesia, terutama mengenai pola sebaran dan kelimpahan serta distribusi sumberdaya ikan pelagis kecil berdasarkan pola spasial (daerah penangkapan ikan) dan temporal (waktu) di perairan *JMF triangle* masih dirasa kurang dan sangat perlu ditingkatkan. Penelitian ilmiah yang dilakukan ini menggunakan pendekatan *remote sensing*, hidroakustik dan hasil tangkapan ikan secara bersamaan, dan penelitian ini diharapkan dapat menjawab hal tersebut.

Berbagai proses fisik lingkungan dan juga pengaruh faktor iklim yang berlangsung di perairan *JMF triangle* berorientasi terhadap keberadaan sumberdaya ikan pelagis kecil yang ada di perairannya, karena sumberdaya ikan pelagis kecil tersebut terpengaruh dan kemudian merespon kondisi perairan dan perubahan yang selalu dinamis menurut waktu. Oleh karena itu yang akan dikaji dalam disertasi ini antara lain adalah:

- 1) Bagaimana karakteristik faktor lingkungan (suhu permukaan laut dan klorofil-a) di perairan *JMF triangle*?
- 2) Bagaimana pola distribusi spasial dan temporal sumberdaya ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle*?
- 3) Bagaimana hubungan antara sumberdaya ikan pelagis kecil dengan kondisi lingkungan di perairan *JMF triangle*?
- 4) Bagaimana dinamika daerah penangkapan ikan secara spasial dan temporal di perairan *JMF triangle*?

Tujuan Penelitian

- 1) Mengkaji dan memetakan karakteristik spasial dan variabilitas temporal suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a yang merupakan faktor lingkungan utama bagi ketersediaan sumberdaya ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle*.
- 2) Mengkaji dan menentukan lokasi daerah penangkapan ikan pelagis kecil dan faktor-faktor yang mempengaruhi dinamikanya di perairan *JMF triangle*.

- 3) Mengkaji dan menemukan pola hubungan sumberdaya ikan pelagis kecil dengan kondisi lingkungannya di perairan *JMF triangle*.
- 4) Mengkaji dan memetakan dinamika daerah penangkapan ikan secara spasial dan temporal di perairan *JMF triangle*.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan menjadi bahan masukan dan dasar pertimbangan bagi pihak yang berwenang dan semua pihak yang terkait dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle*. Selain itu, tingkat efektivitas serta efisiensi dalam operasi penangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* diharapkan lebih meningkat dengan mengacu pada hasil penelitian ini.

Kerangka Pemikiran

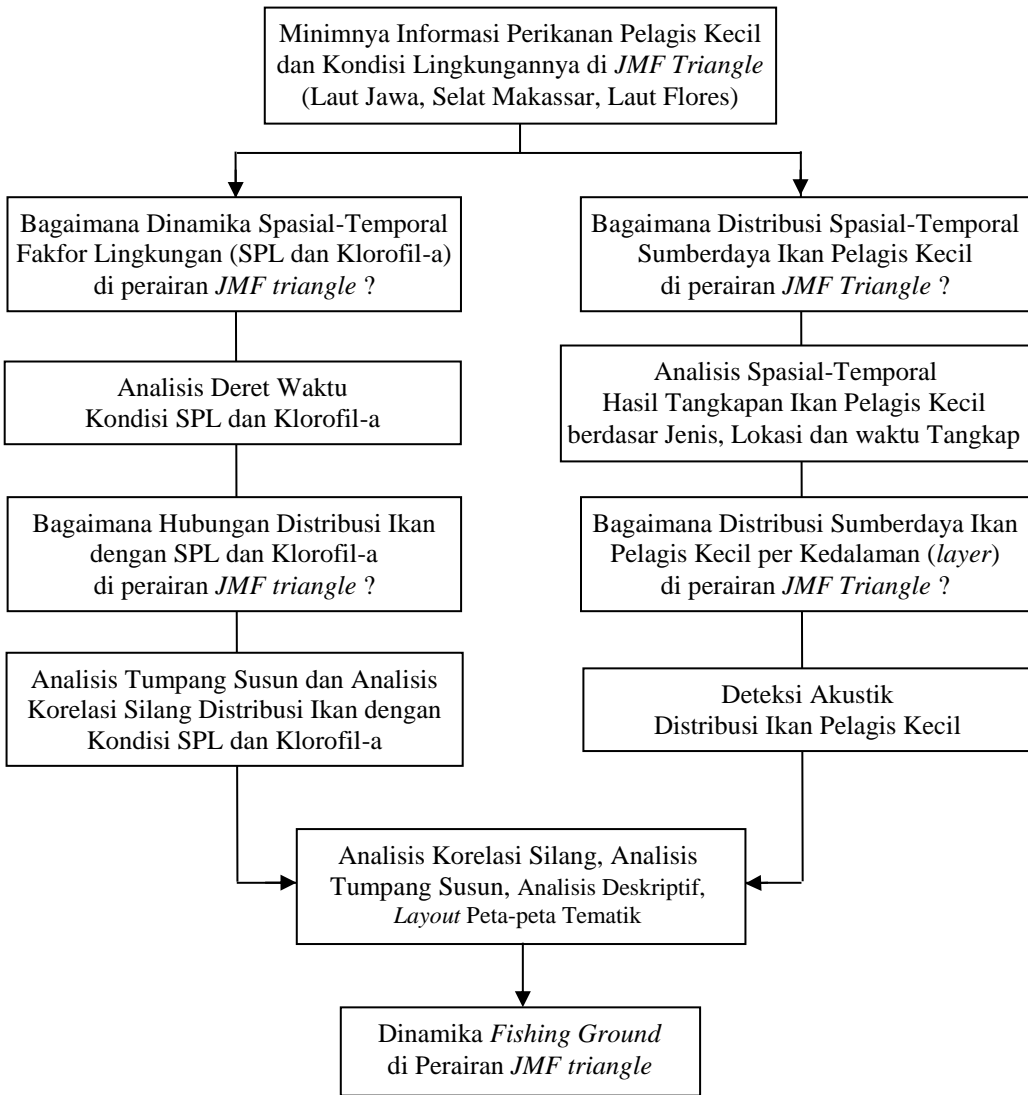
Perairan *JMF triangle* yang mencakup tiga wilayah dengan kondisi perairan yang berbeda, dan memiliki kondisi biofisik perairan yang tentu berbeda-beda pula. Distribusi ikan pelagis kecil sangat dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan, sehingga sumberdaya ikan pelagis kecil tidak berada pada suatu area yang sempit, namun tersebar luas secara terbatas pada suatu kawasan perikanan. Distribusi sumberdaya ikan pelagis kecil menyebabkan ketersediaan ikan pelagis kecil untuk perikanan tangkap akan berbeda pula pada setiap perairan yang berbeda-beda ekosistemnya. Ketersediaan ikan pelagis kecil bagi perikanan tangkap dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi, diantaranya: 1) upaya penangkapan dari kegiatan perikanan tangkap, dan 2) perubahan lingkungan perairan laut, dimana perubahan ketersediaan ikan pelagis kecil akibat dari adanya peningkatan upaya penangkapan tidak terjadi seketika, namun dipengaruhi oleh perubahan yang terjadi sebelumnya. Hal ini disebabkan perkembangan atau pertumbuhan perikanan tangkap tergantung pada permintaan dan keuntungan secara ekonomi yang diperoleh pelaku kegiatan perikanan tangkap, dengan demikian perubahan dalam kegiatan perikanan tangkap dapat diketahui dari ketersediaan data *time series* yang relatif panjang agar dapat diklarifikasi dengan perubahan upaya penangkapan, serta produksi dan produktivitas. Demikian juga halnya dengan perubahan kondisi lingkungan, dimana perubahan kondisi lingkungan dapat terjadi karena perubahan iklim dan musim akibat interaksi atmosfer dan lautan, seperti yang dinyatakan oleh Nontji (1987) dan Birowo (1992) bahwa perairan Indonesia dipengaruhi oleh angin muson yang bertiup berbeda arah secara tetap sepanjang tahun.

Informasi dan pengetahuan mengenai sebaran dan kelimpahan ikan pelagis kecil secara spasial semakin mengarah pada pengetahuan mengenai karakteristik lingkungan perairan yang merupakan faktor dominan yang secara cepat dan mudah didapatkan untuk menentukan keberadaan kelompok ikan pelagis pada suatu area penangkapan ikan. Karakteristik sebaran dan kelimpahan ikan pelagis kecil secara spasial-temporal sangat berperan penting agar dapat menjembatani proses estimasi (pendugaan) lokasi ketersediaan dan kelimpahan ikan pelagis kecil, serta kegiatan operasi penangkapan (pemanfaatan) oleh armada komersil.

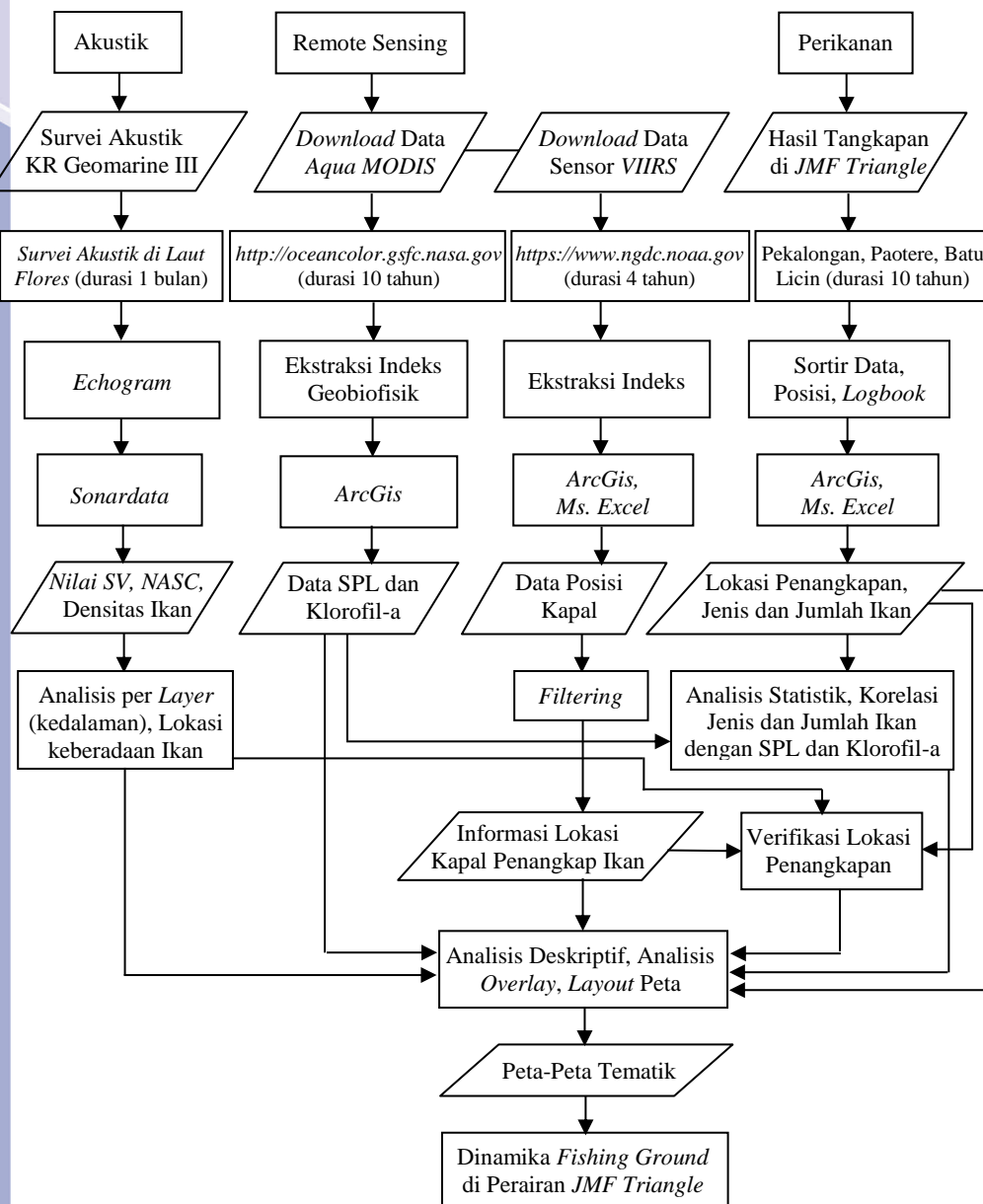
Informasi ketersediaan sumberdaya ikan pelagis kecil pada perairan *JMF triangle* menjadi sangat penting untuk efisiensi dalam proses operasi penangkapan, dimana informasi tersebut dapat dimanfaatkan oleh nelayan dan perusahaan komersil untuk mengoptimalkan operasi penangkapan, karena telah mengantongi informasi keberadaan sumberdaya ikan pelagis kecil pada perairan *JMF triangle* tersebut. Informasi ketersediaan sumberdaya ikan pelagis kecil yang dimaksud salah satunya adalah dinamika daerah penangkapan ikan pelagis kecil baik menurut musiman, bulanan dan tahunan, sehingga pada akhirnya para pengguna informasi tersebut dapat melakukan efisiensi (dari aspek waktu dan jarak) dalam operasi penangkapan karena dapat menduga (mengestimasi) lokasi daerah penangkapan ikan berdasarkan periode musim dan bulan berdasarkan informasi tersebut. Informasi tersebut juga menyertakan kondisi lingkungan yang mempengaruhi keberadaan sumberdaya ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle*, sehingga para pengguna informasi menjadi lebih mudah dalam memperkirakan operasi penangkapan yang akan dilakukan pada saat terjadi dinamika kondisi lingkungan khususnya yang dipengaruhi oleh monsun atau musim. Bagi penentu kebijakan, yaitu pemerintah dan pihak yang berwenang, informasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar dan acuan bagi pengelolaan dan perancangan program atau kegiatan yang akan dilakukan terkait sumberdaya ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle*.

Sayangnya, informasi mengenai dinamika dan ketersediaan sumberdaya ikan pelagis kecil serta faktor lingkungan yang mempengaruhinya di perairan *JMF triangle* masih sangat kurang, terutama informasi yang mampu menggambarkan ketersediaan ikan pelagis kecil secara spasial dan temporal. Padahal, informasi ketersediaan sumberdaya ikan pelagis kecil pada masing-masing perairan yaitu di perairan Laut Jawa, Selat Makassar, dan Laut Flores menurut musiman, bulanan maupun tahunan sangat penting bagi para *stakeholders* dan juga untuk perencanaan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya tersebut. Apabila informasi yang akurat dapat disediakan, tentu saja menjadi lebih mudah untuk melakukan perencanaan dan pengelolaan sumberdaya ikan pelagis kecil tersebut dan akan menjadi tepat sasaran serta lebih berkelanjutan. Para pelaku usaha pada sektor perikanan tangkap dan nelayan juga menjadi lebih mudah dalam melakukan operasi penangkapan dan efisiensi serta optimalisasi diharapkan dapat dicapai.

Dalam penelitian ilmiah ini, informasi ketersediaan sumberdaya ikan pelagis kecil dan dinamikanya, serta faktor lingkungan yang mempengaruhi (suhu permukaan laut dan klorofil-a) dijelaskan secara spasial (menurut wilayah perairan yaitu Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores) dan secara temporal (menurut musim, bulan dan tahun). Informasi ketersediaan ikan pelagis kecil dan sebarannya secara spasial dan temporal ditampilkan dan digambarkan dalam bentuk peta-peta tematik menurut daerah penangkapan ikan, kemudian dibahas secara spesifik dan komprehensif sehingga keberadaan, ketersediaan dan sebaran sumberdaya ikan pelagis kecil dapat diketahui dengan jelas menurut daerah penangkapan ikan yang ada di perairan *JMF triangle*. Kerangka pemikiran untuk penelitian ilmiah ini dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Kerangka pemikiran penelitian



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Kebaharuan (Novelty)

Kajian-kajian mengenai distribusi dan kelimpahan sumberdaya perikanan pelagis kecil serta hubungannya dengan kondisi lingkungan perairan (SPL dan klorofil-a) cukup intensif dilakukan, namun umumnya masih sebatas pada suatu perairan dan terbatas pada suatu pola atau siklus musiman. Penelitian ilmiah ini berusaha memetakan secara detail dan komprehensif pola sebaran ikan pelagis kecil berdasarkan daerah penangkapan ikan serta dinamikanya, juga hasil tangkapan berdasarkan jenisnya pada perairan *JMF triangle* yang mencakup tiga perairan sekaligus dimana karakteristiknya berbeda-beda. Selanjutnya dihubungkan dengan pola spasial SPL dan klorofil-a dalam tinjauan variabilitas musiman, tahunan dan

bulanan. Selain itu, penelitian ilmiah ini tidak hanya menyediakan informasi distribusi ikan pelagis kecil dan lokasi penangkapan berdasarkan pendekatan hasil tangkapan yang didaratkan di pelabuhan, namun juga hasil deteksi sebaran dan kelimpahan ikan per kedalaman perairan dengan pendekatan hidroakustik. Hasil penelitian ilmiah ini adalah informasi berupa peta-peta tematik daerah penangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* yang menjelaskan pola sebaran ikan pelagis kecil dan dinamikanya secara musiman, bulanan dan tahunan, maka *novelty* dari penelitian ilmiah ini adalah *smart fishing ground map* (peta pintar daerah penangkapan ikan).

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

2 TELAAH STUDI PERIKANAN PELAGIS KECIL DAN FAKTOR LINGKUNGAN DI PERAIRAN *JMF TRIANGLE*

Sumberdaya Ikan Pelagis Kecil

Ikan pelagis kecil merupakan salah satu sumberdaya perikanan yang paling melimpah di perairan Indonesia, termasuk di perairan *JMF triangle*. Sumberdaya ikan pelagis kecil merupakan sumberdaya neritik, karena penyebaran utamanya adalah di perairan sekitar pantai, dan pada daerah-daerah dimana terjadi proses *upwelling*, dan sumberdaya ikan pelagis kecil ini dapat membentuk biomassa yang sangat besar (Csirke 1988).

Ikan pelagis adalah organisme yang mampu berenang melawan arus di perairan terbuka. Pada umumnya ikan ini hidup bergerombol. Densitas ikan pelagis dekat permukaan lebih besar daripada di perairan yang lebih dalam, kecuali pada daerah yang kaya zat hara akibat *upwelling* (Amin dan Suwarsono 1990). Sebaran ikan pelagis dipengaruhi oleh lingkungan, ikan ini suka hidup di daerah yang masih mendapat sinar matahari (daerah eufotik) dengan kisaran suhu antara 28 °C - 30 °C. Apabila intensitas cahaya tinggi (siang hari), ikan turun sampai kedalaman 12 - 22 m, namun pada malam hari ikan menyebar merata di kolom air (Laevastu and Hayes 1981).

Sumberdaya ikan pelagis kecil merupakan sumberdaya neritik, dimana penyebarannya terutama pada perairan dekat pantai, di daerah terjadinya proses *upwelling* dan *poorly behaved* karena makanan utamanya adalah plankton sehingga kelimpahannya sangat tergantung pada faktor-faktor lingkungan. Sumberdaya ini dapat membentuk biomassa yang sangat besar sehingga merupakan salah satu sumberdaya perikanan yang paling melimpah di perairan Indonesia. Penyebaran ikan pelagis kecil meliputi seluruh wilayah perairan Indonesia, namun dominasi ikan pelagis tertentu pada perairan tertentu dapat terjadi (Mallawa 2006).

Ikan pelagis kecil merupakan kelompok ikan yang umumnya membentuk gerombolan (*schooling*) dalam kehidupannya dan mempunyai sifat berenang bebas dengan melakukan migrasi secara vertikal maupun secara horizontal mendekati permukaan dengan ukuran tubuh relatif kecil (Widodo *et al.* 2001; Fréon *et al.* 2005). Beberapa contoh ikan pelagis kecil antara lain, ikan Layang (*Decapterus* spp), Kembung (*Rastrelliger* spp), Siro (*Amblygaster sirm*), Selar (*Selaroides* sp), Tembang (*Sardinella fimbriata*), dan ikan Teri (*Stolephorus* spp) (Gafa *et al.* 1993; Widodo 1997; Pet-Soede *et al.* 1999).

Kelompok ikan pelagis kecil umumnya bertubuh pipih memanjang dengan warna tubuh yang relatif terang (Widodo 2001; Fréon *et al.* 2005) dan melakukan aktifitas keseharian yang sangat bergantung pada kondisi lingkungan (Laevastu and Hayes 1981; Widodo 1997; Hendiarti *et al.* 2005). Daur hidup ikan pelagis kecil pada umumnya berlangsung seluruhnya di laut, yang dimulai dari telur, kemudian larva, dewasa, memijah dan sampai akhirnya mati. Larva dan juvenil ikan pelagis kecil bersifat planktonis, sehingga larva biasanya akan bergerak sesuai dengan arah dan arus. Larva-larva ikan pelagis kecil umumnya berada di perairan dekat pantai. Pada tahap dewasa ikan pelagis kecil sudah memasuki perikanan, dimana telah mencapai ukuran 6 cm dan telah mampu melakukan ruaya sendiri (Widodo *et al.* 2001; Fréon *et al.* 2005).

Ikan pelagis kecil umumnya hidup bergerombol, baik dengan kelompoknya maupun dengan jenis ikan lainnya. Ikan pelagis kecil umumnya bersifat fototaksis positif (tertarik pada cahaya) dan tertarik pada benda-benda yang terapung. Ikan pelagis kecil cenderung bergerombol berdasarkan kelompok ukuran. Kebiasaan makan ikan pelagis kecil umumnya pada waktu matahari terbit dan saat matahari terbenam dan termasuk pemakan plankton, baik plankton nabati maupun plankton hewani. Ikan pelagis kecil merupakan elemen yang sangat penting dalam ekosistem laut karena biomassa yang signifikan pada level menengah dari rantai makanan, sehingga memegang peranan penting menghubungkan tingkatan trofik atas dan trofik bawah dalam suatu struktur trofik (Widodo 1988; Bakun 1996; Cury *et al.* 2000; Fréon *et al.* 2005).

Umumnya ikan pelagis termasuk pemakan plankton, baik plankton nabati maupun plankton hewani (Widodo 1988; Widodo *et al.* 2001; Fréon *et al.* 2005). Fréon *et al.* (2005) lebih jauh menjelaskan bahwa kebiasaan makan ikan pelagis umumnya waktu matahari terbit dan saat matahari terbenam. Kebanyakan ikan pelagis termasuk pemakan plankton, baik plankton nabati (fitoplankton) maupun plankton hewani (zooplankton). Komposisi makanan pada ikan pelagis secara lebih detail dikemukakan bahwa komposisi makanan ikan Layang (*Decapterus* spp) adalah copepoda (39%), crustacea lainnya (31%), organisme lainnya (30%). Makanan ikan Kembung (*Rastrelliger* sp) terdiri atas diatomae (31%), organisme lainnya (9%), jasad tidak teridentifikasi (60%). Makanan ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) terdiri atas copepoda (90%), zooplankton lainnya (3%), dan diatomae (7%). Makanan ikan Tembang (*Sardinella fimbriata*) terdiri atas fitoplankton (17%), copepoda (47%), crustacea lainnya (17%) dan organisme lainnya (19%).

Kebiasaan makan ikan tersebut menyebabkan ikan pelagis kecil berkumpul atau terkonsentrasi pada perairan yang memiliki produktivitas primer tinggi atau kandungan nutrisi tinggi (Laevastu and Hayes 1981; Cury *et al.* 2000; Yahya *et al.* 2001; Fréon *et al.* 2005; Almuas dan Jaya 2006; Suwarso dan Hariati 2003; Najamuddin 2004). Ketersediaan makanan pada suatu perairan akan menentukan distribusi ikan dan selanjutnya akan mempengaruhi pertumbuhan ikan tersebut. Lokasi dan waktu kelimpahan makanan serta sumberdaya ikan tidak selalu pada waktu yang bersamaan. Misalnya ikan *herring* yang tidak selalu ditemukan pada kawasan melimpah zooplankton tetapi juga terdapat di kawasan dengan konsentrasi zooplankton yang sedikit (Laevastu and Hayes 1981). Dengan demikian ikan pelagis kecil dalam aliran trofik dikendalikan oleh zooplankton dan dalam ekosistem laut ikan pelagis kecil merupakan makanan untuk tingkatan tropik yang lebih tinggi, yaitu ikan-ikan pelagis besar, mamalia laut dan burung-burung laut (Grahame 1987; Cury *et al.* 2000).

Dalam suatu rantai makanan, fitoplankton dimanfaatkan (dimangsa) oleh hewan herbivora. Produsen sekunder ini (hewan herbivora) umumnya merupakan zooplankton, yang kemudian dimangsa pula oleh hewan karnivora yang lebih besar, demikian seterusnya. Jadi jelas bahwa fitoplankton adalah pangkal suatu rantai makanan yang mendukung kehidupan seluruh biota yang ada di laut (Jones 1982; Grahame 1987). Ketersediaan makanan untuk sumberdaya ikan tentu saja akan mempengaruhi daya dukung sumberdaya ikan pada suatu perairan dan keadaan ini berbeda pada setiap wilayah lautan, karena ketersediaan makanan dalam suatu rantai makanan ditentukan seberapa besar produktivitas primer di setiap wilayah perairan laut tersebut.

Produktivitas primer adalah laju pembentukan senyawa-senyawa organik yang kaya energi dari senyawa-senyawa anorganik. Produktivitas primer dapat dianggap sebagai padanan fotosintesa (Nybakken 1992). Tumbuhan merupakan produsen primer yang menunjang kehidupan di perairan laut. Tumbuhan laut dapat digolongkan bentos dan fitoplankton. Bentos hanya terdapat di pesisir pantai, sedangkan fitoplankton berada di lautan, sehingga fitoplankton memegang peranan penting dalam sistem energi (rantai makanan) di suatu perairan laut. Produktivitas primer yang tinggi umumnya terdapat pada perairan dangkal, karena produktivitas primer di laut ditentukan oleh intensitas cahaya, nutrien dan suhu (Nontji *et al.* 1982; Grahame 1987). Plankton memegang peranan penting dalam suatu rantai makanan, sehingga ketersediaan plankton dalam suatu perairan akan berpengaruh dalam sistem trofik dimana ikan merupakan bagian dalam tingkatan trofik (Nybakken 1992). Klorofil plankton dapat digunakan sebagai indikator produktivitas dan juga dapat digunakan sebagai ukuran biomassa fitoplankton pada suatu perairan (Nontji *et al.* 1982).

Selama ini telah banyak penelitian dan telaah yang dilakukan berkaitan dengan potensi sumberdaya perikanan di perairan Indonesia, antara lain dengan menggunakan pendekatan dan metode *sweep area*, analisis statistik, akustik, dan penginderaan jauh satelit untuk eksplorasi dalam mengungkap berbagai kejadian maupun potensi laut yang relatif sulit dilakukan dengan pengukuran langsung karena kemampuannya untuk memantau secara sinoptik dan rentang pengamatan yang cukup panjang.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengaruh faktor lingkungan yang disebabkan oleh interaksi di Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores ini telah mengakibatkan adanya perbedaan pola sebaran jenis ikan baik secara spasial maupun temporal. Jenis ikan yang tertangkap menunjukkan bahwa pada musim tenggara (*southeast monsoon*) didominasi oleh ikan yang berkarakter *stenohaline* karena pada periode ini terjadinya musim kemarau akan meningkatkan salinitas permukaan laut, serta suplai massa air bersalinitas tinggi dari Selat Makassar. Sebaliknya pada musim barat laut (*northwest monsoon*) jenis ikan yang ditemukan adalah yang berkarakter *euryhaline* karena menurunnya salinitas perairan, disamping itu terlihat pula adanya pergeseran lokasi penangkapan ikan berdasarkan musim dan waktu. Demikian juga terhadap parameter oseanografi lainnya, setiap jenis ikan memiliki preferensi hidup yang berbeda-beda (Atmaja *et al.* 1986; Suwarso *et al.* 1987; Atmaja dan Nugroho 1995). Kondisi ini dapat menggambarkan suatu kekhasan yang terjadi pada perairan tersebut dalam membentuk karakteristik lingkungan jenis ikan yang berasosiasi di dalamnya.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai sumberdaya perikanan sejak tahun 1978 hingga 2019 antara lain adalah oleh Hsu *et al.* (2019) yang mampu menunjukkan bahwa pada perairan *JMF triangle* yaitu pada sekitar perairan Pulau Seburu-Matasiri-Masalembo merupakan daerah penangkapan utama armada *purse seine* bagi operasi penangkapan ikan pelagis kecil. Hasil kajian tersebut menunjukkan data yang akurat setelah diverifikasi kecocokannya dengan data *vessel monitoring system* dan deteksi kapal penangkapan dengan menggunakan sensor VIIRS selama 32 bulan dari tahun 2014 hingga bulan Agustus 2016.

Hasil penelitian Wangi *et al.* (2019) di perairan Selat Makassar menyatakan bahwa korelasi klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan Cakalang sangat kecil, hal ini karena adanya jeda waktu (*time lag*) antara ketersediaan klorofil-a dengan ikan

Cakalang. Fitoplankton dimanfaatkan oleh zooplankton sebagai sumber makanan, kemudian zooplankton dimanfaatkan oleh ikan kecil, selanjutnya ikan-ikan kecil akan dimanfaatkan oleh ikan Cakalang. *Time lag* yang dibutuhkan antara tingginya konsentrasi klorofil-a untuk meningkatnya hasil tangkapan ikan Cakalang sekitar 5-6 bulan. Distribusi dan kelimpahan sumberdaya ikan pelagis dapat ditunjukkan oleh konsentrasi klorofil-a yang tinggi karena klorofil-a yang ada dalam fitoplankton merupakan makanan utama pada suatu perairan (Siregar *et al.* 2016). Ikan pelagis biasanya ditemukan pada kisaran suhu 27-30 °C (Hafiz *et al.* 2017), dan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kuswanto *et al.* (2017) di perairan Teluk Lampung menunjukkan bahwa ikan Tongkol dewasa hidup optimal pada kisaran suhu sekitar 29 °C.

Syahdan (2015) dengan menggunakan metode dan pendekatan penginderaan jauh untuk menganalisa pola spasial dan variabilitas temporal data satelit multi sensor mengungkapkan bahwa distribusi ikan pelagis kecil berdasarkan pola tahunan menunjukkan bahwa ikan pelagis kecil jenis Lemuru lebih dominan pada periode munson barat laut dengan arah pergerakan dari selatan menuju utara Selat Makassar yang dikontrol oleh suhu permukaan laut (SPL) yang hangat, sedangkan ikan jenis Layang lebih dominan pada munson tenggara dengan pergerakan menuju selatan perairan Selat Makassar sampai dengan timur perairan Laut Jawa yang dikontrol oleh plankton (klorofil-a) dengan konsentrasi yang tinggi. Hasil analisis korelasi silang menunjukkan bahwa SPL berpengaruh langsung terhadap peningkatan hasil tangkapan kedua jenis ikan tersebut.

Hasil penelitian Gaol dan Siregar (2012) memperlihatkan hasil tangkapan jenis Layang dan jenis Banyar di perairan Laut Jawa meningkat saat SPL tinggi dan salinitas rendah, dan hasil tangkapan cenderung menurun pada saat SPL rendah dan salinitas tinggi. Panggabean (2011) dengan menggunakan metode dan pendekatan hidroakustik menunjukkan bahwa distribusi ikan pelagis kecil di perairan Selat Makassar pada periode bulan Oktober 2003 cenderung berada pada kedalaman (*layer*) 75 meter.

Penelitian yang dilakukan Nelwan (2010) di perairan barat Sulawesi Selatan memperlihatkan bahwa jenis ikan yang dominan adalah jenis Kembung dan jenis Layang, penelitian tersebut menganalisa hubungan fluktuasi SPL dan klorofil-a pada kurun waktu 2002-2006 dengan keberadaan ikan dari hasil tangkapan. Chodriyah dan Hariati (2010) menunjukkan bahwa musim penangkapan ikan jenis Layang (*Decapterus spp.*) terjadi pada periode bulan Agustus, jenis Siro (Lemuru) dan Selar (Bentong) pada bulan Desember, jenis Kembung (Banyar) pada bulan September dan jenis Tembang atau Juwi pada bulan Juni.

Hasil penelitian dengan metode akustik yang dilakukan Priatna dan Natsir (2007) menunjukkan bahwa pada bulan Oktober 2005 di perairan utara Laut Jawa bagian timur memperlihatkan ukuran rata-rata ikan pelagis kecil yang terdeteksi pada perairan tersebut berukuran antara 10-56 cm.

Prediksi daerah konsentrasi, kelimpahan musiman dan ruaya suatu stok ikan dapat diduga dengan mengetahui kondisi suhu optimum suatu jenis ikan, demikian dijelaskan oleh Rizkawati (2009) yang melakukan penelitian hasil tangkapan ikan pelagis kecil jenis Tenggiri di perairan Indramayu.

Hasil penelitian dengan deteksi akustik yang dilakukan oleh Nugroho (2006) menunjukkan kepadatan tertinggi sumberdaya ikan pelagis di perairan Laut Jawa ditemukan pada musim tenggara, dan kepadatan terendah pada musim barat laut.

Kepadatan tertinggi terdeteksi di sekitar perairan Pulau Masalembo dan Pulau Matasiri. Rataan ukuran dengan panjang ikan paling tinggi terdeteksi pada akhir musim tenggara di sekitar perairan Pulau Bawean dan Matasiri.

Atmaja *et al.* (2003) mengemukakan bahwa hasil analisis terhadap runtutan data hasil dan upaya penangkapan sejak tahun 1975 hingga 2001 menunjukkan bahwa upaya penangkapan yang diturunkan dalam satuan trip memperlihatkan peningkatan dari 4.000 trip pada tahun 1975 menjadi 6.000 trip pada tahun 1982, kemudian cenderung menurun pada periode tahun 1983 hingga tahun 2001.

Merta *et al.* (1998) mengungkapkan bahwa perubahan hasil tangkapan maksimum lestari (*maximum sustainable yield*) berkaitan erat dengan adanya perluasan daerah penangkapan, dimana pada tahun 1976 hingga 1982 diperkirakan luasan daerah penangkapan adalah sebesar 91.000 km² yang meliputi perairan sekitar Pulau Karimun Jawa dan Pulau Bawean, kemudian pada tahun 1983 bergeser ke arah Pulau Matasiri dan Pulau Masalembo seluas 88.000 km², dan pada tahun 1985 bergeser ke arah perairan Selat Makassar dengan luasan sekitar 23.000 km². Analisis data pendaratan ikan hingga kurun waktu tahun 1997 menghasilkan perkiraan total hasil tangkapan seluruh jenis ikan pelagis kecil dari Laut Jawa yang didaratkan adalah sebesar 443.000 ton

Atmaja *et al.* (1995) menjelaskan bahwa daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) dengan alat tangkap pukat cincin (*purse seine*) *fishing base* Pekalongan meliputi: perairan Laut Jawa (utara Tegal dan Pekalongan, Karimunjawa, Bawean, Masalembo, Matasiri, dan Kangean), perairan Laut Cina Selatan (Pejantan, Natuna, Midai, Tarempa, serta Tambelan) dan meliputi perairan Selat Makassar (Lumu-Lumu, Lari-Larian, dan Kota Baru).

Nurhakim *et al.* (1995) melalui model perhitungan dengan komposit menyatakan bahwa pada kurun waktu 1976 hingga 1986 memberikan nilai optimum yang beragam sesuai dengan perubahan luasan daerah penangkapan ikan.

Dwiponggo (1983) dengan menggunakan model surplus produksi (MSY) dan menggunakan data statistik pendaratan ikan sebagai dasar analisis menyatakan bahwa potensi lestari perairan Laut Jawa adalah sebesar 62.500 ton/tahun, sedangkan Sudjastani (1978) dengan menggunakan metode yang sama menyatakan bahwa perkiraan potensi lestari di perairan Laut Jawa adalah sebesar 76.000 ton/tahun.

Musim dan Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Kecil di Perairan JMF Triangle

Ikan pelagis kecil dapat ditangkap dengan alat tangkap yang dilingkarkan, alat tangkap pancing, dan alat tangkap yang menghadang arah renang ikan (Subani dan Barus 1988; Zarohman dan Nasrudin 1996). Dari hasil penelitian, ikan pelagis kecil efektif ditangkap dengan menggunakan alat tangkap yang dilingkarkan (pukat cincin) (Amin dan Suwarso 1990; Sadhatomo 1991; Widodo *et al.* 2001; Hariati 2006). Penangkapan ikan pelagis kecil di perairan Selat Makassar dan Laut Flores dapat dilakukan sepanjang tahun, namun puncak musim penangkapan terjadi dua kali yaitu pada bulan November dan Februari.

Ikan pelagis kecil melimpah selama 6 bulan dari November sampai April, sedangkan 6 bulan lainnya kelimpahan stok relatif rendah dengan titik terendah pada bulan Juli. Puncak musim ikan pelagis kecil pada bulan Maret dengan musim penangkapan yang baik berlangsung bulan Januari hingga Maret dan paceklik

terjadi pada bulan Juni (Gafa *et al.* 1993). Jenis ikan Terbang di perairan pantai barat Sulawesi Selatan terdapat pada dua lokasi yang berbeda musim, yaitu pada saat Musim Timur di perairan Kabupaten Takalar dan Barru, sedangkan peralihan Musim Timur ke barat di perairan Kabupaten Pinrang, Polmas dan Majene (Yahya *et al.* 2001). Musim puncak penangkapan jenis ikan Layang di perairan pantai barat Sulawesi Selatan cenderung terjadi pada bulan yang sama, yaitu Agustus hingga November. Musim biasa terjadi pada bulan Februari sampai Agustus, sedangkan di perairan Majene terjadi pada bulan November hingga bulan April. Musim paceklik terjadi pada bulan November sampai Maret, sedangkan di perairan Majene terjadi pada bulan Mei hingga Juli (Najamuddin 2004).

Perikanan pelagis kecil di Laut Jawa mulai berkembang setelah adanya pelarangan penggunaan alat tangkap *trawl* pada tahun 1980 yang sangat intensif mengeksploitasi ikan demersal (Dwiponggo 1983; McElroy 1991). Berawal dari momentum tersebut, sumberdaya ikan pelagis kecil di Laut Jawa sampai dengan Selat Makassar sangat mendominasi hasil tangkapan berbagai nelayan dari kawasan di sekitarnya seperti Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Bali serta Jawa.

Sebagai jenis ikan yang dominan dan cenderung mengendalikan hasil tangkapan total, jenis Layang lebih sering ditemukan dalam kajian secara khusus dibanding jenis ikan lainnya. Seperti yang dikemukakan oleh Atmaja (1983) dan Prasetyo dan Suwarso (2010) bahwa jenis Layang memberikan kontribusi sebesar 32% untuk Laut Jawa sedangkan untuk Selat Makassar sebesar 58%. Jenis Layang di Selat Makassar mencapai puncak kelimpahan pada periode November-Januari, sedangkan musim paceklik berlangsung pada Maret-Mei. Perbandingannya dengan Laut Jawa bahwa musim puncak ikan Layang di Selat Makassar berlangsung lebih lambat sekitar dua bulan dibanding dengan musim puncak kelimpahan di perairan Laut Jawa (perairan di sekitar Kepulauan Masalembu dan Pulau Matasiri) yang berlangsung pada Musim Peralihan 2 (September-Oktober). Selisih musim puncak tersebut diduga karena adanya *spawning migration* dari timur Laut Jawa ke arah barat Selat Makassar (Zamroni *et al.* 2008; Zamroni dan Suwarso 2009). Secara spesifik pola sebaran ikan Layang menurut spesiesnya pada perairan Laut Jawa dikemukakan oleh Suwarso *et al.* (1987) bahwa semakin ke timur persentase Layang Deles yang tertangkap semakin banyak, sebaliknya semakin ke barat jenis Layang biasa yang semakin banyak tertangkap.

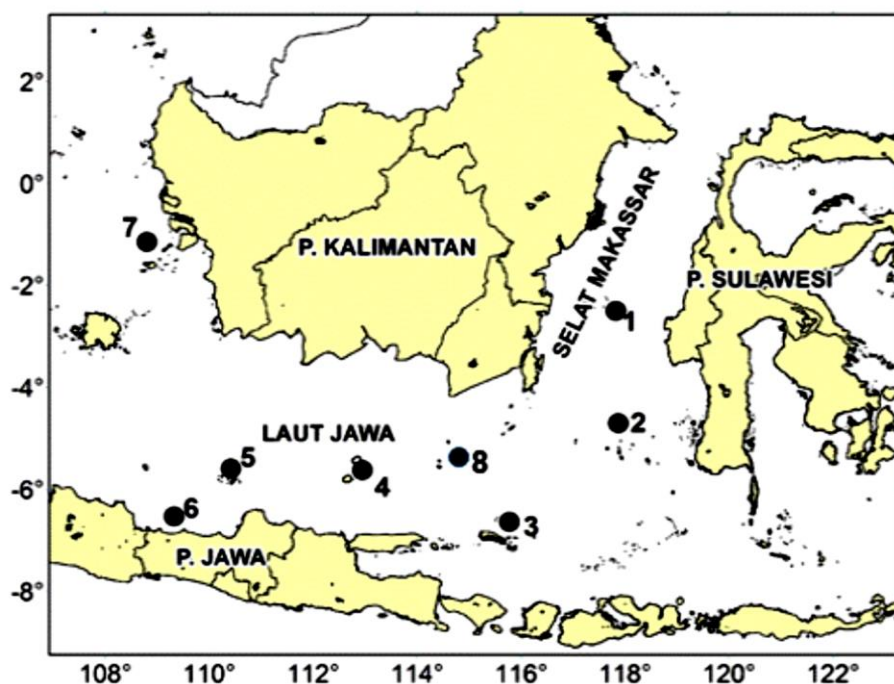
Sumberdaya ikan pelagis kecil di perairan Laut Jawa terdiri dari jenis ikan pelagis pantai yaitu *Sardinella* spp., *Rastrelliger brachysoma*, *Dusumieria acuta*, *Selar* spp., dan ikan pelagis neritik dan oseanik yaitu *Decapterus russelli*, *Selar crumenophthalmus*, *Rastrelliger kanagurta*, *Decapterus macrosoma*, *Amblygaster sirm*, *Megalaspis cordyla*, *Scomberomorus* spp., dan *Auxis thazard*. Kelompok jenis ikan layang (*Decapterus* spp.) merupakan komponen utama di perairan Laut Jawa ini, dominasi jenis ikan ini terjadi pada daerah penangkapan yang dipengaruhi oleh massa air bersifat oseanik. Penyebaran ikan pelagis berdasarkan hasil tangkapan pukat cincin menunjukkan konsentrasi ikan pelagis berada di bagian timur Laut Jawa (Atmaja *et al.* 2003).

Jenis-jenis ikan pelagis kecil yang umumnya menyebar di perairan Selat Makassar antara lain adalah ikan Kembung (*Rastrelliger* spp), Layang (*Decapterus russelli*), Tembang (*Sardinella fimbriata*), Lemuru (*Sardinella lemuru*), Selar (*Selar crumenophthalmus*), Tenggiri (*Scomberomorus* sp), Japuh (*Dussumieria acuta*),

Tongkol (*Scomberidae* sp), Petek (*Leognatidae* spp) dan ikan Teri (*Engraulidae*) (Latumeten 1996).

Jenis ikan pelagis kecil yang umum tertangkap di perairan Laut Jawa dan Selat Makassar adalah jenis Layang (*Decapterus* spp.), Kembung (*Rastrelliger* spp.), Selar (*Selar crumenophthalmus*), Tembang (*Sardinella* spp), Siro (*Amblygaster sirm*), Julungjulung dan Teri. Secara keseluruhan terdapat 15 jenis pelagis kecil di kedua perairan ini dan paling dominan adalah jenis Layang (Gafa *et al.* 1993).

Pengamatan mengenai musim dan daerah penangkapan oleh Chodriyah dan Hariati (2010) diperoleh bahwa musim penangkapan ikan Layang (*Decapterus* spp.) terjadi pada bulan Agustus, ikan Siro dan Selar Bentong pada bulan Desember, ikan Kembung Banyar bulan September dan ikan Tembang atau Juwi bulan Juni. Daerah penangkapan *purse seine* di Pekalongan sama dengan periode sebelumnya, meliputi perairan Laut Jawa (utara Tegal dan Pekalongan, Karimunjawa, Bawean, Masalembo, Matasiri, dan Kangean), perairan Laut Cina Selatan (Pejantan, Natuna, Midai, Tarempa, serta Tambelan) dan perairan Selat Makassar (Lumu-Lumu, Lari-Larian, dan Kota Baru) (Gambar 4).



Sumber: Chodriyah dan Hariati (2010)

Keterangan: 1=Selat Makassar, 2=Masalima, 3=Kangean, 4=Bawean,

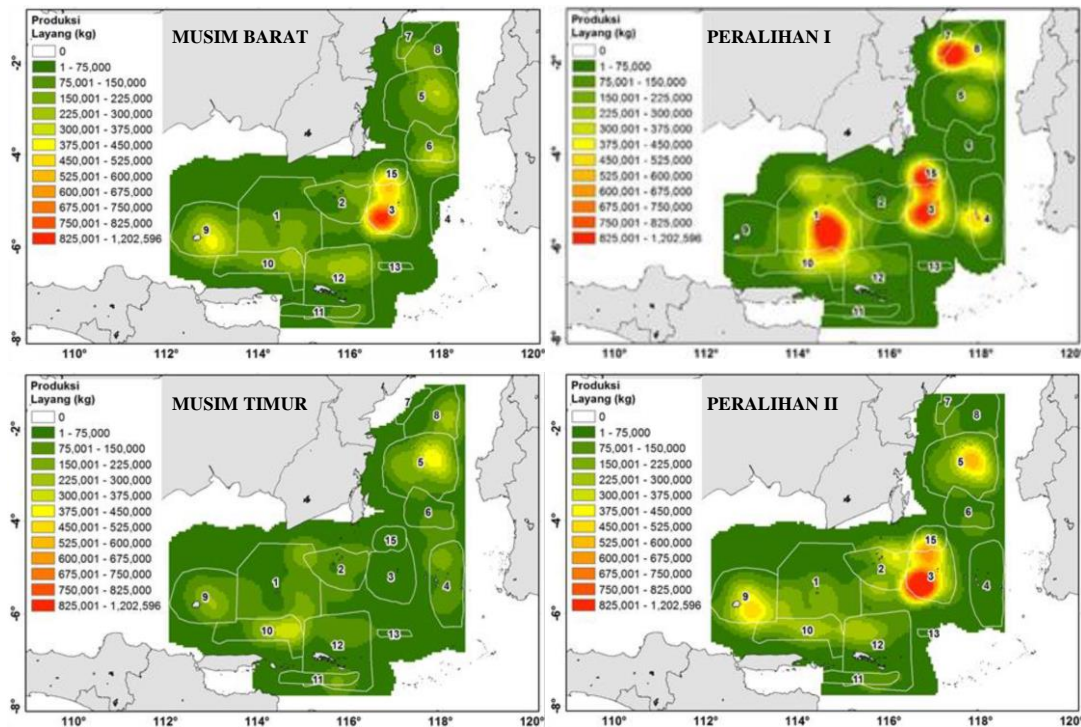
5=Karimunjawa, 6=Utara Tegal, 7=Selat Karimata, 8=Masalembo

Gambar 4. Peta daerah penangkapan di Laut Jawa dan Selat Makasar periode 2002-2007

Hasil penelitian Syahdan (2015) terhadap pola spasial hasil tangkapan ikan pelagis kecil di perairan Laut Jawa dan Selat Makassar pada periode 2002-2012 menunjukkan bahwa hasil tangkapan didominasi jenis Layang dan Lemuru, serta memperlihatkan bahwa pada musim barat penangkapan terkonsentrasi pada bagian selatan Selat Makassar yaitu di perairan Aura dan sekitar Masalima (Gambar 5).

Pada musim peralihan I konsentrasi penangkapan di sekitar perairan Aura yang sebelumnya sangat padat kemudian memencar ke beberapa perairan lainnya yaitu pada bagian utara (Balikpapan) dan pada bagian barat (Masalembo), dimana

konsentrasi yang lebih tinggi berada pada sekitar perairan Masalembo. Pada musim timur konsentrasi penangkapan hanya terlihat di sekitar perairan Talang Air (timur laut Pulau Madura) dan di sekitar perairan Lumu-lumu. Pada musim peralihan II penangkapan ikan terkonsentrasi di sekitar perairan Aura sebagaimana yang terjadi sebelumnya pada musim barat (Syahdan 2015).



Sumber: Syahdan (2015)

Gambar 5. Peta pola spasial hasil tangkapan ikan pelagis kecil jenis Layang di Laut Jawa dan Selat Makassar periode 2002-2012.

Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Sumberdaya Ikan Pelagis Kecil

Suhu merupakan suatu besaran fisika dimana banyaknya bahang (energi panas) terkandung dalam suatu benda. Suhu air laut pada daerah permukaan sangat tergantung dari jumlah bahang yang diterima dari sinar matahari. Pembagian SPL secara horizontal akan sangat tergantung pada letak lintangnya. Semakin tinggi letak lintangnya, maka nilai SPL nya akan semakin rendah, karena daerah ekuator menerima lebih banyak radiasi matahari dari pada di daerah berlintang tinggi. Nilai suhu mengalami perubahan terhadap kedalaman. Hal ini diakibatkan oleh adanya variasi antara bahang yang diserap, efek konduksi dari bahang, permukaan air yang selalu bergerak oleh arus, dan gerak vertikal air laut (Hutabarat dan Evans 1986)

Tiga faktor yang dapat menyebabkan daerah tropik lebih banyak menerima bahang (panas) dari pada daerah kutub, yaitu: 1) Sinar matahari yang merambat melalui atmosfer sebelum sampai di daerah kutub akan banyak kehilangan bahang dibandingkan dengan daerah ekuator akibat jarak yang ditempuh sinar matahari ke daerah kutub lebih jauh dibandingkan dengan daerah ekuator, 2) Di daerah kutub, sinar matahari yang sampai di permukaan bumi akan tersebar pada daerah yang

lebih luas daripada daerah ekuator. Hal ini terjadi akibat bentuk bumi yang bulat sehingga pada daerah ekuator sinar matahari akan terpusat sedangkan pada daerah kutub sinar matahari akan menyebar, dan 3) Permukaan bumi di daerah kutub banyak menerima bahang yang akan dipantulkan kembali ke atmosfer. Perbedaan tersebut sebenarnya diakibatkan oleh sudut relatif matahari yang mencapai permukaan bumi (Hutabarat dan Evans 1986).

Fluktuasi SPL di Laut Jawa relatif kecil, perbedaan antara suhu maksimum dan minimum kurang dari 2 °C dengan kisaran antara 27 °C - 29 °C (Potier 1998 yang diacu Atmadja *et al.* 2003). Distribusi SPL secara horizontal umumnya berhubungan dengan fenomena musiman. Pada musim angin timur terlihat jelas SPL lebih dingin, hal ini menunjukkan adanya massa air dari bagian laut dalam yaitu Samudera Pasifik masuk ke Laut Jawa melalui Laut Flores dan Selat Makassar. Laut Jawa relatif lebih panas pada angin monsun barat dibandingkan pada monsun timur (Potier 1998 yang diacu Atmadja *et al.* 2003).

Salah satu ikan pelagis kecil yaitu ikan Layang jenis *Decapterus ruselli* yang hidup di perairan tropis cenderung lebih menyukai perairan dengan suhu 28 °C. Faktor suhu akan mempengaruhi proses metabolisme, aktifitas gerakan tubuh, dan berfungsi sebagai stimulus saraf ikan pelagis, karena kapasitas fisiologis yang berbeda dari ikan pelagis mentolerir perubahan besar dan cepat dalam suhu, oksigen terlarut, dan tingkat cahaya yang berhubungan dengan kemampuan mereka untuk bergerak di antara permukaan dan dalam lapisan air (Bernal 2011).

Shulman dan Love (1999) menyatakan bahwa suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi organisme laut dan dapat mempengaruhi pola distribusi ikan pelagis kecil. Suhu memberi pengaruh terhadap pola adaptasi ikan, terutama terhadap aktivitas metabolisme dan setiap spesies umumnya memiliki rentang toleransi terhadap perubahan suhu. Selain suhu, salinitas juga menjadi faktor penentu dalam distribusi ikan, hal ini berkaitan dengan sistem osmoregulasi pada tubuh ikan tersebut. Hughes *et al.* (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa suhu secara signifikan memengaruhi tingkat pencernaan di lambung, dimana pengaruh suhu pada metabolisme ikan pelagis menunjukan bahwa penurunan suhu menandakan terjadi pula penurunan tingkat metabolisme dan pencernaan pada lambung, namun untuk beberapa spesies, siklus hidup suatu spesies juga dapat mempengaruhi dalam kemampuan mentoleransi suhu. Kisaran toleransi suhu berubah-ubah sampai fase ontogeni dan kisaran toleransi semakin besar ketika memasuki fase juvenil (Freitas *et al.* 2010).

Gaol dan Sadhotomo (2007) menyatakan bahwa pergerakan angin monsun menyebabkan variasi SPL Laut Jawa, dimana pada saat periode monsun tenggara (musim timur), angin dan arus di Laut Jawa bergerak dari timur ke barat membawa massa air yang relatif lebih dingin masuk ke arah barat. Rata-rata SPL di Laut Jawa adalah 27,25 °C - 28,25 °C dengan SPL yang lebih tinggi berada di sebelah barat sedangkan pada periode monsun barat laut (musim barat) massa air dari Laut Cina Selatan mengisi Laut Jawa dan mendorong massa air ke arah timur sesuai dengan arah pergerakan angin dan arus.

Klorofil-a adalah zat hijau daun yang terkandung dalam fitoplankton yang berperan sebagai pigmen terpenting karena berfungsi untuk melakukan proses fotosintesis. Klorofil-a salah satu tipe klorofil yang paling umum yang terdapat pada tumbuhan. Dalam inventarisasi dan pemetaan sumberdaya alam dan pesisir laut, klorofil-a digunakan untuk mengetahui keberadaan fitoplankton dalam air.

Fitoplakton adalah tumbuhan berukuran sangat kecil dan hidupnya terapung atau melayang-layang dalam kolom perairan, sehingga pergerakannya dipengaruhi oleh pergerakan air (Odum 1971). Fitoplankton sebagai tumbuhan sel tunggal berukuran mikroskopik yang sangat berperan dalam menunjang kehidupan di dalam perairan dan berfungsi sebagai sumber makanan organisme perairan dapat digunakan sebagai salah satu kajian untuk menduga sebaran konsentrasi klorofil-a pada suatu perairan. Menurut Nontji (2008), berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhi besarnya biomassa, produktivitas dan suksesi fitoplankton antara lain adalah suhu, salinitas, cahaya, dan unsur hara. Nybakken (1982) menyatakan fitoplankton adalah organisme laut yang melayang dan hanyut dalam air laut serta mampu melakukan fotosintesis. Fitoplankton sebagai tumbuhan sel tunggal dan berukuran mikroskopik yang sangat berperan dalam menunjang kehidupan dalam suatu perairan dan berfungsi sebagai sumber makanan bagi organisme perairan. Sebaran klorofil-a di laut bervariasi secara geografis maupun kedalaman perairan. Variasi tersebut disebabkan oleh perbedaan intensitas cahaya matahari dan konsentrasi nutrisi di perairan. Sebaran konsentrasi klorofil-a lebih tinggi pada perairan pantai dan pesisir, serta rendah di perairan lepas pantai, namun pada daerah tertentu di perairan lepas pantai dapat pula dijumpai konsentrasi klorofil-a dalam jumlah yang cukup tinggi. Keadaan ini disebabkan oleh tingginya konsentrasi nutrisi yang dihasilkan melalui proses terangkatnya nutrisi dari lapisan dalam perairan ke lapisan permukaan perairan (Valiela 1984 yang diacu Masriat *et al.* 2009).

Klorofil-a merupakan pigmen penting yang terdapat pada fitoplankton untuk proses fotosintesis, sehingga menjadi parameter indikator tingkat kesuburan perairan. Tinggi rendahnya kandungan klorofil-a di laut sangat dipengaruhi oleh faktor oseanografi perairan seperti arus, suhu, salinitas, nitrat, dan fosfat. Kandungan nutrisi perairan sangat berkaitan erat dengan konsentrasi klorofil-a, dimana semakin tinggi kandungan nutrisi perairan maka semakin tinggi juga konsentrasi klorofil-a (Afdal dan Riyono 2004). Pada sebagian besar tumbuhan laut terdapat pigmen-pigmen pelengkap sebagai tambahan bagi klorofil-a dalam menyerap cahaya matahari. Fungsi pigmen-pigmen ini adalah menangkap dan mengumpulkan energi cahaya matahari, kemudian memindahkan energi tersebut ke klorofil-a. Pigmen-pigmen pelengkap tersebut mampu mengabsorpsi panjang gelombang berbeda dari klorofil-a (Basmi 1999). Pigmen-pigmen pelengkap tersebut antara lain: a) Klorofil-b, merupakan pigmen yang terdapat pada beberapa jenis alga, mampu menyerap cahaya secara maksimal pada panjang gelombang 450 nm dan 645 nm; b) Karoten, yaitu pigmen yang terdapat pada sebagian besar alga, memiliki puncak penyerapan cahaya pada panjang gelombang 450 nm dan 470 nm; c) *Xanthophyll*, merupakan pigmen yang juga terdapat pada sebagian besar alga, mampu menyerap cahaya pada panjang gelombang 480 nm dan 540 nm; d) *Phycocyanin*, adalah pigmen yang terdapat pada beberapa jenis alga, dan penyerapan cahaya dilakukan pada panjang gelombang 540 - 560 nm.

Kandungan klorofil-a juga digunakan sebagai ukuran jumlah fitoplankton pada suatu perairan dan dapat digunakan sebagai petunjuk produktivitas perairan. Melimpahnya nutrisi dari *run off* dan pendaurulangan di daerah pantai dapat menyebabkan produktivitasnya tinggi. Tingginya produktivitas di suatu perairan ($100-160 \text{ gC m}^{-2} \text{ thn}^{-1}$) merupakan penyangga populasi zooplankton dan organisme bentos (Nybakken 1982). Dari distribusi vertikal klorofil-a di laut dapat terlihat secara keseluruhan konsentrasi klorofil maksimal ditemukan di daerah permukaan

atau dekat daerah permukaan dan diwaktu yang lain dapat ditemukan di daerah kedalaman ephotik atau di bawahnya. Zona eufotik tebalnya bervariasi mulai dari beberapa puluh sentimeter pada perairan yang keruh hingga lebih dari 150 meter pada perairan yang jernih (Parsons *et al.* 1984).

Menurut Robinson (1985) perairan berdasarkan sifat optisnya dapat dibagi menjadi dua tipe yaitu tipe perairan 1 dan tipe perairan 2. Perairan tipe 1 merupakan perairan dimana komponen optik didominasi oleh fitoplankton dan produk-produk degradasinya, dan perairan tipe 2 didominasi oleh sedimen tersuspensi (*suspended sediment*) non-organik atau *yellow substant*. Menurut Gaol dan Sadhotomo (2007) distribusi horizontal klorofil-a rata-rata bulanan di perairan Laut Jawa menunjukkan konsentrasi klorofil-a lebih tinggi di perairan sekitar pantai dan semakin jauh dari pantai konsentrasi klorofil semakin kecil. Konsentrasi klorofil-a di bagian timur perairan Laut Jawa yakni di sekitar pantai Kalimantan lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah Laut Jawa bagian tengah.

Menurut Arinardi *et al.* (1997) perairan Indonesia yang memiliki kandungan klorofil-a yang bernilai tinggi hampir selalu berkaitan dengan adanya proses pengadukan dasar perairan, dampak aliran sungai seperti yang terjadi di pantai utara Jawa, pantai timur Sumatera bagian selatan, Kalimantan Selatan dan Irian Jaya serta berlangsungnya proses penaikan massa air lapisan dalam ke permukaan seperti yang terjadi di Laut Banda, Laut Arafura, Selat Bali dan bagian selatan Jawa. Secara temporal, puncak konsentrasi klorofil-a terjadi pada bulan Desember sampai dengan Maret yaitu pada saat monsun barat laut dimana pada saat itu curah hujan relatif tinggi. Masukan material termasuk unsur-unsur nutrisi dari limpasan sungai-sungai khususnya pada musim penghujan diduga merupakan salah satu faktor penyebab tingginya konsentrasi klorofil-a di perairan Laut Jawa (Gaol dan Sadhotomo 2007).

Sumberdaya ikan pelagis kecil umumnya ditemukan dalam jumlah yang cukup melimpah di daerah tropis dan cenderung melakukan migrasi diurnal dimana terdapat jenis ikan yang hanya dapat menyebar pada daerah yang sempit, kisaran suhu dan salinitas relatif kecil, dan sangat dibatasi oleh termoklin. Namun demikian ada juga jenis ikan pelagis yang memiliki sebaran yang cukup luas dan memiliki kemampuan migrasi yang tinggi, seperti beberapa jenis *scombridae* (Longhurst dan Pauly 1987). Respons biota laut terhadap lingkungan terjadi karena setiap spesies mempunyai kebutuhan minimum terhadap berbagai variabel lingkungan. Apabila konsentrasi unsur-unsur hara yang dibutuhkan, misalnya nitrat, jumlahnya di bawah kebutuhan minimum spesies, maka spesies tersebut akan menghilang (Nybakken 1982). Apabila salah satu faktor lingkungan, misalnya suhu melewati batas toleransi kebutuhan spesies atau salah satu jumlah unsur menurun hingga di bawah kebutuhan minimum spesies, maka spesies tersebut akan tersingkirkan. Hal ini dapat terjadi walaupun semua faktor lingkungan dan unsur yang lainnya memenuhi syarat, yang dikenal sebagai hukum minimum (Odum 1994).

Perubahan kondisi lingkungan mempengaruhi beberapa jenis ikan tertentu untuk melakukan ruaya, misalnya ikan Layang (*Decapterus spp*) dan ikan Banyar (*Rastrelliger kanagurta*) yang beruaya mengikuti perubahan salinitas sehingga ikan tersebut akan selalu beruaya secara musiman. Jenis ikan Kembung Perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) beruaya untuk memijah dari Tanjung Satai (Kalimantan Barat) pada bulan Mei-Oktober, populasi ikan Kembung pada musim barat daya beruaya dari perairan Laut Jawa untuk memijah dan atau dari Laut Cina Selatan, sedangkan populasi ikan Kembung pada musim tenggara memijah di bagian timur

Laut Jawa (Laut Flores). Migrasi ikan Kembung ini mengikuti pola migrasi ikan Layang yang biasanya terlambat satu atau dua minggu (Atmaja *et al.* 1986).

Berbagai proses dimana perubahan lingkungan mempengaruhi populasi ikan dapat terjadi dengan berbagai mekanisme di suatu perairan, misalnya *upwelling*, maka diperlukan pertimbangan terhadap berbagai faktor yang berpengaruh dalam suatu mekanisme yang terjadi di suatu perairan. Pengumpulan data yang cukup berguna untuk menjelaskan semua variabel yang berpengaruh terhadap populasi ikan, namun sering terjadi kesulitan dalam melakukan pengamatan sehingga perlu difokuskan pada sejumlah variabel utama. Variabel utama untuk mengidentifikasi hubungan kondisi lingkungan dengan perubahan populasi ikan adalah yang memberi dampak langsung, misalnya ketersediaan makanan, suhu, salinitas dan oksigen terlarut (Bakun 1984). Perubahan lingkungan harian berdampak pada tingkah laku, distribusi dan peluang tertangkapnya ikan, sedangkan perubahan lingkungan musiman berpengaruh pada mortalitas dan pertumbuhan ikan-ikan muda yang berkaitan dengan ketersediaan makanan (Lowe and McConnel 1987; Mann 1993; Fréon *et al.* 2005). Perubahan distribusi ikan hasil tangkapan komersil berkaitan dengan perubahan kondisi lingkungan, dimana ketersediaan ikan pada suatu perairan merupakan akibat dari pemilihan habitat yang sesuai dengan aktivitas. Pemilihan habitat yang sesuai merupakan kemampuan beradaptasi terhadap berbagai perubahan lingkungan, baik abiotik maupun biotik (Jury 2005; Hannesson 2007).

Pola angin munson sangat nyata berpengaruh terhadap keberadaan ikan di Laut Jawa. Pada musim tenggara, ikan yang bersifat stenohaline banyak tertangkap, seperti jenis Layang (*Decapterus macrosoma* dan *Decapterus russelli*), Banyar (*Rastrelliger kanagurta*) dan Siro (*Amblygaster sirm*). Pada musim barat daya, ikan yang bersifat euryhaline mendominasi hasil tangkapan seperti jenis Kembung (*Rastrelliger brachysoma*) dan jenis Juwi (*Sardinella* spp.) (Hariati *et al.* 2003). Berdasarkan *cluster analysis* hasil tangkapan pukat cincin, ikan Layang Deles (*Decapterus macrosoma*) dan ikan Siro (*Amblygaster sirm*) tergolong bersifat *stenohaline*, hidup dekat *continental shelf edge* dan tertangkap pada setiap akhir tahun. Tingkat pemanfaatan masing-masing spesies tersebut berbeda satu dengan dengan lainnya. *Coastal* dan *neritic species* misalnya *Decapterus russelli*, *Sardinella* spp., Bentong (*Selar crumenophthalmus*) telah dieksploitasi mendekati lebih tangkap, sedangkan *oceanic species* misalnya *Decapterus macrosoma*, *Rastrelliger kanagurta* dan *Amblygaster sirm* masih dapat ditingkatkan (Atmaja dan Nugroho 1995).

Variabilitas beberapa jenis ikan pelagis (*Decapterus russelli*, *Decapterus macrosoma*, *Rastrelliger kanagurta*) berasosiasi dengan perubahan salinitas massa air yang datang dari Laut Flores dan Selat Makassar pada musim kemarau. Kelompok ikan *coastal* seperti *Auxis* sp., *Sardinella* sp., Teri (*Steloporus* spp. dan *Encraicholine* spp.) dan juvenil ikan pelagis berasosiasi dengan perubahan suhu. Dua jenis ikan yang mempunyai respon berbeda terhadap lingkungan digambarkan oleh hasil tangkapan ikan Layang dan Juwi di perairan utara Bonang-Sarang, pada musim peralihan I (September-Nopember) sebagian besar hasil tangkapan pukat cincin didominasi oleh jenis Layang, pada musim tenggara (Maret-Mei) jenis Juwi menggantikan jenis Layang (Atmaja *et al.* 2003). Potier (1998) yang diacu Atmaja *et al.* (2003) juga menyatakan bahwa stok ikan pelagis sangat peka terhadap perubahan lingkungan yang terjadi, terutama penyebaran salinitas secara spasial yang dibangkitkan oleh dua sistem angin munson barat daya dan munson tenggara. Pada tahun basah (curah hujan di atas normal) akan mengurangi penetrasi ikan-ikan

pelagis yang bersifat oseanik menurun di bagian timur Laut Jawa. Hubungan hasil tangkapan dengan salinitas permukaan menunjukkan berkorelasi positif dan hasil tangkapan berkorelasi negatif dengan curah hujan.

Musim penangkapan ikan Layang di perairan Selat Makassar cenderung pada periode bulan yang sama saat musim puncak, sedangkan pada musim biasa dan musim paceklik, bervariasi pada wilayah perairan yang berbeda. Musim puncak penangkapan pada bulan Agustus-November. Musim biasa di perairan Kabupaten Mamuju pada bulan Maret-Agustus, di perairan Kabupaten Majene pada bulan November-April, di perairan Kabupaten Barru pada bulan Februari-Agustus, dan di perairan Kota Makassar pada bulan April-Juli. Musim paceklik penangkapan ikan Layang di perairan Kabupaten Mamuju pada bulan Desember-Februari, di perairan Kabupaten Majene pada bulan Mei-Juli, di perairan Kabupaten Barru pada bulan November-Desember, dan di perairan Kota Makassar pada bulan Januari-Maret. Hasil tangkapan terbanyak di perairan pantai barat Sulawesi Selatan pada saat suhu permukaan laut 29 °C (Najamuddin 2004). Penelitian penangkapan jenis Layang hubungannya dengan perubahan kondisi oseanografi pada luasan yang terbatas, yaitu perairan Kabupaten Pangkep yang berada di perairan pantai barat Sulawesi Selatan menunjukkan selain suhu permukaan laut, salinitas dan kedalaman juga turut mempengaruhi distribusi jenis Layang (Anggraini 2008).

Musim penangkapan ikan pelagis di bagian selatan perairan pantai barat Sulawesi Selatan kemungkinan berkaitan dengan *upwelling*. Hasil citra satelit Sea-WIFS pada bulan Juli dan Agustus menunjukkan adanya *upwelling* di perairan sekitar Kabupaten Takalar. Hasil tangkapan pukat cincin di perairan Kabupaten Barru pada kuartal II (April-Juni) dan kuartal III (Juli-September) menunjukkan hasil tangkapan yang lebih banyak bila dibandingkan daerah penangkapan lainnya. Faktor oseanografi yang diduga berpengaruh terhadap musim penangkapan ikan pada bulan Mei di perairan Kabupaten Barru adalah salinitas dan klorofil-a, sedangkan pada bulan Agustus adalah klorofil-a (Basuki 2002).

Jenis Layang merupakan ikan yang mempunyai sifat *stenohalin*, hidup pada perairan dengan salinitas yang sempit. Salinitas yang optimal untuk jenis Layang berkisar antara 31 - 33 ‰ (Nontji 1987). Jenis Kembung Lelaki hidup optimal di daerah perairan lepas pantai yang merupakan perairan terbuka dengan kadar garam 33 – 35 ‰ dengan kondisi arus yang tidak begitu kuat. Jenis Kembung Lelaki merupakan ikan pelagis yang sering ditemukan dalam bentuk kelompok besar di permukaan. Makanan utama jenis ini adalah plankton (Soemanto 1985 yang diacu Zen 2006). Jenis Tongkol termasuk ikan pelagis yang hidup pada perairan yang hangat dan biasanya bergerombol. Jenis Tongkol dewasa seperti spesies *Euthynnus affinis* hidup optimal pada suhu 29 °C. Ikan jenis ini berpopulasi di perairan pantai khususnya di perairan tropis (Collete and Nauen 1983 yang diacu Wahyuni 2008). Jenis Lemuru dan Tembang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan plankton yang merupakan sumber makanan utama ikan ini (Nontji 1987).

Berbagai hasil penelitian tentang musim penangkapan ikan di perairan pantai barat Sulawesi Selatan mengindikasikan adanya pergeseran daerah penangkapan pada setiap musim penangkapan, hal ini disebabkan karena adanya perubahan SPL dan klorofil-a (Nelwan 2010). Demikian pula di perairan lainnya yang menunjukkan adanya pergeseran lokasi penangkapan ikan dan jumlah hasil tangkapan yang disebabkan perubahan SPL dan klorofil-a, antara lain Wangi *et al.* (2019) di Selat Makassar; Hafiz *et al.* (2017) di perairan Kendal; Kuswanto *et al.* (2017) di Teluk

Lampung; Siregar *et al.* 2016) di Selat Malaka; Syahdan (2015) di Selat Makassar-Laut Jawa; Putra *et al.* (2012) di Laut Jawa; Gaol dan Siregar (2012) di Laut Jawa; Nelwan (2010) di pantai barat Sulawesi Selatan; Amri (2008) di Selat Sunda; Amri *et al.* (2006) di Teluk Tomini; Almuas dan Jaya (2006) di Laut Cina Selatan; Hendiarti *et al.* (2005) di Laut Jawa; Sadhatomo dan Nurhakim (2000) di Laut Flores; Gaol *et al.* (2004) di Selat Bali. Kajian hubungan sumberdaya ikan pelagis dengan kondisi oseanografi dilakukan untuk memprediksi kelimpahan dan ketersediaan ikan, karena variabel lingkungan lebih mudah diukur dibandingkan sumberdaya ikan itu sendiri (Laevastu and Hayes 1982; Bakun *et al.* 1984; Bakun 1996).

Hasil survei akustik juga mampu menerangkan kelimpahan dan sebaran spasial sumberdaya ikan pelagis. Data *target strength* mampu menunjukkan bahwa rata-rata ukuran ikan pelagis yang terdeteksi di perairan pantai utara Jawa bagian timur adalah 10 sampai dengan 56 cm. Ukuran ikan di daerah lepas pantai lebih kecil dibanding daerah dekat pantai. Pada musim peralihan, kondisi suhu dan salinitas perairan relatif homogen sehingga faktor tersebut kurang signifikan terhadap distribusi keadaan ikan. Diduga faktor lingkungan lain seperti faktor biologi dan kimia berperan dalam pola penyebaran ikan pelagis kecil di perairan ini. Di perairan Laut Flores dan sekitar pulau-pulau Sunda, densitas ikan tertinggi pada *stratum* 10 sampai dengan 50 m dengan ukuran 10 sampai dengan 20 cm terutama di bagian lahan marginal seperti sekitar selat dan kepulauan. Selain merupakan lapisan tercampur di mana kondisi suhu dan salinitas relatif stabil pada kedalaman 10 sampai dengan 50 m, lahan marginal merupakan daerah subur tempat pertemuan 2 massa air yang berbeda yang membentuk *front* diharapkan merupakan tempat berkumpul ikan pelagis. Lapisan termoklin yang bersifat lemah berada di bawah 50 m, hal ini mempengaruhi densitas ikan yang semakin rendah pada kedalaman lebih dari 50 m. Ikan pelagis yang berada pada lapisan termoklin mempunyai ukuran yang lebih besar yaitu 14 sampai dengan 40 cm. Pada musim yang sama, rata-rata kepadatan dan ukuran ikan pelagis kecil di wilayah timur lebih rendah daripada sebelah barat (Priatna dan Natsir 2007).

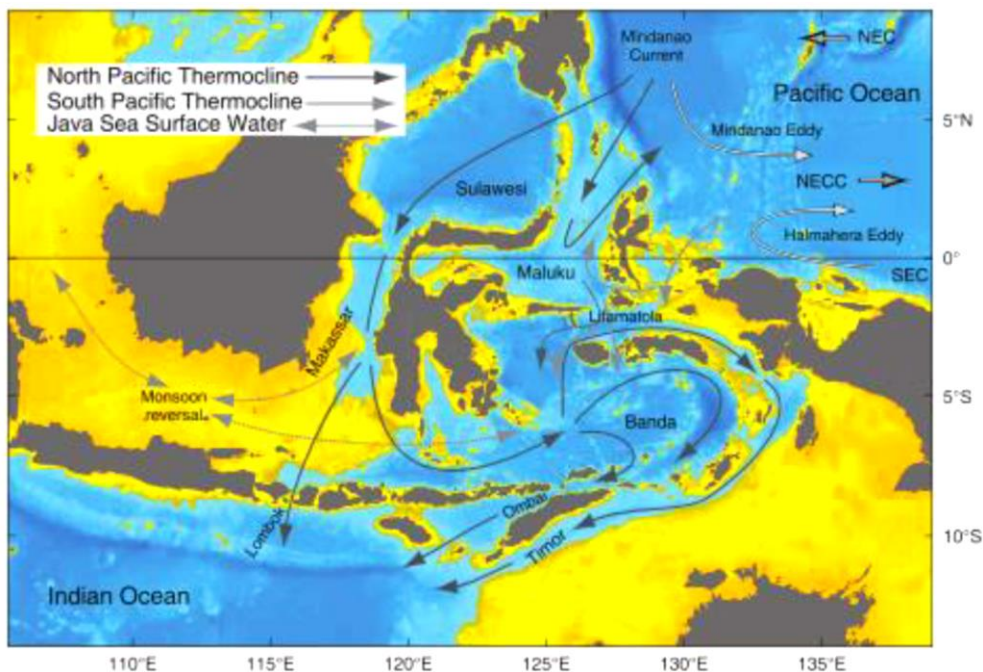
Sirkulasi Massa Air Permukaan di Perairan JMF Triangle

Perairan di Indonesia dipengaruhi oleh angin monsun yang berhubungan dengan perbedaan tekanan udara antara benua Asia dan benua Australia. Pada bulan Desember-Februari umumnya dikenal sebagai musim angin barat atau musim barat, sedangkan musim angin timur atau musim timur terjadi pada bulan Juni-Agustus. Pergerakan angin pada kedua musim ini, yaitu pada musim timur angin bertiup dari Australia ke Asia dan pada musim barat terjadi sebaliknya. Pola ini berpengaruh terhadap sirkulasi massa air permukaan di lautan, dimana pada musim barat massa air mengalir dari arah barat Indonesia menuju ke timur dan didominasi aliran massa air dari perairan Samudera Hindia. Pada musim timur arus permukaan mengalir dari belahan timur Indonesia menuju ke arah barat, dimana aliran massa air didominasi massa air dari Samudera Pasifik (Birowo 1982).

Perairan *JMF triangle* merupakan bagian dari sistem aliran massa air yang melintas di Indonesia, yaitu Armondo yang mengalir dari Laut Cina Selatan masuk ke Laut Jawa melewati Selat Karimata, dan dari Laut Jawa selanjutnya Armondo meneruskan alirannya ke laut-laut jeluk, yakni Laut Flores dan Laut Banda (Ilahude

dan Nontji 1999), sedangkan Arlindo merupakan massa air yang mengalir dari Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia, dimana massa air utama bergerak dari utara ke selatan. Massa air Samudera Pasifik yang masuk ke Selat Makassar adalah aliran massa air dari Pasifik Utara yang disebut dengan *North Pasific Subtropical Water* (NPSW) dengan kecepatan yang terkuat pada saat angin munson tenggara. Arlindo yang melewati Selat Makassar berada pada kedalaman rata-rata >150 m, dengan demikian pada lapisan permukaan massa air dipengaruhi angin munson (Hasanuddin 1998; Gordon 2005).

Perairan *JMF triangle* dipengaruhi angin munson, pada musim barat lapisan permukaan Selat Makassar bagian selatan dipengaruhi massa air yang berasal dari Laut Jawa, sedangkan pada saat musim timur lapisan permukaan Selat Makassar di bagian selatan dan Laut Flores dipengaruhi massa air yang berasal dari Laut Banda. Pada perairan dalam Indonesia (perairan kontinental) juga bersifat munson, sehingga pada setiap pergantian munson perairan kontinental yang saling berhubungan akan mengalami perubahan kondisi oseanografi (Gordon 2005). Pada saat musim barat (Desember-Februari), massa air dari Laut Cina Selatan mengalir sepanjang Laut Jawa menuju Laut Banda akan tenggelam (*downwelling*) di sekitar Laut Flores menuju Samudera Hindia (Ilahude dan Nontji 1999), sebaliknya pada musim timur massa air dari Laut Banda yang menuju Laut Jawa akan naik (*upwelling*) di sekitar Laut Flores, menyebabkan suhu permukaan laut lebih dingin dibandingkan musim barat. Demikian juga salinitas dan klorofil menjadi lebih tinggi dibandingkan musim barat (Ilahude dan Nontji 1999; Gordon *et al.* 2010) (Gambar 6).



Sumber: Gordon *et al.* (2010)

Gambar 6. Peta pola sirkulasi massa air Armondo dan Arlindo di perairan *JMF triangle*

Pada periode Januari hingga Maret, aliran massa air dari Laut Jawa dengan salinitas rendah masuk ke bagian selatan Selat Makassar. Pada periode Juli hingga September, permukaan perairan Selat Makassar di bagian selatan bersalinitas tinggi yang berasal dari aliran massa air Laut Banda (Masumoto dan Yamagata 1993;

Gordon *et al.* 2003b). Massa air bersalinitas rendah saat musim barat dari Laut Jawa merambat ke arah timur sampai ke Laut Flores, sebaliknya massa air bersalinitas relatif tinggi dari arah timur Laut Banda (Wyrski 1961; Hadikusumah 1988) dan Laut Flores merambat sampai ke Laut Jawa. Di Laut Jawa stratifikasi massa air parameter suhu dingin dan salinitas tinggi saat periode musim peralihan II di poros tengah Laut Jawa hampir homogen dan ini diduga kuat salinitas besar dari Laut Flores. Dalam periode musim barat massa air melewati Laut Flores akan tersebar ke arah timur sampai ke Laut Banda. Pada bulan Mei di Laut Flores sudah menunjukkan musim peralihan I, yaitu pola angin peralihan dari pola angin musim barat bergerak ke musim timur. Kecepatan arus maksimum 90 cm/det, sedangkan arah arus di bagian permukaan sampai kedalaman 60 m dominan bergerak ke arah barat dan barat laut, antara 60 - 400 m di sebelah utara dominan ke arah barat daya dan sebelah selatan, arus dominan ke arah barat sampai barat laut. Rata-rata lapisan permukaan (57 m), ketebalan termoklin antara 57 m - 360 m (Hadikusumah 2009).

Pengamatan terkini dengan eksperimen tahun 2004-2006 oleh Gordon *et al.* (2010) menunjukkan bahwa massa air yang mengalir dari Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia melalui Selat Makassar berkisar sebesar $11,6 \pm 3,3 \text{ Sv}$ ($1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$), dimana transpor maksimum terjadi pada akhir monsun barat laut dan monsun tenggara, sedangkan minimum pada periode musim peralihan I (Oktober-Desember). Kondisi ini mengindikasikan bahwa transpor Makassar mengikuti perilaku musiman dan sebagai implikasi dari transpor yang besar maka terdapat penyegaran (*flushing*) massa air baru dari Samudera Pasifik yang mengalir melalui Selat Makassar.

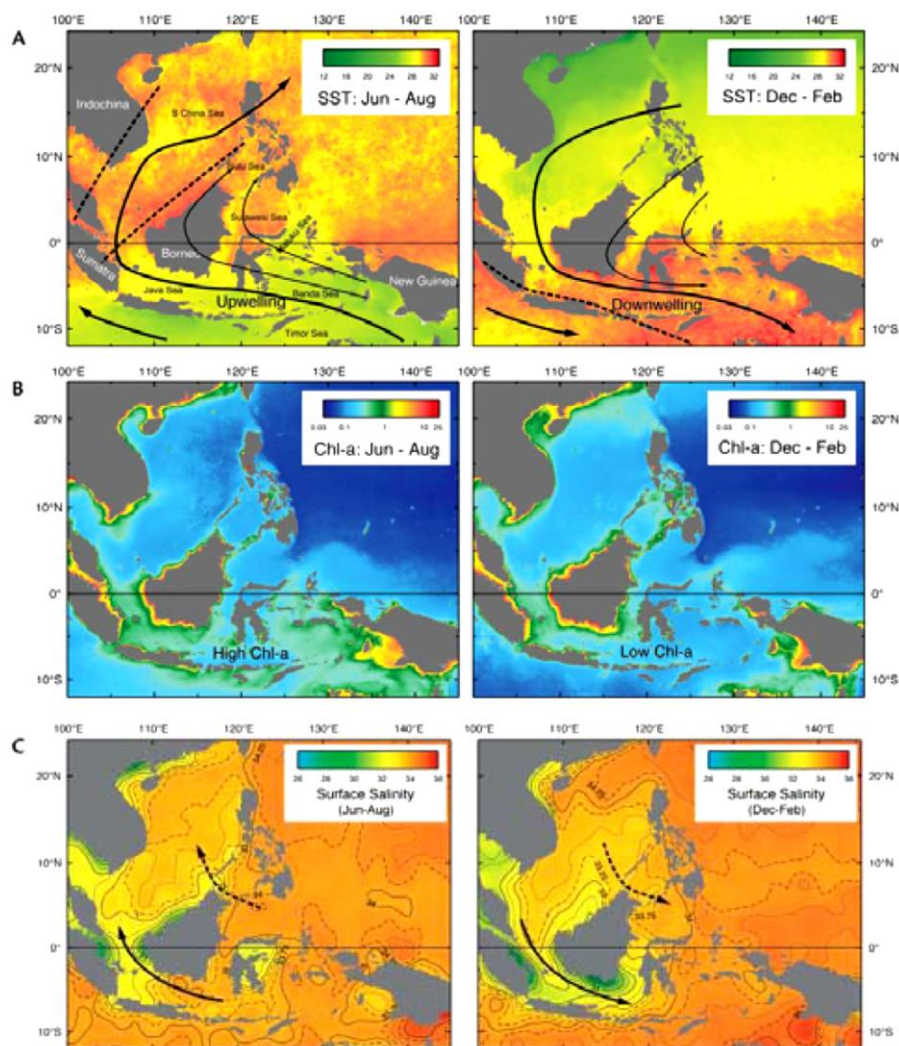
Kondisi SPL pada perlintasan Arlindo Makassar selama monsun tenggara secara keseluruhan berkisar $28,2 - 28,7^\circ \text{C}$ yang menandakan bahwa ini merupakan bagian dari kolam air hangat (*warm pool*) $> 28^\circ \text{C}$ di Samudera Pasifik. Pada monsun barat laut, SPL lebih tinggi $0,8^\circ \text{C}$, sehingga menjadi $29,4^\circ \text{C}$. Pada kedua musim, di bagian selatan Selat Makassar memiliki SPL yang lebih rendah dari pada bagian utaranya, kondisi ini menyebar sampai ke Laut Flores dan Laut Banda. Pendinginan pada monsun tenggara tampaknya merupakan hasil dari aliran massa air menuju kawasan yang mengalami penurunan radiasi sinar matahari di bagian belahan bumi selatan, pencampuran vertikal dan hilangnya bahang yang digerakkan oleh massa udara dengan kelembaban rendah dari Australia (Ilahude dan Gordon 1996).

Angin yang melintasi perairan Indonesia dan posisinya yang berada pada *Inter Tropical Converge Zone* (ITCZ) menjadikannya sangat kuat dipengaruhi oleh monsun. Angin yang mengarah ke benua Asia terjadi pada monsun tenggara (Juli-September) dan menuju Australia pada monsun barat laut (Januari-Maret). ITCZ melewati Laut China Selatan pada Juli-September di sepanjang paparan Sunda kemudian memasuki bagian utara Australia pada Januari-Maret. Pergantian secara musiman SPL dipengaruhi oleh transpor Ekman pada periode monsun tenggara (Juli-September) di Laut Banda, sedangkan pada bulan Januari-Maret transpor Ekman bersifat konvergen sehingga akan memicu *downwelling*. Pengaruh transpor Ekman secara lebih jelas terlihat pada tingginya konsentrasi klorofil-a permukaan dan dinginnya SPL yang juga dihasilkan oleh fenomena *upwelling* dimana hal ini berhubungan dengan tingginya produktivitas primer. Salinitas permukaan juga berubah berdasarkan musim, dimana arus permukaan musiman akan menggiring salinitas rendah ke arah timur menuju Laut Jawa dan selatan Selat Makassar pada Januari-Maret, tetapi pada periode Juli-September (monsun tenggara) massa air akan menuju Laut Cina Selatan. Kondisi tersebut mencerminkan adanya perubahan



musiman terhadap karakteristik massa air dan secara signifikan akan memberikan kontribusi terhadap sirkulasi permukaan di Selat Makassar (Gordon 2005). Pola yang terjadi tersebut ditunjukkan pada Gambar 7 berikut ini.

@Hak cipta milik IPB University



Sumber: Gordon (2005)

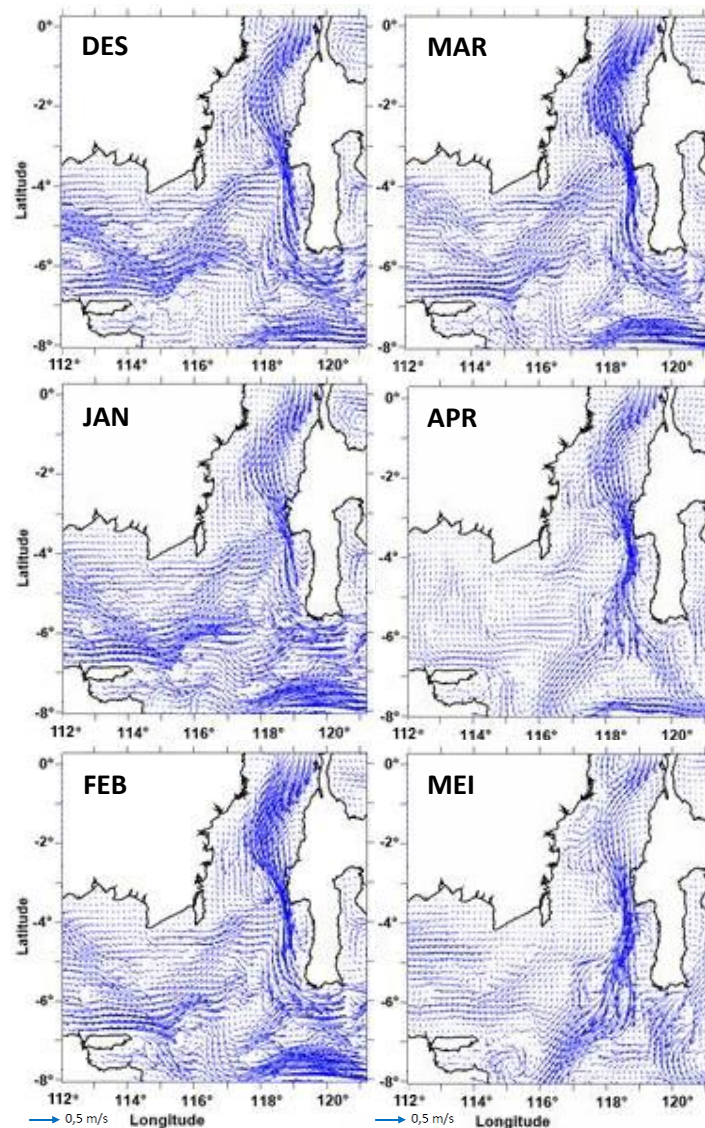
Keterangan: (A) SPL dari satelit *Aqua-MODIS*. (B) Klorofil-a permukaan dari *SeaWifs*. (C) Salinitas pada lapisan permukaan; kolom kiri (muson tenggara), kolom kanan (muson barat laut)

Gambar 7. Peta perubahan kondisi oseanografi pada lapisan permukaan di perairan Indonesia akibat pengaruh muson

Sirkulasi arus permukaan dalam suatu pola tahunan memperlihatkan bahwa pada musim barat (Desember-Februari)) arus permukaan bergerak dari Laut Jawa dimana sebagian masuk ke Selat Makassar menuju ke bagian utara dan sebagian lagi bertemu dengan arus yang berasal dari utara Selat Makassar yang bertemu pada bagian selatannya kemudian mengalir bersama menuju Laut Flores, sedangkan pada musim timur (Juni-Agustus) aliran arus dari utara Selat Makassar masuk ke Laut Jawa dan sebagian lagi terus menuju ke selatan dan mengalami dua percabangan yakni menuju Selat Lombok dan Laut Flores (Syahdan 2015). Arief dan Murray (1988) mengemukakan bahwa massa air dari Pasifik Utara yang dibawa dari arus Mindanao dan mengikuti aliran barat dari pintu masuknya melalui timur laut Laut

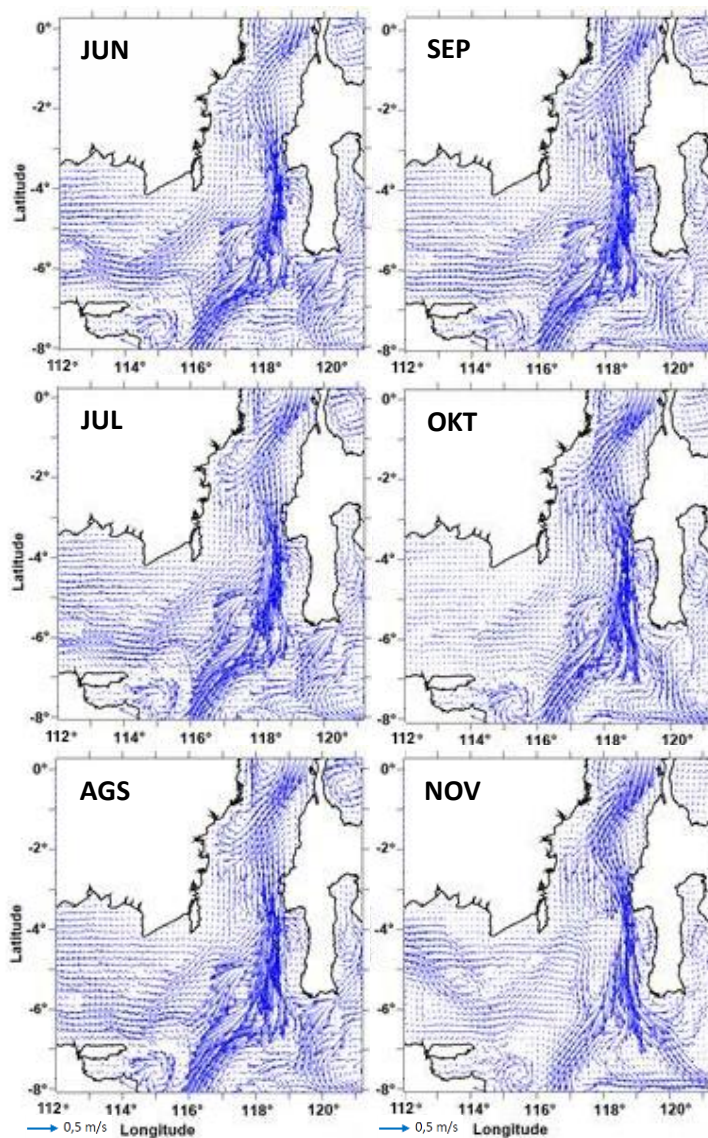
Sulawesi menuju ke Selat Makassar dan seterusnya ke Laut Flores. Dari sini, sekitar 20 % mengalir ke luar menuju Samudera Hindia melalui Selat Lombok dan pada bagian timur masuk melalui Laut Banda, sebelum keluar menuju Samudera Hindia melewati Selat Ombai dan perlintasan Timor.

Massa air yang mengalir dari Laut Jawa menuju ke Selat Makassar pada musim barat dan arah sebaliknya pada musim timur diduga menjadi pembentuk pola sirkulasi. Pola sirkulasi ini menjadi pembeda antara yang terjadi pada bagian timur sampai selatan Pulau Kalimantan dengan yang terjadi pada bagian selatan sampai barat Pulau Sulawesi. Pembelokan arah arus menuju utara Selat Makassar sebagai konsekuensi dari arus monsoon yang berlaku pada Laut Jawa (Gordon *et al.* 2010) dimana arus tersebut mengalami transisi di bagian timurnya pada punggung laut *Dewakang Sill* sedalam 680 m dan terarah mengikuti garis *isodepth* dengan kedalaman yang dangkal antara 50 - 150 m. Demikian halnya dengan arus yang mengalir dari utara menuju bagian selatan Selat Makassar yang merupakan sirkulasi Arlindo mengikuti garis *isodepth* lebih dari 1.000 m (Gambar 8).



Sumber: Syahdan (2015)

Gambar 8. Peta pola sirkulasi arus permukaan (ms^{-1}) di perairan *JMF triangle*



Gambar 8. (lanjutan)

Secara spesifik terlihat adanya arus yang kuat berlangsung sepanjang tahun menuju selatan pada Selat Makassar. Kecepatan arus yang kuat diduga karena melewati celah yang sempit dari jalur masuknya yang luas di bagian utara dimana celah tersebut memisahkan perairan yang dangkal pada lepas pantai bagian timur Pulau Kalimantan dan pesisir barat Pulau Sulawesi yang dalam yang dikenal dengan *Labbani Channel* (Gordon 2005).

Rendahnya SPL pada musim timur akibat fenomena *upwelling* yang terjadi di selatan Pulau Sulawesi yang dibangkitkan oleh gesekan angin dan peran arus permukaan (Syahdan 2015). Pada saat hembusan angin sangat intensif dan kecepatan yang maksimum pada masa Musim Timur dimana massa air bergerak sejajar pantai, *efek coriolis* membelokkan gerak massa air ke laut lepas (transpor Ekman) yang mengakibatkan kekosongan massa air di bagian pantai. Kekosongan inilah yang diisi oleh massa air yang berasal dari dasar perairan melalui tarikan ke permukaan untuk menjaga keseimbangan pada kolom perairan (Brown *et al.* 2001). Proses ini mengakibatkan SPL menjadi rendah pada kawasan tersebut yang proses selanjutnya

gesekan angin dan arah arus pula yang menggiring massa air ini menuju barat sehingga membentuk juluran suhu rendah menuju Laut Jawa.

Upwelling yang terjadi pada bagian selatan Selat Makassar disebabkan oleh gaya dorongan angin kuat yang menghasilkan transpor Ekman ke arah barat daya pada kawasan selatan Pulau Sulawesi. Gesekan angin permukaan tersebut dapat meningkatkan difusivitas vertikal dan pelepasan fluks bahang ke atmosfer, dimana proses tersebut meningkatkan aktivitas pencampuran massa air secara vertikal, yang berimplikasi terhadap menurunnya SPL. Proses *upwelling* ini juga diperkuat oleh adanya resirkulasi dari jet Arlindo Makassar yang membentuk pusaran arus besar (*eddies*), dimana hal ini terjadi karena konfigurasi topografi yang kompleks di sekitar wilayah tersebut (Atmadipoera dan Widyastuti 2014).

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

3 DINAMIKA SPASIAL DAN TEMPORAL SUHU PERMUKAAN LAUT DAN KONSENTRASI KLOROFIL-A DI PERAIRAN *JMF TRIANGLE*

Pendahuluan

Perairan *JMF triangle* (Laut Jawa-Selat Makassar-Laut Flores) merupakan wilayah perairan dengan karakteristik kondisi oseanografi yang dinamis. Massa air di perairan ini sangat dipengaruhi oleh dua sistem arus utama yang melaluinya, yaitu Arus Lintas Indonesia (Arlindo) dan Arus Monsoon Indonesia (Armondo).

Armondo mengalir dari Laut Cina Selatan masuk ke Laut Jawa lewat Laut Natuna dan Selat Karimata. Dari Laut Jawa, Armondo meneruskan alirannya ke laut-laut jeluk, yakni Laut Flores dan Laut Banda. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa sistem arus utama yang melewati Selat Makassar dapat mempengaruhi kedalaman lapisan tercampur, lapisan termoklin serta timbulnya *upwelling* yang terjadi secara musiman (Gordon *et al.* 2003a). Pola sirkulasi yang diakibatkan ini sistem arus utama tersebut mempengaruhi siklus hidup, pola migrasi, sistem rekrutmen dan sebagainya bagi sumberdaya ikan serta berbagai organisme laut.

Arlindo adalah suatu sistem di perairan Indonesia dimana terjadi lintasan arus yang membawa massa air dari Lautan Pasifik ke Lautan Hindia, dimana massa air Pasifik tersebut terdiri atas massa air Pasifik Utara dan Pasifik Selatan (Wyrski 1961; Fieux *et al.* 1996a). Terjadinya Arlindo terutama disebabkan oleh bertiupnya angin pasat tenggara di bagian selatan Pasifik dari wilayah Indonesia. Angin tersebut mengakibatkan permukaan bagian tropik Lautan Pasifik Barat lebih tinggi dari pada Lautan Hindia bagian timur, sehingga terjadi gradien tekanan yang mengakibatkan mengalirnya arus dari Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia. Arlindo selama monsun tenggara umumnya lebih kuat dari pada monsun barat laut.

Massa air dari Pasifik Selatan memiliki suhu permukaan laut dan salinitas yang lebih tinggi (rata-rata suhu 29 °C, salinitas 34 ppt), dan menurun saat mengalir melalui Selat Makassar. Pada musim barat laut (Januari-Maret) nilai salinitas di Selat Makassar 32 ppt akibat aliran massa air dengan salinitas rendah yang masuk dari Laut Cina Selatan dan Laut Jawa, sedangkan pada musim barat daya (Juli-September) nilai salinitas di Selat Makassar 33 ppt akibat tidak ada aliran massa air yang masuk dari Laut Cina Selatan dan Laut Jawa (Linsley *et al.* 2010).

Variabilitas SPL dan klorofil-a di Selat Makassar bagian selatan sebagian besar dipengaruhi oleh kecepatan angin atau arah angin dan *run off*. Angin berperan besar dalam pembentukan *upwelling* di wilayah tersebut. Terbentuknya *upwelling* biasanya terjadi pada awal bulan Mei ketika kecepatan angin <5 m/s, dan kemudian berkembang pada bulan Juni ketika kecepatan angin >5 m/s, sedangkan *upwelling* terbesar selalu terjadi pada bulan Agustus setiap tahunnya. *Upwelling* mulai berkurang pada bulan September dan berakhir pada bulan Oktober. Pada saat proses *upwelling* maksimum (Agustus), *upwelling* dapat diamati hingga sekitar 330 km ke arah barat daya ujung selatan pulau Sulawesi (Nababan *et al.* 2015).

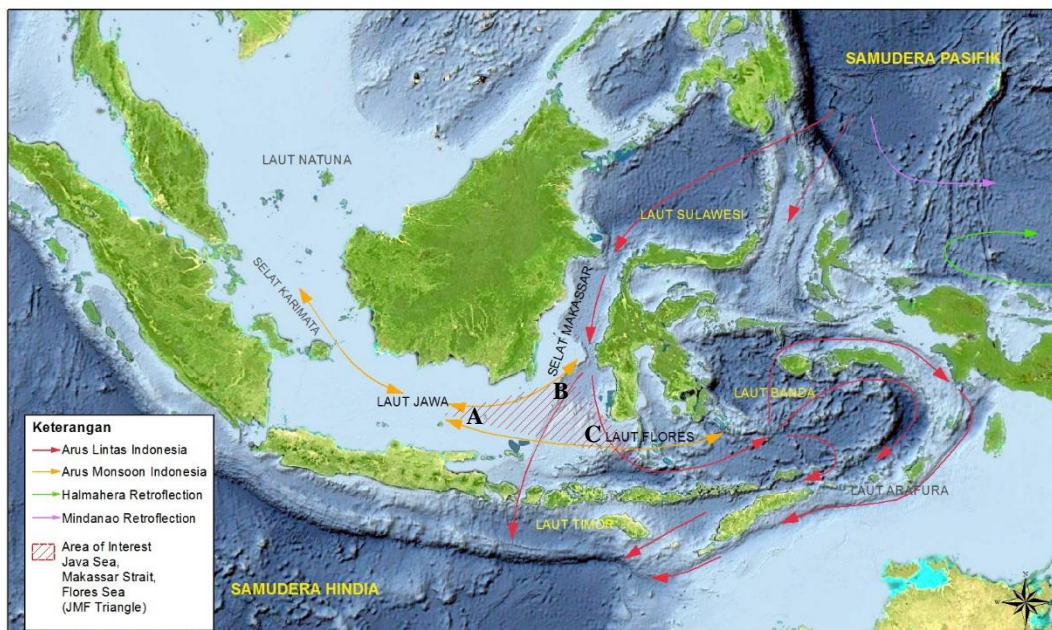
Indikasi pembentukan *upwelling* yang terletak di perairan dekat daratan selatan Sulawesi bervariasi antara kedalaman 40 meter hingga 75 meter di bawah permukaan laut. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan *upwelling* yang terjadi di Selat Makassar bagian selatan disebabkan oleh angin yang kemudian membentuk

pola pengangkutan massa air ke perairan permukaan (Utama *et al.* 2017). Hasil penelitian Rosdiana *et al.* 2017 juga menunjukkan fenomena *upwelling* di bagian selatan Selat Makassar (perairan Dewakang), dan memperlihatkan bahwa jenis nutrisi lebih rendah di lapisan atas dan lebih tinggi di lapisan yang lebih dalam. Pada pusat *upwelling*, nutrisi cenderung rendah tetapi konsentrasi klorofil-a tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa nutrisi dari lapisan yang lebih dalam telah digunakan untuk fotosintesis. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola spasial dan variabilitas temporal SPL dan konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle*, sehingga dapat memberikan tambahan informasi dari penelitian-penelitian terdahulu.

Metode Penelitian

Bahan, Lokasi dan Waktu Penelitian

Bahan dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Aqua MODIS level 3 komposit bulanan dengan resolusi spasial $0,05^\circ$ ($4 \text{ km} \times 4 \text{ km}$) yang telah diunduh dari laman *National Aeronautic Space Agency* (NASA) (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>) selama rentang waktu 10 tahun dari bulan Januari 2006 - Desember 2015. Pemilihan citra pada level-3 berupa data *digital compressed* dalam format HDF sehingga citra yang ditampilkan sudah menjadi datar (*flat*) dan pada level ini citra olahan sudah terkoreksi secara radiometrik dan geometrik. Periode bulanan dipilih karena citra harian banyak yang tertutup awan (tidak dapat digunakan). Data yang dianalisis adalah SPL dan klorofil-a, hasil analisis dibagi menjadi variabilitas musiman, bulanan dan tahunan. Dalam penelitian ini lokasi penelitian yaitu perairan *JMF triangle* yang dikaji, terdiri dari tiga bagian yaitu perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan perairan Laut Flores seperti pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Peta lokasi penelitian (segitiga imajiner) dengan alur Armondo (warna kuning) dan Arlindo (warna merah) (diolah dari Gordon *et al.* 2010). A= Laut Jawa, B= Selat Makassar, C= Laut Flores

Analisis Data

Pada kajian ilmiah ini, parameter lingkungan yang dianalisis hanya sebaran SPL permukaan perairan dan konsentrasi klorofil-a permukaan perairan, seperti telah dijelaskan pada Bab sebelumnya bahwa beberapa parameter lingkungan yang mempengaruhi ketersediaan dan keberadaan biota pada suatu perairan antara lain adalah suhu, salinitas, klorofil-a, pH, kesuburan perairan, serta unsur-unsur hara, namun pada kajian ini yang dianalisis hanya SPL permukaan perairan dan konsentrasi klorofil-a permukaan perairan, dimana dua parameter lingkungan ini diharapkan telah cukup untuk menggambarkan kondisi lingkungan perairan dan hubungannya bagi ketersediaan dan keberadaan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle*. Data SPL permukaan perairan dan konsentrasi klorofil-a permukaan perairan yang digunakan merupakan seri data citra satelit Aqua MODIS Level 3 komposit bulanan resolusi spasial $0,05^\circ$ ($4 \text{ km} \times 4 \text{ km}$) selama rentang waktu 10 tahun dari bulan Januari 2006- sampai dengan bulan Desember 2015 berupa data dalam bentuk nc file.

Menurut Walton *et al.* (1998), perkiraan konsentrasi klorofil-a pada tipe data ini dihasilkan dari suatu proses perhitungan berdasarkan algoritma OC3M yang merupakan produk empiris standar NASA untuk citra Level 3 *Standard Mapped Image* (SMI) yang umum digunakan untuk memproses formula konsentrasi klorofil-a. Algoritma OC3M termasuk algoritma empirik (*emphirical algorithm*), dimana hubungan antara rasio band dan klorofil menggunakan fungsi polynomial. Menurut O'Reilly *et al.* (2000) persamaan algoritma OC3M, nilai konsentrasi klorofil-a permukaan adalah:

$$\log_{10} (Ca) = 0.283 - 2.753R + +1.457R^2 + 0.659R^3 - 1.404R^4 \quad \dots\dots\dots (1)$$

dengan

$$R = \log_{10} [\max (R_{rs}(443), R_{rs} (488))/ R_{rs} (551)]$$

dimana:

Ca = konsentrasi klorofil-a (mg/m^3)

R = Rasio reflektansi

Rrs = *Remote sensing reflectance*

Nilai SPL dan konsentrasi klorofil-a merupakan sumber informasi utama dalam pengamatan dan pencatatan data statistik yang diambil untuk analisis deret waktu (*time series*). Pengolahan data dilanjutkan dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS Ver. 10.2*. Pada tahap ini juga dilakukan pemotongan citra (*cropping*) berdasarkan wilayah penelitian. Hasil (*output*) dari pemotongan citra dikonversi ke dalam bentuk data *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII) yang di dalamnya memiliki variabel posisi lintang, bujur, estimasi nilai SPL dan nilai konsentrasi klorofil-a.

Sebaran SPL dan konsentrasi klorofil-a dari citra Aqua MODIS dianalisis secara spasial dan temporal. Analisis spasial dilakukan secara visual dengan melihat pola persebaran SPL dan konsentrasi klorofil-a setiap bulannya di perairan *JMF triangle*. Pola persebaran ini terlihat dari pola degradasi warna SPL dan konsentrasi klorofil-a. Analisis temporal SPL dan konsentrasi klorofil-a dilakukan secara serial tahunan dimana kedua nilai rata-rata parameter ini dimasukkan ke dalam grafik. Fluktuasi dari nilai rata-rata kedua parameter ini memperlihatkan fenomena yang terjadi selama periode penelitian.

Hasil dan Pembahasan

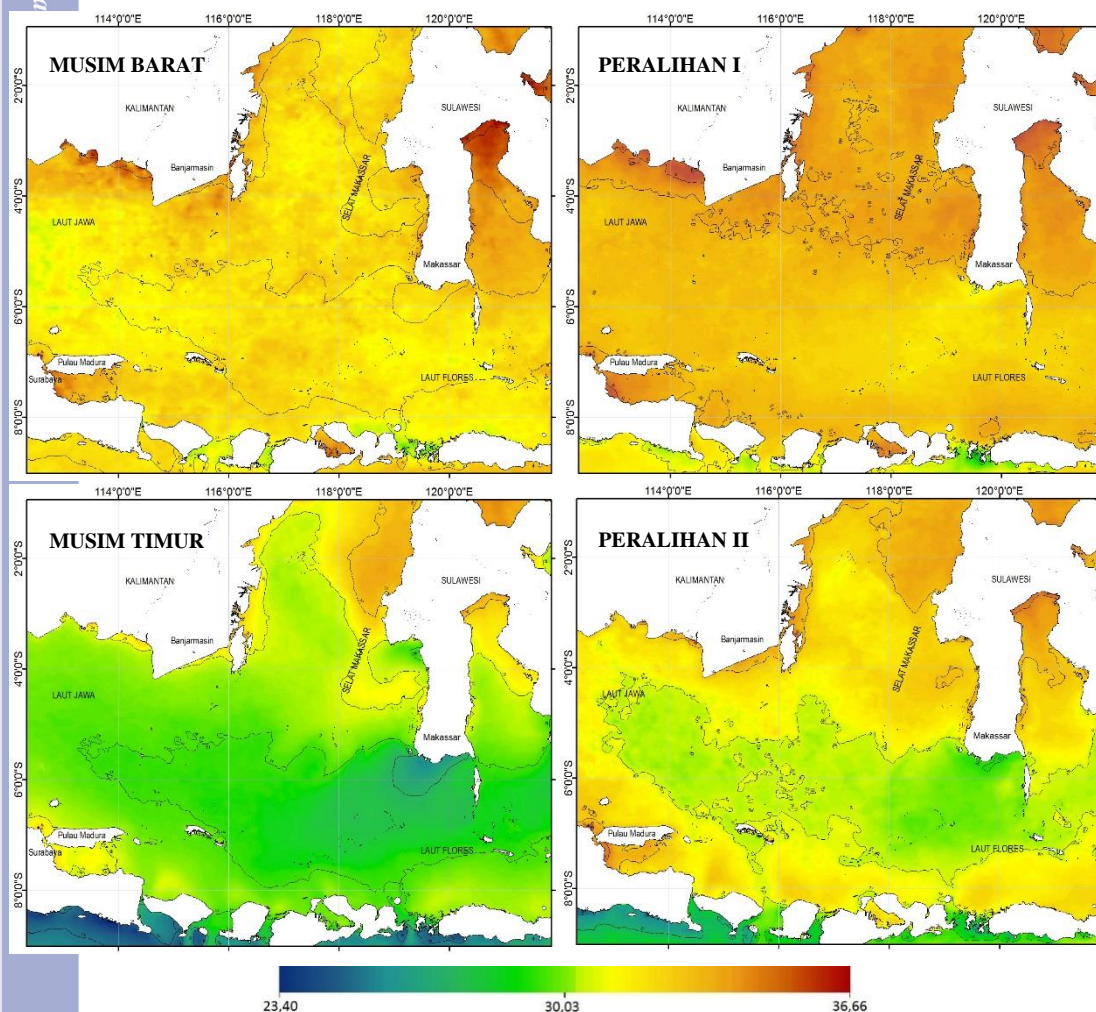
Pola Spasial Musiman Suhu Permukaan Laut

Pola distribusi SPL sangat erat kaitannya dengan pola angin yang bertiup pada suatu kawasan perairan. Wilayah Indonesia dipengaruhi oleh angin musim (*monsoon*), yaitu angin musim barat dan angin musim timur. Pada musim barat (Desember-Februari) SPL di perairan Laut Jawa lebih dipengaruhi oleh massa air yang berasal dari Laut Cina Selatan dan bergerak mendorong massa air yang berasal dari Selat Makassar dan Laut Flores. Hal ini berdampak pada distribusi SPL di perairan *JMF triangle*. Musim barat adalah musim dimana pada bumi belahan utara sedang berlangsung musim dingin dan di bumi belahan selatan sedang berlangsung musim panas (Nontji 1987). Pada periode musim barat ini kondisi SPL mencapai kondisi maksimum pada 30,68 °C, SPL terindikasi lebih tinggi pada bagian perairan Selat Makassar dibandingkan dengan perairan Laut Jawa dan dengan perairan Laut Flores. Terjadi peningkatan SPL mulai bulan Desember hingga Februari, dan SPL mencapai puncaknya pada bulan Februari. Secara keseluruhan pada musim barat ini rata-rata nilai SPL adalah 29,81 °C dan tersebar relatif merata dengan kisaran yang tinggi antara 28,80 °C - 30,68 °C, namun SPL dengan karakteristik nilai yang rendah tetap terlihat pada bagian selatan Sulawesi hingga perairan Laut Flores dan pada bagian timur perairan Laut Jawa.

Pada musim peralihan I SPL mengalami proses peningkatan dibandingkan dengan musim sebelumnya, puncak SPL terjadi pada bulan Maret dengan nilai SPL maksimum 31,47 °C. Pada musim ini SPL mulai memperlihatkan juluran suhu yang lebih tinggi menuju barat di perairan Laut Jawa yang tampak pada bulan April dan bulan Mei. Hal ini senada dengan penelitian Putra *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan SPL di perairan Laut Jawa, perairan Selat Makassar dan perairan Laut Flores pada periode musim peralihan I (Maret-Mei) dan peralihan II (September-November). Pada bagian utara Selat Makassar yaitu di sisi barat Pulau Sulawesi memperlihatkan peningkatan nilai SPL yang konsisten hangat dari waktu ke waktu. Secara keseluruhan pada musim peralihan I ini nilai rata-rata SPL adalah 30,20 °C dan cukup bervariasi antara bagian utara Selat Makassar dengan bagian selatannya serta dengan Laut Flores, dimana SPL berkisar antara 29,31 °C - 31,47 °C.

Pada musim timur juluran suhu dingin dari perairan Laut Flores dan bagian selatan Sulawesi Selatan yang menuju ke bagian barat perairan Laut Jawa semakin memperlihatkan pembentukannya dengan penurunan yang terus berlangsung dan cakupan area yang semakin luas. Demikian halnya dengan proses terbentuknya suhu rendah di perairan Laut Flores dan bagian selatan Sulawesi Selatan yang dipengaruhi oleh pembentukan *upwelling*, suhu rendah semakin konsisten dan cakupan yang semakin meluas dan mencapai suhu terendah 27,43 °C pada bulan Agustus. Hal tersebut senada dengan hasil penelitian Yunita dan Zikra (2017) menunjukkan bahwa pada musim timur nilai SPL terendah di perairan Selat Makassar pada musim ini adalah 26 °C yang terjadi pada bulan Agustus. Rendahnya SPL pada bulan Agustus dan September diakibatkan oleh angin muson tenggara (Juni-September), hal ini seperti yang dinyatakan oleh Hidayat *et al.* (2013) dan Purba (2009) bahwa pada saat bertiup angin muson tenggara (Juni-September) poros arus katulistiwa selatan akan bergeser ke dekat pantai Pulau Jawa sampai dengan Sumbawa dan mengakibatkan SPL menurun. Sebaliknya pada saat angin muson barat daya bertiup (Desember-Februari), poros arus katulistiwa selatan bergeser ke

selatan dan arus pantai Jawa mengalir ke timur (Wyrski 1961). Pada bagian utara perairan Selat Makassar nilai SPL relatif tetap tinggi dan hanya sedikit mengalami penurunan dibandingkan musim sebelumnya. Secara keseluruhan pada musim timur ini nilai rata-rata SPL adalah 28,50 °C dan bervariasi antara bagian utara perairan Selat Makassar dengan perairan Laut Flores dan dengan bagian selatan Sulawesi Selatan, dimana kisaran nilai SPL antara 27,43 °C - 30,35 °C. Peta sebaran spasial rata-rata musiman SPL di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 10 berikut ini.

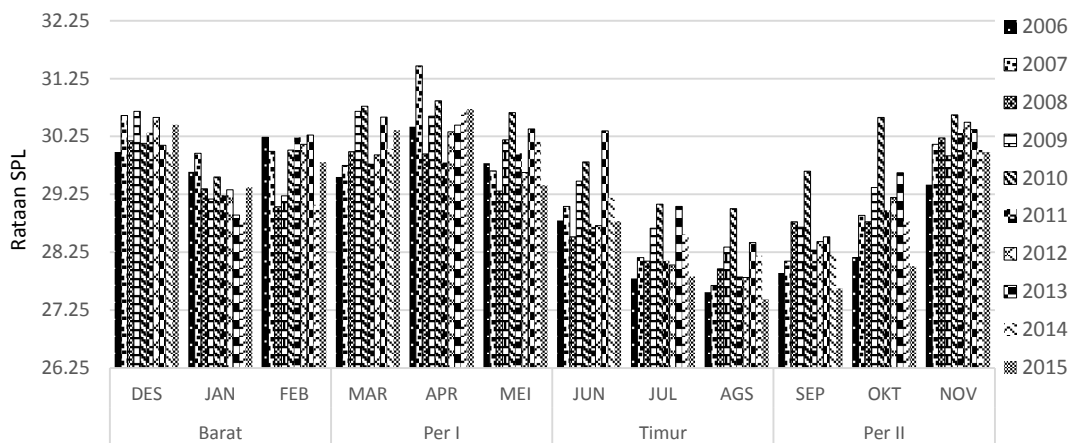


Gambar 10. Peta sebaran spasial rata-rata musiman SPL di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Pada periode musim peralihan II suhu yang relatif rendah masih terlihat dan mengalami cakupan area yang semakin meluas namun dengan kondisi SPL yang semakin meningkat. Kondisi suhu rendah tersebut mulai menghilang pada bulan Desember seiring dengan makin meningkatnya SPL dan sebarannya yang hampir merata pada seluruh perairan di perairan *JMF triangle*. Secara keseluruhan pada musim peralihan II ini nilai rata-rata SPL adalah 29,20 °C dan bervariasi antara bagian utara perairan Selat Makassar dengan perairan Laut Flores dan dengan bagian selatan Sulawesi Selatan, dimana SPL berkisar antara 27,62 °C - 30,62 °C. Grafik fluktuasi rata-rata musiman SPL selama 10 tahun disajikan pada Gambar 11 berikut ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 11. Grafik fluktuasi rata-rata musiman SPL di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Pola Spasial Bulanan Suhu Permukaan Laut

Variabilitas bulanan SPL menunjukkan fluktuasi yang dinamis dari Januari hingga Desember, dimana nilai rata-rata SPL terendah terjadi pada bulan Agustus dengan nilai 27,43 °C dan rata-rata tertinggi pada bulan April dengan nilai 31,47 °C. Secara keseluruhan nilai rata-rata bulanan SPL berkisar antara 28,02 °C - 30,53 °C. Hasil penelitian Utama *et al.* (2017) dan Nababan *et.al* (2015) menunjukkan hal yang senada, dimana pada periode Juli, Agustus dan September terjadi penurunan suhu pada bagian selatan Selat Makassar, yang disebabkan oleh fenomena *upwelling* mencapai maksimum pada bulan Agustus.

Bulan Desember yang merupakan awal dari musim barat, terlihat SPL di perairan *JMF triangle* masih relatif hangat dengan kisaran antara 29,98 °C - 30,68 °C dan nilai rata-rata 30,3 °C. Perairan Selat Makassar bagian selatan dan Laut Flores terlihat relatif sedikit lebih hangat dari pada perairan Laut Jawa bagian timur dan bagian utara Selat Makassar, hal ini diduga karena masih ada pengaruh dari massa air musim sebelumnya yaitu musim peralihan II. Pada bulan Desember ini angin mulai bertiup dari arah barat laut menuju bagian tenggara (barat menuju timur). Bulan Januari dan Februari merupakan puncak dari musim barat, dimana angin secara penuh sudah mengarah ke bagian timur menyusuri Laut Jawa ke arah Selat Makassar dan Laut Flores.

Pada bulan Januari kondisi SPL di perairan *JMF triangle* menunjukkan penurunan suhu dan relatif merata pada bagian perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores. SPL dengan kondisi yang sedikit lebih hangat hanya terdapat di bagian utara Selat Makassar. Pada bulan Januari ini SPL berkisar antara 28,8 °C - 29,96 °C dengan nilai rata-rata 29,33 °C.

Bulan Februari merupakan akhir dari periode musim barat, kondisi SPL di perairan *JMF triangle* menunjukkan terjadinya peningkatan dengan rata-rata SPL berkisar antara 29,04 °C - 30,27 °C dengan nilai rata-rata 29,8 °C. Kondisi SPL yang lebih hangat terjadi pada bagian Selat Makassar dan perairan selatan Pulau Kalimantan, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores lebih dingin.

Bulan Maret yang juga merupakan awal dari musim peralihan I, kondisi SPL di perairan *JMF triangle* menunjukkan terjadinya peningkatan bila dibanding bulan sebelumnya, dimana SPL berkisar antara 29,55 °C - 30,77 °C dengan nilai rata-rata 30,14 °C. Kondisi SPL terlihat menyebar hampir merata di perairan *JMF triangle*, dan angin barat masih berhembus namun kecepatannya sudah jauh berkurang dan memiliki arah yang tidak konsisten serta kecepatan yang menurun. Pada bagian

timur perairan Laut Jawa terjadi benturan arah angin yang menuju ke barat yang berbenturan dengan arah angin yang menuju ke timur.

Bulan April merupakan puncaknya musim peralihan I, dimana pada musim ini SPL mengalami peningkatan bila dibandingkan musim sebelumnya, nilai SPL maksimum terjadi pada bulan ini dengan nilai 31,47 °C. SPL memperlihatkan juluran suhu yang lebih tinggi menuju barat di Laut Jawa yang tampak pada periode April hingga Mei, dan pembentukan SPL rendah di bagian selatan Sulawesi Selatan. Pada bagian utara Selat Makassar di bagian sisi barat Pulau Sulawesi memperlihatkan peningkatan SPL yang konsisten hangat dari waktu ke waktu. Pada musim peralihan I arah angin sudah tidak menentu dan perubahan arah angin terjadi pada bulan April dimana perairan Selat Makassar sangat signifikan mengalami kondisi kecepatan minimum tersebut dibanding perairan Laut Jawa.

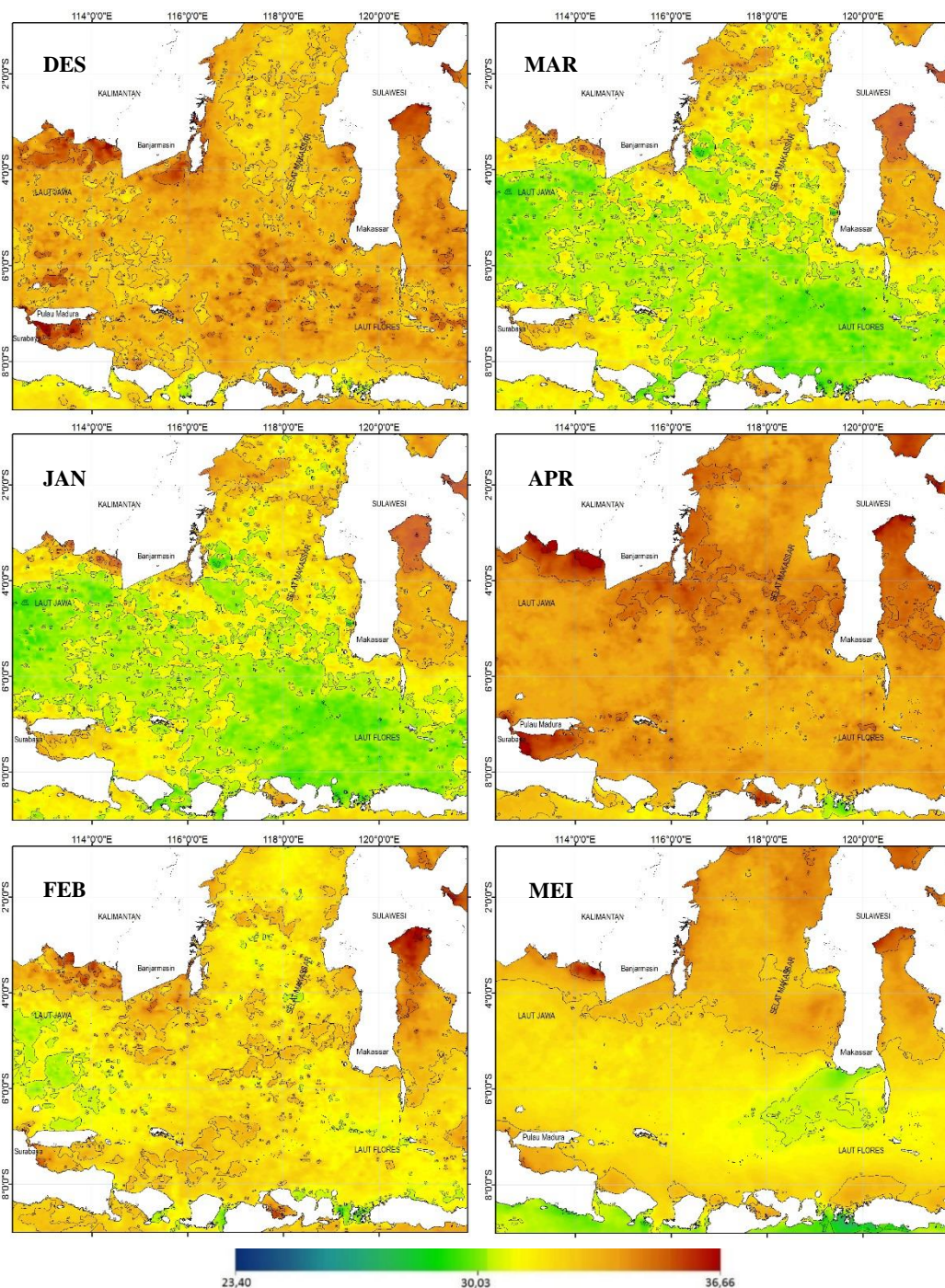
Pada bulan Mei nilai SPL berkisar antara 29,31 °C - 30,66 °C dengan nilai rata-rata 29,91 °C. pada bulan ini angin munson timur sudah mulai masuk ke perairan Laut Jawa sedangkan angin munson barat peranannya sudah sangat lemah, hal ini dapat menyebabkan melemahnya arus yang bergerak dari barat ke timur sehingga SPL di perairan *JMF triangle* cenderung menjadi hangat. Masih tingginya SPL pada bulan Mei yang juga merupakan akhir dari musim peralihan I ini dapat disebabkan karena sedikitnya pergerakan air yang melintasi perairan akibat hilangnya pengaruh dari angin munson barat dan belum besarnya pengaruh dari angin munson timur. Air laut terkesan hanya diam menempati kolom perairan sehingga pengaruh dari faktor meteorologi seperti suhu udara dan intensitas sinar matahari yang dapat menyebabkan perlahan-lahan SPL menjadi meningkat. Nontji (1987) menyatakan pada musim peralihan arus sudah mengalir ke arah barat di pantai Selatan Kalimantan dan di lepas pantai utara Jawa arus sudah mengalir ke timur sehingga pada beberapa tempat terjadi pusaran (*eddies*).

Pengaruh dari musim timur mulai terlihat sejak bulan Juni dimana SPL dengan nilai yang lebih rendah dari musim sebelumnya mulai memasuki perairan Selat Makassar bagian selatan dan perairan bagian barat Laut Jawa. Secara perlahan massa air yang relatif dingin ini mendorong massa air yang lebih hangat ke arah Laut Jawa bagian barat dan ke arah bagian utara Selat Makassar. Pada bulan Juni ini kisaran nilai SPL antara 28,51 °C - 30,35 °C dengan nilai rata-rata 29,14 °C. Pada periode musim timur ini hembusan angin yang berlangsung di perairan *JMF triangle* sangat kuat, bahkan paling kuat bila dibandingkan dengan tiga musim lainnya. Pada musim timur ini kecepatan angin yang berhembus mencapai maksimum yang dapat mengakibatkan timbulnya gelombang intensif sehingga permukaan laut tidak lagi mendapatkan pemanasan yang efektif. Selain itu pada periode bulan Juli, Agustus dan September terjadi penurunan suhu pada bagian selatan Selat Makassar yang disebabkan oleh fenomena *upwelling* dan mencapai maksimum pada selatan Selat Makassar pada bulan Agustus (Utama *et al.* 2017; Nababan *et al.* 2015).

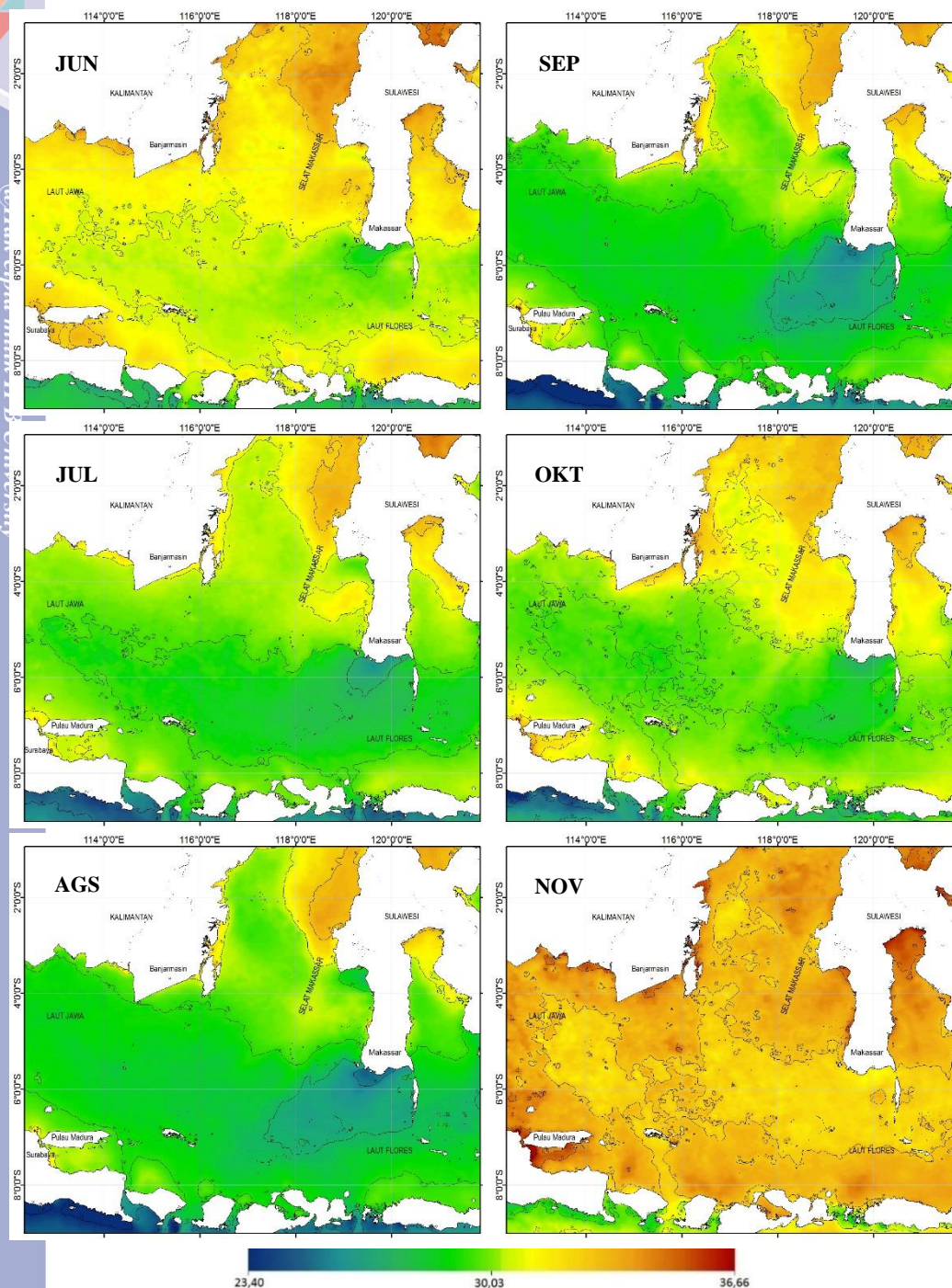
Dorongan angin yang maksimum serta terbentuknya perairan yang relatif dingin (*upwelling*) pada bagian selatan Sulawesi, sehingga dapat menyebabkan kondisi SPL yang dingin di perairan *JMF triangle*. Pada bulan Juli juluran suhu dingin dari perairan Laut Flores dan dari perairan bagian selatan Sulawesi Selatan ke arah bagian barat perairan Laut Jawa semakin memperlihatkan pembentukannya serta diikuti dengan penurunan yang terus berlangsung dan cakupan area yang semakin luas. Namun pada bagian utara perairan Selat Makassar SPL relatif tetap

tinggi dan sedikit mengalami penurunan dibanding musim sebelumnya. Pada bulan Juli ini kisaran nilai SPL antara 27,8 °C - 29,08 °C dengan nilai rata-rata 28,33 °C.

Bulan Agustus merupakan bulan puncak dari musim timur yang ditandai dengan turunnya SPL di perairan *JMT triangle* hingga mencapai nilai 27,43 °C pada perairan selatan Sulawesi. Massa air terdorong oleh angin masuk ke perairan Laut Jawa dan perairan Selat Makassar. Pada bulan Agustus ini kisaran nilai SPL antara 27,4 °C - 29 °C dengan nilai rata-rata 28 °C. Peta sebaran spasial rata-rata bulanan SPL di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 12, dan grafik fluktuasi rata-rata bulanan SPL disajikan pada Gambar 13.



Gambar 12. Peta sebaran spasial rata-rata bulanan SPL di perairan *JMF triangle* 2006-2015



Gambar 12. (lanjutan)

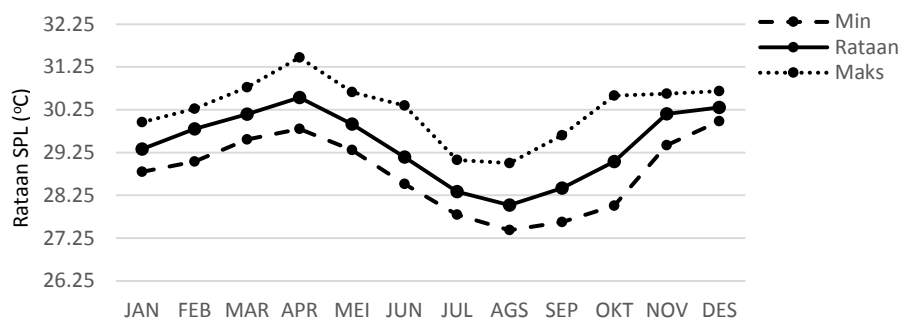
Pada bulan September terjadi kenaikan nilai SPL dibandingkan dengan bulan Agustus, dimana kisaran nilai SPL pada bulan September antara 27,62°C - 29,65 °C dengan nilai rata-rata 28,42 °C. Pada bulan September ini juluran suhu dingin dari perairan Laut Flores dan dari perairan bagian selatan Sulawesi Selatan ke arah bagian barat perairan Laut Jawa masih berlangsung, namun pembentukannya semakin melemah dan cakupan area yang semakin mengecil. Hembusan angin permukaan pada bulan September ini masih menunjukkan polanya, namun dengan kekuatan hembusan yang lebih kecil dan menurun dibandingkan pada bulan Juli

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

dan Agustus. Bulan September merupakan awal musim peralihan II, dan pada musim ini nilai rata-rata SPL selalu meningkat dari awal musim (September) hingga akhir musim (November).

Pada bulan Oktober terjadi kenaikan nilai SPL dibanding bulan sebelumnya, SPL berkisar antara 28,01 °C - 30,58 °C dengan nilai rata-rata 29,04 °C, dan walaupun masih terlihat suhu dingin di bagian Laut Flores dan perairan bagian selatan Sulawesi Selatan, namun tidak signifikan dan tidak terlalu nyata. Kecepatan angin permukaan mengalami penurunan dibandingkan bulan September, dan hal ini dapat meningkatkan intensitas pemanasan yang efektif terhadap perairan.

Pada bulan November kenaikan nilai SPL terus terjadi, dan suhu dingin yang sebelumnya masih terlihat sedikit di bagian Laut Flores dan perairan bagian selatan Sulawesi Selatan telah menghilang dan SPL terlihat menyebar hampir merata pada seluruh perairan *JMF triangle*, dimana SPL berkisar antara 29,42 °C - 30,62 °C dengan nilai rata-rata 30,15 °C. Pada bulan November ini kecepatan angin yang berhembus mencapai minimum yang dapat mengakibatkan permukaan laut mendapatkan pemanasan yang sangat efektif. Selain itu, pada bulan November yang juga merupakan akhir dari periode musim peralihan II ini puncak fenomena *upwelling* di bagian selatan Sulawesi Selatan telah selesai sehingga tidak lagi terlalu berdampak pada pembentukan suhu dingin.



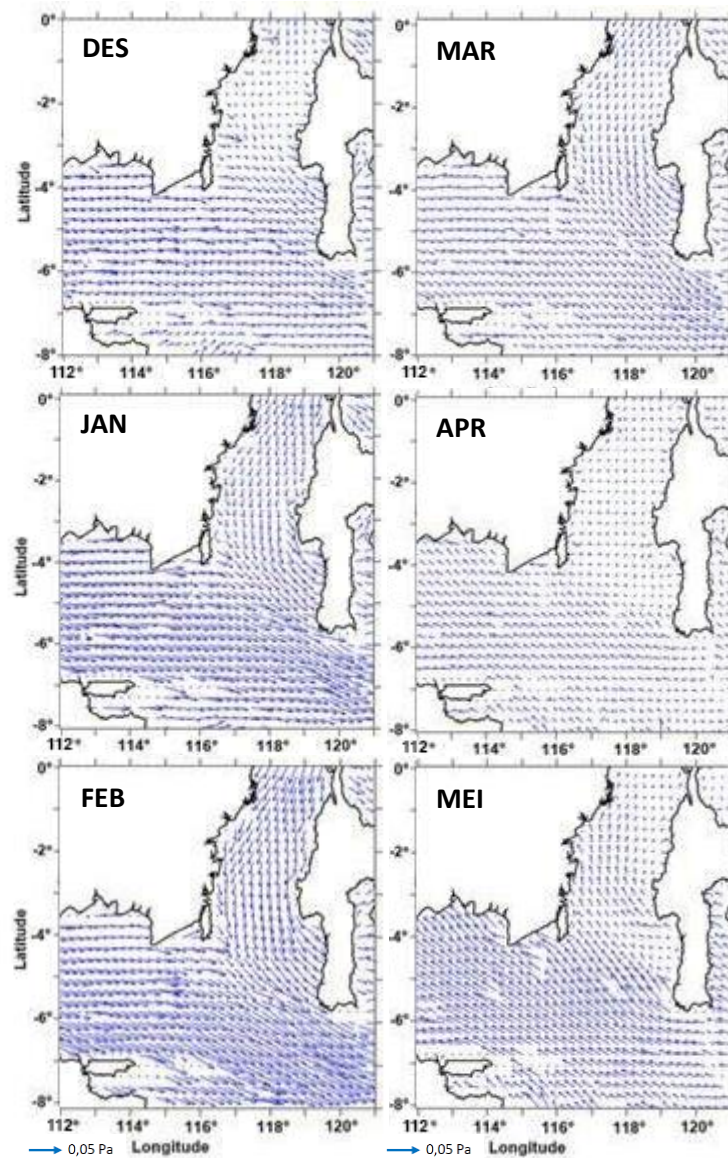
Gambar 13. Grafik fluktuasi rata-rata bulanan SPL di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Pola hembusan gesekan angin permukaan menunjukkan bahwa perairan Laut Jawa, Selat Makassar, Laut Flores dan perairan sekitarnya sangat dipengaruhi oleh monsun (Sadhotomo dan Durrand 1996). Pada periode Musim Barat (Desember-Februari), dimana saat terjadi tekanan udara yang tinggi di belahan bumi utara di kawasan Siberia karena suhu udara yang dingin, maka angin akan bergerak dari arah barat laut (Webster 1987). Gesekan angin bergerak dari Selat Karimata memasuki Laut Jawa yang terus menuju ke timur dan ketika melewati bagian selatan Selat Makassar kemudian berbelok menuju ke tenggara (Laut Flores). Pada bagian Selat Makassar, gesekan angin bergerak dari utara menuju selatan dan ketika bertemu dengan angin yang berasal dari Laut Jawa maka selanjutnya akan sedikit dibelokkan menuju arah tenggara pula (Laut Flores). Pada periode ini gesekan angin maksimum terjadi pada bulan Februari dengan nilai berkisar antara 0,02 - 0,04 Pa.

Kondisi sebaliknya berlaku pada periode musim timur (Juni-Agustus) ketika terjadi tekanan udara yang tinggi di kawasan Australia, maka angin bergerak dari arah tenggara (Webster 1987). Arah hembusan gesekan angin permukaan yang menuju barat laut terlihat sangat intensif ketika memasuki Laut Flores kemudian terus memasuki bagian selatan Selat Makassar, Laut Jawa dan Selat Karimata.

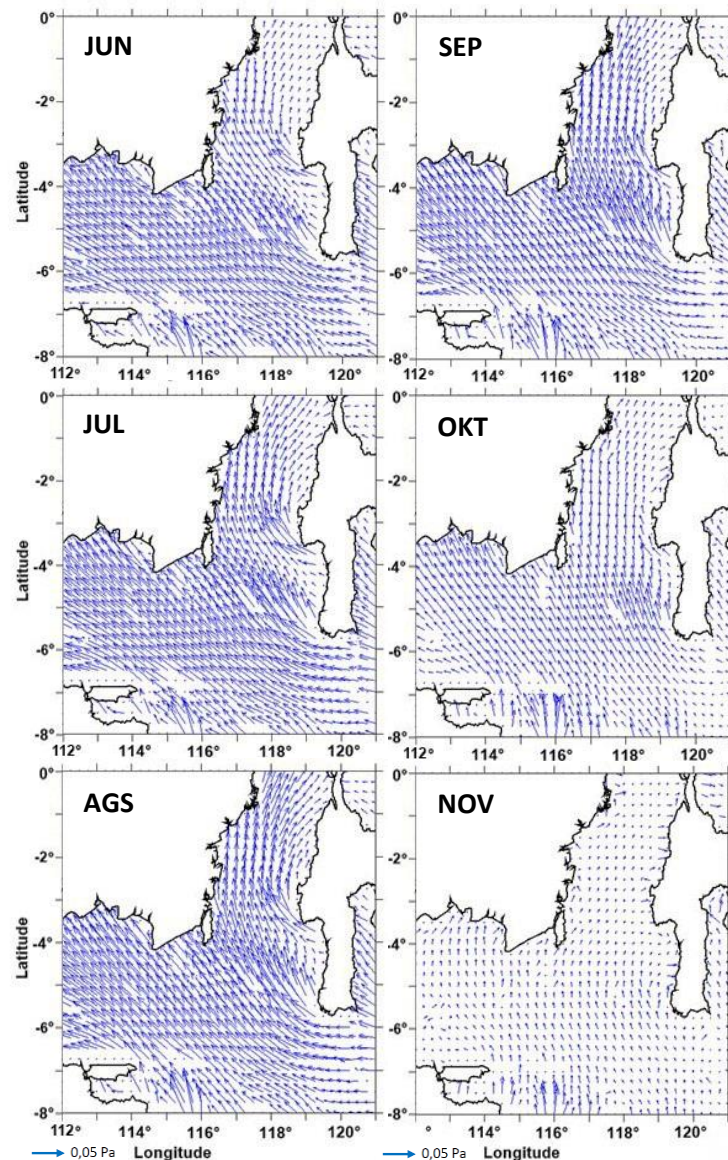
Berbeda halnya dengan periode musim barat, arah hembusan angin pada periode musim timur ini ketika sampai di bagian selatan Selat Makassar, maka sebagian akan dibelokkan menuju ke bagian utaranya. Gesekan angin maksimum terjadi pada bulan Agustus dengan kisaran antara 0,05 - 0,08 Pa.

Pada musim peralihan I (Maret-Mei) dan musim peralihan II (September-Nopember) pola hembusan gesekan angin permukaan memiliki arah yang tidak konsisten dan kecepatan yang menurun. Pada musim peralihan I perubahan arah angin terjadi pada bulan April dengan kecepatan yang minimum antara 0,01 - 0,03 Pa, Selat Makassar sangat signifikan mengalami kondisi kecepatan minimum dibanding perairan Laut Jawa dan Laut Flores, sedangkan pada musim peralihan II terjadi pada bulan Nopember dengan kecepatan minimum antara 0,01 - 0,02 Pa, dimana kawasan yang mengalami kecepatan paling minimum adalah bagian utara Selat Makassar dan Laut Flores (Syahdan 2015). Peta pola tahunan gesekan angin permukaan di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 14 berikut ini.



Sumber: Syahdan (2015)

Gambar 14. Peta pola tahunan gesekan angin permukaan di perairan *JMF triangle*

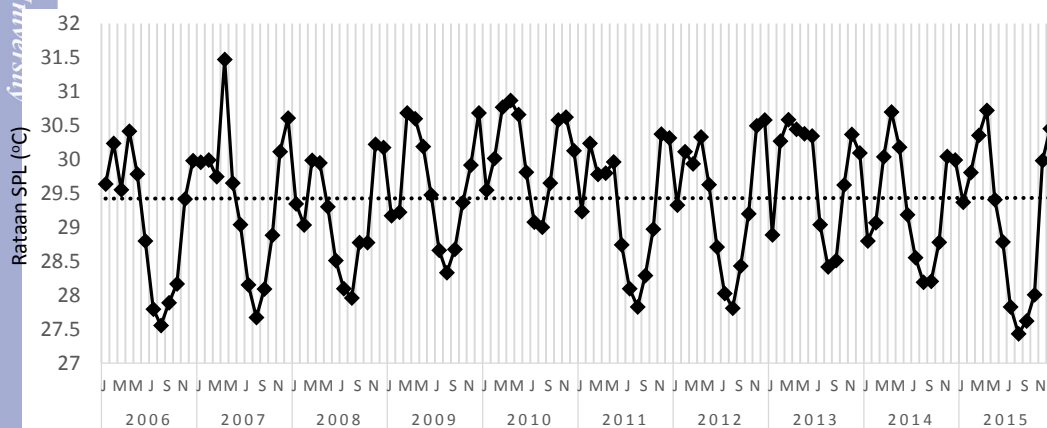


Gambar 14. (lanjutan)

Dinamika SPL berdasarkan waktu dapat diakibatkan oleh hembusan angin pada kawasan ini, dimana rendahnya SPL pada puncak musim barat dan musim timur karena hembusan angin yang berlangsung cukup kuat. Pada saat puncak masing-masing musim tersebut kecepatan angin mencapai maksimum yang mengakibatkan timbulnya gelombang yang intensif sehingga permukaan laut tidak mendapatkan pemanasan yang efektif. Kondisi sebaliknya terjadi pada musim peralihan I dan musim peralihan II dimana SPL menjadi lebih tinggi, hal ini terjadi karena hembusan angin yang relatif lemah dan memiliki konsistensi arah yang labil sehingga pemanasan dapat berlangsung lebih maksimal (Prawirowardoyo 1996; Kida dan Wijffels 2012). Pada musim barat kondisi SPL lebih hangat dibandingkan musim timur, hal ini disebabkan oleh penurunan radiasi matahari di belahan bumi bagian selatan khatulistiwa serta hilangnya bahang yang digerakkan oleh massa udara dengan kelembaban yang rendah dari Benua Australia (Ilahude dan Gordon 1996).

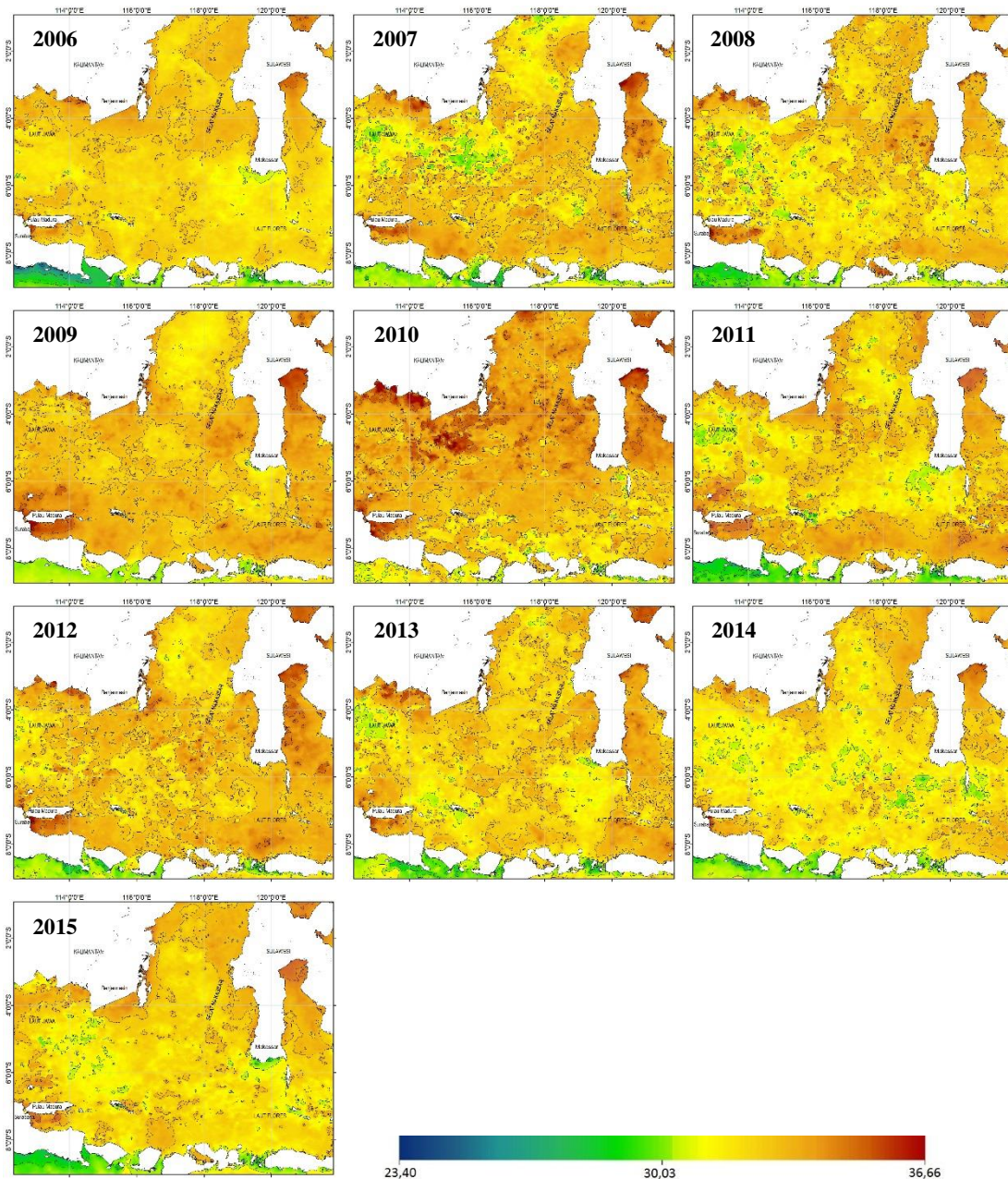
Pola Spasial Tahunan Suhu Permukaan Laut

SPL merupakan parameter fisik yang penting, dan dapat mempengaruhi parameter lain seperti kehidupan biologis di perairan (Rochman *et al.* 2016). SPL di Laut Jawa selama periode 2014-2015 menunjukkan distribusi spasial yang unik, dimana rata-rata SPL tahunan pada periode 2014-2015 adalah sekitar 28 °C (Heryati *et al.* 2018). Bila dilihat dari Gambar 15, fluktuasi rata-rata nilai SPL di perairan *JMF triangle* selama 10 tahun mengalami sedikit peningkatan dengan kisaran rata-rata antara 27,43 - 31,47 °C. Nilai SPL tertinggi terjadi pada bulan April tahun 2007 dengan rata-rata 31,47 °C, sedangkan SPL paling rendah pada bulan Agustus tahun 2015 dengan rata-rata 27,43 °C. Wangi *et al.* (2019) menyatakan bahwa nilai SPL tertinggi di Selat Makassar terjadi pada bulan April dengan rata-rata 30,93 °C, dan SPL paling rendah pada bulan Agustus dengan rata-rata 28,45 °C.



Gambar 15. Grafik fluktuasi rata-rata SPL di perairan *JMF triangle* 2006-2015

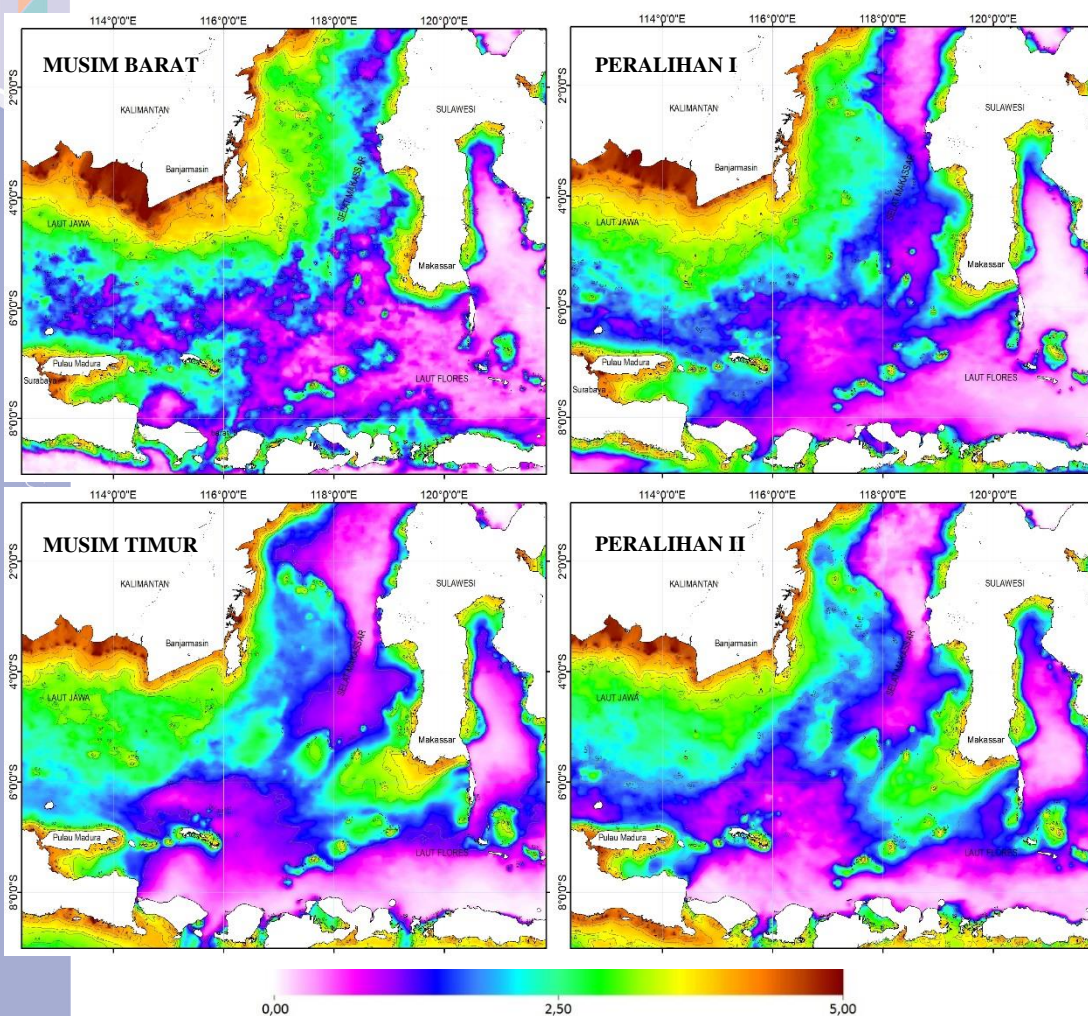
Variabilitas tahunan SPL dari data *time series* selama 10 tahun menunjukkan fluktuasi yang dinamis dari tahun 2006 hingga 2015, dimana nilai rata-rata nilai SPL paling dingin terjadi pada tahun 2006 (27,56 °C), 2012 (27,81 °C) dan 2015 (27,43 °C) sedangkan rata-rata paling hangat terjadi pada tahun 2007 (31,47 °C) dan 2010 (30,87). Secara keseluruhan nilai rata-rata tahunan SPL ini berkisar antara 27,43 °C - 31,47 °C. Hasil penelitian Kusuma *et al.* 2017 dengan menggunakan data yang sama yaitu citra Aqua MODIS selama 10 tahun (2007-2016) untuk seluruh perairan Indonesia menunjukkan hasil dari 2007 hingga 2016 SPL berkisar antara 27,91 °C - 30,46 °C. SPL terdingin terjadi pada 2007, 2012 dan 2015 sedangkan SPL yang terhangat terjadi pada 2010 dan 2016. Peta sebaran spasial nilai SPL di perairan *JMF triangle* periode 2006-2015 disajikan pada Gambar 16 berikut ini.



Gambar 16. Peta sebaran spasial rata-rata tahunan SPL di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Pola Musiman Konsentrasi Klorofil-a

Pada periode musim barat, rata-rata nilai konsentrasi klorofil-a mencapai kondisi maksimum yaitu $0,60 \text{ mg/m}^3$, konsentrasi klorofil-a terindikasi lebih tinggi di bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan bagian timur Laut Jawa, selatan Sulawesi Selatan dan Laut Flores. Terjadi peningkatan nilai rata-rata klorofil-a dari bulan Desember ke Januari, tetapi mulai menurun saat memasuki bulan Februari. Secara keseluruhan pada periode musim ini nilai rata-rata klorofil-a adalah $0,42 \text{ mg/m}^3$ dengan kisaran $0,28 \text{ mg/m}^3$ - $0,60 \text{ mg/m}^3$. Konsentrasi klorofil-a dengan karakteristik yang rendah terlihat pada bagian bagian timur perairan Laut Jawa, pada bagian selatan Sulawesi Selatan dan Laut Flores. Peta sebaran spasial rata-rata musiman konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 17.

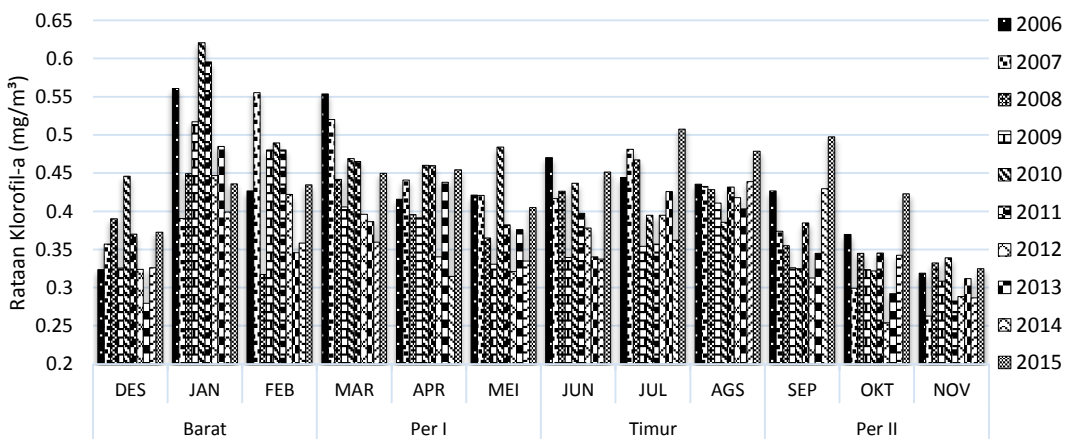


Gambar 17. Peta sebaran spasial rata-rata musiman klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Pada periode musim peralihan I nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a terlihat mengalami penurunan dibandingkan musim sebelumnya, nilai klorofil-a tertinggi pada musim peralihan I ini terjadi pada bulan Maret dengan nilai maksimum 0,55 mg/m³, dan konsentrasi klorofil-a terindikasi tetap lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan bagian timur perairan Laut Jawa, bagian selatan Sulawesi Selatan dan juga Laut Flores. Terjadi penurunan rata-rata klorofil-a dari bulan Maret hingga bulan Mei, dan secara keseluruhan pada musim peralihan I ini nilai rata-rata klorofil-a adalah 0,41 mg/m³ dengan kisaran antara 0,31 mg/m³ - 0,55 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a dengan karakteristik rendah masih terlihat pada bagian timur perairan Laut Jawa dan selatan Sulawesi Selatan serta Laut Flores. Syahdan (2015) menyatakan bahwa secara keseluruhan tingginya nilai konsentrasi klorofil-a pada pesisir Pulau Kalimantan tidak sepenuhnya merupakan kandungan klorofil-a, tetapi juga karena tingginya kandungan material pada perairan tersebut yang berasal dari limpasan sungai Barito dan sungai Kapuas. Pasaribu (2013) menyatakan bahwa klorofil-a lebih tinggi di daerah muara sungai merupakan *run off* dari sungai yang ada di daratan Pulau Kalimantan. Eisma *et al.* (1989) juga menyatakan bahwa *total suspended matter* berkontribusi besar terhadap tingginya kandungan material yang ada pada perairan tersebut, yang dihasilkan dari sungai-sungai besar di sekitarnya.

Pada periode musim timur konsentrasi klorofil-a meningkat dibandingkan musim sebelumnya, nilai klorofil-a tertinggi pada musim ini terjadi pada bulan Juli dengan nilai maksimum 0,51 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a terindikasi meningkat jauh lebih tinggi di bagian selatan Sulawesi Selatan dan terjadi penurunan di bagian selatan Pulau Kalimantan. Penurunan nilai konsentrasi klorofil-a semakin meluas di bagian timur perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores dibandingkan dengan musim sebelumnya. Terjadi peningkatan nilai rata-rata klorofil-a dari bulan Juni hingga Agustus, dan secara keseluruhan pada musim timur ini nilai rata-rata klorofil-a adalah 0,42 mg/m³ dengan kisaran antara 0,34 mg/m³ - 0,51 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a dengan karakteristik rendah secara luas terlihat pada bagian timur perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores.

Pada musim peralihan II konsentrasi klorofil-a mengalami penurunan bila dibandingkan dengan musim sebelumnya, nilai konsentrasi klorofil-a tertinggi pada musim ini terjadi pada September dengan nilai maksimum 0,50 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a di bagian selatan Sulawesi Selatan mengalami peningkatan yang meluas, hal sebaliknya terjadi di bagian selatan Pulau Kalimantan dimana terlihat konsentrasi klorofil-a mengalami penurunan dengan cakupan semakin meluas. Sama dengan musim sebelumnya, klorofil-a dengan nilai yang rendah masih terjadi pada bagian timur perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores. Terjadi penurunan nilai rata-rata klorofil-a dari bulan September hingga November, dan secara keseluruhan pada musim peralihan II ini nilai rata-rata klorofil-a adalah 0,34 mg/m³ dengan kisaran 0,25 mg/m³ - 0,50 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a dengan karakteristik rendah secara luas terlihat pada bagian timur perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores. Grafik fluktuasi nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* selama periode 10 tahun disajikan pada Gambar 18 berikut ini.



Gambar 18. Grafik fluktuasi rata-rata musiman klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Pola Bulanan Konsentrasi Klorofil-a

Hasil analisis variasi bulanan menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi klorofil-a tertinggi berada pada bulan Januari dengan nilai 0,49 mg/m³ dan terendah pada bulan November dengan nilai 0,31 mg/m³. Hal ini senada dengan penelitian Wangi *et al.* (2019) di perairan Selat Makassar yang menyatakan bahwa konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada bulan Desember (musim barat) dengan nilai rata-rata 0,62 mg/m³, sedangkan konsentrasi klorofil-a yang paling rendah terjadi pada bulan Oktober (musim peralihan II) dengan nilai rata-rata 0,28 mg/m³. Variabilitas bulanan klorofil-a menunjukkan fluktuasi yang dinamis dari bulan Januari hingga

Desember, dan secara keseluruhan nilai rata-rata bulanan klorofil-a berkisar antara 0,25 mg/m³ - 0,62 mg/m³.

Pada bulan Desember yang juga merupakan awal dari periode musim barat terlihat konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* relatif cukup tinggi pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan), pada bulan ini kisaran klorofil-a antara 0,28 mg/m³ - 0,45 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,361 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a pada bagian Selat Makassar bagian selatan dan Laut Flores terlihat lebih rendah bila dibandingkan dengan perairan di bagian Laut Jawa bagian utara (selatan Pulau Kalimantan). Hal ini diduga karena adanya pengaruh pengayaan nutrisi dari limpasan (*runoff*) air tawar yang berasal dari sungai-sungai yang banyak terdapat di Pulau Kalimantan.

Pada bulan Januari konsentrasi klorofil-a menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan dibandingkan bulan sebelumnya, konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* pada bulan ini mencapai nilai yang maksimum dibandingkan dengan bulan lainnya. Terlihat konsentrasi klorofil-a masih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) bila dibandingkan dengan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Pada bulan ini nilai klorofil-a berkisar antara 0,39 mg/m³ - 0,60 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,49 mg/m³.

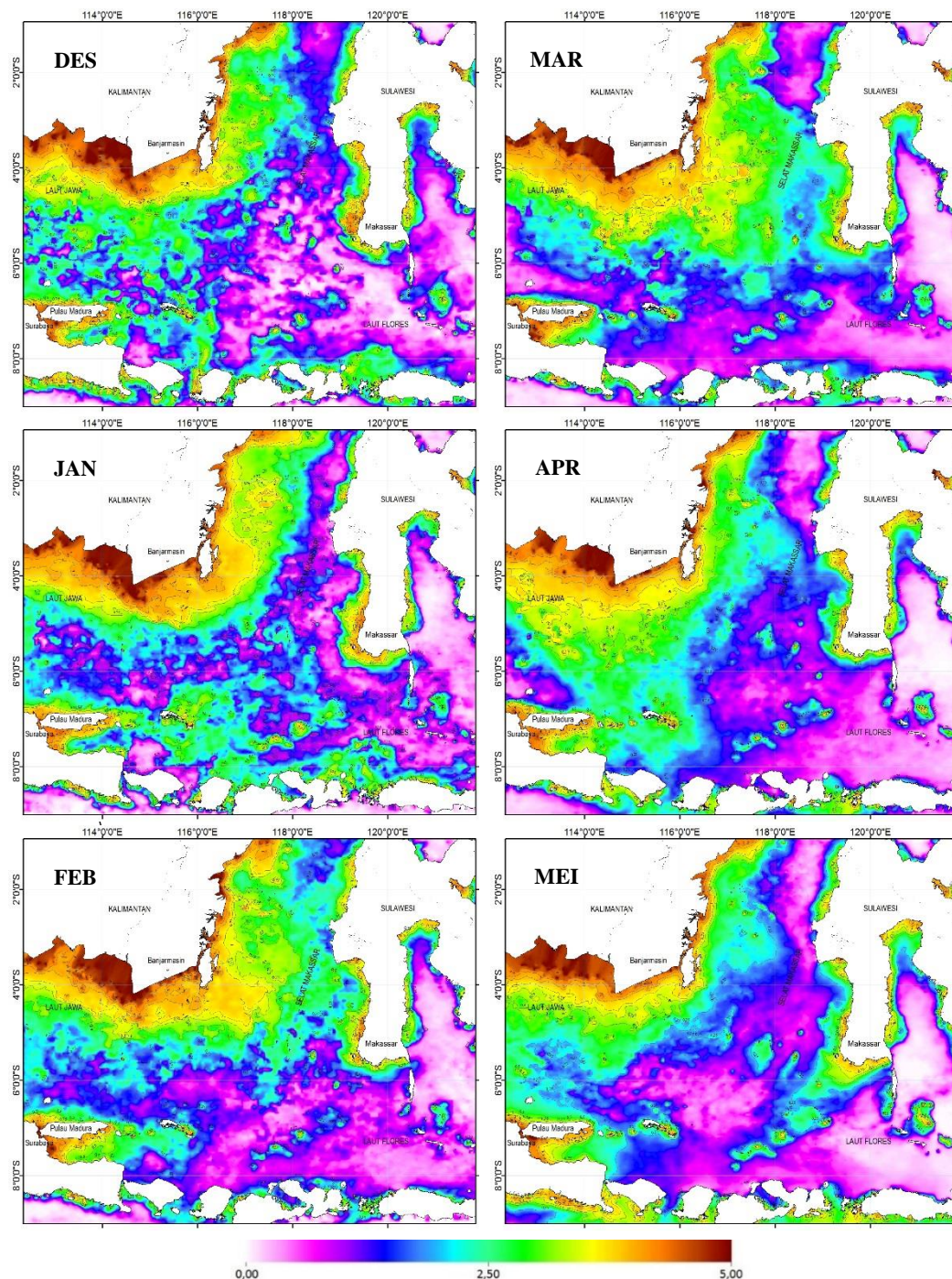
Pada bulan Februari yang juga merupakan akhir dari periode musim barat terlihat konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* mengalami penurunan bila dibandingkan bulan sebelumnya, dimana nilai klorofil-a berkisar antara 0,32 mg/m³ - 0,55 mg/m³ dengan rata-rata 0,43 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a yang relatif masih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) terlihat mulai menyebar ke arah timur yaitu ke perairan bagian Selat Makassar, dan konsentrasi klorofil-a tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dibandingkan dengan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

Pada bulan Maret yang juga merupakan awal dari periode musim peralihan I dapat dilihat bahwa konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* menunjukkan terjadinya peningkatan bila dibanding bulan sebelumnya, dimana nilai klorofil-a berkisar antara 0,36 mg/m³ - 0,55 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,44 mg/m³. Pada bulan ini konsentrasi klorofil-a yang relatif tetap tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) terlihat semakin luas menyebar ke arah timur, dan konsentrasi klorofil-a masih tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) bila dibandingkan dengan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

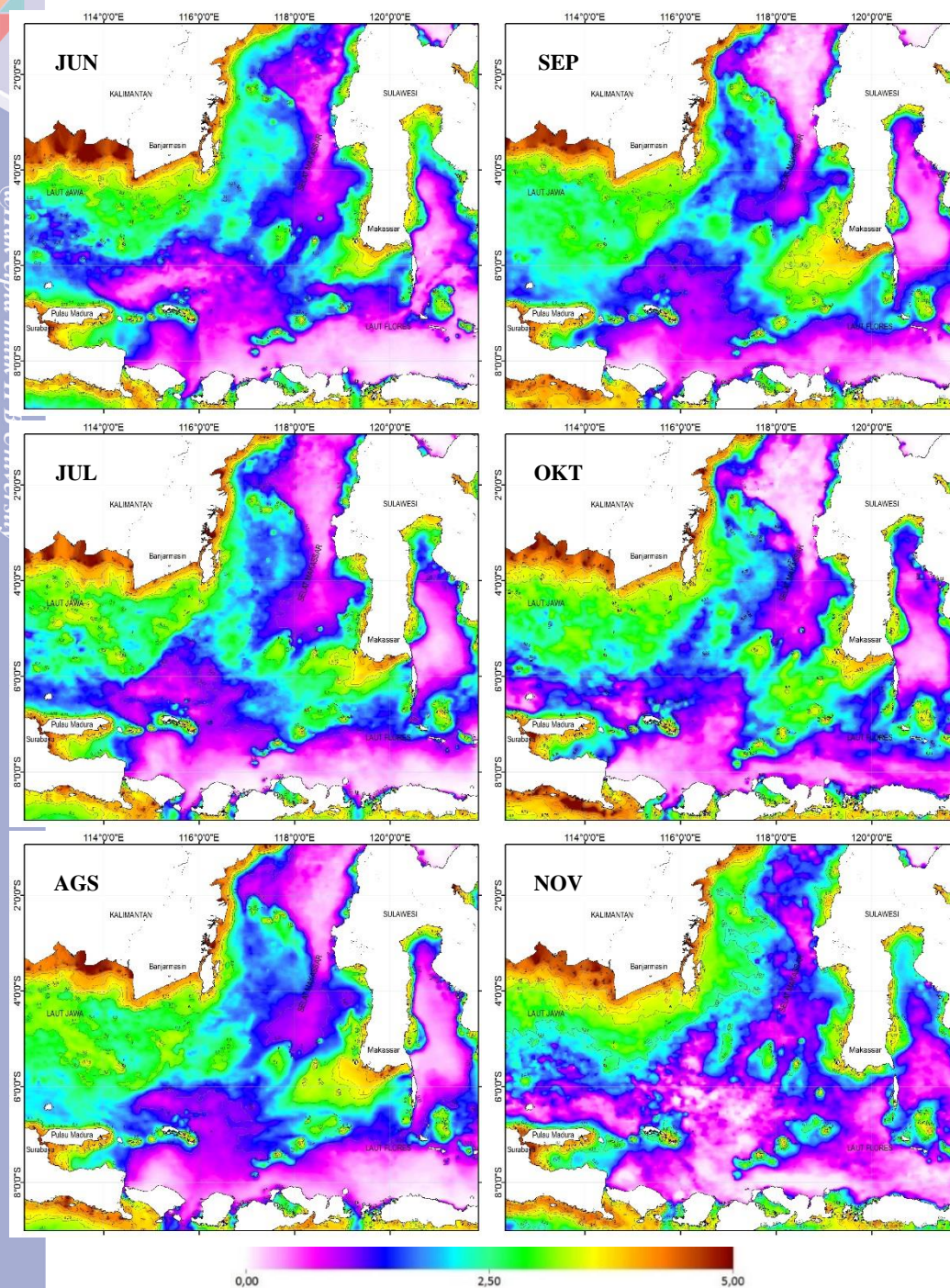
Pada bulan April dapat dilihat bahwa konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* menunjukkan terjadinya peningkatan bila dibandingkan bulan sebelumnya, dimana nilai klorofil-a berkisar antara 0,31 mg/m³ - 0,46 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,41 mg/m³. Pada bulan ini konsentrasi klorofil-a yang relatif tetap tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) terlihat mulai menyebar ke arah selatan, dan konsentrasi klorofil-a masih tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dibandingkan dengan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

Pada bulan Mei yang juga merupakan akhir dari periode musim peralihan I dapat dilihat bahwa konsentrasi nilai klorofil-a mengalami penurunan dibandingkan dengan bulan sebelumnya, dimana nilai klorofil-a berkisar antara 0,32 mg/m³ - 0,48 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,38 mg/m³. Pada bulan ini konsentrasi klorofil-a yang relatif tinggi masih tetap terlihat di perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau

Kalimantan) dan di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a yang pada bulan sebelumnya terlihat menyebar ke arah selatan sudah tidak terlihat lagi, dan klorofil-a justru mulai memperlihatkan pembentukannya pada perairan bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini masih tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) bila dibandingkan dengan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Peta sebaran spasial rata-rata bulanan konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 19, dan grafik fluktuasi nilai rata-rata bulanan konsentrasi klorofil-a disajikan pada Gambar 20.



Gambar 19. Peta sebaran spasial rata-rata bulanan klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2006-2015



Gambar 19. (lanjutan)

Pada bulan Juni yang juga merupakan awal dari periode musim timur dapat dilihat bahwa konsentrasi klorofil-a mengalami sedikit peningkatan dibandingkan dengan bulan sebelumnya, dimana nilai klorofil-a berkisar antara $0,34 \text{ mg/m}^3$ - $0,47 \text{ mg/m}^3$ dengan nilai rata-rata $0,40 \text{ mg/m}^3$. Pada bulan ini konsentrasi klorofil-a yang relatif tinggi masih tetap terlihat di perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan perairan bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini di perairan Laut Jawa mulai kehilangan pengaruhnya, dan justru semakin memperlihatkan pembentukannya pada perairan bagian selatan Sulawesi

Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini masih tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dibandingkan dengan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

Pada bulan Juli terlihat bahwa konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan dibandingkan dengan bulan sebelumnya, dimana nilai klorofil-a berkisar antara $0,35 \text{ mg/m}^3$ - $0,51 \text{ mg/m}^3$ dengan nilai rata-rata $0,42 \text{ mg/m}^3$. Pada bulan ini terlihat konsentrasi klorofil-a yang relatif tinggi masih berada di perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada bulan Juli ini di perairan bagian utara Laut Jawa mulai kembali menunjukkan pembentukannya, dan di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan semakin kuat dan meluas menunjukkan pembentukannya. Peningkatan konsentrasi klorofil-a di bagian selatan Sulawesi Selatan ini diduga salah satunya akibat pengaruh fenomena *upwelling* yang mulai terbentuk, dimana proses *upwelling* tersebut memperkaya unsur hara dan klorofil-a di lokasi tersebut, dan akan mencapai puncaknya pada bulan Agustus (Utama *et al.* 2017; Nababan *et.al* 2015). Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini masih tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan di perairan selatan Sulawesi Selatan dibandingkan dengan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

Pada bulan Agustus yang juga merupakan akhir dari periode musim timur terlihat bahwa konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan dibandingkan dengan bulan sebelumnya, dimana nilai klorofil-a berkisar antara $0,38 \text{ mg/m}^3$ - $0,48 \text{ mg/m}^3$ dengan nilai rata-rata $0,43 \text{ mg/m}^3$. Pada bulan ini terlihat konsentrasi klorofil-a yang tinggi masih berada di perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada bulan Agustus ini di perairan bagian utara Laut Jawa menunjukkan pembentukan yang semakin luas, dan di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan juga semakin kuat dan meluas. Peningkatan konsentrasi klorofil-a di bagian selatan Sulawesi Selatan ini diduga salah satunya akibat pengaruh fenomena *upwelling* yang mencapai puncaknya pada bulan Agustus ini. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan di perairan selatan Sulawesi Selatan bila dibandingkan dengan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

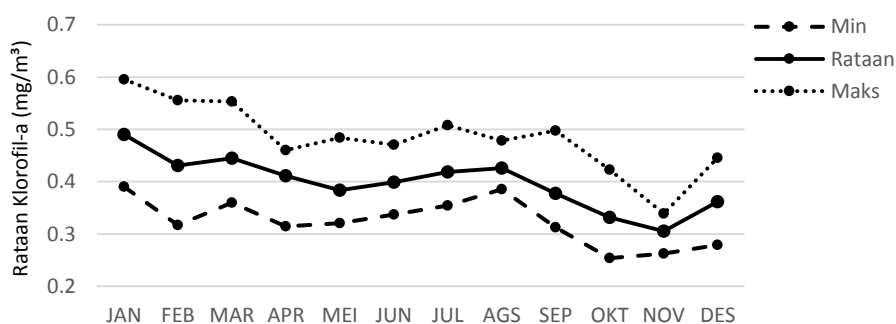
Pada bulan September yang juga merupakan awal periode musim peralihan II ini terlihat bahwa konsentrasi klorofil-a mengalami penurunan bila dibandingkan dengan bulan sebelumnya, dimana nilai klorofil-a berkisar antara $0,31 \text{ mg/m}^3$ - $0,50 \text{ mg/m}^3$ dengan nilai rata-rata $0,38 \text{ mg/m}^3$. Pada bulan ini terlihat konsentrasi klorofil-a yang tinggi berada di perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada bulan Agustus ini di perairan bagian utara Laut Jawa menunjukkan pembentukan sebaran yang mulai melemah dan menyempit, dan di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan justru semakin kuat dan meluas. Masih tingginya konsentrasi klorofil-a di bagian selatan Sulawesi Selatan ini diduga akibat masih adanya pengaruh fenomena *upwelling* pada bulan sebelumnya. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini masih tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan di perairan selatan Sulawesi Selatan bila dibandingkan dengan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

Pada bulan Oktober terlihat bahwa konsentrasi klorofil-a terus mengalami penurunan bila dibandingkan dengan bulan sebelumnya, dimana nilai klorofil-a

berkisar antara $0,25 \text{ mg/m}^3$ - $0,42 \text{ mg/m}^3$ dengan nilai rata-rata $0,33 \text{ mg/m}^3$. Pada bulan ini terlihat konsentrasi klorofil-a yang tinggi berada di perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada bulan Oktober ini di perairan bagian utara Laut Jawa menunjukkan pembentukan sebaran yang kembali mulai meningkat dan meluas, sedangkan di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan justru semakin melemah dan menyempit. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) bila dibandingkan dengan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

Pada bulan November yang juga merupakan akhir periode musim peralihan terlihat bahwa konsentrasi klorofil-a terus mengalami penurunan dibandingkan dengan bulan sebelumnya, dimana nilai klorofil-a berkisar antara $0,26 \text{ mg/m}^3$ - $0,34 \text{ mg/m}^3$ dengan nilai rata-rata $0,30 \text{ mg/m}^3$. Pada bulan ini terlihat konsentrasi klorofil-a yang tinggi berada di perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan). Konsentrasi klorofil-a pada bulan November ini di perairan bagian utara Laut Jawa semakin menunjukkan pembentukan sebarannya dan semakin meluas, sedangkan di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan sudah tidak terlihat konsentrasi klorofil-a. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) bila dibandingkan dengan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

Secara umum nilai konsentrasi klorofil-a tinggi pada periode bulan Januari hingga April bila dibanding dengan bulan lainnya. Konsentrasi klorofil-a tertinggi ada di bagian selatan Pulau Kalimantan (perairan utara Laut Jawa bagian barat) dan di bagian timur Pulau Kalimantan (perairan Selat Makassar), ini disebabkan adanya pengayaan nutrien dari limpasan sungai di kedua pulau tersebut. Perairan Laut Flores menunjukkan konsentrasi klorofil-a yang rendah dibandingkan Laut Jawa dan Selat Makassar, seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa tingginya konsentrasi klorofil-a pada dua perairan tersebut karena adanya pengayaan nutrien akibat dari limpasan sungai, sedangkan pada perairan bagian Laut Flores tidak signifikan adanya pengayaan nutrien dari daratan atau dari limpasan sungai.

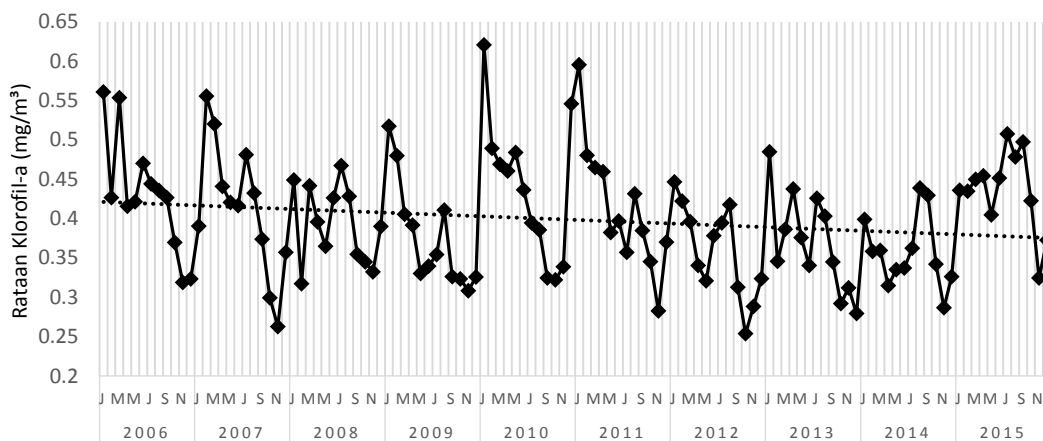


Gambar 20. Grafik fluktuasi rata-rata bulanan klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Pola Tahunan Konsentrasi Klorofil-a

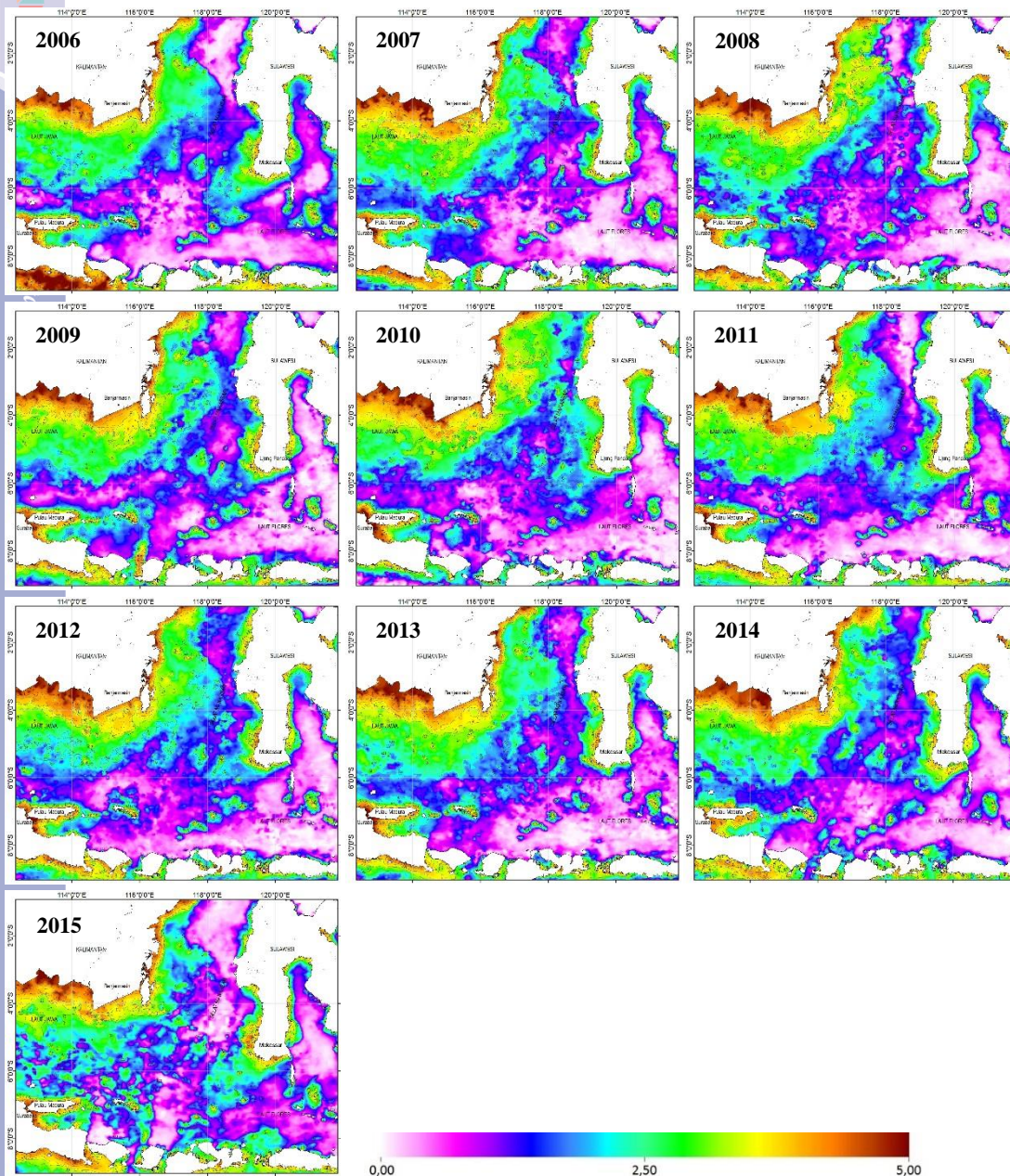
Bila dilihat dari Gambar 21, fluktuasi rata-rata konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* selama 10 tahun mengalami penurunan, kisaran nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a adalah antara $0,25$ - $0,62 \text{ mg/m}^3$. Konsentrasi klorofil-a tertinggi yaitu pada bulan Januari 2010 (musim barat) dengan nilai rata-rata $0,62 \text{ mg/m}^3$, sedangkan konsentrasi klorofil-a yang paling rendah yaitu pada bulan

Oktober 2012 (musim peralihan II) dengan nilai rata-rata $0,25 \text{ mg/m}^3$. Hal ini senada dengan penelitian Wangi *et al.* (2019) di perairan Selat Makassar yang menyatakan bahwa konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada bulan Desember (musim barat) dengan nilai rata-rata $0,62 \text{ mg/m}^3$, sedangkan konsentrasi klorofil-a yang paling rendah terjadi pada bulan Oktober (musim peralihan II) dengan nilai rata-rata $0,28 \text{ mg/m}^3$. Selanjutnya Wangi *et al.* (2019) menyatakan bahwa konsentrasi klorofil-a yang tinggi pada musim barat dapat disebabkan curah hujan yang cukup tinggi, kemudian terjadi *run off* yang cukup besar dari sungai menuju ke pesisir pantai dan membawa asupan klorofil-a yang tinggi.



Gambar 21. Grafik fluktuasi rata-rata klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Berdasarkan hasil analisis variasi tahunan, rata-rata kandungan klorofil-a tertinggi diperoleh pada tahun 2015 dengan nilai $0,44 \text{ mg/m}^3$ dan terendah pada tahun 2014 dengan nilai $0,36 \text{ mg/m}^3$. Secara umum konsentrasi klorofil-a tinggi pada tahun 2006, 2010 dan 2015, hal ini kemungkinan disebabkan oleh fenomena *El-Nino* pada tahun-tahun tersebut, sedangkan konsentrasi klorofil-a rendah terjadi pada tahun 2009, 2012 dan 2014. Selain pengaruh adanya pengayaan nutrisi dari daratan, variasi konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* juga dapat disebabkan oleh pengaruh musim (musim barat dan musim timur), pergerakan massa air, serta fenomena ENSO (*El-Nino and Southern Oscillation*) yang mempengaruhi perairan *JMF triangle*. Syahdan (2015) menyatakan bahwa tingginya konsentrasi klorofil-a di pesisir timur Pulau Kalimantan yang membentuk tonjolan ke arah timur dengan konsentrasi yang semakin meningkat di sepanjang periode musim barat (Desember-Februari) berlangsung, dan pada periode musim timur (Juni-Agustus) di bagian selatan perairan Selat Makassar konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan di sepanjang musim dengan cakupan yang semakin luas. Pada kedua musim tersebut dipengaruhi oleh gesekan angin serta arah dan kecepatan arus permukaan. Peta sebaran spasial konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* periode 2006-2015 disajikan pada Gambar 22 berikut ini.



Gambar 22. Peta sebaran spasial klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Simpulan

Fluktuasi nilai rata-rata SPL musiman memperlihatkan peningkatan dari periode musim barat menuju musim peralihan I, kemudian mengalami penurunan pada saat memasuki musim timur dan selanjutnya mengalami peningkatan lagi saat memasuki musim peralihan II. Nilai rata-rata SPL berkisar antara 27,43 °C - 31,47 °C, dimana nilai rata-rata SPL tertinggi ada pada musim peralihan I dan yang terendah pada musim timur. Variabilitas bulanan SPL menunjukkan dinamika yang dinamis dari bulan Januari hingga Desember, dimana nilai rata-rata SPL terendah berada pada bulan Agustus dengan nilai 27,43 °C dan rata-rata tertinggi pada bulan

April dengan nilai 31,47 °C. Secara keseluruhan nilai rata-rata bulanan SPL ini berkisar antara 28,02 °C - 30,53 °C. Variabilitas tahunan SPL menunjukkan adanya perubahan yang dinamis dari tahun 2006 hingga 2015, dimana nilai rata-rata SPL terendah ada pada tahun 2015 dengan nilai 27,43 °C dan rata-rata tertinggi pada tahun 2007 dengan nilai 31,47 °C. Secara keseluruhan nilai rata-rata tahunan SPL ini berkisar antara 29,10 °C - 30,06 °C. SPL maksimum terjadi pada bulan April dan SPL minimum pada bulan Agustus, dimana fluktuasi tertinggi terjadi pada bagian selatan perairan Sulawesi Selatan dan bagian timur perairan Laut Jawa.

Pengaruh angin Munson Tenggara mengakibatkan terjadinya *upwelling* di bagian selatan perairan Sulawesi Selatan yang ditandai dengan SPL yang mencapai minimum dibanding perairan sekitarnya, hal ini disebabkan oleh hembusan angin yang kuat sejajar pantai dan pembentukan arus divergen yang mendekati pantai. Pada periode ini juga terjadi pembentukan juluran suhu dingin di perairan Laut Jawa dengan arah sebaran dari arah timur menuju bagian barat yang mengalami peningkatan secara berangsur-angsur.

Fluktuasi rata-rata konsentrasi klorofil-a musiman memperlihatkan nilai konsentrasi yang tinggi pada musim barat, dan kemudian mengalami penurunan pada musim peralihan I, selanjutnya mengalami peningkatan di musim timur dan kembali mengalami penurunan lagi saat memasuki musim peralihan II. Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a musiman berkisar antara 0,25 mg/m³ - 0,62 mg/m³, dimana nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a tertinggi ada pada musim barat dan yang terendah pada musim peralihan II. Fluktuasi rata-rata konsentrasi bulanan klorofil-a menunjukkan nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada bulan Januari dengan nilai 0,49 mg/m³ dan terendah pada November dengan nilai 0,31 mg/m³. Secara umum, konsentrasi klorofil-a memiliki nilai yang tinggi pada periode bulan Januari hingga April dibandingkan dengan bulan lainnya. Fluktuasi rata-rata konsentrasi tahunan menunjukkan nilai rata-rata kandungan klorofil-a tertinggi diperoleh pada tahun 2015 dengan nilai 0,44 mg/m³ dan terendah pada tahun 2014 dengan nilai 0,36 mg/m³. Konsentrasi kandungan klorofil-a selama periode 2006-2015 berkisar antara 0,25 mg/m³ - 0,62 mg/m³.

4 DISTRIBUSI SPASIAL DAN TEMPORAL IKAN PELAGIS KECIL DI PERAIRAN *JMF TRIANGLE*

Pendahuluan

Dewasa ini, kebutuhan protein sumberdaya ikan menyebabkan terjadi siklus ekonomi dimana akan terjadi keuntungan dan juga kerugian, sehingga aktivitas penangkapan akan dilakukan dengan meningkatkan produksi ikan untuk meraih keuntungan yang sebesar-sebesaranya oleh pelaku usaha penangkapan ikan. Namun untuk meningkatkan produksi ikan dari kegiatan penangkapan sangat bergantung pada keadaan lokasi penangkapan, dimana lokasi penangkapan juga dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi. Interaksi dalam proses produksi ikan dari kegiatan penangkapan ikan dapat di dibedakan menjadi tiga faktor utama, yaitu 1) faktor biologi, 2) faktor teknis, dan 3) faktor interaksi alat tangkap dengan sumberdaya ikan (Kenchington 1996).

Faktor biologi yang menyangkut karakter biologis sumberdaya ikan yaitu distribusi, makanan, dan reproduksi, dengan demikian karakter biologi berkaitan dengan kemampuan produksi ikan yaitu tumbuh dan berkembang menjadi stok untuk perikanan. Distribusi ikan sehubungan dengan kemampuan produksi yaitu ketersediaan ikan pada lokasi penangkapan, dimana ketersediaan ikan pada suatu wilayah perairan berhubungan erat dengan struktur biotik ekosistem, yaitu setiap spesies yang menyusun masing-masing komunitas dan ekosistem berbeda sesuai dengan daerah geografiknya. Dalam tiap tingkatan yang menyusun komunitas dan ekosistem dapat saja lebih banyak atau sedikit di bandingkan daerah lainnya, hal ini menunjukkan bahwa spesies yang ekuivalen secara ekologi, secara geografik dapat saling mengganti yang menyebabkan adanya variasi dalam suatu komunitas dan ekosistem (Nybakken 1992; Bakun 1996).

Faktor teknis dalam kegiatan penangkapan ikan berkaitan dengan tindakan atau keputusan untuk melakukan aktivitas penangkapan yang menguntungkan. Tindakan atau keputusan dalam melakukan aktivitas akan menyebabkan adanya efisiensi teknis yang berkaitan dengan dimensi alat, upaya penangkapan ikan dan penggunaan teknologi penangkapan ikan. Keputusan untuk melakukan efisiensi teknis dipengaruhi oleh tiga komponen yang menyebabkan dinamika armada penangkapan ikan, yaitu 1) investasi, 2) alokasi upaya penangkapan; dan 3) efisiensi produksi (Hilborn 1985).

Interaksi alat tangkap dengan sumberdaya ikan yang menjadi tujuan dari penangkapan merupakan suatu proses produksi ikan yang ditentukan oleh upaya penangkapan dan faktor lingkungan. Upaya penangkapan merupakan suatu tindakan efisiensi teknis yang dilakukan pelaku kegiatan penangkapan ikan, dimana upaya penangkapan adalah ukuran dari jumlah alat tangkap yang beroperasi untuk mendapatkan sejumlah hasil tangkapan atau lama alat tangkap yang beroperasi oleh berbagai unit penangkapan ikan. Faktor lingkungan adalah kondisi oseanografi yang berpengaruh terhadap aktivitas ikan sehubungan dengan fungsi ekologi dan fisiologi. Upaya penangkapan dalam perspektif ekologi adalah proses pemangsaan dimana hewan akan memaksimalkan kapasitas untuk tumbuh, mempertahankan diri, dan reproduksi, sehingga dengan makanan akan diperoleh energi untuk proses

tersebut, termasuk energi yang dibutuhkan mencari dan seleksi makanan (Jennings *et al.* 2001; Gillis 2003).

Dengan demikian, interaksi diantara tiga faktor utama di atas sehubungan dengan hasil tangkapan dari suatu kegiatan perikanan tangkap dapat menyebabkan ketersediaan ikan untuk perikanan tidak akan sama pada tiap wilayah perairan. Perbedaan kondisi lingkungan laut untuk perairan Indonesia dipengaruhi angin muson dan untuk perairan pantai pengaruh dari daratan, topografi laut dan garis pantai, serta keadaan iklim setempat sangat menonjol (Birowo 1982). Selain itu, perbedaan berdasarkan letak geografis dan temporal (waktu) yang menjadi lokasi penangkapan akan berdampak terhadap jumlah hasil tangkapan.

Keterkaitan antara komponen utama dalam perikanan tangkap akan dapat menentukan keadaan perikanan tangkap pada setiap kawasan perairan yang menjadi lokasi penangkapan. Keadaan perikanan tangkap menyangkut hasil tangkapan ikan dan komposisi jenis ikan. Tersedianya data dan informasi potensi sumberdaya ikan pada suatu perairan dapat menjadi salah satu dasar pertimbangan bagi pengembangan (termasuk juga bagi investasi) pada wilayah tersebut. Estimasi potensi sumberdaya ikan (*fish stock assessment*) untuk sebagian wilayah Indonesia telah dirintis sejak tahun tujuh puluhan, sedangkan estimasi potensi sumberdaya ikan pada perairan Indonesia secara keseluruhan baru dilaporkan pada sekitar tahun sembilan puluhan (Martosubroto *et al.* 1991). Pembangunan bagi pencapaian ketahanan dan kedaulatan pangan dari sektor perikanan yang saat ini terus dipacu oleh rezim pemerintah saat ini tentu sangat perlu didukung dengan kajian-kajian yang terukur dan komprehensif mengenai ikan pelagis kecil yang merupakan sumberdaya paling melimpah di perairan Indonesia. Tujuan dari kajian ilmiah ini adalah untuk memetakan distribusi spasial dan temporal sumberdaya ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* melalui pendekatan hasil tangkapan ikan.

Metode Penelitian

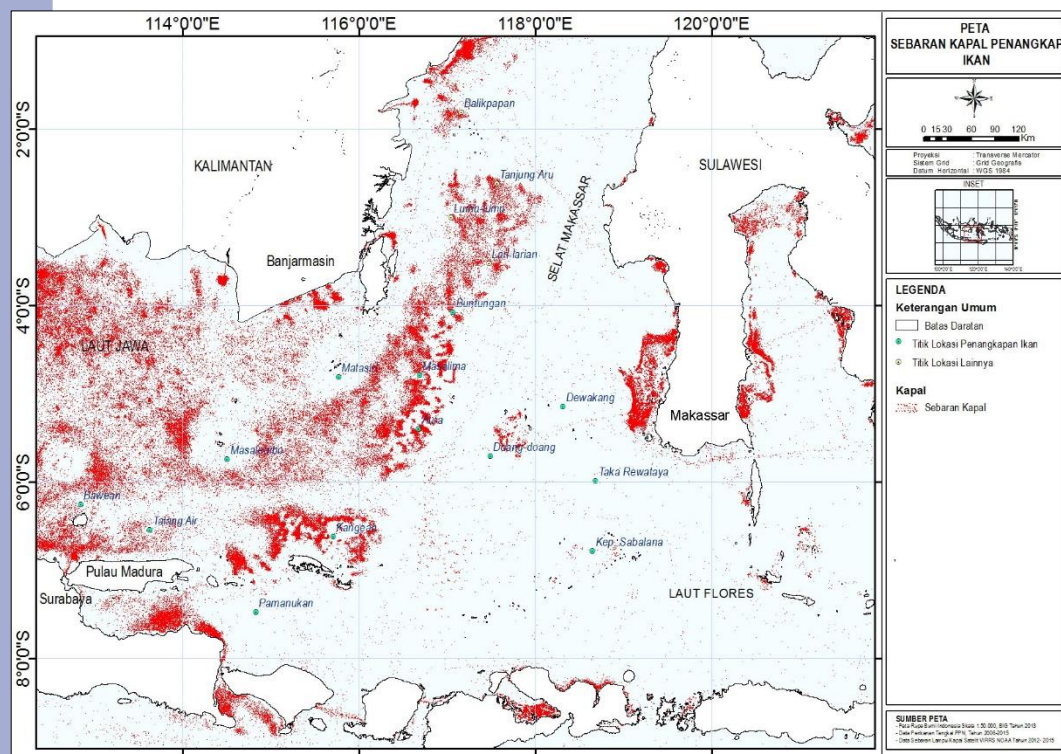
Bahan, Lokasi dan Waktu Penelitian

Bahan yang digunakan dalam kajian ini adalah data hasil tangkapan ikan yang merupakan rekaman catatan harian pendaratan ikan di pelabuhan perikanan Pekalongan (Jawa Tengah), Paotere (Sulawesi Selatan) dan Batu Licin (Kalimantan Selatan) dalam periode 10 tahun (Januari 2006 - Desember 2015). Data tersebut juga mencakup atribut lainnya yang dapat digunakan pada kajian ini yaitu nama kapal, waktu operasi penangkapan, nama daerah penangkapan dan hasil tangkapan ikan berdasarkan jenisnya. Berkaitan dengan pemilihan lokasi pengumpulan data pada tiga pelabuhan perikanan tersebut didasarkan pada: 1) armada penangkapan dari ketiga pelabuhan tersebut melakukan operasi penangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle*; 2) data hasil tangkapan ikan pelagis kecil yang lengkap beserta atributnya dan format pencatatan yang relatif sistematis dan konsisten untuk cakupan waktu penangkapan selama 10 tahun; 3) tiga pelabuhan perikanan tersebut diasumsikan mewakili *fishing base* yang armadanya melakukan operasi penangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle*.

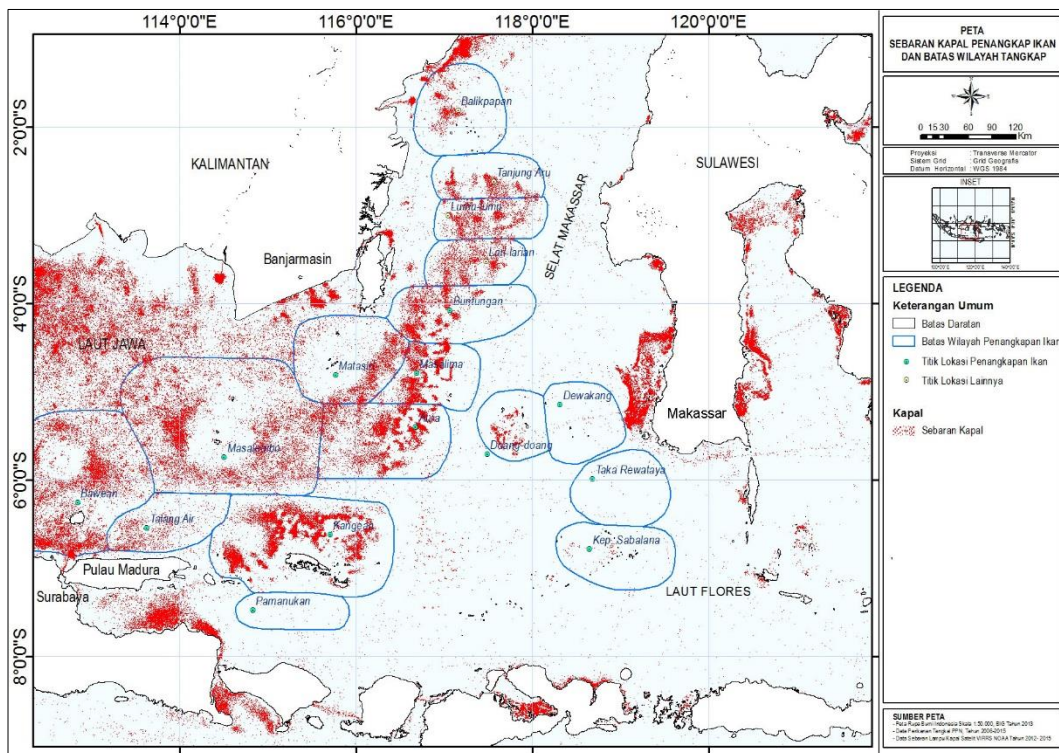
Unit penangkapan yang dipilih sebagai basis data adalah armada penangkapan > 30 GT dengan dengan alat tangkap *purse seine* dan target penangkapan adalah sumberdaya ikan pelagis kecil (contoh spesifikasi armada dan alat tangkap *purse*

seine disajikan pada Lampiran 1). Armada tersebut dipilih sebagai basis data dengan asumsi bahwa dalam operasi penangkapan ikan, mampu menjangkau seluruh lokasi pengamatan dalam penelitian ini. Armada penangkapan *purse seine* > 30 GT diasumsikan mampu menjangkau seluruh perairan *JMF triangle* bila dibandingkan armada *purse seine* < 30 GT.

Untuk mempermudah analisis terhadap lokasi daerah penangkapan ikan, maka dilakukan *deliniasi* titik-titik tepi (*marginal*) pada setiap daerah penangkapan ikan yang mengacu pada lokasi yang sama dengan data pendaratan ikan yang diperoleh dari pelabuhan perikanan. *Deliniasi* dilakukan dengan terlebih dahulu menganalisa data dari sensor VIIRS yang mampu mendeteksi keberadaan kapal perikanan saat melakukan aktifitas operasi penangkapan di perairan *JMF triangle*. Hasil analisis sensor VIIRS kemudian digunakan sebagai acuan untuk melakukan *deliniasi* daerah penangkapan ikan yang telah didapatkan dari pelabuhan perikanan. Selanjutnya diperoleh cakupan daerah penangkapan ikan yang dapat diterapkan pada data pendaratan ikan yang sebelumnya tidak memiliki acuan spasial pada peta. Peta cakupan daerah penangkapan ikan yang dihasilkan berdasarkan hasil analisa dari sensor VIIRS untuk titik keberadaan kapal perikanan yang sedang melakukan kegiatan operasi penangkapan ikan disajikan pada Gambar 23, sedangkan peta daerah penangkapan ikan hasil *delineasi* setelah diverifikasi dengan data yang diperoleh dari pelabuhan perikanan disajikan pada Gambar 24.



Gambar 23. Peta titik sebaran kapal penangkapan ikan hasil analisis sensor VIIRS



Gambar 24. Peta *deliniasi* daerah penangkapan ikan di perairan *JMF triangle*

Spesifikasi dan Metode Pengoperasian Alat Tangkap *Purse Seine*

Purse seine (pukat cincin) terdiri dari tiga bagian, yaitu sayap, badan dan kantong. Panjang jaring umumnya 300 - 400 meter dan lebar 40 - 50 meter dengan ukuran mata jaring pada bagian sayap dan badan 1,25 inci, pada bagian kantong 1 inci. Benang yang digunakan pada bagian sayap dan badan terbuat dari bahan nylon *multifilament* nomor benang 210 D/6 dan nomor 210 D/9 pada bagian kantong. Tali ris atas dan tali pelampung terbuat dari *polyethylene* (PE) diameter 12 dan 10 mm, demikian pula untuk tali ris bawah dan tali pemberat. Tali kolor (*purse line*) berfungsi untuk mengkerutkan bagian kantong, terbuat dari bahan PE dengan diameter 14 mm. Pelampung terbuat dari bahan plastik yang berbentuk seperti bola berdiameter 8 cm yang dipasang pada bagian atas jaring, sedangkan untuk pemberat menggunakan timah hitam berbentuk cincin dengan berat 1 kg, yang juga berfungsi sebagai tempat lewatnya tali kolor. Alat bantu penangkapan yang umum digunakan adalah lampu dan rumpun, atau kombinasi keduanya. Lampu yang digunakan pada umumnya lampu neon, mercury dan LED (*light emitting diode*), diletakkan di sisi kiri dan kanan pada perahu lampu atau sekoci, jumlahnya pada setiap perahu lampu berkisar 6-12 unit. Kapal pukat cincin umumnya berukuran panjang sekitar 14 - 16 m, lebar sekitar 2,5 - 3,8 m, serta tinggi sekitar 1 - 1,8 m. Mesin penggerak yang digunakan sebanyak 2 unit dengan kekuatan masing-masing 30 PK dan 24 PK. Penarikan tali kolor menggunakan mesin *roller* berkekuatan 18 PK. Perahu lampu berukuran panjang sekitar 5 - 7 m, lebar sekitar 1,3 - 1,5 m, dan tinggi sekitar 0,5 - 0,7 m. Tempat penyimpanan ikan menggunakan peti berukuran panjang 2 m, lebar 2,5 - 3,3 m dan tinggi 1 - 1,8 m.

Operasi penangkapan biasanya dimulai sekitar pukul 16.00 hingga pukul 02.00 dini hari dan umumnya penarikan jaring (*hauling*) dilakukan sebanyak 2 kali. Setelah tiba di lokasi penangkapan, lampu dinyalakan selama 4 - 5 jam sebelum

dilakukan pelingkaran jaring. Pemilihan lokasi penangkapan dilakukan berdasarkan pengalaman atau informasi dari nelayan lainnya. Pelingkaran jaring dilakukan setelah mendapat isyarat dari ABK yang berada di perahu lampu, selanjutnya segera dilakukan penurunan jaring (*setting*), dan menandai ujung jaring dengan pelampung tanda. Pada saat pelingkaran telah mencapai pelampung tanda, maka kapal akan dihentikan. Tahap selanjutnya adalah melakukan penarikan jaring (*hauling*) dengan cara menggulung tali kolor dan dilakukan secara bertahap, kemudian dilakukan juga pengangkatan badan jaring dan pemberat hingga keseluruhan jaring dinaikkan. Proses penurunan jaring (*setting*) hingga penarikan jaring (*hauling*) membutuhkan waktu sekitar 30 - 60 menit, selanjutnya bagian kantong dibuka untuk mengeluarkan hasil tangkapan.

Analisis Data

Data hasil tangkapan ikan berdasarkan jenisnya, waktu operasi penangkapan dan nama daerah penangkapan ikan diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* 2013 untuk mengetahui fluktuasi bulanan hasil tangkapan ikan yang didaratkan di pelabuhan perikanan Pekalongan, Paotere dan Batu Licin selama 10 tahun dengan rentang waktu dari bulan Januari 2006 hingga bulan Desember 2015. Data hasil tangkapan diolah dengan analisis komparatif dan disajikan dalam bentuk grafik *time series* dan diagram, kemudian diinterpretasikan berdasarkan sebaran rata-rata hasil tangkapan, sebaran hasil tangkapan tertinggi dan terendah serta berdasarkan sebaran hasil tangkapan ikan musiman, tahunan dan bulanan pada masing-masing lokasi daerah penangkapan ikan. Pola sebaran ikan secara spasial dan temporal disajikan dalam bentuk peta-peta tematik dan dibahas secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

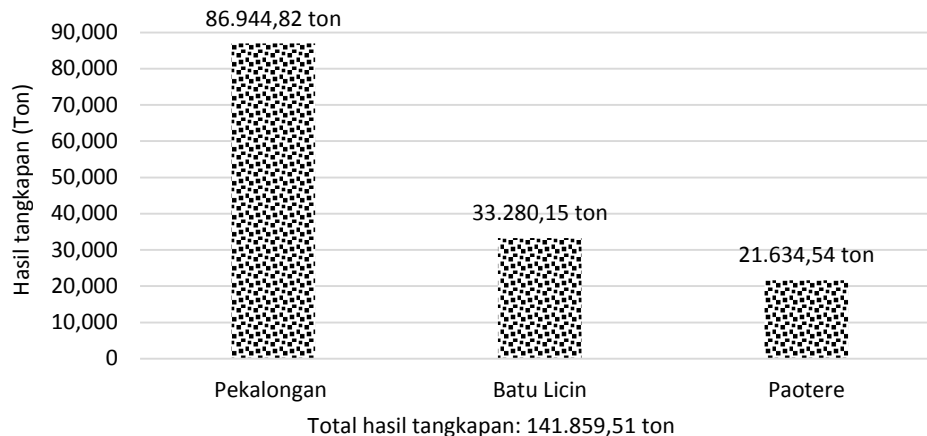
Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di Perairan *JMF Triangle*

Hasil tangkapan ikan pelagis kecil yang dikumpulkan dan digunakan dalam kajian ini merupakan rekaman catatan harian pendaratan ikan pelagis kecil di pelabuhan perikanan Pekalongan (Jawa Tengah), Paotere (Sulawesi Selatan) dan Batu Licin (Kalimantan Selatan). Data yang digunakan tersebut berdurasi 10 tahun dari Januari 2006 hingga Desember 2015. Data tersebut juga mencakup atribut nama kapal, waktu operasi penangkapan, lokasi penangkapan, hasil tangkapan, dan jenis ikan. Unit penangkapan yang dipilih sebagai basis data adalah armada *purse seine* > 30 GT dengan target penangkapan adalah sumberdaya ikan pelagis kecil.

Data harian hasil tangkapan tersebut selanjutnya disortir, dikelompokkan dan ditabulasi menurut jenisnya. Dari seluruh hasil tangkapan ikan, selanjutnya hanya dipilih ikan pelagis kecil yang dominan, dan didapatkan empat jenis yang dominan yaitu jenis Layang, Lemuru, Banyar dan Bentong (Lampiran 2). Selain menurut jenisnya hasil tangkapan ikan pelagis kecil juga ditabulasi menurut lokasi penangkapan, menurut bulan, tahun dan musiman untuk memudahkan analisis dan pengolahan data sebaran ikan pelagis kecil secara spasial dan temporal.

Hasil perhitungan menunjukkan total hasil tangkapan ikan pelagis kecil yang didaratkan di pelabuhan Pekalongan lebih tinggi bila dibandingkan total hasil tangkapan yang didaratkan pada pelabuhan Batu Licin dan Paotere. Total hasil tangkapan ikan pelagis kecil selama sepuluh tahun mulai dari Januari 2006 hingga

Desember 2015 yang didaratkan pada pelabuhan Pekalongan mencapai angka sebesar 86.944,82 ton, di pelabuhan Batu Licin sebesar 33.280,15 ton dan Paotere sebesar 21.634,54 ton. Total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada tiga pelabuhan tersebut adalah sebesar 141.859,51 ton (Gambar 25).

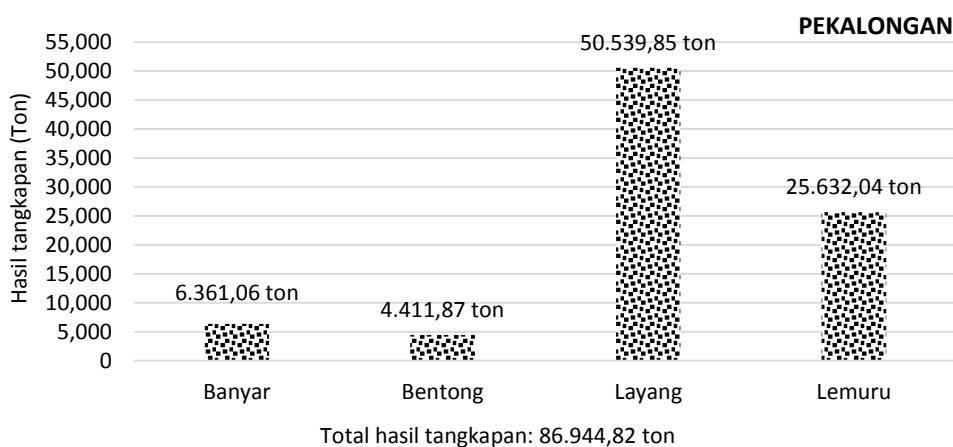


Gambar 25. Diagram total hasil tangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* 2006-2015

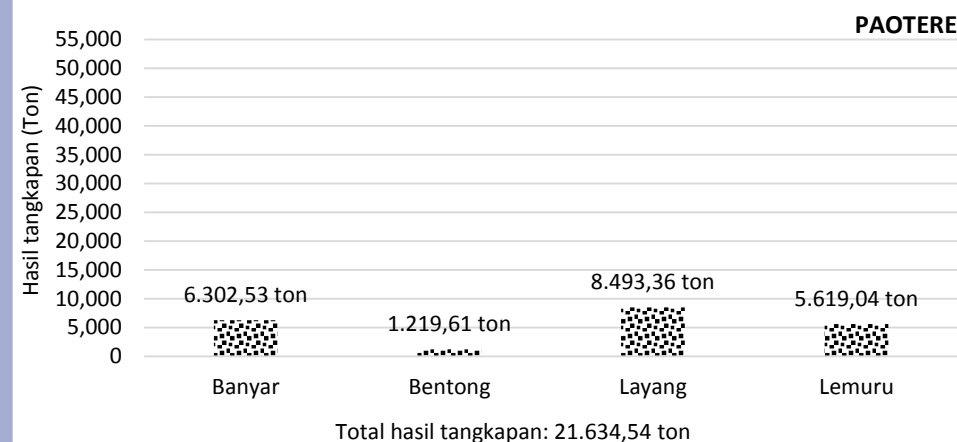
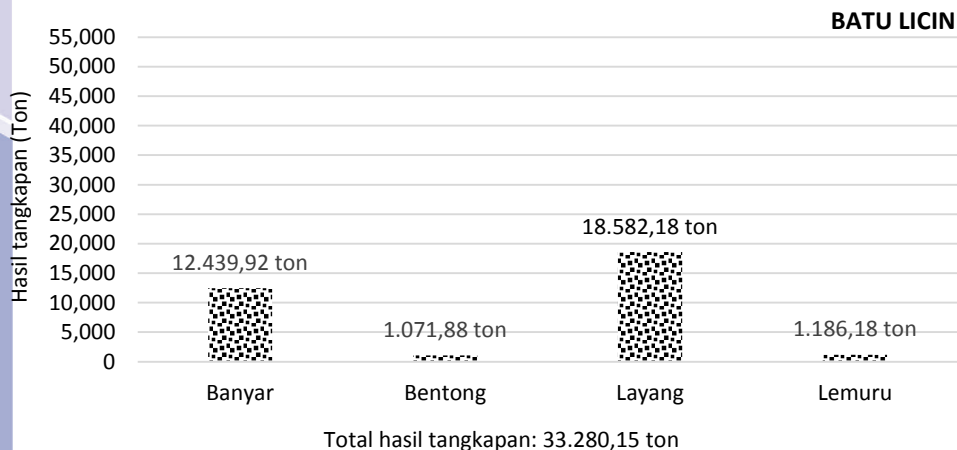
Hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling dominan yang didaratkan pada pelabuhan Pekalongan menurut jenisnya adalah jenis Layang dengan total hasil tangkapan mencapai 50.539,85 ton (58,13%), disusul jenis Lemuru 25.632,04 ton (29,48%), Banyar 6.361,06 ton (7,31%) dan jenis Bentong 4.411,87 ton (5,07%).

Hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling dominan yang didaratkan pada pelabuhan Batu Licin menurut jenisnya adalah jenis Layang dengan total hasil tangkapan mencapai 18.582,18 ton (55,85%), disusul jenis Banyar 12.439,92 ton (37,39%), Lemuru 1.186,18 ton (3,55%) dan jenis Bentong 1.071,88 ton (3,21%).

Hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling dominan yang didaratkan pada pelabuhan Paotere menurut jenisnya adalah jenis Layang dengan total hasil tangkapan mencapai 8.493,36 ton (39,27 %), disusul oleh jenis Banyar 6.302,53 ton (29,13%), Lemuru 5.619,04 ton (25,97%) dan jenis Bentong sebesar 1.219,61 ton (5,62%). Diagram hasil tangkapan ikan pelagis kecil menurut jenis dan pelabuhan pendaratan ikan disajikan pada Gambar 26.

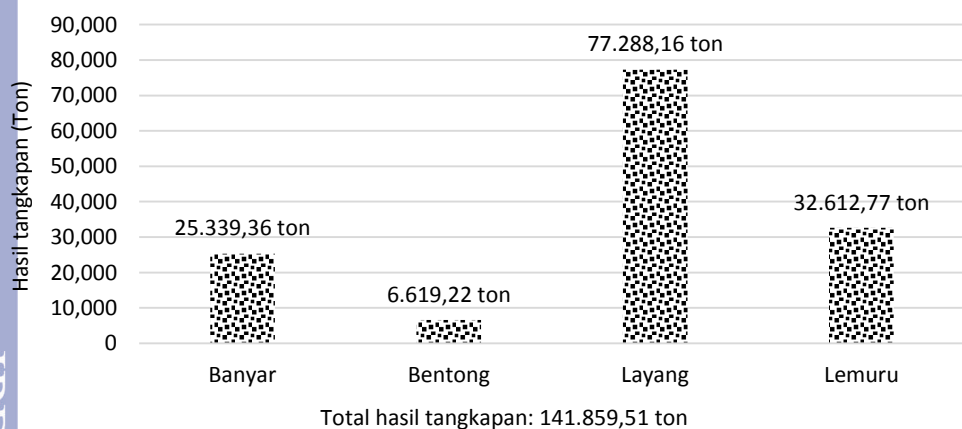


Gambar 26. Diagram hasil tangkapan ikan pelagis kecil menurut jenis dan pelabuhan pendaratan 2006-2015



Gambar 26. (lanjutan)

Hasil tangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* bila diurutkan sesuai dengan jumlah hasil tangkapan tertingginya adalah jenis Layang dengan total hasil tangkapan sebesar 77.288,16 ton (54,48 %), disusul oleh jenis Lemuru sebesar 32.612,77 ton (22,99 %), jenis Banyar sebesar 25.339,36 ton (17,86 %) dan jenis Bentong sebesar 6.619,22 ton (4,67 %). Diagram hasil tangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* menurut jenisnya disajikan pada Gambar 27 berikut ini.



Gambar 27. Diagram hasil tangkapan ikan pelagis kecil menurut jenis di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Hasil Tangkapan Temporal Ikan Pelagis Kecil di Perairan *JMF Triangle*

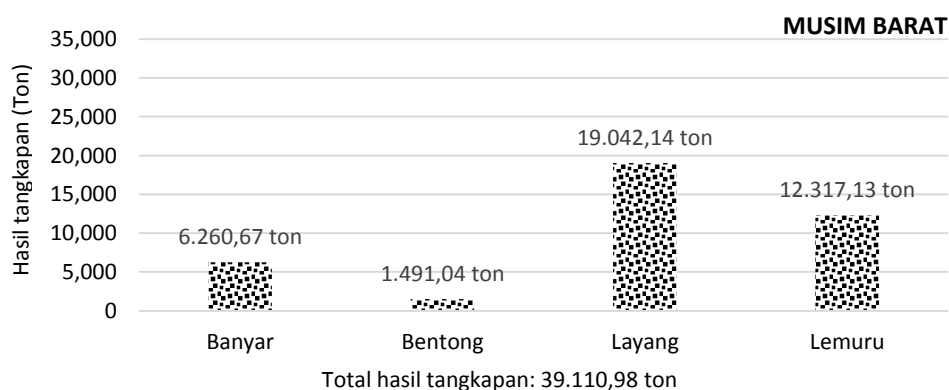
Hasil tangkapan ikan pelagis kecil berdasarkan periode musim menunjukkan bahwa pada musim peralihan II merupakan periode dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil yang paling tinggi, yaitu mencapai angka 47.069,79 ton, selanjutnya adalah pada periode musim barat yaitu sebesar 39.110,98 ton, pada musim peralihan I sebesar 28.103,42 ton, dan yang paling rendah adalah pada periode musim timur yaitu sebesar 27.575,32 ton. Diagram hasil tangkapan musiman ikan pelagis kecil menurut jenisnya di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 28, sedangkan tabulasi hasil tangkapan musiman ikan pelagis kecil menurut jenis dan lokasi daerah penangkapannya dapat dilihat pada Lampiran 3.

Pada periode musim barat, hasil tangkapan ikan pelagis kecil didominasi oleh jenis Layang dengan hasil tangkapan sebesar 19.042,14 ton (48,69 %), disusul jenis Lemuru 12.317,13 ton (31,49 %), Banyar 6.260,67 ton (16,01 %) dan jenis Bentong 1.491,04 ton (3,81 %). Hasil tangkapan tertinggi pada bulan Desember sebesar 15.850,48 ton, kemudian pada Januari sebesar 12.729,99 ton dan terendah pada bulan Februari sebesar 10.530,51 ton.

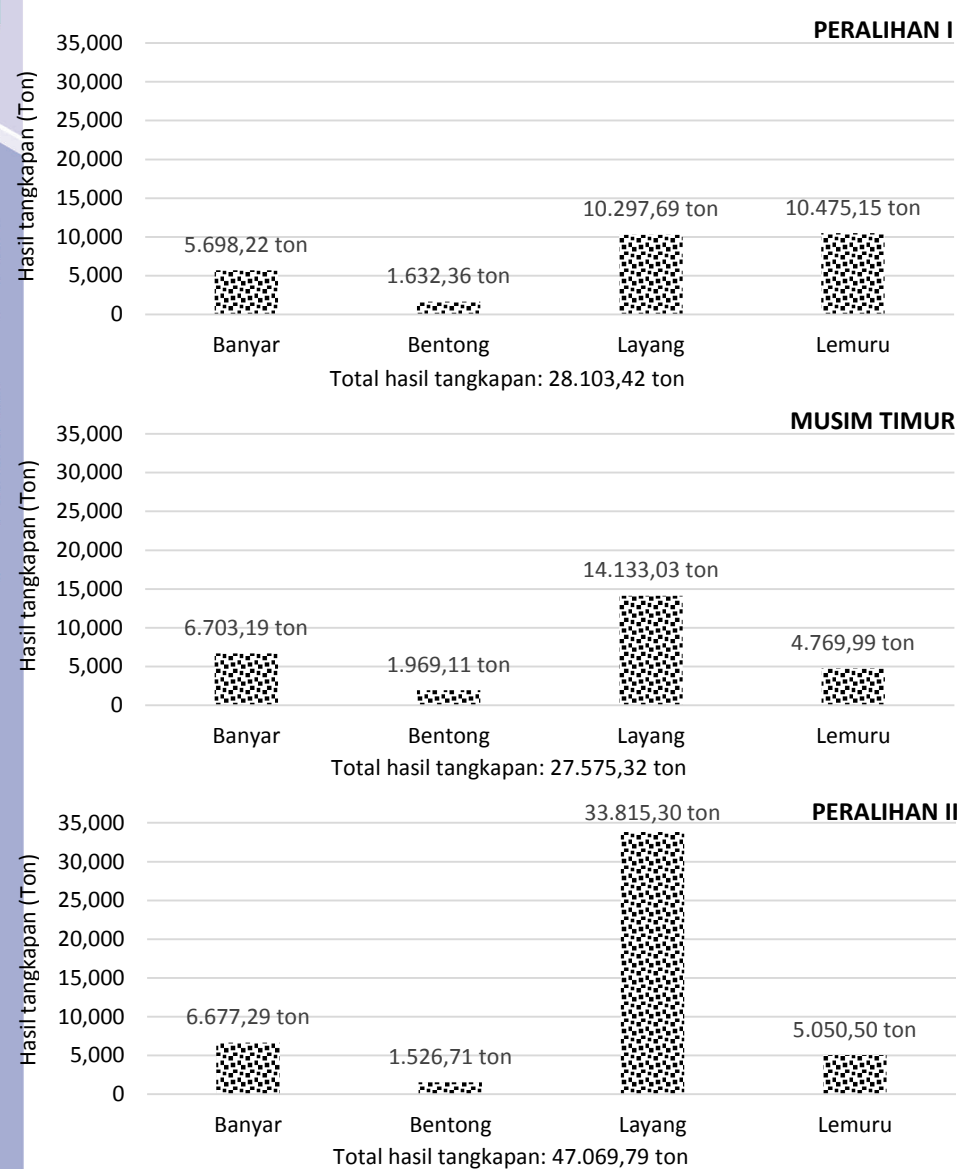
Pada periode musim peralihan I terjadi penurunan hasil tangkapan bila dibandingkan dengan musim sebelumnya, dan jenis Lemuru mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 10.475,15 ton (37,27 %), disusul jenis Layang 10.297,69 ton (36,64 %), Banyar 5.698,22 ton (20,28 %) dan jenis Bentong 1.632,36 ton (5,81 %). Hasil tangkapan tertinggi pada bulan Maret sebesar 10.707,11 ton, kemudian pada Mei sebesar 8.786,94 ton dan terendah pada bulan April sebesar 8.609,37 ton.

Pada periode musim timur kembali terjadi penurunan hasil tangkapan bila dibandingkan dengan musim sebelumnya, dan pada musim ini terlihat jenis Layang mengambil alih dominasi dengan hasil tangkapan sebesar 14.133,03 ton (51,25 %), disusul jenis Banyar 6.703,19 ton (24,31 %), Lemuru 4.769,99 ton (17,30 %) dan jenis Bentong 1.969,11 ton (7,14 %). Hasil tangkapan tertinggi pada bulan Agustus, sebesar 10.323,92 ton, kemudian pada Juli sebesar 9.612,43 ton dan terendah pada bulan Juni sebesar 7.638,96 ton.

Pada periode musim peralihan II terjadi peningkatan hasil tangkapan bila dibandingkan dengan musim sebelumnya, jenis Layang tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 33.815,30 ton (71,84 %), disusul jenis Banyar 6.677,29 ton (14,19), Lemuru 5.050,50 ton (10,73 %) dan jenis Bentong 1.526,71 ton (3,24 %). Hasil tangkapan tertinggi pada bulan Oktober sebesar 17.218,28 ton, kemudian pada November sebesar 16.019,10 ton dan terendah pada bulan September sebesar 13.832,41 ton.

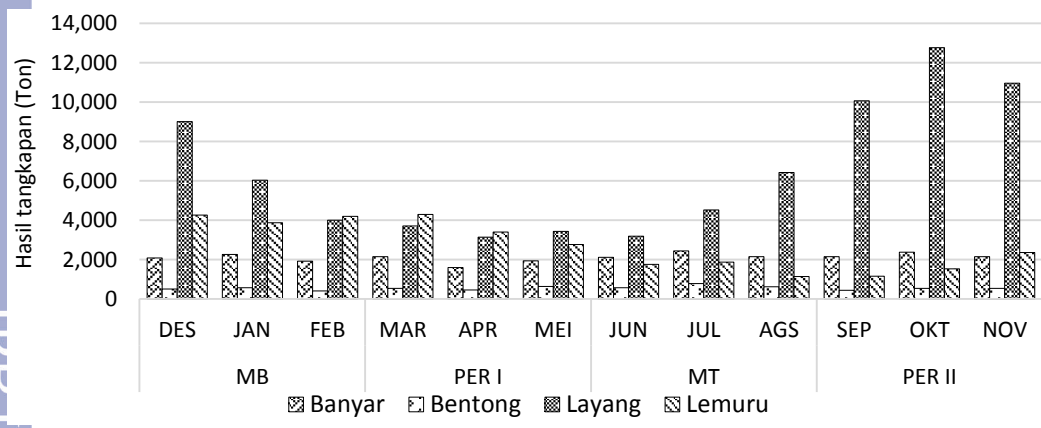


Gambar 28. Diagram hasil tangkapan musiman ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* 2006-2015



Gambar 28. (lanjutan)

Diagram total hasil tangkapan musiman ikan pelagis kecil menurut jenisnya selama 10 tahun di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 29 berikut ini.



Gambar 29. Diagram total hasil tangkapan musiman ikan pelagis kecil menurut jenisnya di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Hasil tangkapan ikan pelagis kecil periode bulanan menunjukkan bahwa pada bulan Oktober merupakan yang paling tinggi yaitu sebesar 17.218,28 ton, selanjutnya pada bulan November sebesar 16.019,10 ton, bulan Desember sebesar 15.850,48 ton, bulan September sebesar 13.832,41 ton, bulan Januari sebesar 12.729,99 ton, bulan Maret sebesar 10.707,11 ton, bulan Februari sebesar 10.530,51 ton, bulan Agustus sebesar 10.323,92 ton, bulan Juli sebesar 9.612,43 ton, bulan Mei sebesar 8.786,94 ton, bulan April sebesar 8.609,37 ton dan paling rendah pada bulan Juni yaitu hanya 7.638,96 ton. Diagram hasil tangkapan bulanan ikan pelagis kecil menurut jenisnya disajikan pada Gambar 30, sedangkan tabulasi hasil tangkapan bulanan ikan pelagis kecil menurut jenis dan daerah penangkapannya dapat dilihat pada Lampiran 4.

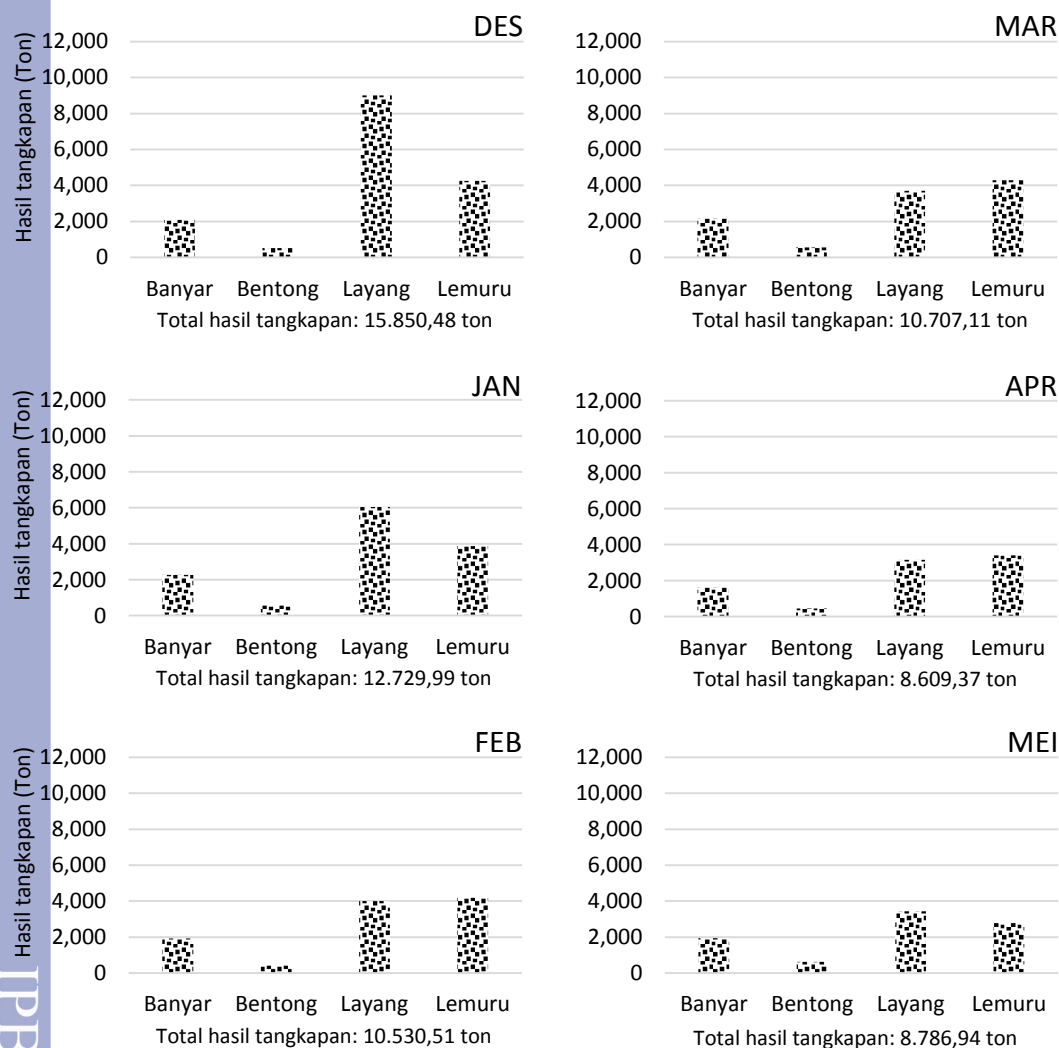
Pada periode bulan Desember total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai 15.850,48 ton, dimana jenis Layang mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 9.007,09 ton, disusul jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 4.256,58 ton, jenis Banyar sebesar 2.079,28 ton dan jenis Bentong sebesar 507,53 ton. Pada periode bulan Januari terjadi penurunan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai 12.729,99 ton. Jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 6.034,18 ton, disusul jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 3.868,53 ton, jenis Banyar sebesar 2.259,89 ton dan jenis Bentong sebesar 567,39 ton. Pada periode bulan Februari terjadi penurunan hasil tangkapan dibanding bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai 10.530,51 ton. Pada bulan Februari ini jenis Lemuru mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 4.192,02 ton, disusul jenis Layang dengan hasil tangkapan sebesar 4.000,87 ton, jenis Banyar sebesar 1.921,50 ton dan jenis Bentong sebesar 416,12 ton.

Pada periode bulan Maret terjadi kenaikan hasil tangkapan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan mencapai 10.707,11 ton. Jenis Lemuru masih tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 4.297,43 ton, disusul jenis Layang dengan hasil tangkapan sebesar 3.705,75 ton, jenis Banyar sebesar 2.158,19 ton dan jenis Bentong sebesar 545,74 ton. Pada bulan April terjadi penurunan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan hanya mencapai 8.609,37 ton. Jenis Lemuru masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 3.403,89 ton, disusul oleh jenis Layang dengan hasil tangkapan sebesar 3.148,98 ton, jenis Banyar sebesar 1.603,50 ton dan jenis Bentong sebesar 453,01 ton. Pada periode bulan Mei total hasil tangkapan terlihat mengalami sedikit kenaikan, yaitu mencapai 8.786,94 ton, dan jenis Layang mengambil alih dominasi dengan hasil tangkapan sebesar 3.442,96 ton, disusul jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 2.773,83 ton, jenis Banyar sebesar 1.936,53 ton dan jenis Bentong sebesar 633,62 ton.

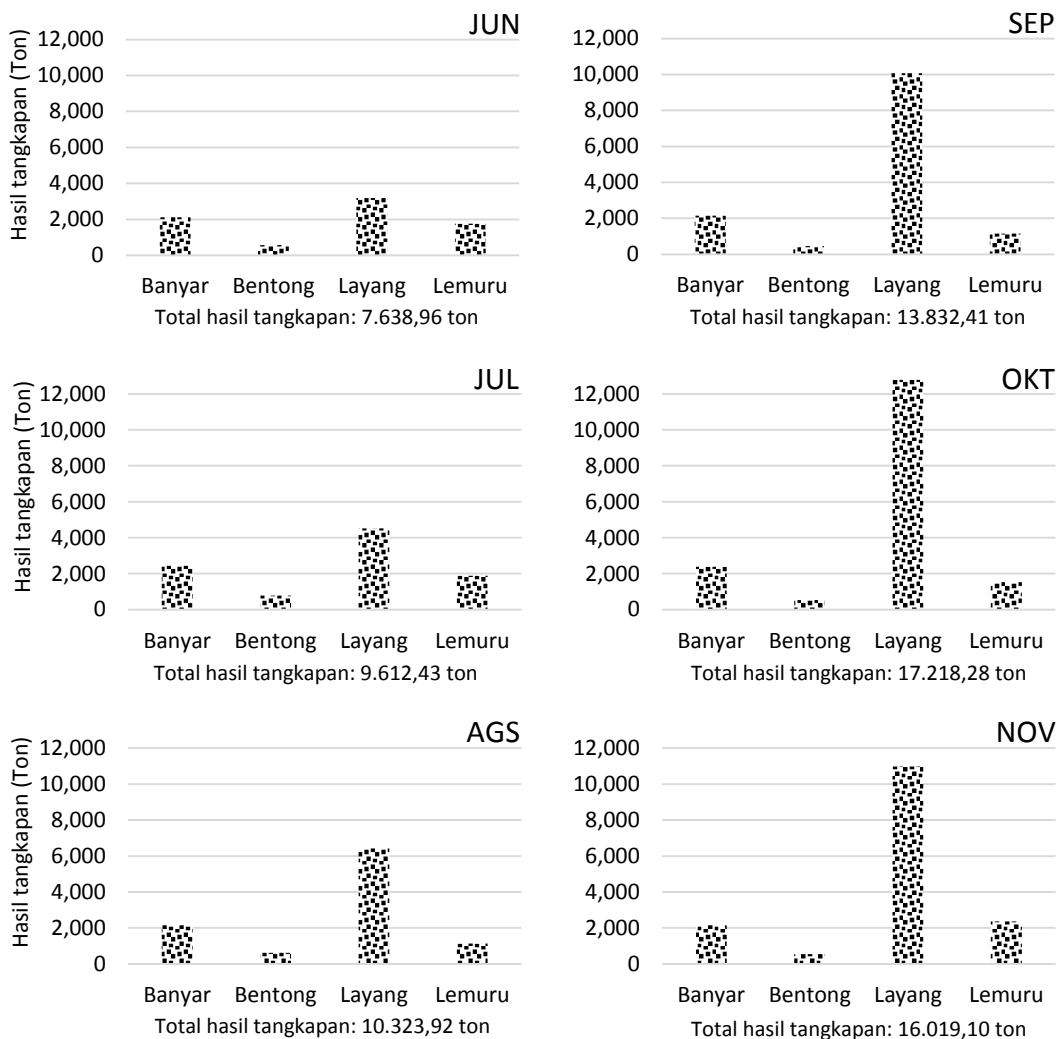
Pada periode bulan Juni hasil tangkapan mengalami penurunan, dimana total hasil tangkapan hanya sebesar 7.638,96 ton. Jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 3.190,65 ton, disusul jenis Banyar dengan hasil tangkapan sebesar 2.121,33 ton, jenis Lemuru sebesar 1.757,86 ton dan jenis Bentong sebesar 569,13 ton. Pada periode bulan Juli hasil tangkapan ikan pelagis kecil mengalami peningkatan, yaitu mencapai angka 9.612,43 ton, dimana jenis Layang masih tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 4.520,50 ton, disusul jenis Banyar dengan hasil tangkapan sebesar 2.435,60 ton, jenis Lemuru sebesar 1.874,09 ton dan jenis Bentong sebesar 782,24 ton. Pada periode bulan Agustus hasil tangkapan mengalami peningkatan hingga mencapai 10.323,92 ton.

Jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 6.421,88 ton, disusul jenis Banyar dengan hasil tangkapan sebesar 2.146,26 ton, jenis Lemuru sebesar 1.138,05 ton dan jenis Bentong sebesar 617,75 ton.

Pada periode bulan September peningkatan hasil tangkapan terus terjadi, dan total hasil tangkapan mencapai angka 13.832,41 ton. Jenis Layang masih tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 10.074,83 ton, disusul jenis Banyar dengan hasil tangkapan sebesar 2.152,30 ton, jenis Lemuru sebesar 1.155,95 ton dan jenis Bentong sebesar 449,32 ton. Pada periode bulan Oktober hasil tangkapan masih terus menunjukkan peningkatan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai angka 17.218,28 ton. Jenis Layang tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 12.772,39 ton, disusul oleh jenis Banyar dengan hasil tangkapan sebesar 2.382,00 ton, jenis Lemuru sebesar 1.528,33 ton dan jenis Bentong sebesar 535,57 ton. Pada periode bulan November total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mengalami penurunan dibanding bulan sebelumnya, yaitu mencapai 16.019,10 ton, dimana jenis Layang tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 10.968,08 ton, disusul oleh jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 2.366,22 ton, jenis Banyar sebesar 2.142,99 ton dan jenis Bentong sebesar 541,81 ton.

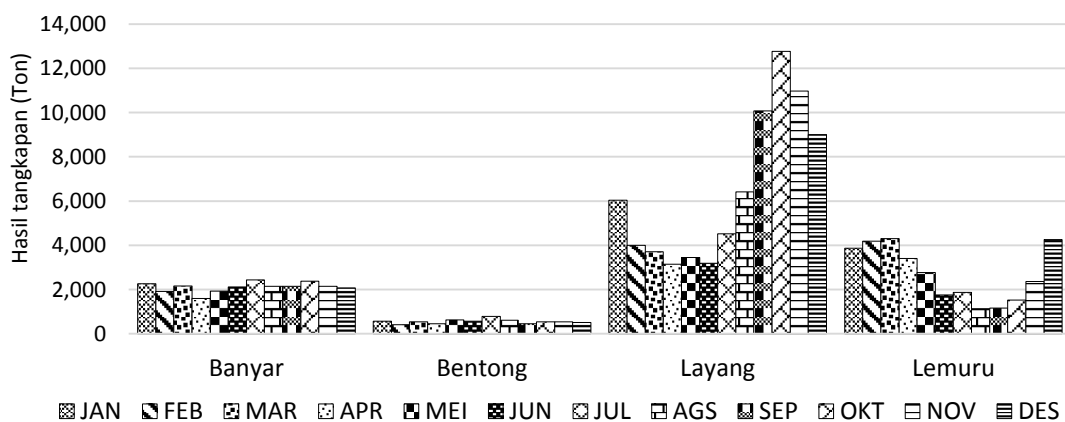


Gambar 30. Diagram total hasil tangkapan bulanan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* 2006-2015



Gambar 30. (lanjutan)

Diagram total hasil tangkapan bulanan ikan pelagis kecil menurut jenisnya selama 10 tahun di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 31 berikut ini.

Gambar 31. Diagram total hasil tangkapan bulanan ikan pelagis kecil menurut jenisnya di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Hasil tangkapan ikan pelagis kecil menurut periode tahunan menunjukkan hasil tangkapan paling tinggi terjadi pada tahun 2007 dengan total hasil tangkapan sebesar 19.383,65 ton, selanjutnya pada tahun 2015 dengan total hasil tangkapan sebesar 18.366,26 ton, pada tahun 2006 dengan total hasil tangkapan 17.542,26 ton, pada tahun 2008 dengan total hasil tangkapan 13.949,46 ton, pada tahun 2009 dengan total hasil tangkapan 13.560,82 ton, pada tahun 2014 dengan total hasil tangkapan 13.192,60 ton, pada tahun 2011 dengan total hasil tangkapan 12.560,60 ton, pada tahun 2010 dengan total hasil tangkapan 11.350,63 ton, pada tahun 2013 dengan total hasil tangkapan 11.329,78 ton, dan paling rendah adalah pada tahun 2012 dengan total hasil tangkapan 10.623,46 ton. Pada seluruh tahun terlihat bahwa jenis Layang selalu mendominasi hasil tangkapan ikan pelagis kecil. Diagram hasil tangkapan tahunan ikan pelagis kecil menurut jenisnya disajikan pada Gambar 32, sedangkan tabulasi hasil tangkapan tahunan ikan pelagis kecil menurut jenis dan daerah penangkapannya dapat dilihat pada Lampiran 5.

Pada periode tahun 2006 total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai angka 17.542,26 ton, dan jenis Layang paling mendominasi dengan hasil tangkapan mencapai 10.782,06 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 2.786,68 ton, jenis Banyar sebesar 2.675,65 ton dan jenis Bentong sebesar 1.297,88 ton.

Pada periode tahun 2007 terjadi peningkatan hasil tangkapan dibanding tahun sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai 19.383,65 ton. Pada tahun ini jenis Layang lebih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 11.679,58 ton, disusul jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 3.657,76 ton, jenis Banyar sebesar 2.788,65 ton dan jenis Bentong sebesar 1.257,67 ton.

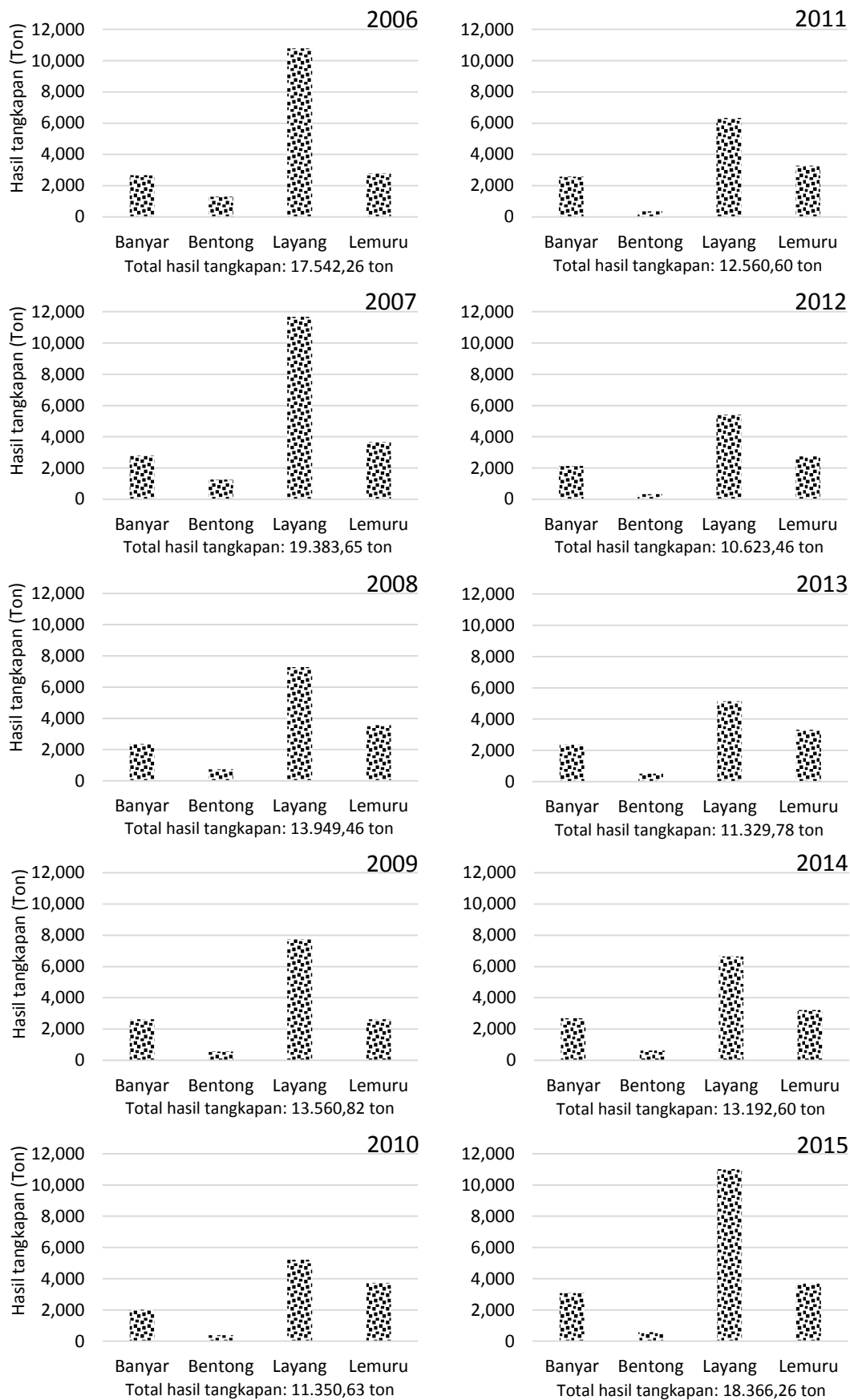
Pada periode tahun 2008 hasil tangkapan ikan pelagis kecil mengalami penurunan dibandingkan dengan tahun sebelumnya, yaitu hanya sebesar 13.949,46 ton. Jenis Layang tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 7.282,19 ton, disusul jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 3.557,06 ton, jenis Banyar sebesar 2.366,08 ton dan jenis Bentong sebesar 744,13 ton.

Pada periode tahun 2009 kembali terjadi penurunan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai 13.560,82 ton. Jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 7.753,23 ton, disusul jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 2.628,75 ton, jenis Banyar sebesar 2.628,32 ton dan jenis Bentong sebesar 550,51 ton.

Pada periode tahun 2010 masih terjadi penurunan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai 11.350,63 ton, dan jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 5.216,67 ton, disusul oleh jenis Lemuru sebesar 3.736,39 ton, jenis Banyar sebesar 2.008,41 ton dan jenis Bentong sebesar 389,15 ton.

Pada periode tahun 2011 hasil tangkapan ikan pelagis kecil menunjukkan peningkatan bila dibandingkan tahun sebelumnya, dan totalnya mencapai 12.560,60 ton, dimana jenis Layang masih tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 6.342,37 ton, disusul oleh jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 3.282,65 ton, jenis Banyar sebesar 2.582,94 ton dan jenis Bentong sebesar 352,64 ton.

Pada periode tahun 2012 terjadi penurunan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai 10.623,46 ton. Jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 5.418,60 ton, disusul oleh jenis Lemuru sebesar 2.744,38 ton, jenis Banyar sebesar 2.137,24 ton dan jenis Bentong sebesar 323,25 ton.



Gambar 32. Diagram hasil tangkapan tahunan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle*

@Hak cipta milik IPB University

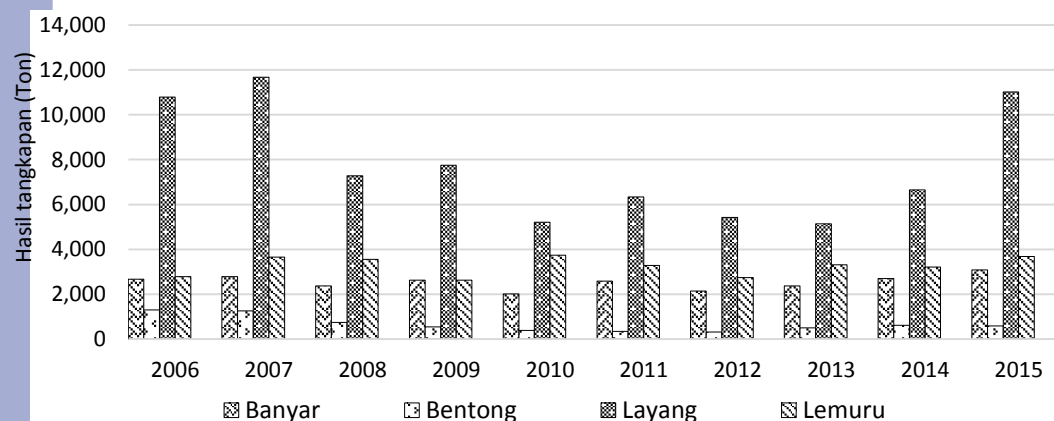
IPB University

Pada periode tahun 2013 terjadi peningkatan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai 11.329,78 ton, dan jenis Layang masih tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 5.142,76 ton, disusul oleh jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 3.319,23 ton, Banyar sebesar 2.369,46 ton dan jenis Bentong sebesar 498,33 ton.

Pada periode tahun 2014 masih terjadi peningkatan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai angka 13.192,60 ton, dan jenis Layang masih paling mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 6.651,11 ton, disusul jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 3.217,62 ton, jenis Banyar sebesar 2.699,92 ton dan jenis Bentong sebesar 623,95 ton.

Pada periode tahun 2015 peningkatan hasil tangkapan masih terus terjadi, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai 18.366,26 ton, dan jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 11.019,60 ton, disusul jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 3.682,24 ton, jenis Banyar sebesar 3.082,69 ton dan jenis Bentong sebesar 581,72 ton.

Diagram total hasil tangkapan tahunan ikan pelagis kecil di *JMF triangle* menurut jenisnya selama 10 tahun disajikan pada Gambar 33 berikut ini.



Gambar 33. Diagram total hasil tangkapan tahunan ikan pelagis kecil menurut jenisnya di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Hasil Tangkapan Spasial - Temporal Ikan Pelagis Kecil Berdasarkan DPI di Perairan *JMF Triangle*

Dari hasil tangkapan musiman dapat diketahui bahwa daerah penangkapan ikan yaitu perairan Matasiri merupakan daerah penangkapan yang pada sepanjang musim selalu menghasilkan tangkapan sumberdaya ikan pelagis kecil paling tinggi, dimana perairan Matasiri dalam empat musim selalu mendominasi sebagai daerah penangkapan ikan pelagis kecil. Selain Matasiri, perairan Aura juga merupakan daerah penangkapan ikan pelagis kecil yang memberikan kontribusi besar, dimana perairan Aura ini sebanyak dua musim (musim barat dan musim peralihan I) selalu menjadi penyumbang hasil tangkapan ikan pelagis kecil terbesar kedua setelah perairan Matasiri. Daerah penangkapan ikan lainnya yang juga berkontribusi besar dalam hasil tangkapan ikan pelagis kecil antara lain adalah perairan Buntungan, Kangean, Kepulauan Sabalana, Takarewataya dan perairan Masalima.

Pada periode musim barat, total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai angka 39.110,98 ton, dimana daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi adalah perairan Matasiri dengan hasil tangkapan yang

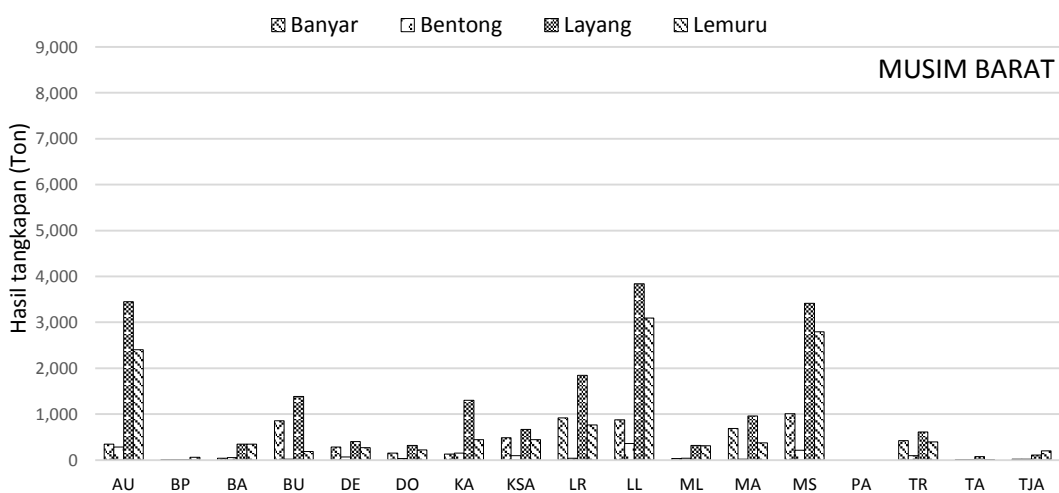
mencapai angka 7.422,22 ton, disusul oleh perairan Aura dengan hasil tangkapan sebesar 6.483,86 ton, perairan Buntungan sebesar 2.440,51 ton, perairan Masalima sebesar 2.040,37 ton, dan perairan Kangean sebesar 2.034,64 ton.

Pada periode musim peralihan I terjadi penurunan hasil tangkapan bila dibandingkan musim sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim ini hanya mencapai angka 28.103,42 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih tetap di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan yang mencapai angka 5.762,39 ton, disusul oleh perairan Aura dengan hasil tangkapan sebesar 3.964,92 ton, perairan Kepulauan Sabalana sebesar 2.112,65 ton, perairan Takarewataya sebesar 1.770,05 ton dan perairan Buntungan sebesar 1.702,35 ton.

Pada periode musim timur masih terjadi penurunan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai angka 27.575,32 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih berada di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan yang mencapai angka 5.762,39 ton, kemudian disusul oleh perairan Bawean dengan hasil tangkapan sebesar 2.571,89 ton, perairan Aura sebesar 2.219,08 ton, perairan Kepulauan Sabalana sebesar 1.974,88 ton dan perairan Buntungan sebesar 1.881,58.

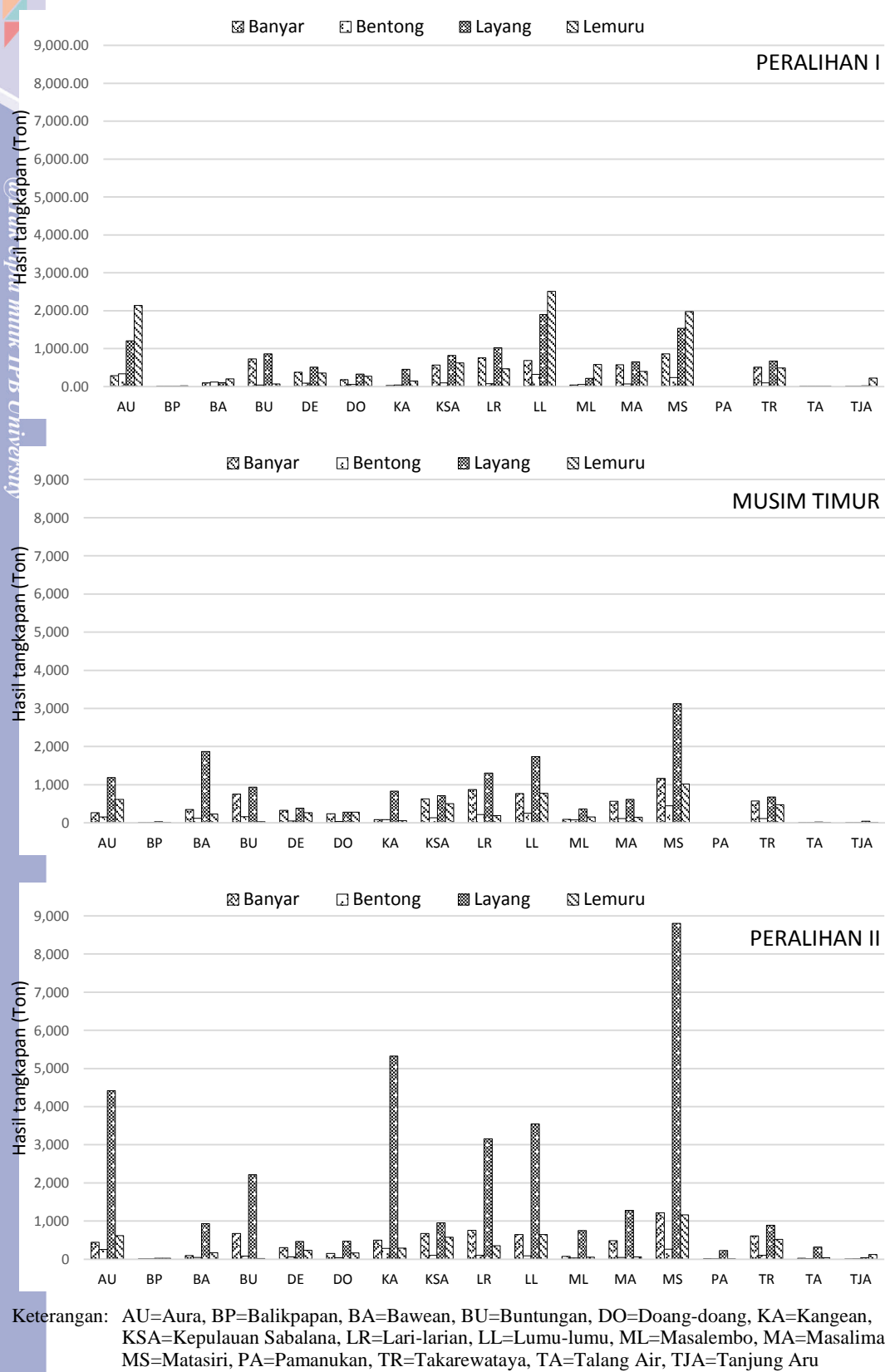
Pada periode musim peralihan II terjadi peningkatan hasil tangkapan yang cukup signifikan dibanding musim sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai angka 47.069,79 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih di perairan Matasiri dengan total hasil tangkapan yang mencapai angka 11.444,71 ton, disusul oleh perairan Kangean dengan hasil tangkapan sebesar 6.399,18 ton, perairan Aura sebesar 5.732,88 ton, perairan Buntungan sebesar 2.988,62 ton dan perairan Kepulauan Sabalana sebesar 2.309,59 ton.

Diagram hasil tangkapan musiman ikan pelagis kecil menurut daerah penangkapan ikan di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 34 berikut ini.



Keterangan: AU=Aura, BP=Balikpapan, BA=Bawean, BU=Buntungan, DO=Doang-doang, KA=Kangean, KSA=Kepulauan Sabalana, LR=Lari-larian, LL=Lumu-lumu, ML=Masalembu, MA=Masalima, MS=Matasiri, PA=Pamanukan, TR=Takarewataya, TA=Talang Air, TJA=Tanjung Aru

Gambar 34. Diagram hasil tangkapan musiman ikan pelagis kecil menurut DPI di perairan *JMF triangle* 2006-2015



Gambar 34. (lanjutan)

Hasil tangkapan ikan pelagis kecil menurut periode bulanan menunjukkan bahwa perairan Matasiri merupakan daerah penangkapan ikan dengan frekuensi

paling tinggi menghasilkan hasil tangkapan, dimana terlihat dalam dua belas bulan pengkapan terdapat sebanyak sepuluh bulan penangkapan perairan Matasiri selalu menghasilkan hasil tangkapan ikan pelagis kecil yang paling tinggi. Selain perairan Matasiri, perairan Aura juga merupakan daerah penangkapan ikan dengan frekuensi tinggi dalam menghasilkan hasil tangkapan, dimana dalam dua belas bulan terdapat sebanyak dua bulan perairan Aura menghasilkan hasil tangkapan ikan pelagis kecil tertinggi. Daerah penangkapan ikan lainnya yang juga memiliki frekuensi tinggi dalam menghasilkan hasil tangkapan ikan pelagis kecil adalah perairan Kangean, Buntungan, perairan Masalima dan Kepulauan Sabalana. Diagram hasil tangkapan bulanan ikan pelagis kecil menurut daerah penangkapan ikan dapat dilihat pada Gambar 35.

Pada periode bulan Desember total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai 15.850,48 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi adalah perairan Aura dengan hasil tangkapan mencapai angka 3.415,70, disusul oleh perairan Matasiri sebesar 3.287,07 ton, perairan Kangean sebesar 1.285,51 ton, perairan Buntungan sebesar 1.058,76 ton dan perairan Kepulauan Salabana sebesar 739,06 ton.

Pada periode bulan Januari terjadi penurunan hasil tangkapan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan hanya mencapai 12.729,99 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih di perairan Matasiri walaupun dengan hasil tangkapan yang mengalami penurunan. Pada bulan Januari ini hasil tangkapan di perairan Matasiri mencapai angka sebesar 2.132,76 ton, disusul oleh perairan Aura sebesar 1.580,68 ton, perairan Masalima sebesar 858,81 ton, perairan Buntungan sebesar 732,52 ton dan perairan Takarewataya sebesar 522,66 ton.

Pada periode bulan Februari kembali terjadi penurunan total hasil tangkapan bila dibandingkan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai angka 10.530,51 ton. Pada bulan ini daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih berada di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan sebesar 2.002,39 ton, disusul perairan Aura sebesar 1.487,48 ton, perairan Buntungan sebesar 649,24 ton dan perairan Takarewataya sebesar 497,13 ton.

Pada periode bulan Maret terjadi sedikit kenaikan total hasil tangkapan bila dibandingkan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan ini mencapai 10.707,11 ton. Daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi adalah di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan sebesar 1.751,99 ton, disusul oleh perairan Aura sebesar 1.671,65 ton, perairan Masalima sebesar 780,95 ton, perairan Kepulauan Sabalana sebesar 705,94 ton dan di perairan Takarewataya sebesar 599,74 ton.

Pada periode bulan April terjadi penurunan hasil tangkapan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai 8.609,37 ton. Pada bulan April ini daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi berada di perairan Aura dengan hasil tangkapan yang mencapai angka 1.313,46 ton, disusul perairan Matasiri sebesar 1.298,76 ton, perairan Buntungan sebesar 604,31 ton dan perairan Kepulauan Sabalana sebesar 529,78 ton.

Pada periode bulan Mei total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mengalami sedikit kenaikan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana hasil tangkapan adalah

sebesar 8.786,94 ton, dan pada bulan ini daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi berada di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan sebesar 1.554,42 ton, disusul perairan Aura sebesar 979,81 ton, perairan Kepulauan Sabalana sebesar 876,93 ton, perairan Takarewataya sebesar 640,53 ton dan perairan Buntungan sebesar 564,15 ton.

Pada periode bulan Juni hasil tangkapan masih mengalami penurunan bila dibandingkan dengan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan ini hanya sebesar 7.638,96 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi adalah perairan Matasiri dengan hasil tangkapan sebesar 1.567,43 ton, disusul oleh perairan Aura sebesar 715,41 ton, perairan Buntungan sebesar 677,83 ton dan perairan Kepulauan Sabalana sebesar 604,58 ton.

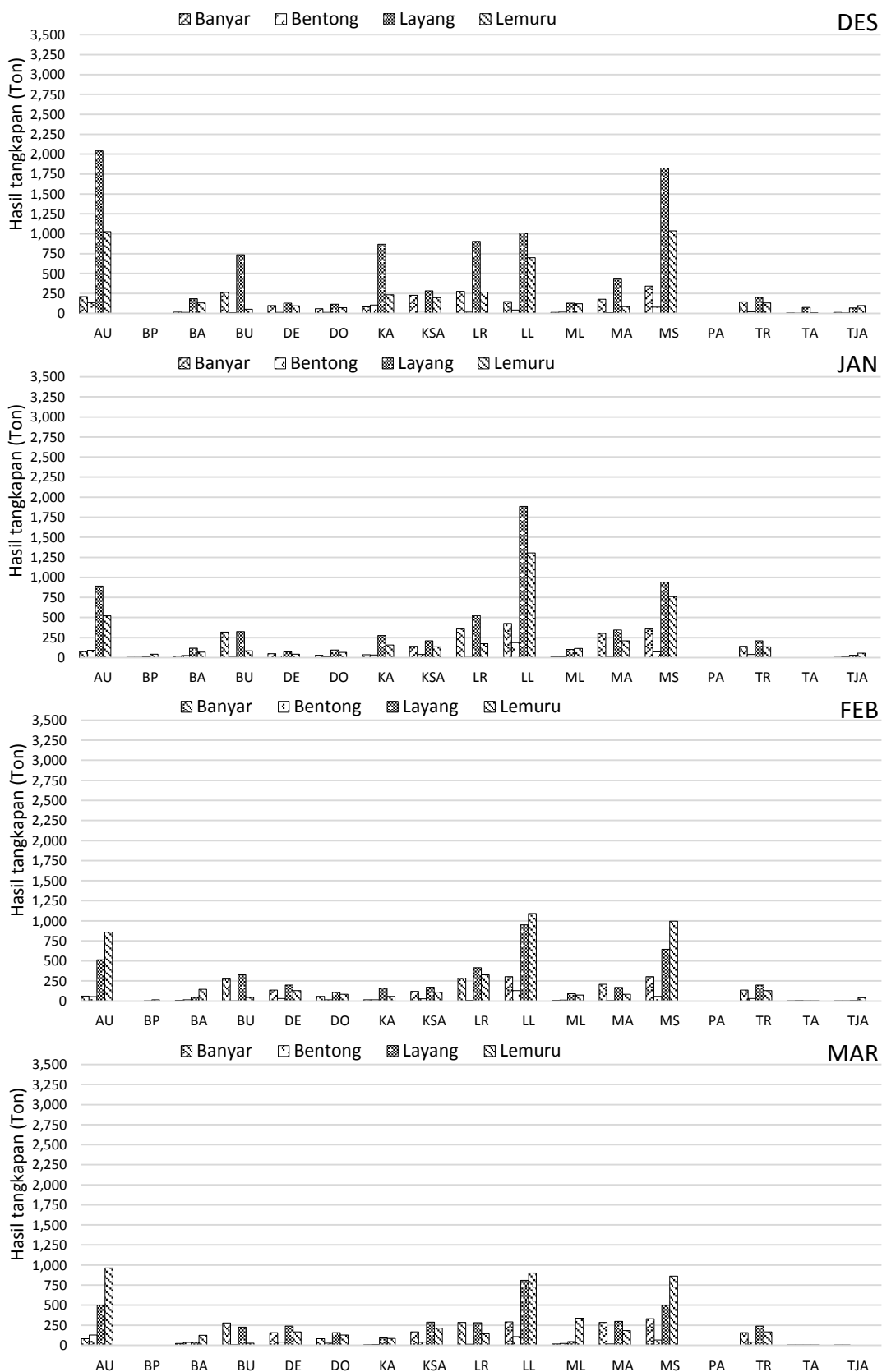
Pada periode bulan Juli total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mulai mengalami peningkatan dibanding bulan sebelumnya, yaitu mencapai 9.612,43 ton, dimana daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih berada di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan sebesar 1.999,97 ton, disusul oleh perairan Bawean sebesar 1.002,35 ton, perairan Aura sebesar 861,46 ton dan perairan Kepulauan Sabalana sebesar 657,33 ton.

Pada periode bulan Agustus total hasil tangkapan ikan pelagis kecil terus mengalami peningkatan dengan angka mencapai 10.323,92 ton, dimana daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan mencapai 2.194,99 ton, disusul oleh perairan Bawean sebesar 1.394,36 ton, perairan Kepulauan Sabalana sebesar 712,97 ton, perairan Kangean sebesar 651,75 ton dan perairan Buntungan sebesar 647,68 ton.

Pada periode bulan September peningkatan hasil tangkapan terus terjadi, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai angka 13.832,41 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi adalah perairan Matasiri dengan hasil tangkapan mencapai angka 2.821,19 ton, disusul oleh perairan Kangean sebesar 2.433,43 ton, perairan Buntungan sebesar 1.046,03 ton, perairan Takarewataya sebesar 687,63 ton dan perairan Aura sebesar 640,28 ton.

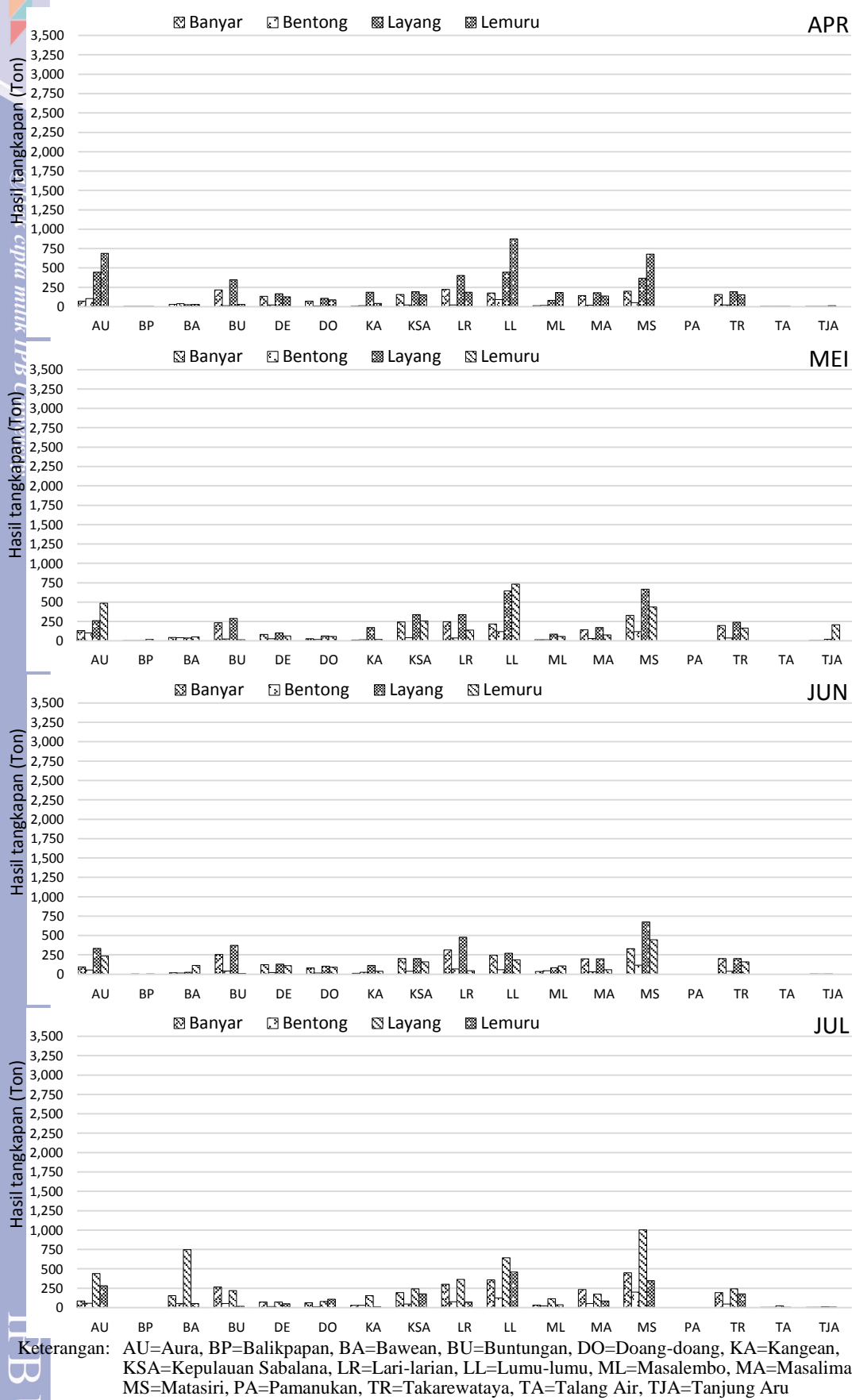
Pada periode bulan Oktober hasil tangkapan masih terus menunjukkan peningkatan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai angka 17.218,28 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih berada di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan mencapai 3.942,10 ton, disusul oleh perairan Aura sebesar 2.745,90 ton, perairan Kangean sebesar 2.367,05 ton, perairan Buntungan sebesar 977,46 ton dan perairan Kepulauan Sabalana sebesar 818,97 ton.

Pada periode bulan November total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mengalami sedikit penurunan dibanding bulan sebelumnya, yaitu hanya mencapai 16.019,10 ton, dimana daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi adalah perairan Matasiri dengan hasil tangkapan sebesar 4.681,42 ton, disusul oleh perairan Aura sebesar 2.346,70 ton, perairan Kangean sebesar 1.598,70 ton, perairan Buntungan sebesar 965,13 ton dan perairan Kepulauan Sabalana sebesar 802,99 ton.



Keterangan: AU=Aura, BP=Balikpapan, BA=Bawean, BU=Buntungan, DO=Doang-doang, KA=Kangean, KSA=Kepulauan Sabalana, LR=Lari-larian, LL=Lumu-lumu, ML=Masalembo, MA=Masalima, MS=Matasiri, PA=Pamanukan, TR=Takarewataya, TA=Talang Air, TJA=Tanjung Aru

Gambar 35. Diagram hasil tangkapan bulanan ikan pelagis kecil menurut DPI di perairan JMF triangle 2006-2015



Gambar 35. (lanjutan)

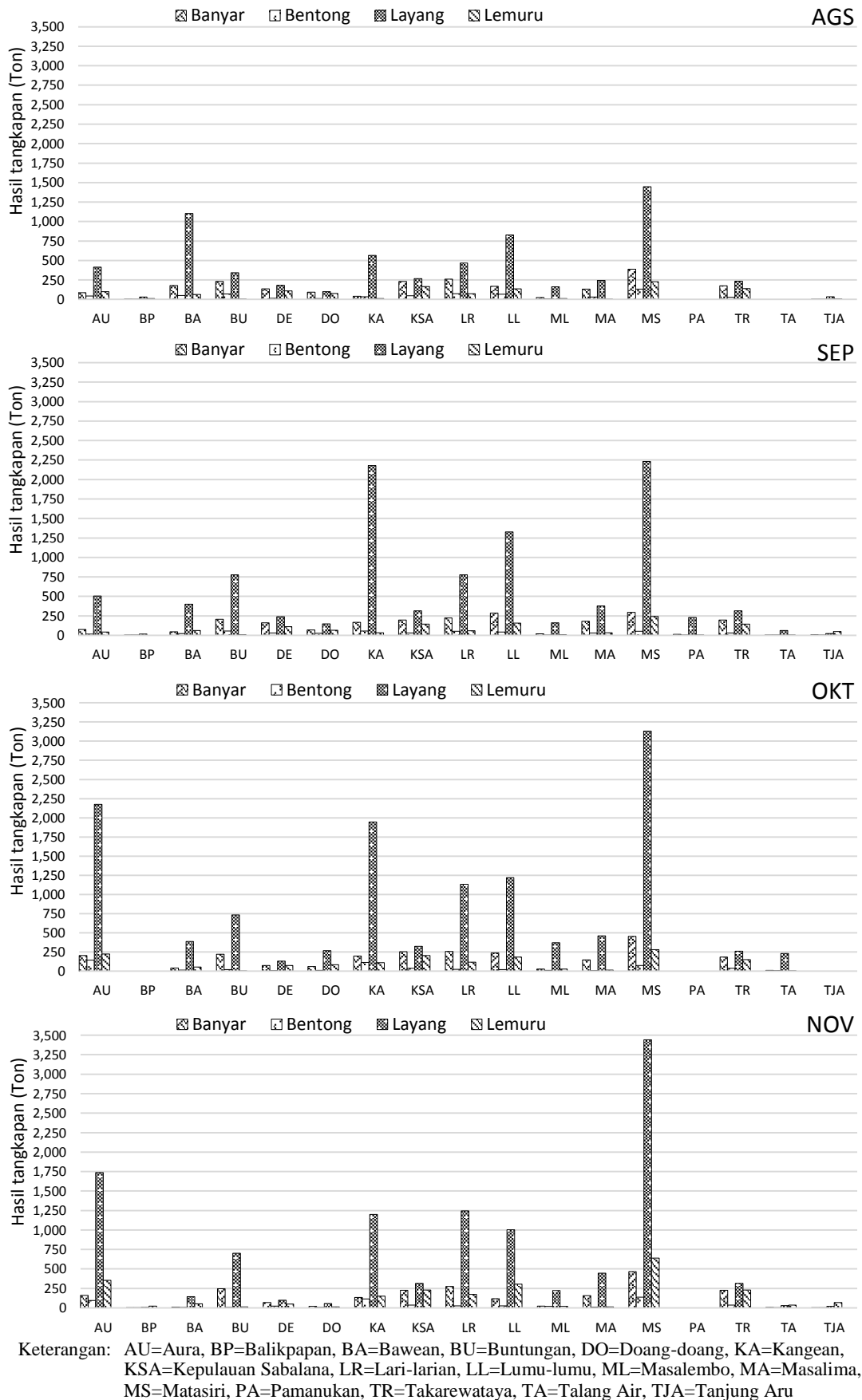
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 35. (lanjutan)

Hasil tangkapan ikan pelagis kecil berdasarkan periode tahunan menunjukkan bahwa perairan Matasiri merupakan daerah penangkapan ikan dengan frekuensi paling tinggi dalam menghasilkan hasil tangkapan, dimana pada periode tahun 2006 sampai 2015 perairan Matasiri menghasilkan enam kali hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi, yaitu pada tahun 2008 hingga 2013. Selain perairan Matasiri, Aura dan Kangean juga merupakan daerah penangkapan ikan dengan frekuensi yang tinggi dalam menghasilkan hasil tangkapan, dimana dalam periode sepuluh tahun penangkapan, sebanyak dua kali perairan Aura menghasilkan hasil tangkapan ikan pelagis kecil tertinggi yaitu pada tahun 2014 dan 2015, sedangkan perairan Kangean pada tahun 2006 dan 2007. Daerah penangkapan ikan lainnya yang juga memiliki frekuensi tinggi menghasilkan hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode tahunan adalah perairan Buntungan, Masalima, dan perairan Kepulauan Sabalana. Diagram hasil tangkapan tahunan ikan pelagis kecil menurut daerah penangkapan ikan disajikan pada Gambar 36.

Pada periode tahun 2006 total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai 17.542,26 ton, dimana daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi adalah perairan Kangean dengan hasil tangkapan sebesar 4.391,23 ton, disusul oleh perairan Bawean sebesar 2.652,39 ton, perairan Matasiri sebesar 2.445,08 ton, perairan Aura sebesar 805,59 ton dan perairan Takarewataya sebesar 651,27 ton.

Pada periode tahun 2007 terjadi peningkatan hasil tangkapan dibandingkan tahun sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai 19.383,65 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih di perairan Kangean dengan hasil tangkapan mencapai 3.820,08 ton, disusul oleh perairan Matasiri sebesar 2.324,43 ton, perairan Aura sebesar 2.101,55 ton, perairan Kepulauan Salabana sebesar 798,00 ton dan perairan Masalima sebesar 743,78 ton.

Pada periode tahun 2008 hasil tangkapan ikan pelagis kecil mengalami penurunan dibandingkan dengan tahun sebelumnya, yaitu hanya sebesar 13.949,46 ton. Pada tahun ini daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi berada di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan mencapai angka 3.616,50 ton, disusul oleh perairan Aura sebesar 1.672,85 ton, perairan Kangean sebesar 979,66 ton, perairan Buntungan sebesar 651,23 ton dan perairan Takarewataya sebesar 554,96 ton.

Pada periode tahun 2009 kembali terjadi penurunan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai 13.560,82 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih berada di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan sebesar 5.303,11 ton, disusul oleh perairan Buntungan sebesar 978,73 ton, perairan Aura sebesar 921,84 ton, perairan Masalima sebesar 805,33 ton dan perairan Kepulauan Takarewataya sebesar 757,61 ton.

Pada periode tahun 2010 masih terjadi penurunan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai 11.350,63 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan sebesar 2.911,33 ton, disusul oleh perairan Aura sebesar 1.199,69 ton, perairan Buntungan sebesar 869,89 ton, perairan Kepulauan Sabalana sebesar 833,41 ton dan perairan Takarewataya sebesar 580,01 ton.

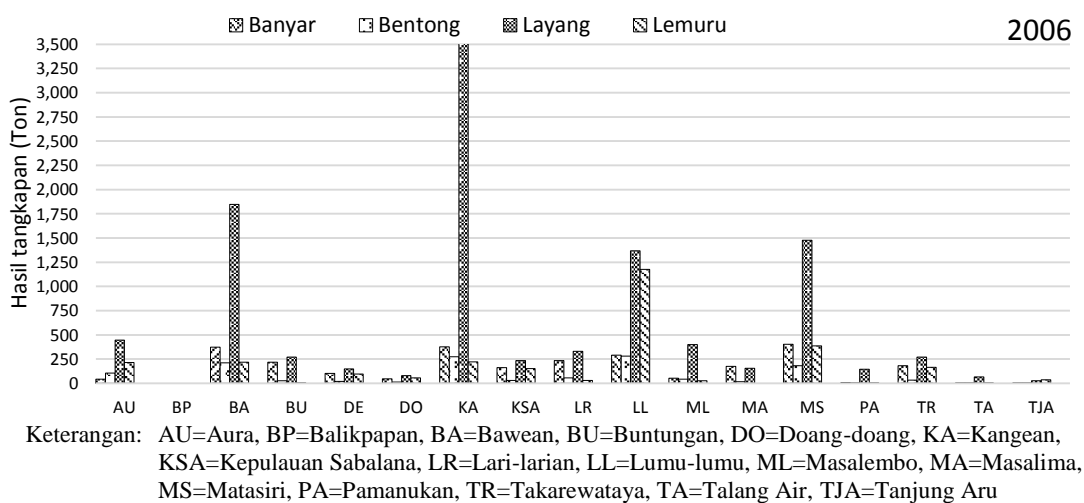
Pada periode tahun 2011 hasil tangkapan ikan pelagis kecil menunjukkan peningkatan bila dibandingkan tahun sebelumnya, totalnya mencapai 12.560,60 ton. Daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi tetap berada di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan mencapai 3.241,25 ton, disusul oleh perairan Aura sebesar 1.432,82 ton, perairan Takarewataya sebesar 831,95 ton dan perairan Buntungan sebesar 818,27 ton.

Pada periode tahun 2012 terjadi penurunan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai 10.623,46 ton, namun lokasi daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih tetap berada di perairan Matasiri dengan hasil tangkapan sebesar 1.742,60 ton, disusul oleh perairan Buntungan sebesar 1.299,03 ton, perairan Kepulauan Sabalana sebesar 1.157,47 ton, perairan Aura sebesar 979,16 ton dan perairan Takarewataya sebesar 769,17 ton.

Pada periode tahun 2013 terjadi peningkatan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan mencapai 11.329,78 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi adalah perairan Matasiri dengan hasil tangkapan sebesar 2.339,92 ton, disusul oleh perairan Masalima sebesar 1.533,06 ton, perairan Aura sebesar 1.119,57 ton, perairan Buntungan sebesar 937,11 ton dan perairan Kepulauan Sabalana sebesar 868,49 ton.

Pada periode tahun 2014 masih terjadi peningkatan hasil tangkapan, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai angka 13.192,60 ton, dan pada tahun ini daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi berada di perairan Aura dengan hasil tangkapan sebesar 3.165,27 ton, disusul oleh perairan Matasiri sebesar 2.092,93 ton, perairan Buntungan sebesar 1.017,59 ton, perairan Masalima sebesar 904,52 ton dan perairan Kepulauan Sabalana sebesar 880,27 ton.

Pada periode tahun 2015 peningkatan hasil tangkapan masih terus terjadi, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai 18.366,26 ton, dan daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi masih berada di perairan Aura dengan hasil tangkapan mencapai angka 5.002,40 ton, disusul oleh perairan Matasiri sebesar 3.217,35 ton, perairan Buntungan sebesar 1.426,71 ton dan perairan Kepulauan Sabalana sebesar 874,04 ton.

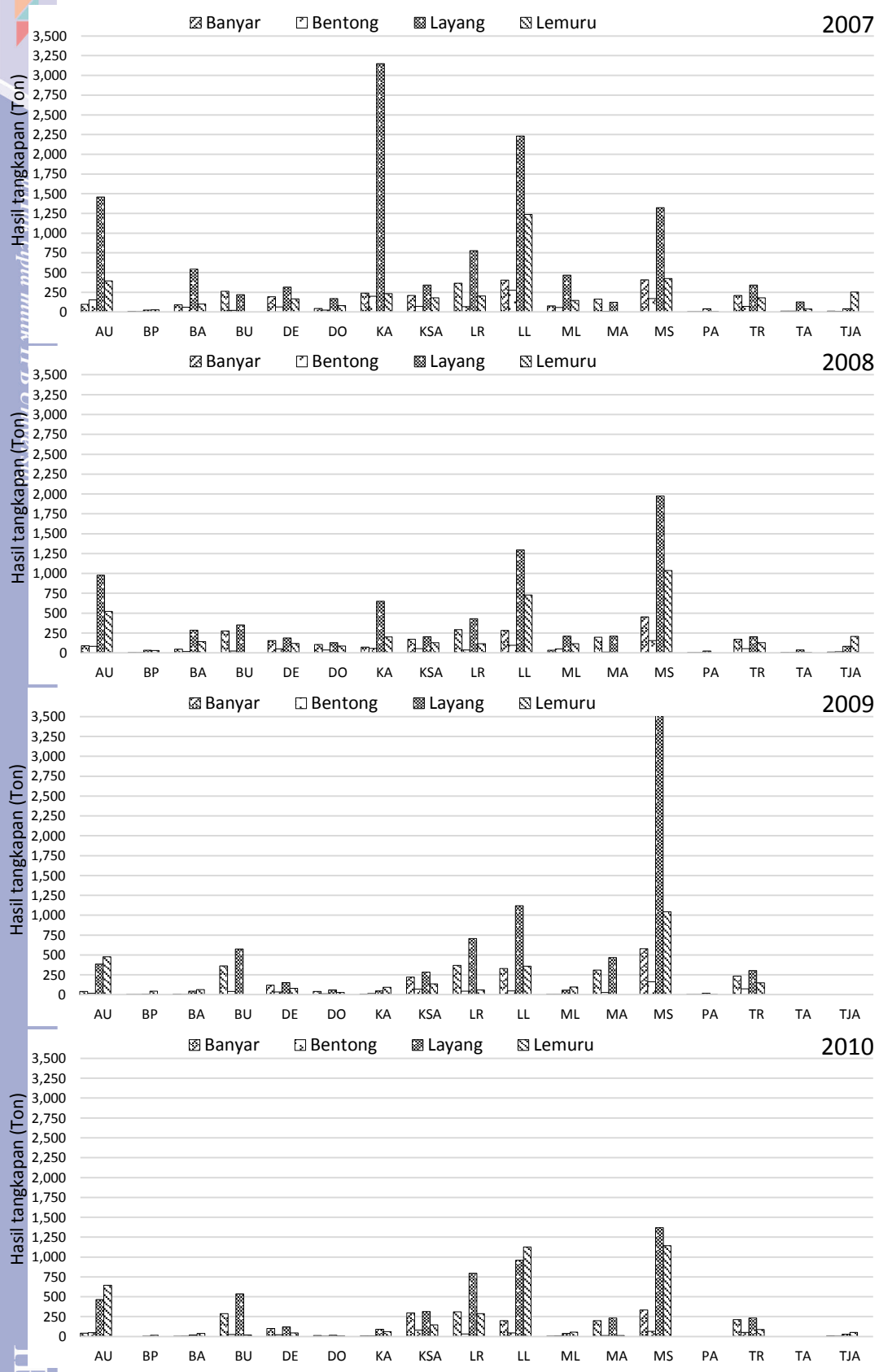


Gambar 36. Diagram hasil tangkapan tahunan ikan pelagis kecil menurut DPI di perairan *JMF triangle* 2006-2015

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Keterangan: AU=Aura, BP=Balikpapan, BA=Bawean, BU=Buntungan, DO=Doang-doang, KA=Kangean, KSA=Kepulauan Sabalana, LR=Lari-larian, LL=Lumu-lumu, ML=Masalembo, MA=Masalima, MS=Matasiri, PA=Pamanukan, TR=Takarewataya, TA=Talang Air, TJA=Tanjung Aru

Gambar 36. (lanjutan)

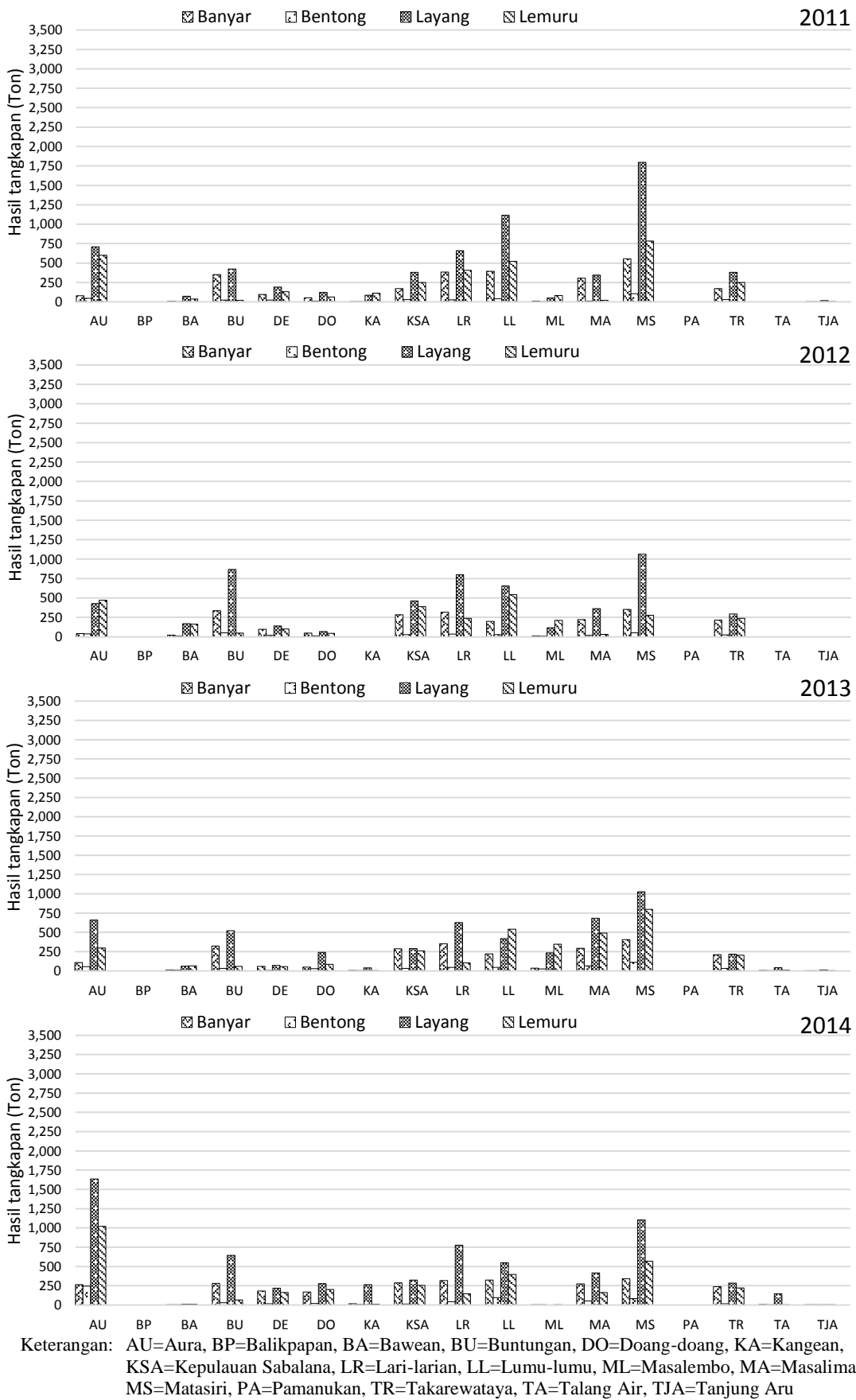
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

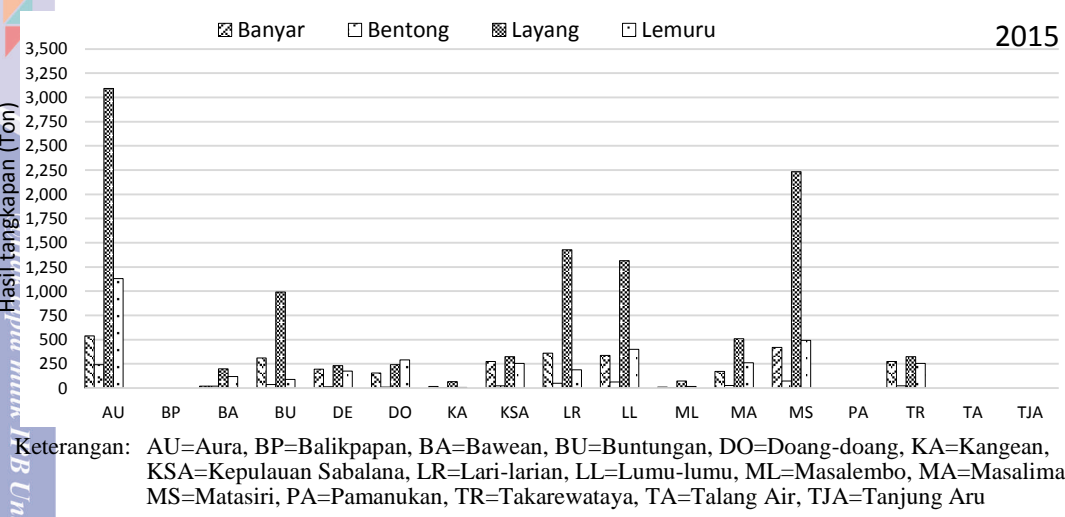
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 36. (lanjutan)



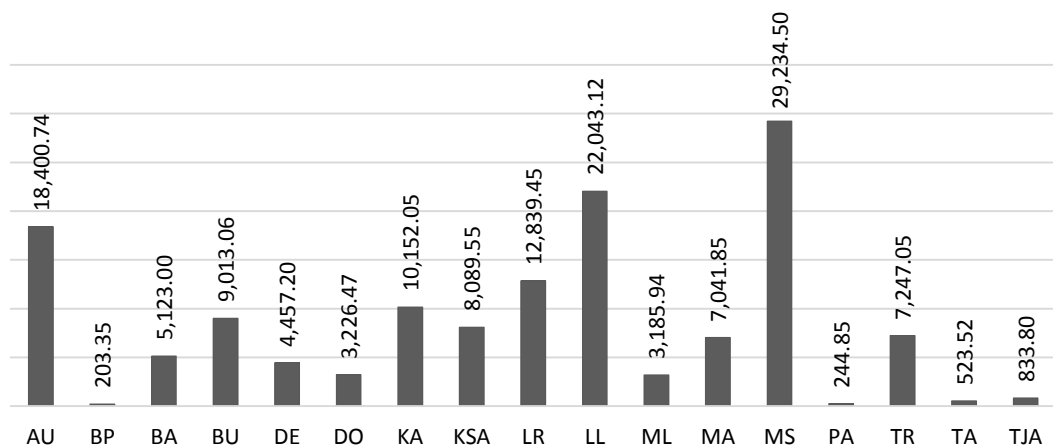
Gambar 36. (lanjutan)

Hasil analisis data dan perhitungan menghasilkan 17 lokasi penangkapan ikan pelagis kecil, namun dari seluruh lokasi penangkapan tersebut dalam kajian ini terdapat 4 lokasi daerah penangkapan ikan yang sebenarnya tidak termasuk dalam perairan *JMF triangle*. Empat lokasi tersebut antara lain adalah perairan Balikpapan, Lari-larian, Lumu-lumu, dan Tanjung Aru karena lokasi tersebut berada pada bagian utara dan di luar perairan *JMF triangle*. Pada Tabel 1 berikut ini disajikan lokasi daerah penangkapan ikan pelagis kecil beserta hasil tangkapan menurut lokasi dan jenis ikan di perairan *JMF triangle*.

Tabel 1. Lokasi penangkapan dan hasil tangkapan ikan pelagis kecil 2006-2015

No.	Lokasi DPI	Jenis Ikan dan Hasil Tangkapan (Ton)				Total
		Banyar	Bentong	Layang	Lemuru	
1	Aura	1.338,53	1.031,09	10.256,91	5.774,21	18.400,74
2	Balikpapan	11,20	8,15	68,48	115,52	203,35
3	Bawean	585,06	329,13	3.254,52	954,28	5.123,00
4	Buntungan	3.006,57	304,45	5.400,16	301,89	9.013,06
5	Dewakang	1.299,30	264,04	1.764,42	1.129,44	4.457,20
6	Doang-doang	719,09	167,78	1.402,21	937,38	3.226,47
7	Kangean	743,21	562,29	7.906,98	939,58	10.152,05
8	Kep. Sabalana	2.360,06	430,10	3.152,83	2.146,57	8.089,55
9	Lari-larian	3.301,32	435,11	7.325,32	1.777,69	12.839,45
10	Lumu-lumu	2.980,17	1.015,92	11.022,27	7.024,76	22.043,12
11	Masalembo	239,15	203,58	1.647,08	1.096,14	3.185,94
12	Masalima	2.309,38	249,05	3.504,17	979,24	7.041,85
13	Matasiri	4.247,60	1.158,57	16.880,53	6.947,81	29.234,50
14	Pamanukan	11,97	2,56	228,45	1,88	244,85
15	Takarewataya	2.115,87	406,61	2.846,95	1.877,61	7.247,05
16	Talang Air	33,60	20,41	415,35	54,15	523,52
17	Tanjung Aru	37,28	30,39	211,54	554,60	833,80
Total		25.339,36	6.619,22	77.288,16	32.612,77	141.859,51

Daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan paling tinggi adalah di perairan Matasiri dengan total hasil tangkapan 29.234,50 ton, disusul perairan Lumu-lumu 22.043,12 ton, Aura 18.400,74 ton, Lari-larian 12.839,45 ton dan perairan Kangean sebesar 10.152,05 ton. Diagram total hasil tangkapan ikan pelagis kecil menurut daerah penangkapan di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 37.



Keterangan: AU=Aura, BP=Balikpapan, BA=Bawean, BU=Buntungan, DO=Doang-doang, KA=Kangean, KSA=Kepulauan Sabalana, LR=Lari-larian, LL=Lumu-lumu, ML=Masalembo, MA=Masalima, MS=Matasiri, PA=Pamanukan, TR=Takarewataya, TA=Talang Air, TJA=Tanjung Aru

Gambar 37. Diagram total hasil tangkapan ikan pelagis kecil menurut DPI di perairan JMF triangle 2006-2015

Pola Spasial - Temporal Distribusi Ikan Pelagis Kecil di Perairan JMF Triangle

Armada penangkapan ikan adalah sekumpulan unit penangkapan ikan yang melakukan sejumlah upaya untuk memperoleh sejumlah ikan. Sejumlah ikan atau produksi tangkapan sangat bergantung pada upaya penangkapan dan ketersediaan ikan yang menjadi tujuan penangkapan. Untuk memaksimalkan produksi dan hasil tangkapan, nelayan melakukan introduksi dengan cara melakukan efisiensi waktu penangkapan dan penggunaan teknologi penangkapan (Purwanto 1990). Introduksi tersebut dapat menyebabkan adanya interaksi antara dinamika populasi ikan dengan dinamika armada penangkapan (Hilborn 1985).

Upaya penangkapan merupakan ukuran dari jumlah alat tangkap yang beroperasi untuk mendapatkan sejumlah hasil tangkapan atau merupakan gambaran dari intensitas armada penangkapan ikan yang beroperasi. Dengan kata lain upaya penangkapan ikan adalah waktu dan frekuensi operasi penangkapan yang dikerahkan oleh berbagai unit penangkapan ikan untuk mendapatkan sejumlah sumberdaya ikan. Hal ini menunjukkan bahwa alat tangkap merupakan suatu kekuatan (*fishing power*) atau kemampuan untuk menangkap (*catchability*) sumberdaya ikan, sehingga dapat menyebabkan terjadinya perubahan kepadatan stok ikan pada suatu perairan dimana dilakukan kegiatan penangkapan tersebut. Dengan demikian, suatu upaya penangkapan dalam biologi perikanan merupakan gambaran tentang kelimpahan ikan (Widodo 1986; Widodo 2001a; Purwanto 1990; Widodo dan Suadi 2006).

Karakteristik alat tangkap merupakan salah satu penentu perbedaan upaya penangkapan, dimana karakteristik tersebut merupakan suatu metode atau teknik penangkapan ikan dari setiap alat, misalnya jenis alat tangkap dengan prinsip penangkapan melingkarkan akan berbeda dengan jenis alat tangkap dengan prinsip ditarik, sehingga kekuatan dan kemampuan tersebut akan berbeda-beda terhadap sumberdaya ikan yang menjadi tujuan penangkapan (Widodo *et al.* 2001).

Kemampuan alat tangkap dalam menghasilkan tangkapan yang maksimal salah satunya dapat ditentukan oleh intensitas dalam melakukan kegiatan operasi penangkapan ikan. Pada kajian ini, pola sebaran kapal penangkapan ikan pada suatu perairan yang menunjukkan intensitas operasi penangkapan dan jenis ikan yang

menjadi target penangkapannya memiliki hasil yang berbeda-beda menurut variasi musiman. Kategori intensitas sebaran kapal penangkapan ikan periode musiman dibagi menjadi tiga kategori, yaitu tinggi (> 3.000 unit), sedang ($1.000 - 3.000$ unit) dan rendah (< 1.000 unit). Pembagian kategori tersebut dalam kajian ini untuk memudahkan pembahasan yang dilakukan dan pembagian tersebut ditentukan oleh tingkat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan yang dapat ditunjukkan dengan titik-titik berwarna merah di peta sebaran kapal penangkapan ikan. Kategori hasil tangkapan ikan untuk periode musiman juga dibagi menjadi tiga kategori, yaitu kategori tinggi (> 3.000 ton), sedang ($1.000 - 3.000$ ton) dan rendah (< 1.000 ton) yang ditunjukkan dalam bentuk degradasi warna seperti yang terdapat pada legenda peta. Pada pembahasan pola spasial dan temporal ikan pelagis kecil ini, dibahas empat jenis ikan pelagis kecil dengan hasil tangkapan yang paling dominan yaitu jenis Layang, Lemuru, Banyar dan jenis Bentong.

Pada periode musim barat, jumlah kapal penangkapan ikan yang terdeteksi sebanyak 33.204 unit dan pola sebaran spasialnya menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian selatan Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Bawean, Masalembo dan Kangean. Sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi sedang berada di sekitar perairan Balikpapan, Tanjung Aru, Lari-larian, Masalima dan Aura (bagian Selat Makassar), sedangkan sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi rendah terdapat pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

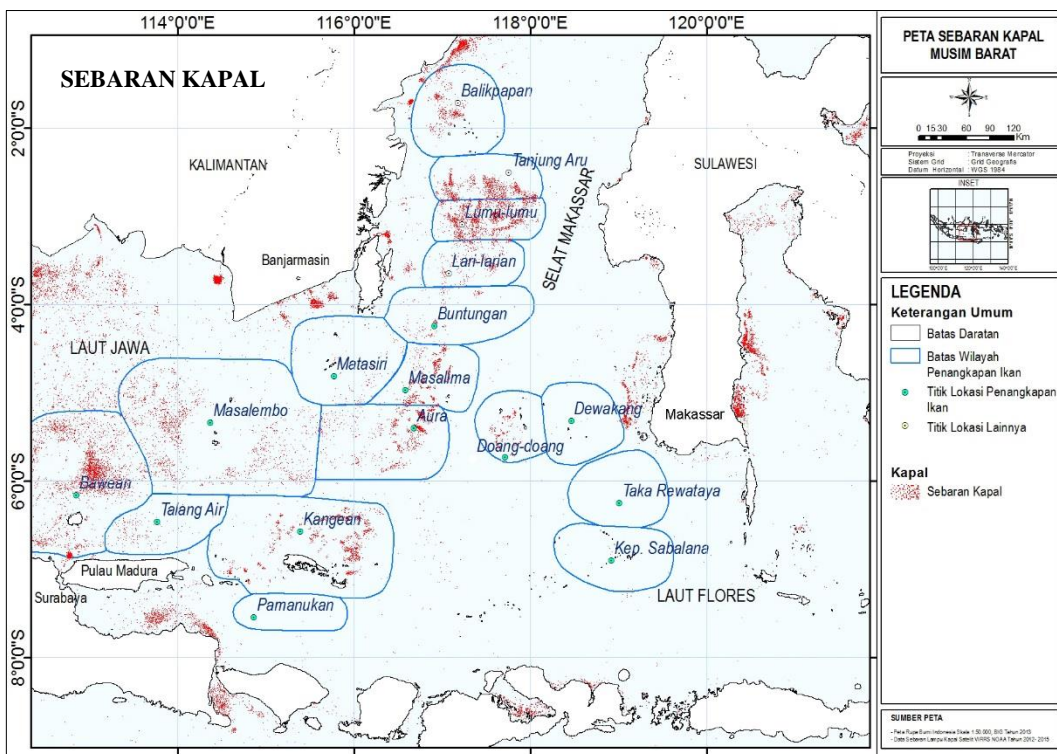
Pola sebaran jenis Layang pada musim barat terindikasi selaras dengan pola yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, dimana pada titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan yang tinggi terlihat hasil tangkapan dengan tingkat kategori tinggi pula, terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura serta dengan tingkat kategori sedang yang terkonsentrasi di sekitar perairan Buntungan dan Lari-larian. Pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Kangean juga terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang, namun pada bagian Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu diduga menyebar menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Lari-larian dan Buntungan, sedangkan yang terkonsentrasi di sekitar perairan Matasiri dan Aura menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Kangean, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada musim ini hasil tangkapan jenis Layang lebih tinggi dibandingkan jenis Lemuru, Banyar dan Bentong. Total hasil tangkapan jenis Layang mencapai 19.042,14 ton, jenis Lemuru 12.317,13 ton, Banyar 6.260,67 ton dan jenis Bentong 1.491,04 ton.

Pola sebaran jenis Lemuru juga terindikasi selaras dengan pola sebaran titik kapal penangkapan dan pola sebarannya hampir sama dengan pola sebaran jenis Layang namun dengan tingkat kategori berbeda, dimana terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru dengan tingkat kategori tinggi terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, dan hasil tangkapan dengan tingkat kategori sedang terkonsentrasi di sekitar perairan Matasiri dan Aura. Pada bagian Selat Makassar, dari pusat konsentrasi yang tinggi di sekitar perairan Lumu-lumu secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga menyebar ke selatan yaitu ke sekitar perairan Lari-larian, sedangkan yang terkonsentrasi di sekitar perairan Matasiri dan Aura secara bertahap (*gradual*) juga mengalami penurunan dan diduga

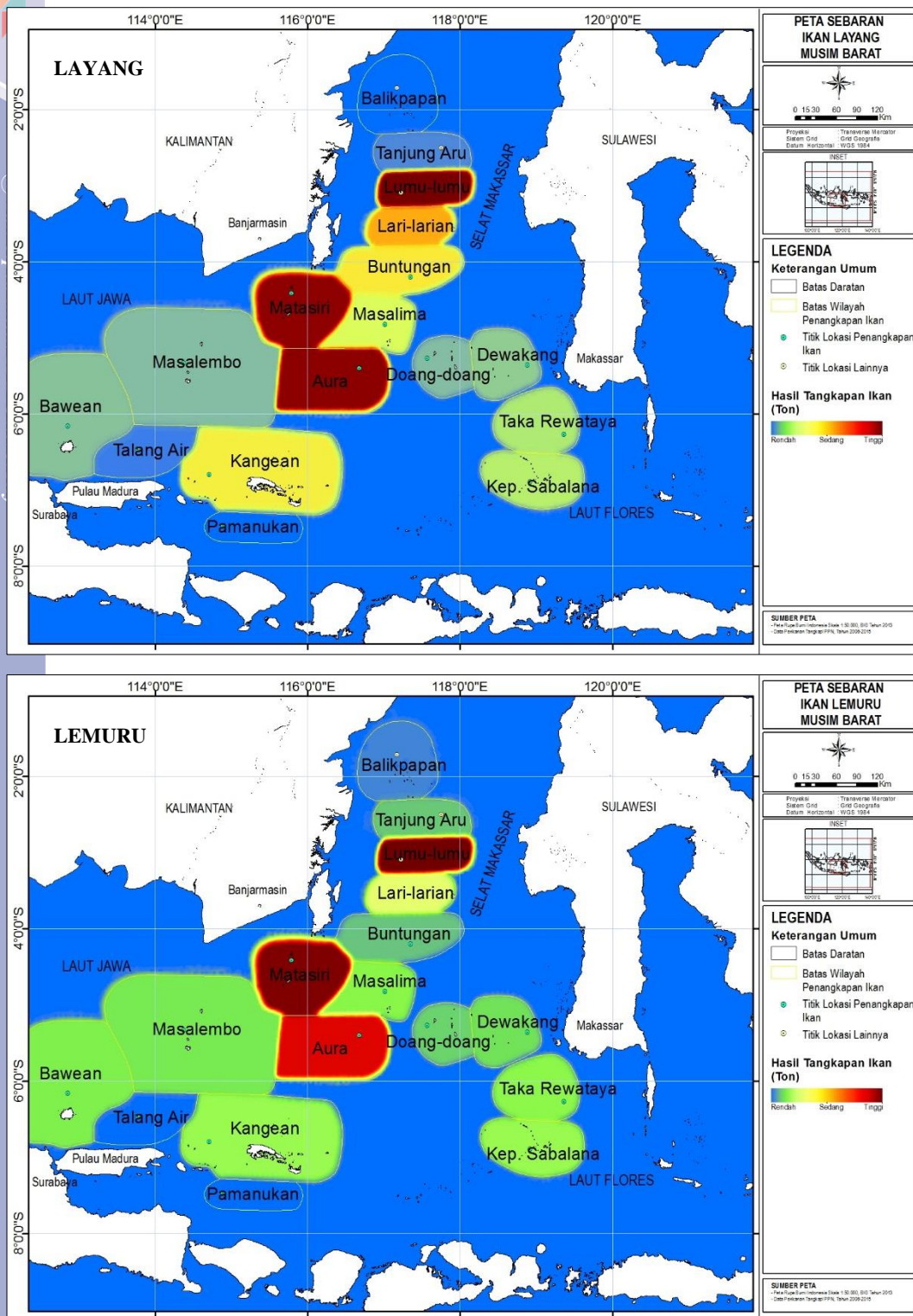
menyebar menuju ke perairan sekitarnya yaitu ke sekitar perairan Masalima, dan ke bagian Laut Jawa serta ke bagian Laut Flores. Pada musim barat ini hasil tangkapan jenis Lemuru lebih tinggi dibanding jenis Banyar dan Bentong, namun lebih rendah dari jenis Layang.

Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, kecuali pada bagian Laut Jawa. Hasil tangkapan jenis Banyar terlihat terkonsentrasi pada bagian selatan Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri dengan dengan tingkat kategori sedang, dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah terutama di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan. Jenis Banyar secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Matasiri dan diduga menyebar menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Pada musim ini hasil tangkapan jenis Banyar lebih rendah dibandingkan jenis Layang dan Lemuru tapi lebih tinggi dari jenis Bentong.

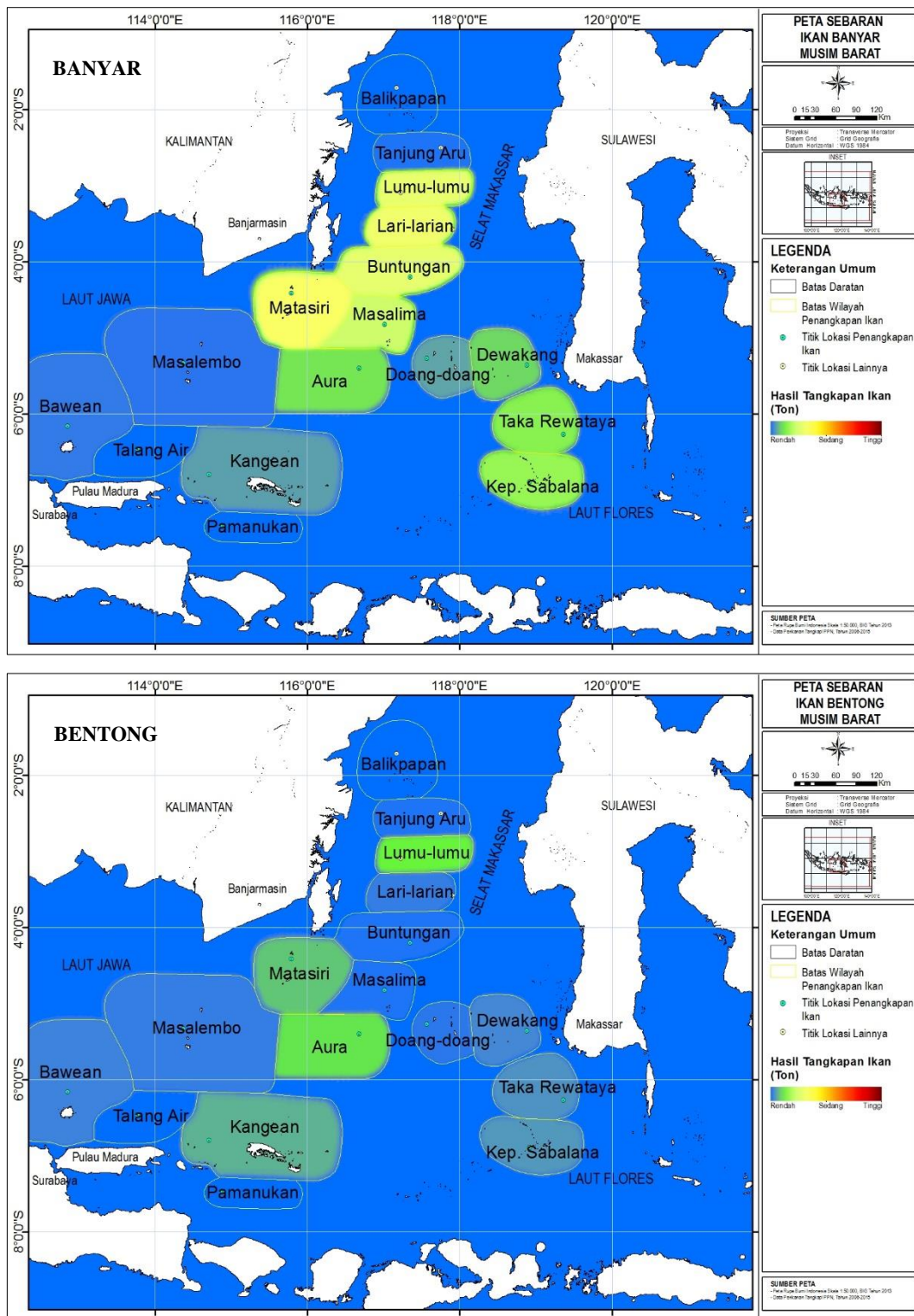
Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada musim ini hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya, dan terindikasi terkonsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu dan Aura. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode musim barat di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 38 berikut ini.



Gambar 38. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim barat di perairan *JMF triangle*



Gambar 38. (lanjutan)



Gambar 38. (lanjutan)

Pada periode musim peralihan I, jumlah kapal penangkapan ikan mengalami peningkatan dibandingkan musim sebelumnya, dimana pada musim peralihan I ini jumlah kapal penangkapan ikan terdeteksi sebanyak 58.586 unit, dan pola sebaran spasial kapal penangkapan terlihat mulai menyebar ke beberapa kawasan lainnya.

Konsentrasi sebaran titik-titik kapal penangkapan pada musim sebelumnya yang terkonsentrasi paling tinggi di Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Bawean, Masalembo dan Kangean, pada musim ini terlihat menyebar pula ke kawasan perairan di sekitarnya yaitu ke sekitar perairan Lari-larian, Buntungan, Masalima dan Matasiri. Sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi sedang terlihat berada di sekitar perairan Lumu-lumu, Tanjung Aru dan Talang Air, sedangkan yang dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat pada perairan Laut Flores serta di perairan lainnya.

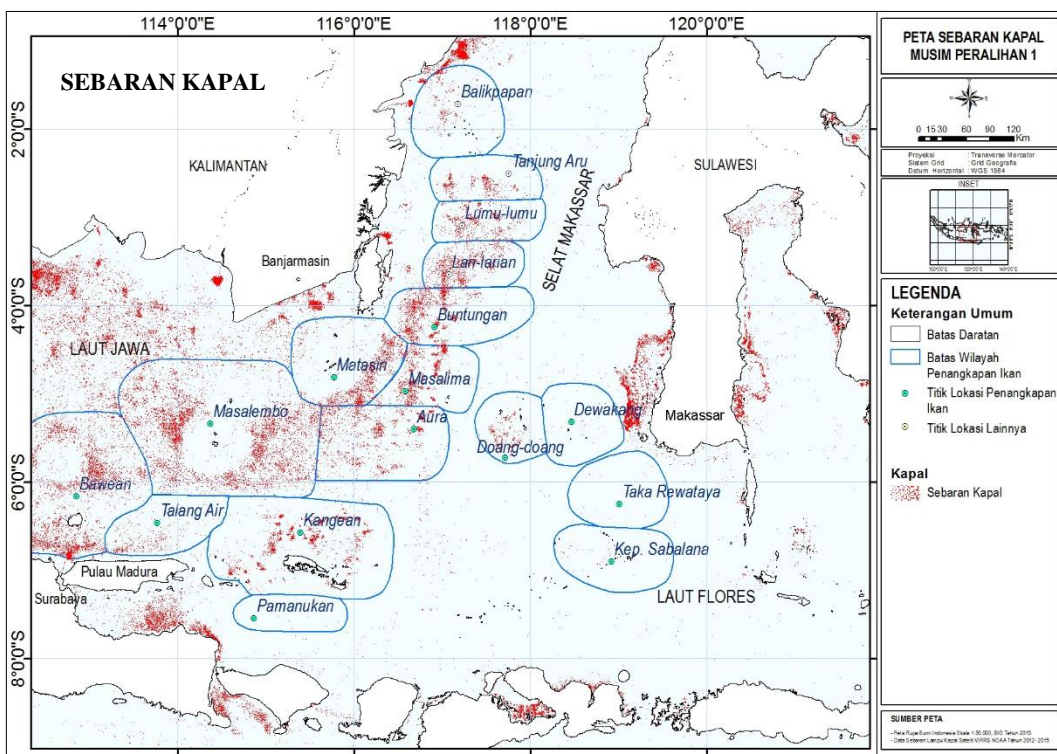
Total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim ini terlihat mengalami penurunan dibandingkan musim sebelumnya. Pola sebaran jenis Layang terindikasi selaras dengan pola sebaran titik kapal penangkapan, dimana sebaran jenis Layang terlihat berada pada kawasan yang memiliki tingkat konsentrasi sebaran kapal yang tinggi, yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Matasiri dan Aura namun dengan tingkat kategori sedang. Pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores terindikasi hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari sekitar perairan Lumu-lumu sebaran jenis Layang terindikasi secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga menyebar menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Lari-larian dan Buntungan, sedangkan yang terkonsentrasi di sekitar Matasiri terindikasi menyebar ke selatan yaitu ke sekitar perairan Aura dan Kangean serta menyebar juga menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode musim peralihan I ini pola penyebaran jenis Layang terindikasi lebih banyak terkonsentrasi di bagian Selat Makassar dan Laut Flores dibandingkan pada bagian Laut Jawa, hal ini terlihat dari hasil tangkapan yang lebih tinggi pada sekitar perairan Buntungan dan Kepulauan Sabalana dibandingkan sekitar perairan Bawean, Masalembo dan Kangean. Pada periode musim peralihan I ini hasil tangkapan jenis Layang lebih rendah dibandingkan Lemuru, namun lebih tinggi dari Banyar dan Bentong, dimana hasil tangkapan jenis Layang hanya sebesar 10.297,69 ton, jenis Lemuru sebesar 10.475,15 ton, jenis Banyar 5.698,22 ton dan jenis Bentong sebesar 1.632,36 ton.

Pola sebaran jenis Lemuru pada musim peralihan I ini juga terindikasi selaras dengan pola sebaran titik kapal penangkapan, dimana hasil tangkapan jenis Lemuru terkonsentrasi pada pusat konsentrasi titik sebaran kapal yang tinggi yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura, namun dengan tingkat kategori sedang. Pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembo terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah, dan pada bagian Laut Flores juga terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pola penyebaran jenis Lemuru terindikasi secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga bergerak dari sekitar perairan Matasiri dan Aura menuju bagian Laut Jawa yaitu ke sekitar perairan Masalembo dan menuju timur yaitu ke perairan Masalima serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana, sedangkan yang terkonsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu bergerak menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Lari-larian. Pada musim ini hasil tangkapan jenis Lemuru lebih tinggi dibandingkan jenis Layang, Banyar dan jenis Bentong.

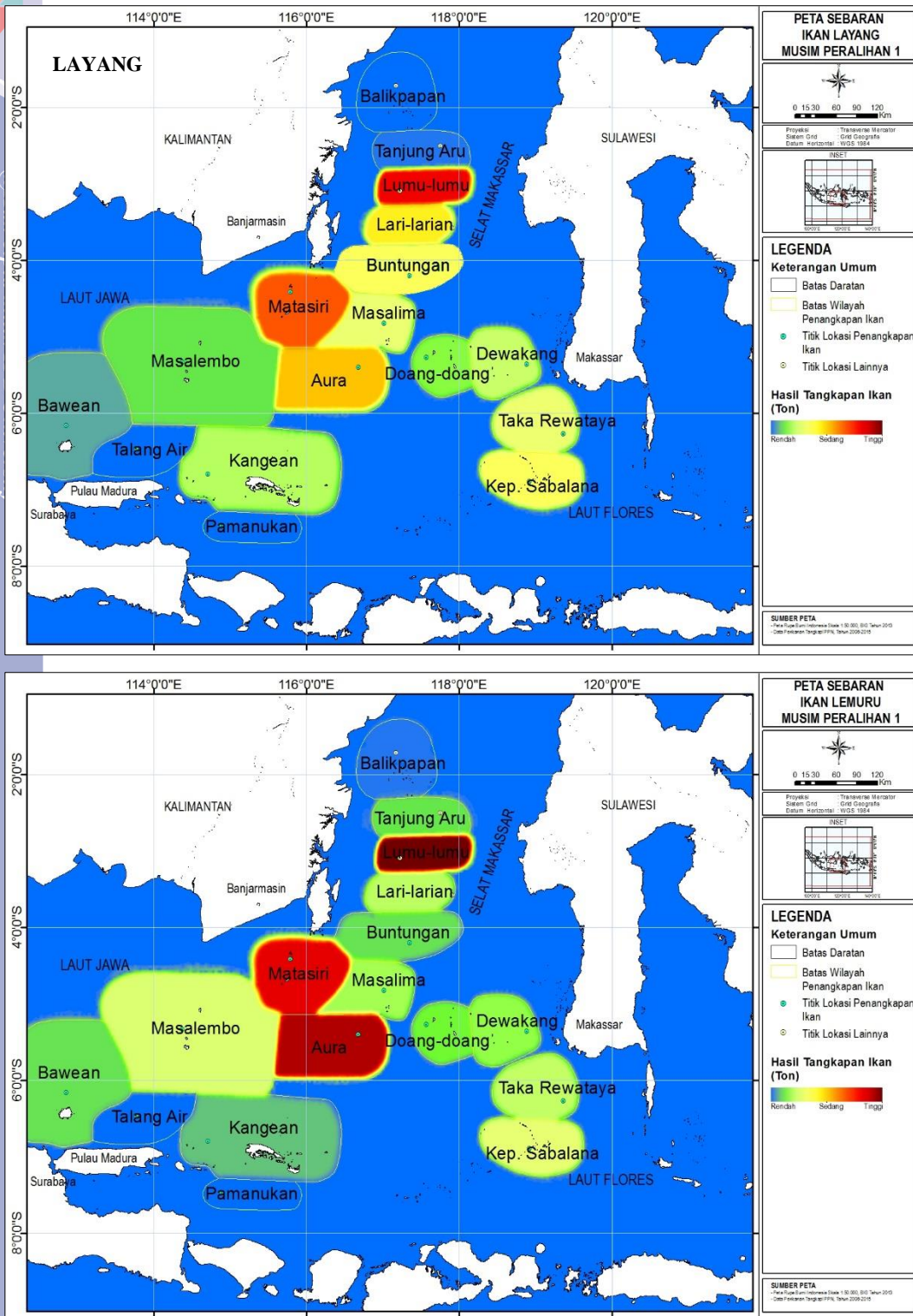
Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola sebaran titik kapal penangkapan, kecuali pada bagian Laut Flores. Sebaran jenis Banyar terlihat terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dan Laut Flores namun dengan tingkat kategori rendah yaitu di sekitar perairan Matasiri, Masalima, Lari-larian, Lumu-lumu dan Buntungan, serta di bagian Laut Flores yaitu di sekitar perairan Kepulauan

Sabalana dan Takarewataya. Pola sebaran jenis Banyar terindikasi secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga menyebar dari sekitar perairan Matasiri dan Masalima menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Aura, sedangkan yang terkonsentrasi di sekitar perairan Lari-larian menuju ke perairan sekitarnya yaitu ke perairan Lumu-lumu dan Buntungan. Pada bagian Laut Flores, jenis Banyar yang terkonsentrasi di sekitar perairan Kepulauan Sabalana diduga menyebar ke utara yaitu ke sekitar perairan Takarewataya dan Dewakang. Pada musim peralihan I ini terlihat hasil tangkapan jenis Banyar lebih rendah dibandingkan jenis Layang dan Lemuru namun lebih tinggi dari jenis Bentong.

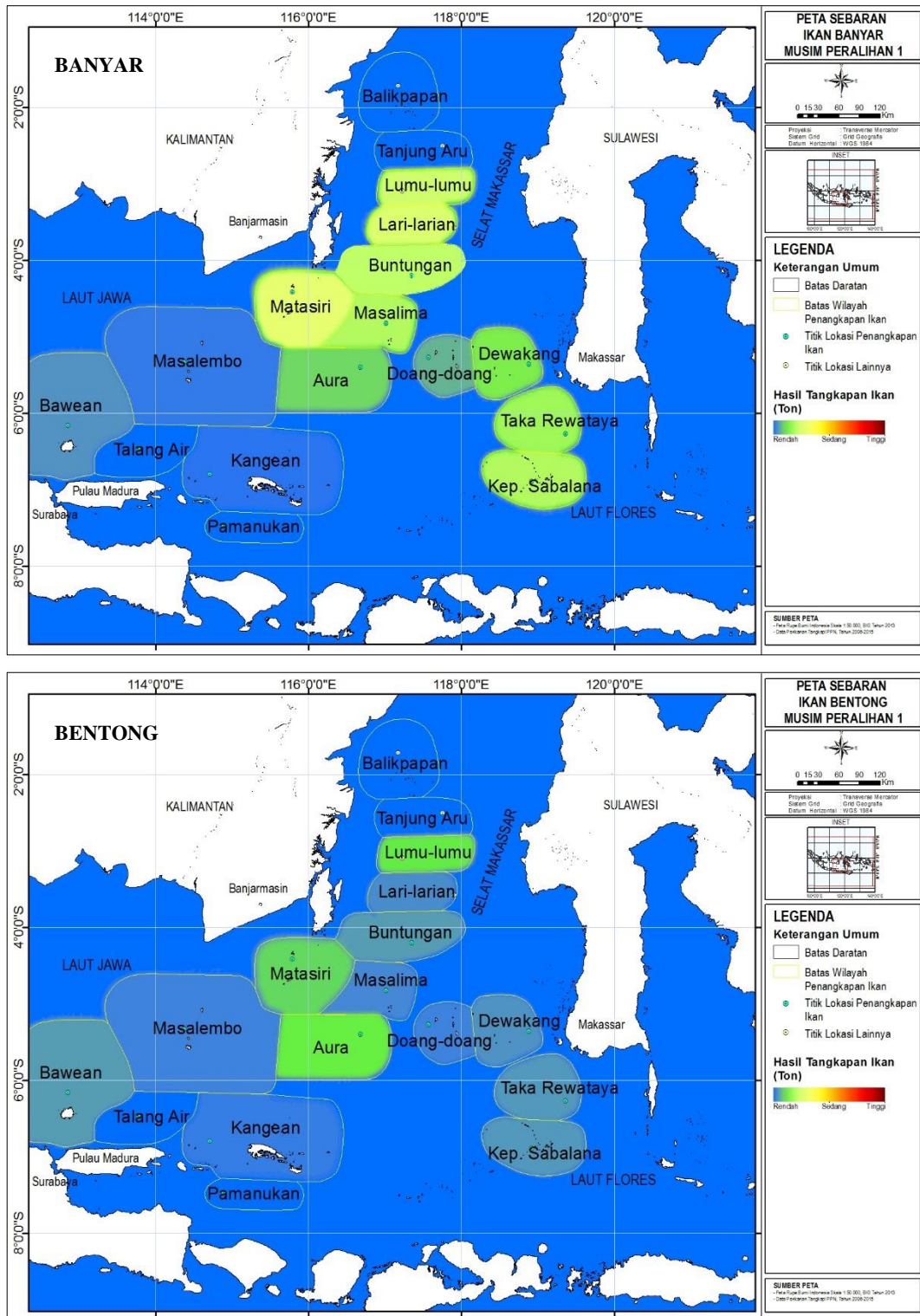
Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar terutama di sekitar perairan Lumu-lumu dan Aura, serta bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Pada musim ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah bila dibandingkan dengan jenis Layang, Lemuru dan jenis Banyar. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode musim peralihan I di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 39 berikut ini.



Gambar 39. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim peralihan I di perairan *JMF triangle*



Gambar 39. (lanjutan)



Gambar 39. (lanjutan)

Pada periode musim timur, jumlah kapal penangkapan ikan mengalami penurunan jumlah bila dibandingkan musim sebelumnya, dimana pada musim ini jumlah kapal penangkapan ikan yang terdeteksi hanya sebanyak 46.747 unit, dan tingkat konsentrasi sebarannya juga terlihat lebih rendah bila dibandingkan musim

sebelumnya. Pola spasial sebaran titik kapal penangkapan menyebar dengan tingkat konsentrasi paling tinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Buntungan, Matasiri, Masalima, dan pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembo, Bawean dan Kangean. Sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi sedang berada di sekitar perairan Balikpapan, Lari-larian dan Aura. Sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat pada perairan Laut Flores dan perairan lainnya.

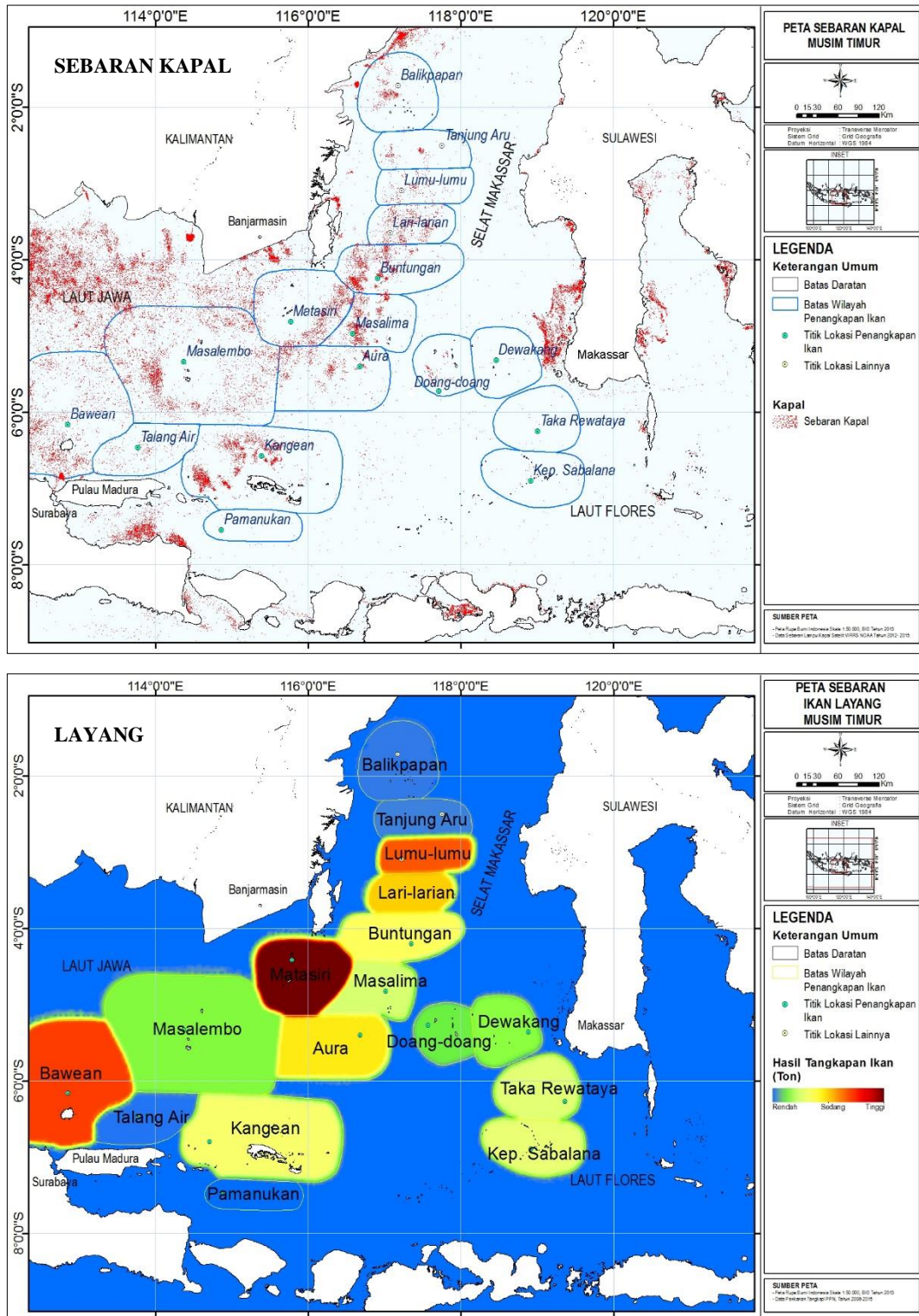
Total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim ini terlihat kembali mengalami penurunan dibandingkan musim sebelumnya. Pola sebaran ikan pelagis kecil pada musim timur ini terindikasi masih tetap konsisten selaras dengan sebaran titik konsentrasi kapal penangkapan dimana jenis Layang pada musim ini juga terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri dengan tingkat kategori tinggi, dan dengan tingkat kategori sedang di sekitar perairan Aura, Lumu-lumu dan Lari-larian, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Bawean. Dari sekitar perairan Matasiri, jenis Layang terindikasi secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga menyebar ke utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta ke selatan yaitu ke sekitar perairan Aura dan ke bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Jenis Layang yang terkonsentrasi di sekitar perairan Bawean diduga menyebar ke perairan Masalembo dan Kangean. Pada periode musim timur ini hasil tangkapan jenis Layang lebih tinggi dibanding jenis Lemuru, Banyar dan jenis Bentong, dimana hasil tangkapan jenis Layang mencapai 14.133,03 ton, Lemuru sebesar 4.769,99 ton, Banyar 6.703,19 ton dan jenis Bentong 1.969,11 ton.

Sebaran jenis Lemuru juga terindikasi selaras dengan pola sebaran titik kapal penangkapan ikan, dimana terlihat sebaran jenis Lemuru terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri dengan tingkat kategori sedang, namun pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores hanya menunjukkan sebaran dengan tingkat kategori rendah. Pada sekitar perairan Matasiri terlihat jenis Lemuru secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga menyebar menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu serta menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Aura dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode musim timur ini terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru lebih rendah bila dibandingkan dengan jenis Layang dan Banyar, tapi lebih tinggi dari jenis Bentong.

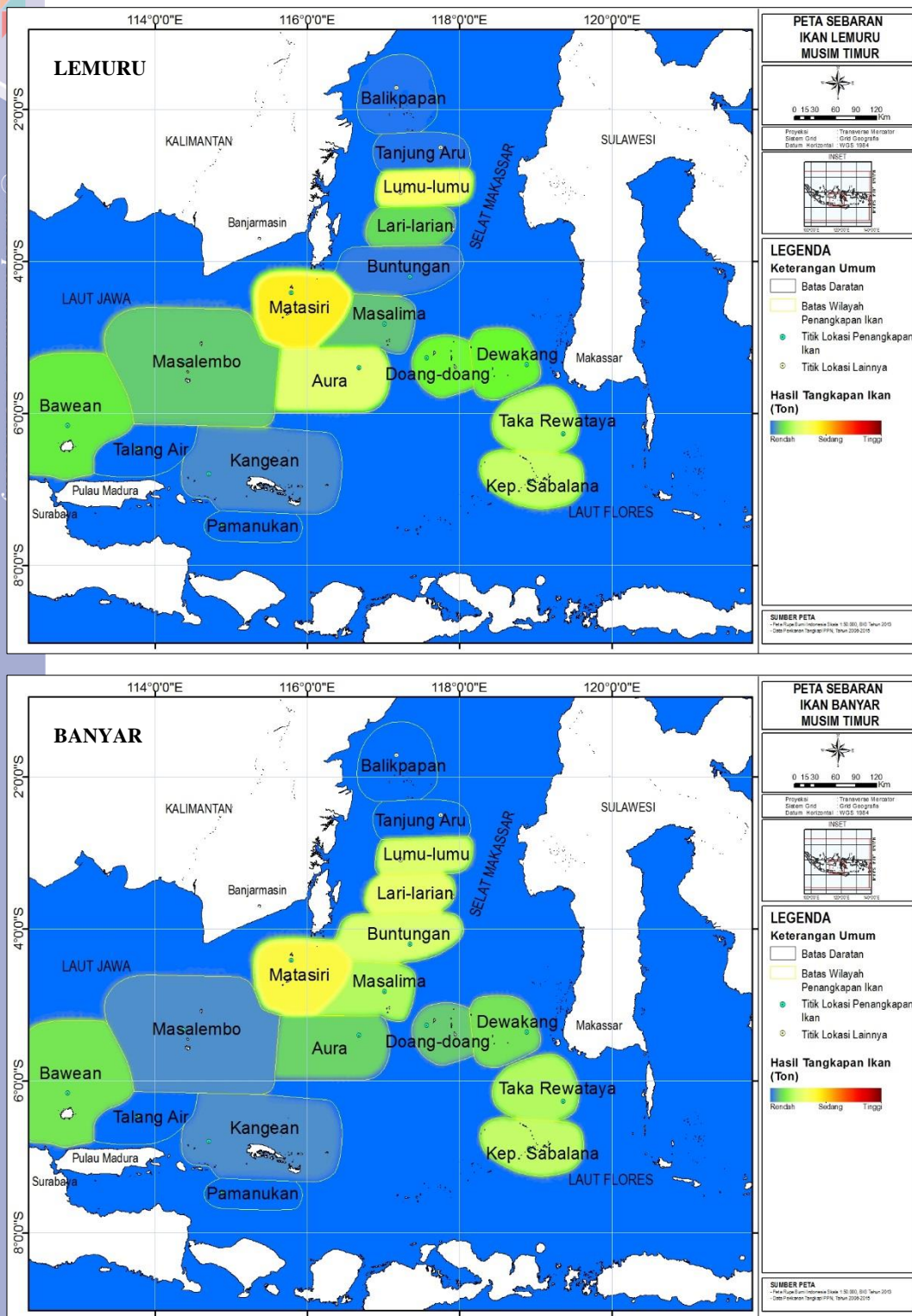
Sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola sebaran kapal penangkapan ikan, kecuali pada bagian Laut Flores. Terlihat sebaran jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Matasiri terlihat secara bertahap (*gradual*) sebaran jenis Banyar mengalami penurunan dan diduga menuju utara yaitu ke sekitar perairan Buntungan, Lari-larian dan Lumu-lumu serta ke bagian Laut Jawa yaitu ke sekitar perairan Bawean. Pada bagian Laut Flores terlihat jenis Banyar terkonsentrasi di sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode musim timur ini total hasil tangkapan jenis Banyar lebih tinggi dibanding jenis Lemuru dan Bentong, tapi lebih rendah dari jenis Layang.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar terutama di sekitar perairan Matasiri, serta bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Pada musim ini hasil tangkapan jenis Bentong

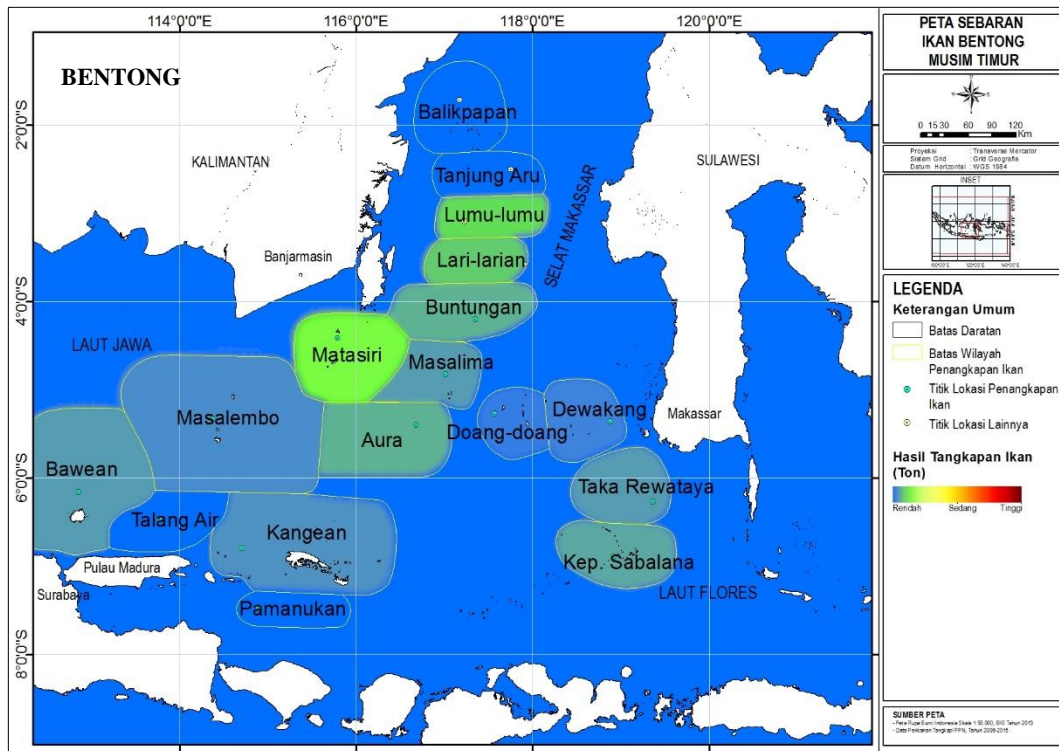
paling rendah bila dibandingkan dengan jenis Layang, Lemuru dan jenis Banyar. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode musim timur di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 40 berikut ini.



Gambar 40. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim timur di perairan *JMF triangle*



Gambar 40. (lanjutan)



Gambar 40. (lanjutan)

Pada periode musim peralihan II terlihat peningkatan jumlah kapal penangkapan ikan dibandingkan dengan musim sebelumnya, dimana jumlah kapal penangkapan ikan yang terdeteksi sebanyak 57.513 unit, dan tingkat konsentrasi titik sebarannya terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan musim sebelumnya. Pola sebaran spasial titik kapal penangkapan ikan menyebar dengan tingkat konsentrasi paling tinggi berada di bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Masalima dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Kangean, Bawean dan Masalembo. Sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi sedang berada di sekitar perairan Balikpapan, Tanjung Aru, Lumu-lumu, Buntungan dan perairan Matasiri (bagian Selat Makassar), sedangkan sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi rendah terdapat pada bagian Laut Flores serta di perairan lainnya.

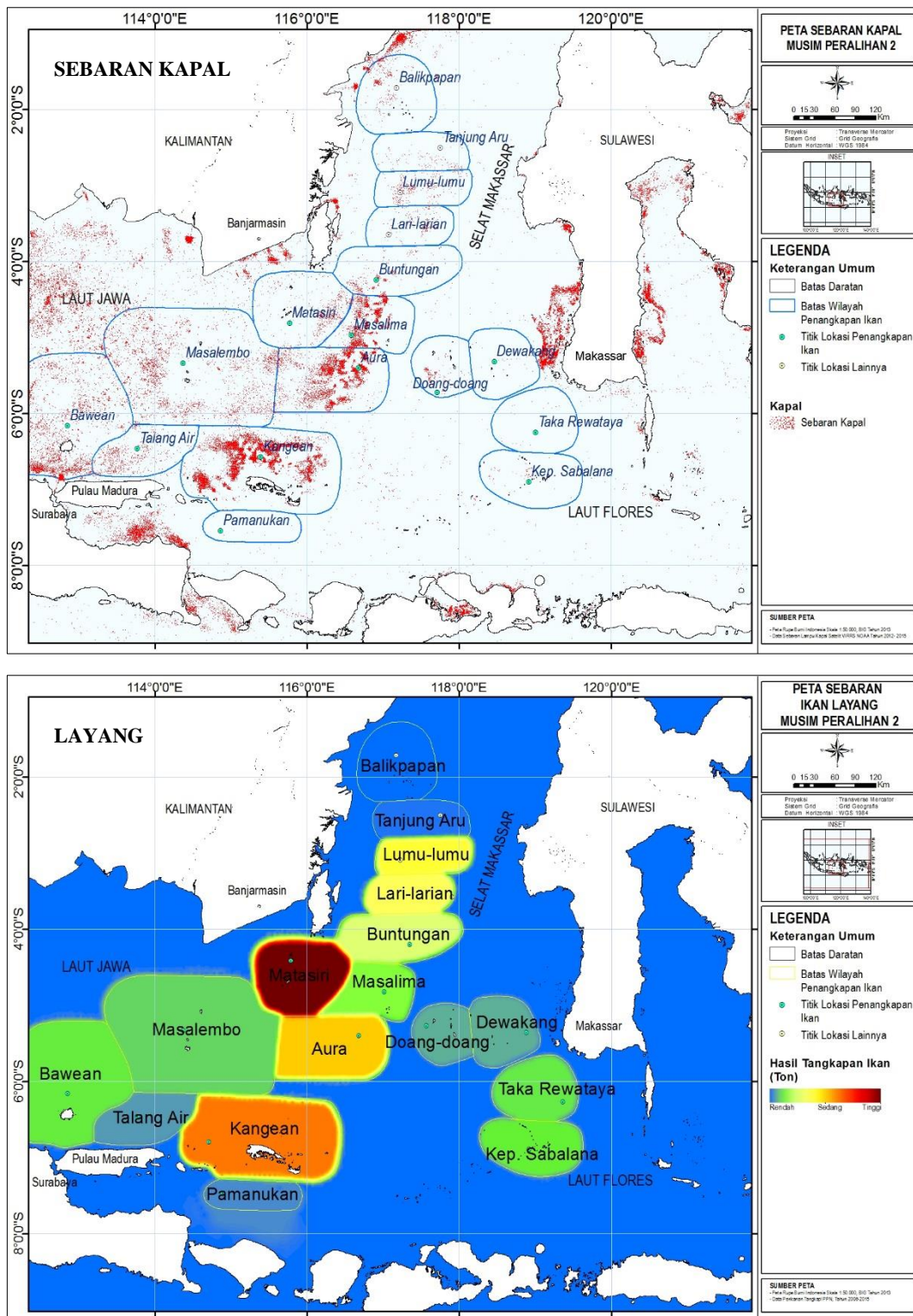
Total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim ini terlihat mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan musim sebelumnya. Pola sebaran jenis Layang terindikasi selaras dengan pola sebaran kapal penangkapan ikan, hal ini terlihat dari hasil tangkapan jenis Layang dengan tingkat kategori tinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Aura, Lumu-lumu dan Lari-larian, sedangkan di sekitar perairan Masalima dan Buntungan hanya dengan tingkat kategori sedang. Pada bagian Laut Jawa, hasil tangkapan jenis Layang dengan tingkat kategori tinggi hanya di sekitar perairan Kangean, sedangkan pada bagian Laut Flores terlihat hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Aura, jenis Layang secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga menyebar ke utara yaitu ke sekitar perairan Buntungan, Lari-larian dan Lumu-lumu. Pada bagian Laut Jawa jenis Layang yang terkonsentrasi di sekitar perairan Kangean secara bertahap

(*gradual*) mengalami penurunan dan diduga bergerak menyebar ke sekitar perairan Masalembo dan Bawean, sedangkan pada bagian Laut Flores, jenis Layang hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada periode musim peralihan II ini hasil tangkapan jenis Layang sangat tinggi dibandingkan dengan jenis Lemuru, Banyar dan Bentong, dimana terlihat hasil tangkapan jenis Layang mencapai 33.815,30 ton, Lemuru hanya sebesar 5.050,50 ton, Banyar 6.677,29 ton dan jenis Bentong sebesar 1.526,71 ton.

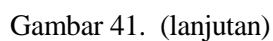
Pola sebaran jenis Lemuru juga memperlihatkan keselarasan dengan pola sebaran kapal penangkapan ikan, hal ini dapat dilihat dari konsentrasi jenis Lemuru berada di sekitar perairan Matasiri yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan, namun hasil tangkapan hanya dengan tingkat kategori sedang. Pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hasil tangkapan jenis Lemuru terindikasi hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri yang merupakan pusat konsentrasi, jenis Lemuru diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan menyebar ke selatan yaitu ke sekitar perairan Aura dan Kangean, serta menyebar menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu dan Lari-larian. Pada periode musim peralihan II ini hasil tangkapan jenis Lemuru lebih rendah dari jenis Layang dan Banyar, namun lebih tinggi dari jenis Bentong.

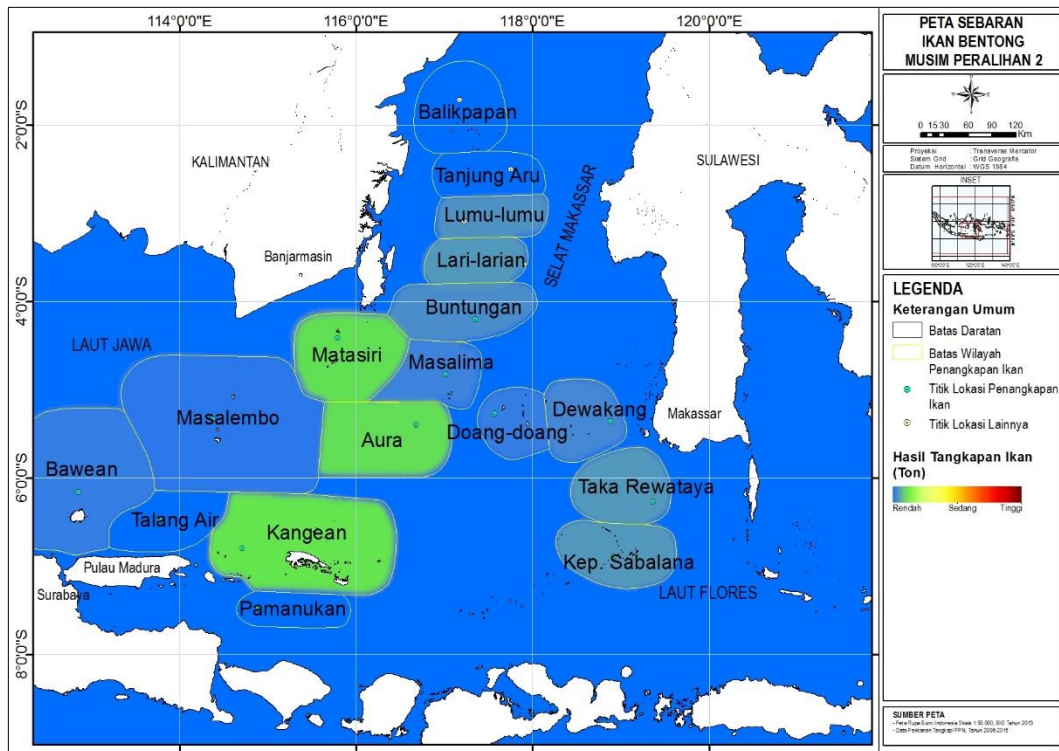
Pola sebaran jenis Banyar juga memperlihatkan keselarasan dengan pola sebaran kapal penangkapan ikan, hal ini dapat dilihat dari konsentrasi jenis Banyar yang berada di sekitar perairan Matasiri, walaupun hasil tangkapan hanya dengan tingkat kategori sedang. Pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hasil tangkapan jenis Lemuru terindikasi hanya dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar, sebaran jenis Banyar terlihat hampir mirip dengan pola sebaran jenis Lemuru, dimana pola penyebaran jenis Banyar terlihat secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga menyebar ke selatan yaitu ke sekitar perairan Aura dan Kangean, serta menyebar ke utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu dan Lari-larian. Pada periode musim peralihan II ini hasil tangkapan jenis Banyar jauh lebih rendah dibandingkan dengan jenis Layang, namun lebih tinggi dari jenis Lemuru dan Bentong.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar terutama di sekitar perairan Matasiri dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Pada musim ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah bila dibandingkan dengan jenis Layang, Lemuru dan jenis Banyar. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode musim peralihan II di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 41 berikut ini.



Gambar 41. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim peralihan II di perairan *JMF triangle*





Gambar 41. (lanjutan)

Kategori intensitas sebaran kapal penangkapan ikan periode bulanan juga dibagi menjadi tiga kategori, yaitu tinggi (> 1.000 unit), sedang ($500 - 1.000$ unit) dan rendah (< 500 unit). Pembagian kategori tersebut dalam kajian ini ditentukan oleh tingkat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan yang dapat ditunjukkan dengan titik-titik berwarna merah di peta sebaran kapal penangkapan ikan. Kategori hasil tangkapan ikan untuk periode bulanan juga dibagi menjadi tiga kategori, yaitu tinggi (> 1.500 ton), sedang ($500 - 1.500$ ton) dan rendah (< 500 ton) yang ditunjukkan dalam bentuk degradasi warna yang terdapat pada legenda peta. Kategori bulanan dibuat lebih kecil dari pada kategori musiman karena jumlah kapal dan total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulanan lebih kecil dari pada periode musiman yang merupakan gabungan dari tiga bulanan.

Pada periode bulan Desember, jumlah kapal penangkapan ikan terdeteksi sebanyak 16.571 unit, pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Tanjung Aru, Lumu-lumu, Masalima dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembu, Bawean dan Kangean. Sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat di sekitar perairan Balikpapan (bagian utara Selat Makassar) dan sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat di bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

Pada periode bulan Desember total hasil tangkapan ikan pelagis kecil sebesar 15.850,48 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode bulan ini terindikasi selaras dengan pola yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik-titik kapal penangkapan, kecuali di Laut Jawa. Pada titik-titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan yang tinggi terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan tingkat kategori tinggi pula, yaitu pada bagian Selat Makassar di sekitar perairan Matasiri dan Aura, sedangkan

di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan dengan tingkat kategori sedang. Pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Kangean jenis Layang juga terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang, dan pada bagian Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian selatan Selat Makassar, pola sebaran jenis Layang secara bertahap (*gradual*) terlihat mengalami penurunan dari pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Aura dan diduga menyebar menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Kangean, dan menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan. Pada periode bulan ini jenis Layang terlihat terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibanding bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Layang terlihat mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 9.007,09 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 4.256,58 ton, Banyar sebesar 2.079,28 ton dan jenis Bentong sebesar 507,53 ton.

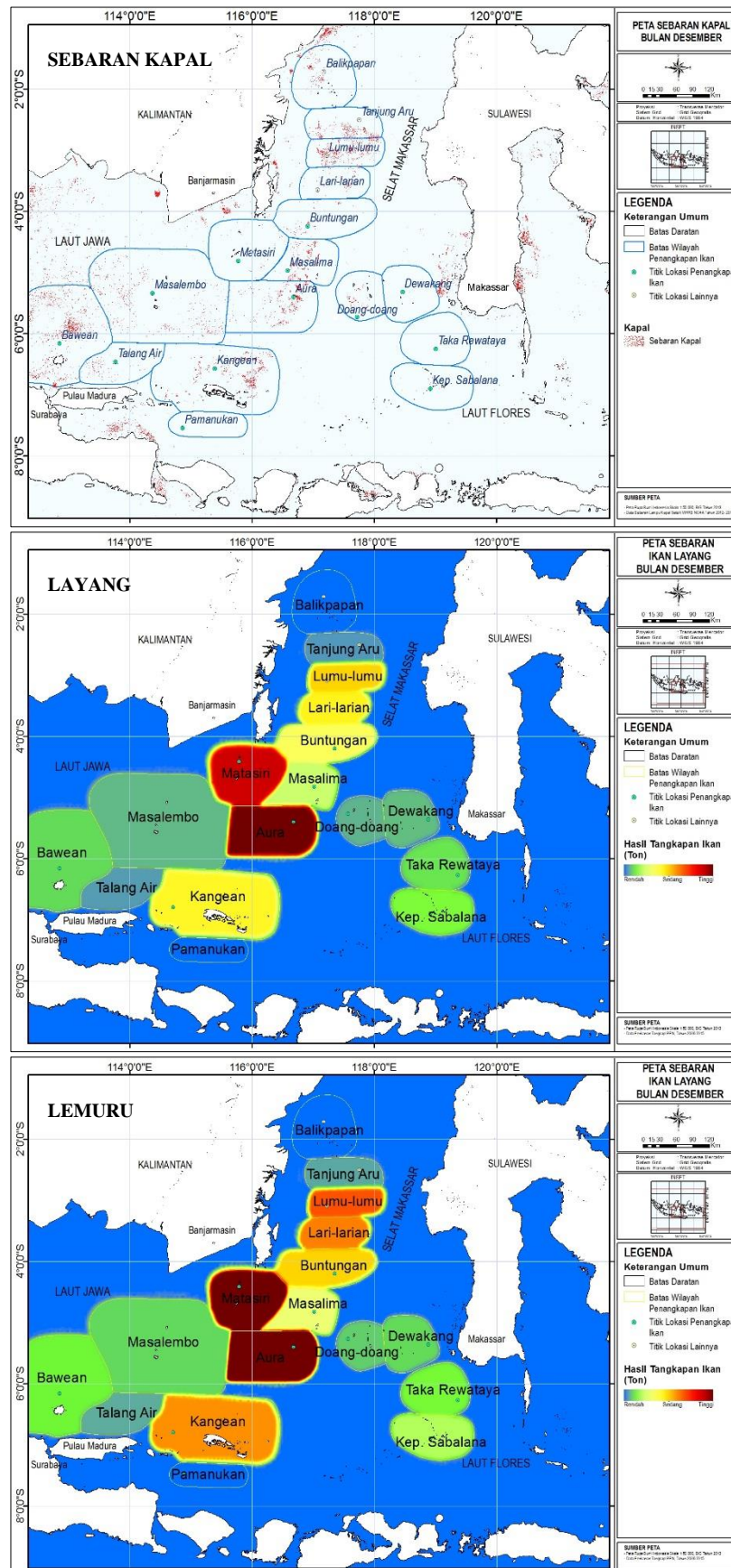
Pola sebaran jenis Lemuru juga terindikasi selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan dan hampir sama dengan pola sebaran jenis Layang, terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Aura dan Lumu-lumu, namun dengan tingkat kategori sedang, dan pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari titik pusat konsentrasi di sekitar perairan Matasiri dan Aura, jenis Lemuru diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan bergerak menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Kangean serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya, sedangkan yang terkonsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu diduga menuju ke sekitar perairan Lari-larian. Pada periode bulan ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, dimana terlihat sebaran jenis Banyar terkonsentrasi pada bagian selatan Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, namun dengan tingkat kategori rendah. Sebaran jenis Banyar secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga bergerak menuju utara yaitu ke sekitar perairan Buntungan, Lari-larian dan Lumu-lumu. Pada bagian Laut Jawa jenis Banyar juga terlihat hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah, sedangkan pada bagian Laut Flores yaitu di sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya terlihat hasil tangkapan jenis Banyar yang lebih tinggi dibandingkan hasil tangkapan di bagian Laut Jawa, hal ini bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal penangkapan ikan yang terdeteksi pada perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Mengapa hal ini dapat terjadi, diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tersebut tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari. Jenis Banyar yang terkonsentrasi di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan menuju utara yaitu ke sekitar perairan Dewakang.

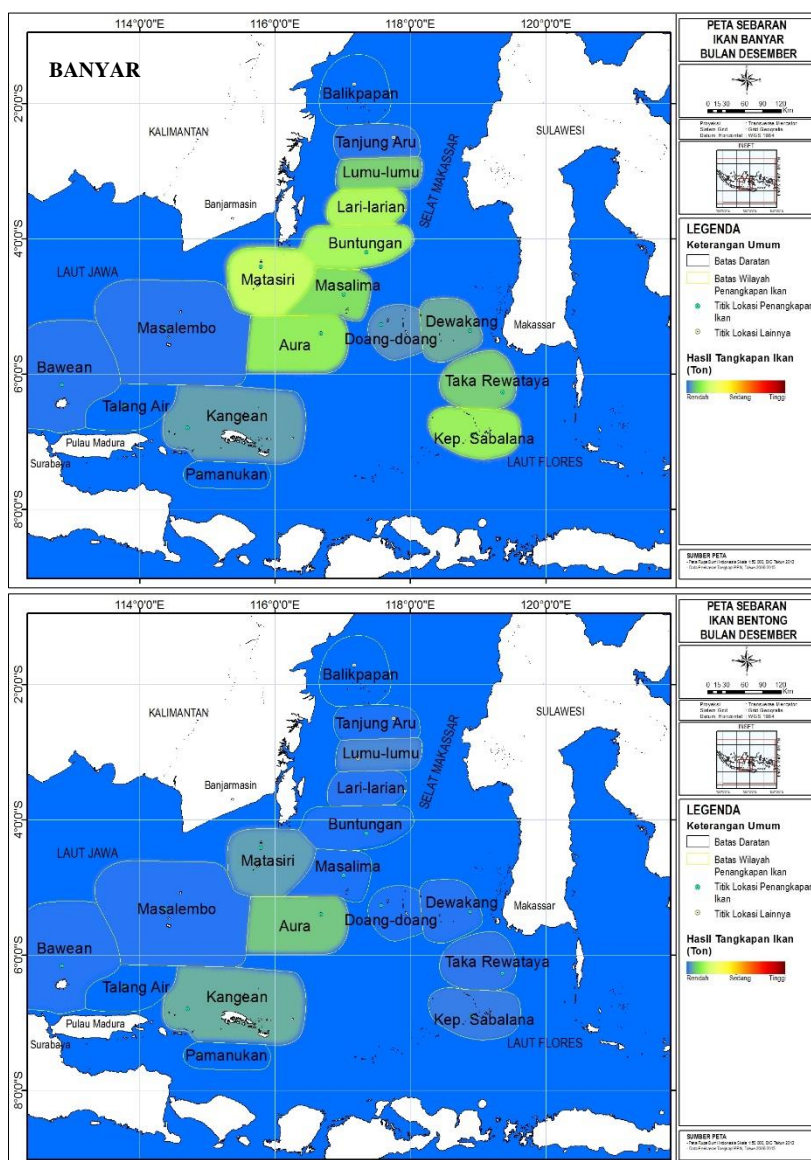
Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan Desember di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 42 berikut ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 42. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan Desember di perairan *JMF triangle*



Gambar 42. (lanjutan)

Pada periode bulan Januari, terjadi penurunan yang signifikan jumlah kapal penangkapan ikan dibandingkan bulan Desember, dimana pada bulan Januari ini jumlah kapal penangkapan yang terdeteksi hanya sebanyak 7.324 unit. Pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Tanjung Aru dan Lumu-lumu, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Bawean. Sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat di sekitar perairan Balikpapan dan Masalembu, sedangkan konsentrasi sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

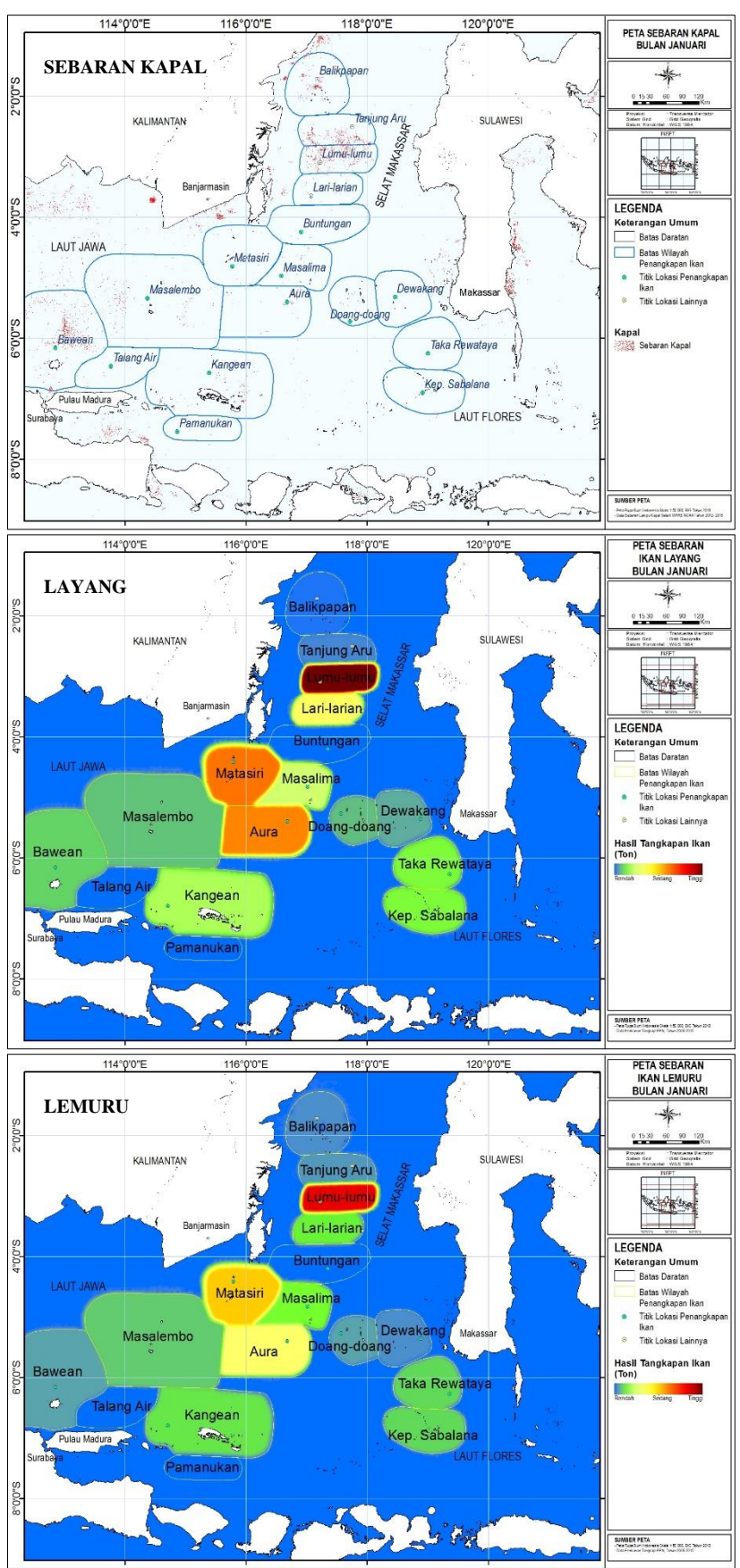
Pada periode bulan Januari terjadi penurunan hasil tangkapan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan pada bulan Januari hanya mencapai 12.729,99 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode ini terindikasi selaras dengan pola yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, kecuali di Laut Jawa. Pada pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan yang tinggi terlihat hasil tangkapan dengan tingkat kategori tinggi pula yaitu terkonsentrasi pada bagian

Selat Makassar di sekitar perairan Lumu-lumu, sedangkan di sekitar perairan Matasiri, Lari-larian dan Aura hanya dengan tingkat kategori sedang. Pada sekitar perairan Bawean tidak menunjukkan hal yang selaras dengan konsentrasi kapal penangkapan ikan, dimana hasil tangkapan jenis Layang terlihat dengan tingkat kategori rendah, padahal kapal penangkapan ikan terdeteksi dengan tingkat konsentrasi yang tinggi, dan pada bagian Laut Flores hasil tangkapan jenis Layang hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Lari-larian, Matasiri dan Aura. Pada periode bulan ini pola sebaran jenis Layang terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibanding pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Layang mendominasi yaitu mencapai 6.034,18 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.868,53 ton, Banyar sebesar 2.259,89 ton dan jenis Bentong sebesar 567,39 ton.

Pola sebaran jenis Lemuru juga terindikasi selaras dengan pola yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan dan hampir sama dengan pola sebaran jenis Layang, namun dengan tingkat kategori sedang, dimana terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura. Pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hasil tangkapan jenis Layang hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari titik pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu terlihat secara bertahap (*gradual*) sebaran jenis Lemuru mengalami penurunan dan diduga menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Lari-larian, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Matasiri dan Aura diduga menuju bagian Laut Jawa yaitu ke sekitar perairan Kangean dan Masalembo, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan Januari ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian perairan Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, kecuali pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Sebaran jenis Banyar terlihat terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Matasiri dan Masalima, namun dengan tingkat kategori rendah. Jenis Banyar yang terkonsentrasi pada sekitar perairan Lumu-lumu diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Lari-larian, Buntungan, Matasiri dan juga Masalima. Pada periode bulan ini jenis Banyar juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibanding bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Banyar lebih rendah dibandingkan Layang dan Lemuru, namun lebih tinggi dari jenis Bentong.

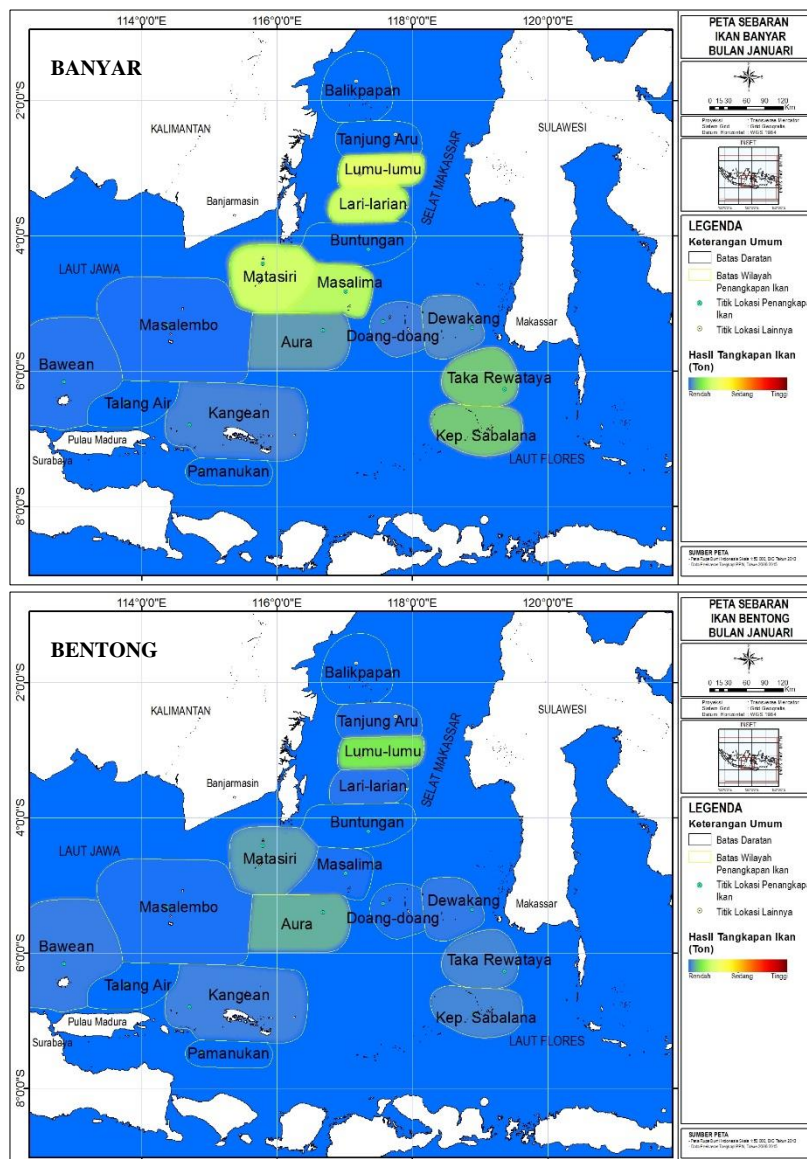
Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibanding bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah bila dibandingkan dengan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan Januari di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 43 berikut ini.



Gambar 43. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan Januari di perairan JMF triangle

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 43. (lanjutan)

Pada periode bulan Februari, terjadi peningkatan yang signifikan jumlah kapal penangkapan ikan dibanding bulan sebelumnya, dimana pada bulan Februari ini terdeteksi 25.730 unit. Pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu dan Doang-doang, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembo, Bawean dan Kangean. Sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi sedang terlihat di sekitar perairan Tanjung Aru, Lari-larian, Masalima dan Aura, sedangkan sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

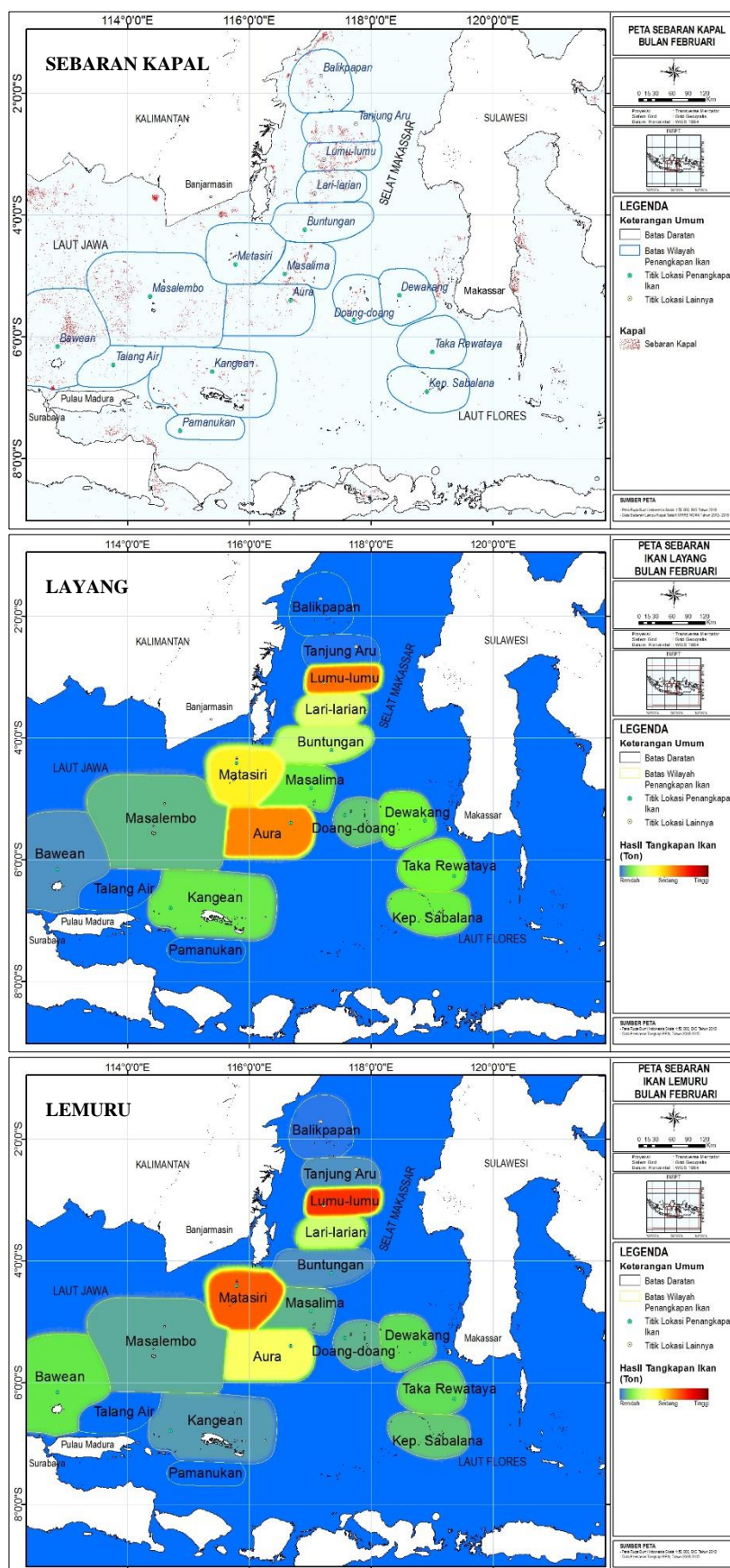
Pada periode bulan Februari terjadi penurunan hasil tangkapan dibanding bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil hanya mencapai 10.530,51 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode bulan Februari terindikasi kurang selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran kapal penangkapan, terutama di sekitar perairan Doang-doang dan di bagian Laut Jawa.

Pada titik-titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan yang tinggi di bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembo, Bawean dan Kangean terlihat hasil tangkapan dengan tingkat kategori rendah, begitu pula halnya di sekitar perairan Doang-doang. Jenis Layang terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura dengan tingkat kategori sedang. Pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hasil tangkapan jenis Layang hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar pola sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Aura menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Kangean, sedangkan yang terkonsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu juga menyebar menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Lari-larian dan Buntungan. Pada periode ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian perairan Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan yang mendominasi adalah jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 4.192,02 ton, disusul jenis Layang sebesar 4.000,87 ton, Banyar sebesar 1.921,50 ton dan jenis Bentong sebesar 416,12 ton.

Pola sebaran jenis Lemuru terindikasi hampir sama dengan pola sebaran jenis Layang, dimana terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan tingkat kategori sedang terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura. Pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hasil tangkapan jenis Lemuru hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar, pola sebaran jenis Lemuru diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Aura menuju barat yaitu ke sekitar perairan Bawean, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu menyebar menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Lari-larian. Pada periode ini jenis Lemuru terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian perairan Selat Makassar dibanding bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Banyar terindikasi hampir sama dengan pola konsentrasi sebaran jenis Lemuru dan Layang. Sebaran jenis Banyar terlihat terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Matasiri, dan diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Masalima dan Aura. Pada periode ini jenis Banyar terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibanding pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores..

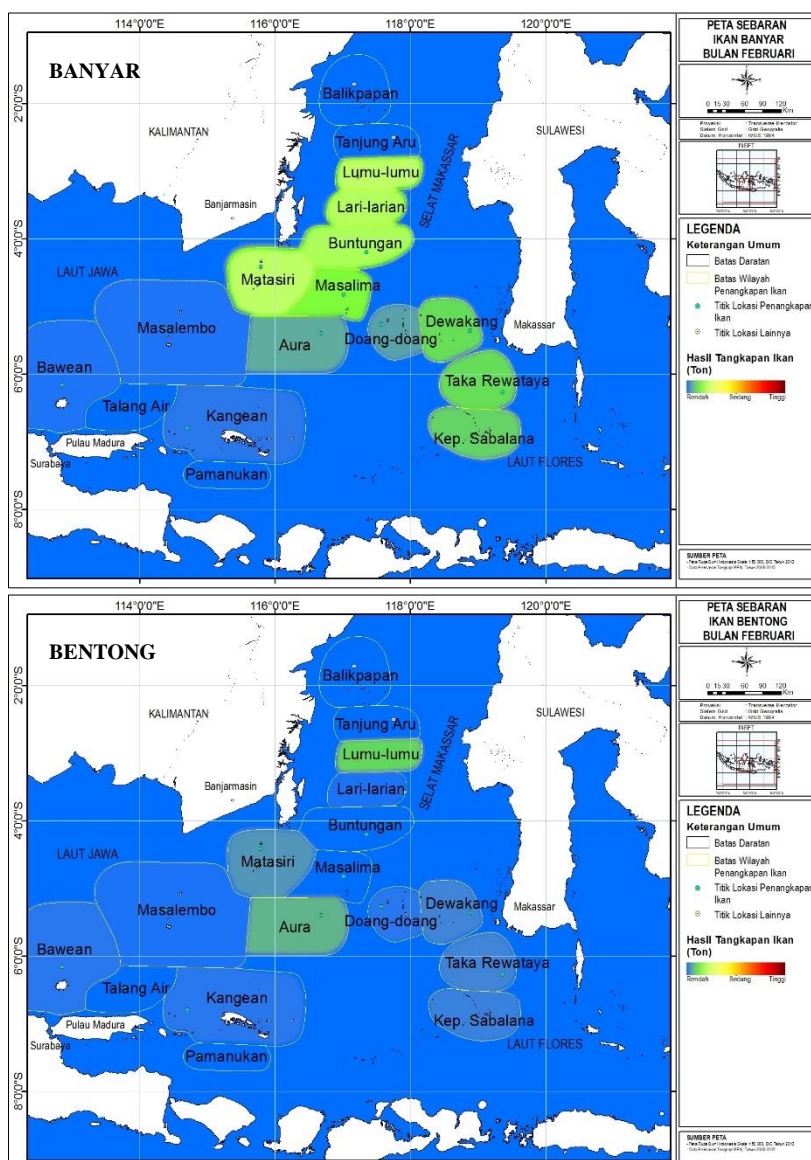
Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar (di sekitar perairan Lumu-lumu) dibanding bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah bila dibandingkan dengan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan Februari di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 44 berikut ini.



Gambar 44. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan Februari di perairan *JMF triangle*

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Gambar 44. (lanjutan)

Pada periode bulan Maret, jumlah kapal penangkapan ikan terdeteksi lebih rendah dibanding bulan sebelumnya, yaitu hanya mencapai 20.580 unit, pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian selatan Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Masalima dan Aura serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembu, Bawean dan Kangean. Sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi sedang terlihat di sekitar perairan Tanjung Aru, Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Matasiri, sedangkan sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

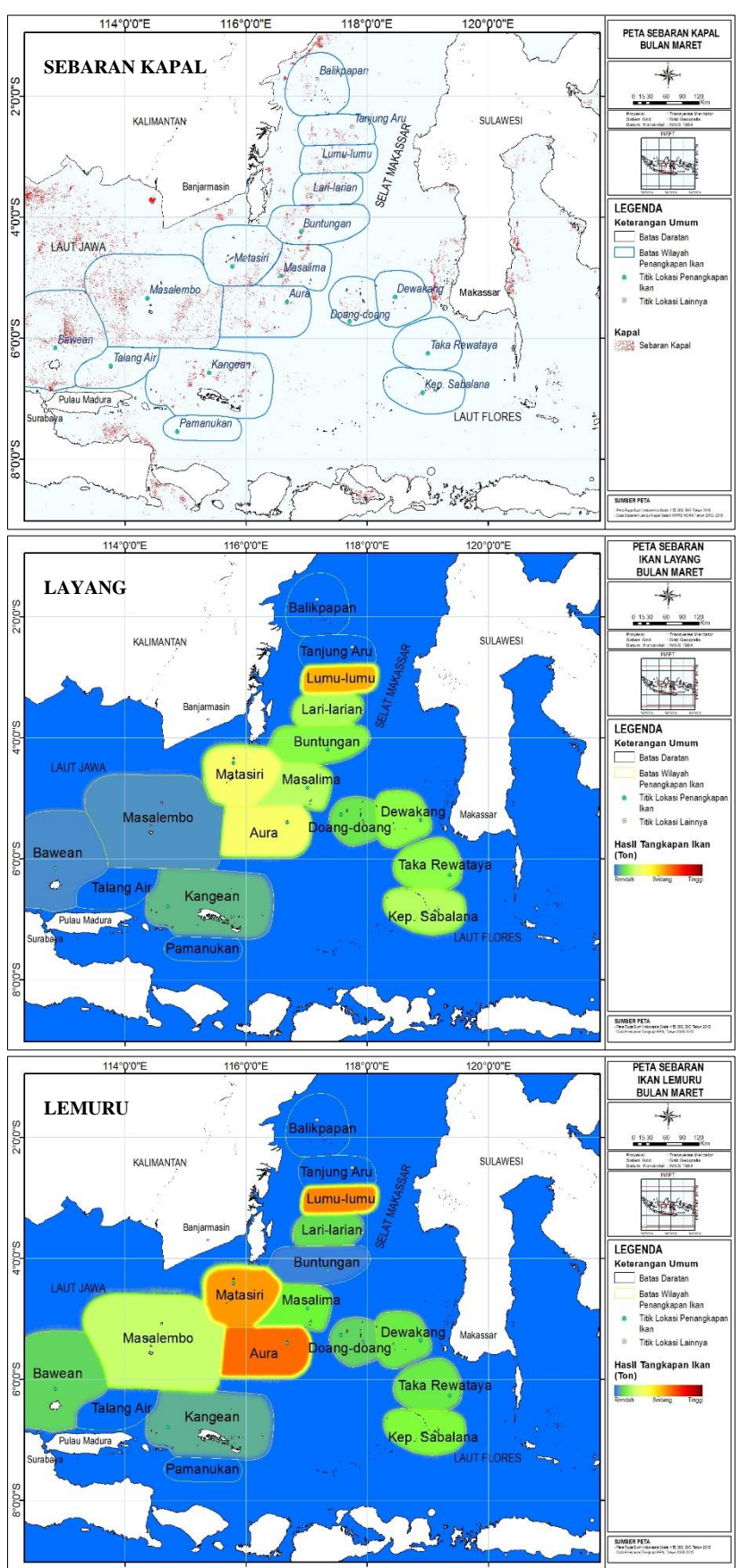
Pada periode bulan Maret terjadi sedikit kenaikan total hasil tangkapan dibanding bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan Maret ini mencapai 10.707,11 ton. Pola sebaran jenis Layang pada bulan ini terindikasi kurang selaras dengan pola yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan. Pada titik-titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan yang

tinggi tidak terlihat hasil tangkapan dengan tingkat kategori tinggi. Jenis Layang terindikasi hanya terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, dan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya terlihat dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar pola sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Matasiri dan Aura, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan yang mendominasi pada musim ini adalah jenis Lemuru dengan hasil tangkapan sebesar 4.297,43 ton, disusul jenis Layang sebesar 3.705,75 ton, Banyar 2.158,19 ton dan jenis Bentong sebesar 545,74 ton.

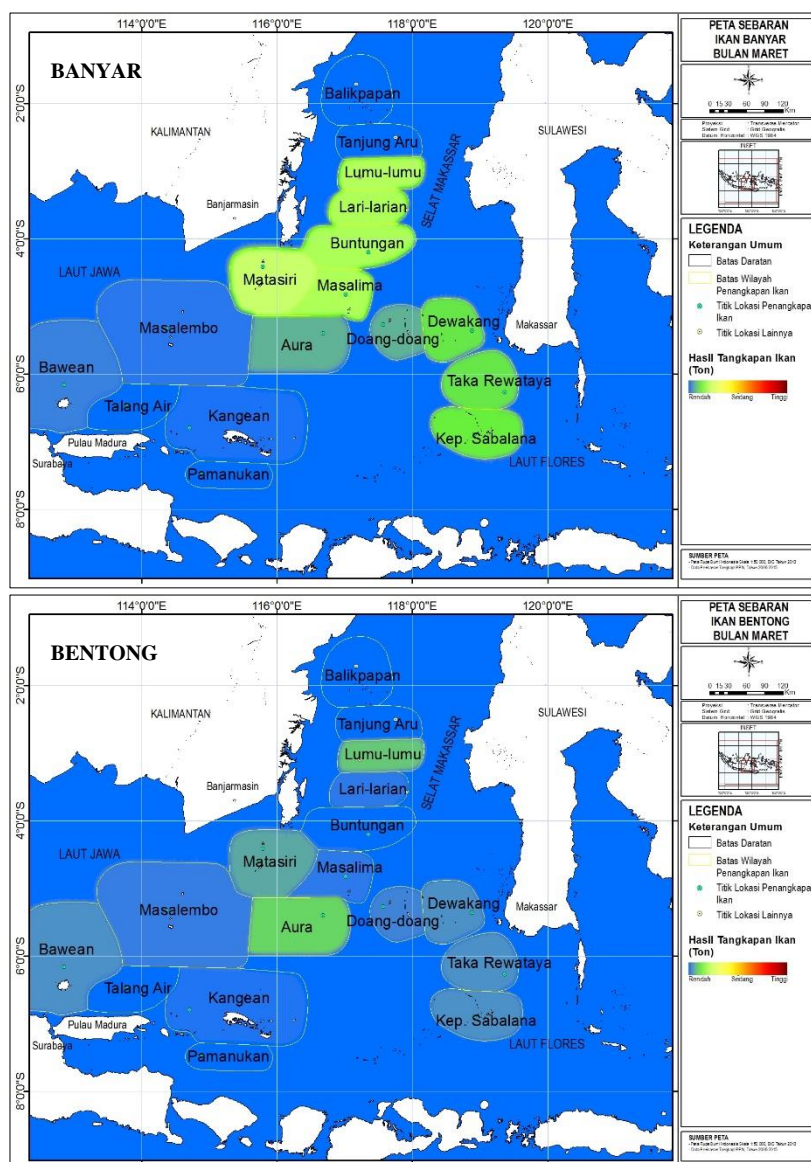
Pola sebaran jenis Lemuru terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi titik kapal penangkapan, dimana terlihat hasil tangkapan walau dengan tingkat kategori sedang namun terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Dari sekitar perairan Matasiri dan Aura terlihat secara bertahap (*gradual*) pola sebaran jenis Lemuru mengalami penurunan dan diduga menyebar menuju barat yaitu ke sekitar perairan Masalembo dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana, sedangkan yang terkonsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu diduga menuju ke sekitar perairan Lari-larian. Pada periode bulan ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibanding pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan kecuali pada bagian Laut Jawa. Pola sebaran jenis Banyar terindikasi terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar namun dengan tingkat kategori rendah di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Matasiri dan Masalima, dan diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan menuju bagian Laut Flores yaitu di sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Hasil tangkapan jenis Banyar pada bagian Laut Flores terlihat lebih tinggi bila dibandingkan pada Laut Jawa, ini bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal yang terdeteksi pada lokasi tersebut. Hal ini diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tersebut tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari. Jenis Banyar yang terkonsentrasi di sekitar perairan Kepulauan Sabalana secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga menuju utara yaitu ke sekitar perairan Takarewataya dan Dewakang.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar (di sekitar perairan Aura) dibanding pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah bila dibandingkan dengan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan Maret di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 45 berikut ini.



Gambar 45. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan Maret di perairan *JMF triangle*



Gambar 45. (lanjutan)

Pada periode bulan April, jumlah kapal penangkapan ikan terdeteksi lebih tinggi dibanding bulan sebelumnya, yaitu mencapai 22.193 unit, pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Masalima, Buntungan dan Aura serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembu, Kangean dan Bawean. Sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Doang-doang, sedangkan sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat di bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

Pada periode bulan ini terjadi penurunan total hasil tangkapan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan ini hanya mencapai 8.609,37 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode bulan ini terindikasi cukup selaras dengan pola yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran kapal penangkapan, namun dengan tingkat kategori rendah. Pada titik-titik konsentrasi

sebaran kapal penangkapan terlihat hasil tangkapan jenis Layang namun dengan tingkat kategori rendah yaitu pada bagian Selat Makassar di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Matasiri dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores tidak menunjukkan hal yang serupa. Pada bagian Selat Makassar sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Aura menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Kangean, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu dan Lari-larian menyebar ke selatan yaitu ke sekitar perairan Buntungan. Pada periode ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Lemuru mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 3.403,89 ton, jenis Layang sebesar 3.148,98 ton, Banyar 1.603,50 ton dan jenis Bentong sebesar 453,01 ton.

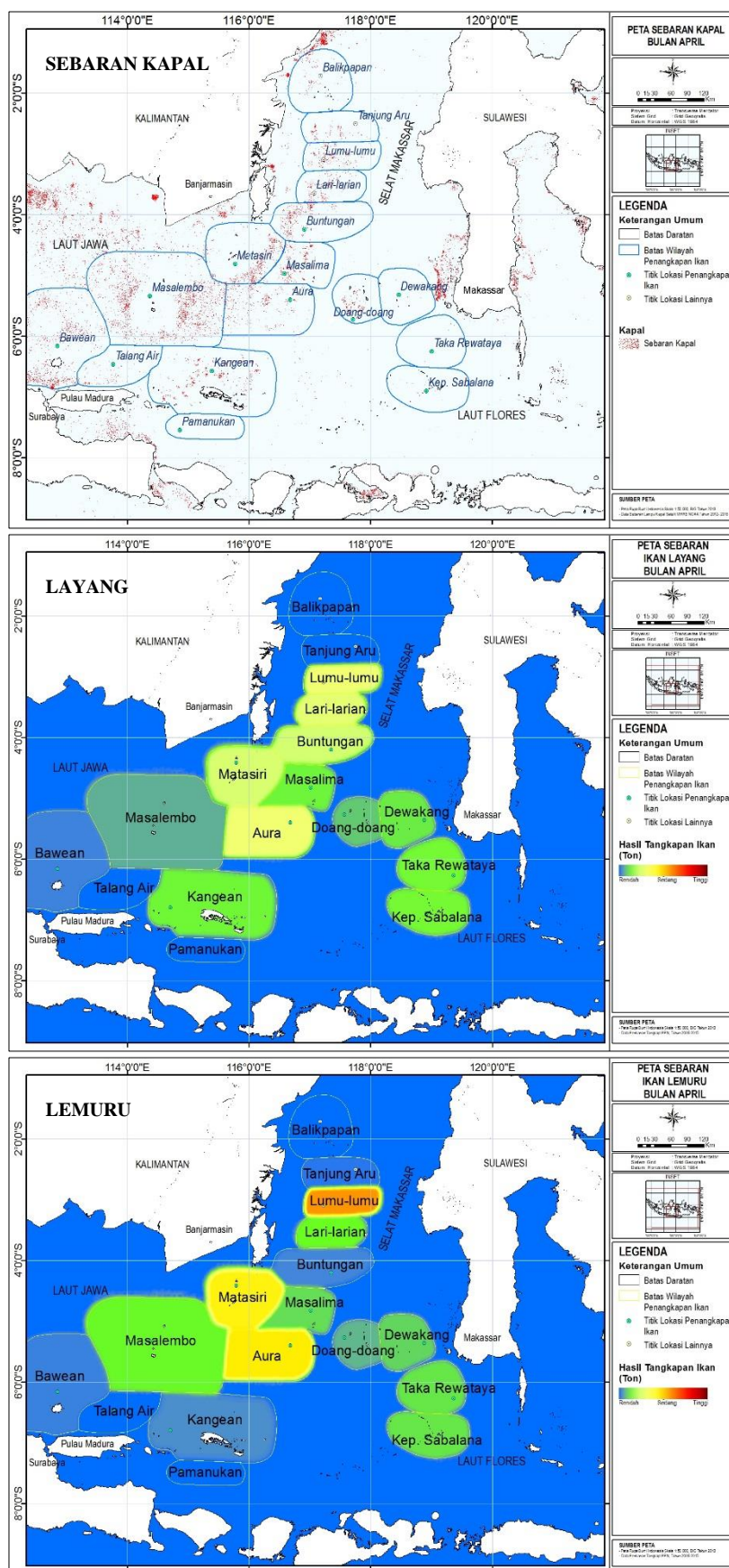
Pola sebaran jenis Lemuru terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi titik kapal penangkapan, dimana terlihat hasil tangkapan walau dengan tingkat kategori sedang namun terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Dari sekitar perairan Matasiri dan Aura terlihat secara bertahap (*gradual*) pola sebaran jenis Lemuru mengalami penurunan dan diduga bergerak menuju barat yaitu ke sekitar perairan Masalembo dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya, sedangkan yang terkonsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu diduga menuju ke sekitar perairan Lari-larian. Pada periode bulan ini jenis Lemuru terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan kecuali pada bagian Laut Jawa. Pola sebaran jenis Banyar terindikasi terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar namun dengan tingkat kategori rendah di sekitar perairan Lari-larian, Buntungan dan Matasiri, dan diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan menuju bagian Laut Flores yaitu di sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Hasil tangkapan jenis Banyar pada bagian Laut Flores terlihat lebih tinggi bila dibandingkan pada Laut Jawa, ini bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal yang terdeteksi pada lokasi tersebut. Hal ini diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tersebut tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari. Pola sebaran jenis Banyar yang terkonsentrasi di sekitar perairan Kepulauan Sabalana diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan menyebar menuju utara yaitu ke sekitar perairan Takarewataya dan Dewakang.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar (di sekitar perairan Aura) dibanding pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah bila dibandingkan dengan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan April di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 46 berikut ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

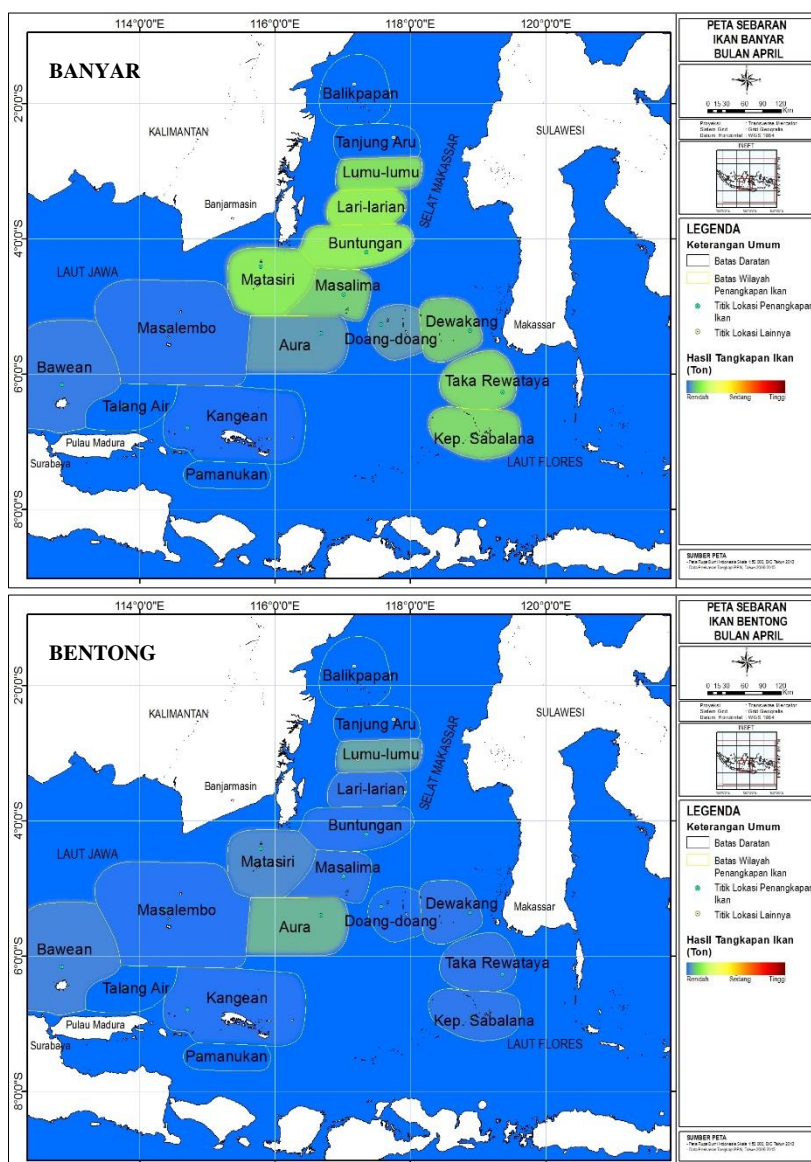
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 46. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan April di perairan *JMF triangle*

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Gambar 46. (lanjutan)

Pada periode bulan Mei, terjadi peningkatan jumlah kapal penangkapan ikan yang terdeteksi, yaitu mencapai 23.826 unit. Pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Masalima, Aura, Buntungan dan Lari-larian serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembu, Kangean dan Bawean. Sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat di sekitar perairan Tanjung Aru dan Lumu-lumu, sedangkan sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

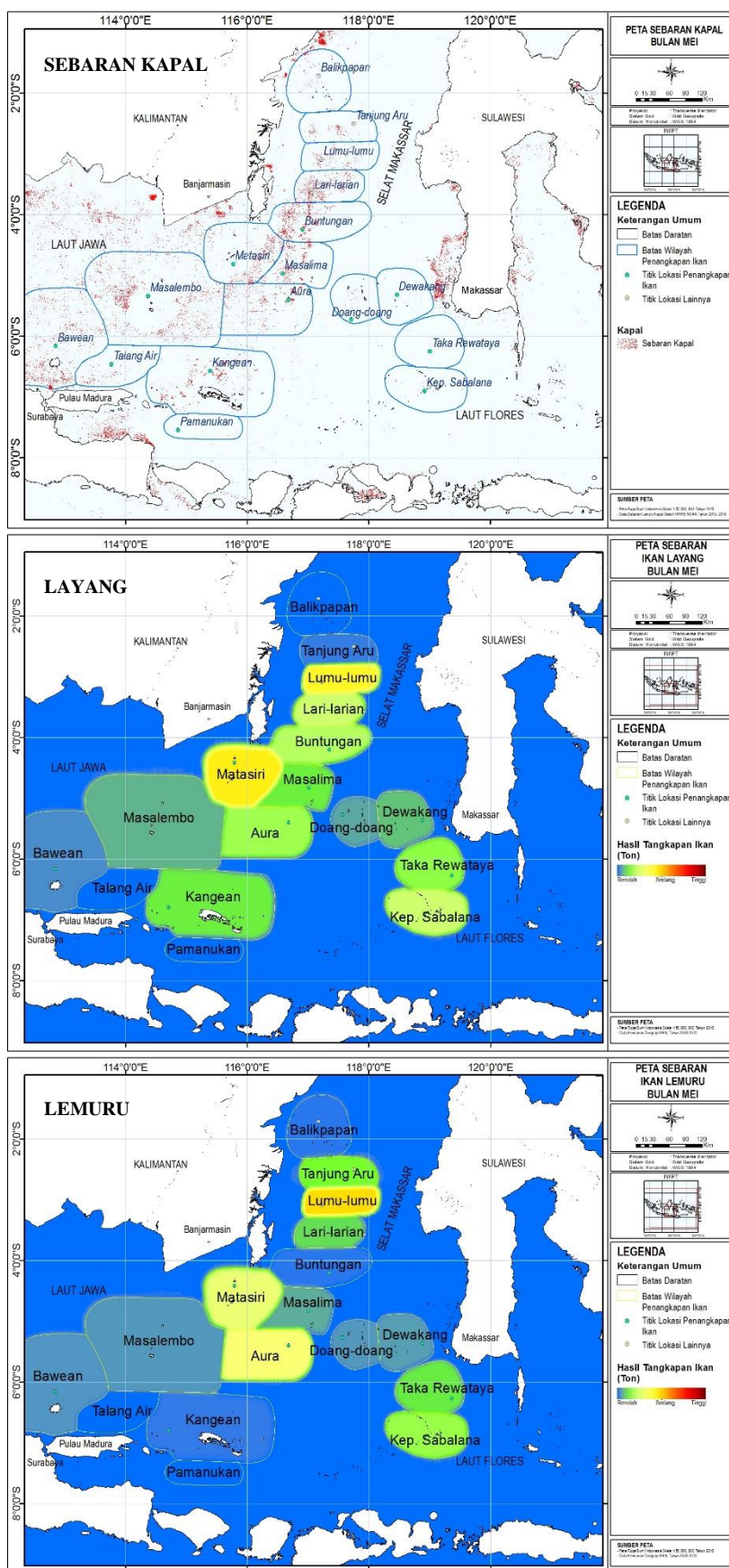
Pada periode bulan ini terjadi sedikit peningkatan total hasil tangkapan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan ini adalah sebesar 8.786,94 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode bulan ini terindikasi cukup selaras dengan pola yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran kapal penangkapan, namun dengan tingkat kategori sedang. Pada titik-titik

konsentrasi sebaran kapal penangkapan terlihat hasil tangkapan jenis Layang namun dengan tingkat kategori sedang yaitu pada bagian Selat Makassar di sekitar perairan Lumu-lumu dan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Matasiri menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Aura dan Kangean, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu diduga menyebar ke selatan yaitu ke sekitar perairan Lari-larian dan Buntungan. Pada periode ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Layang terlihat mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 3.442,96 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 2.773,83 ton, Banyar 1.936,53 ton dan jenis Bentong sebesar 633,62 ton.

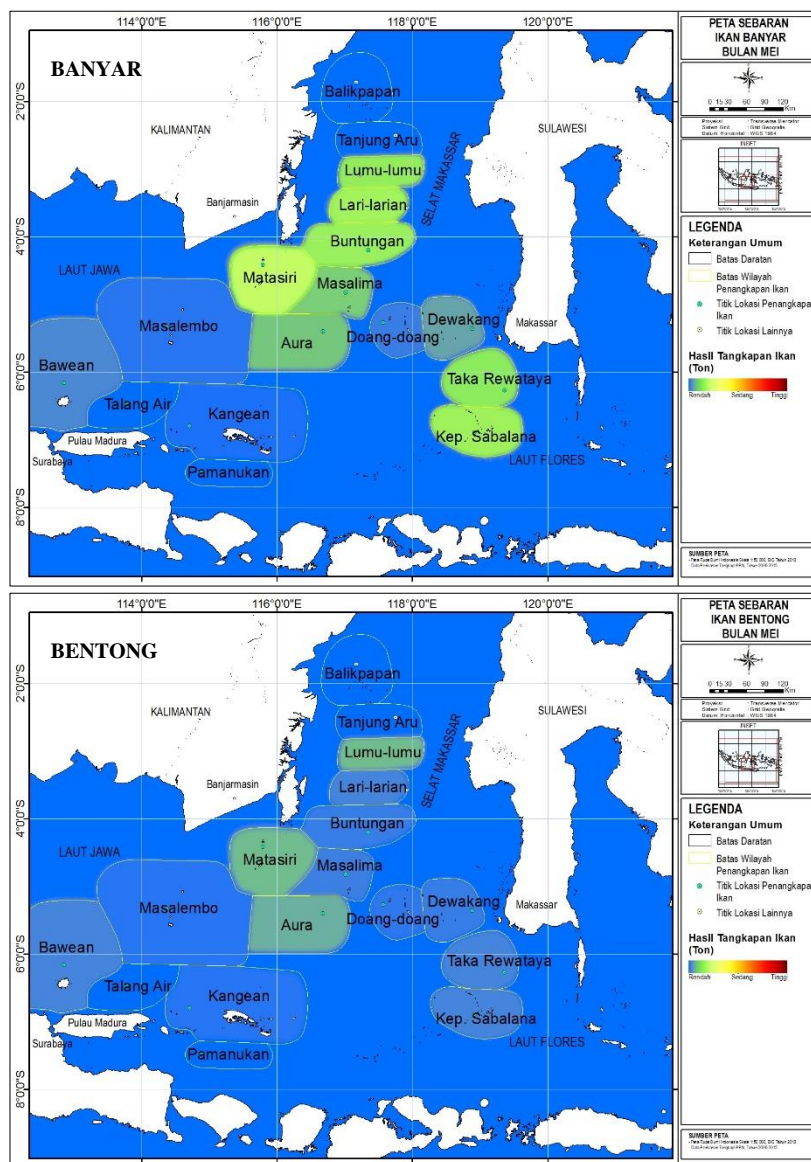
Pola sebaran jenis Lemuru terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi titik kapal penangkapan, terlihat hasil tangkapan walau dengan tingkat kategori sedang namun terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Dari sekitar perairan Lumu-lumu terlihat secara bertahap (*gradual*) pola sebaran jenis Lemuru mengalami penurunan dan diduga menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Matasiri dan Aura dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan kecuali pada bagian Laut Jawa. Pola sebaran jenis Banyar terindikasi terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar namun dengan tingkat kategori rendah di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Matasiri, dan diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan menuju bagian Laut Flores yaitu di sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Hasil tangkapan jenis Banyar pada bagian Laut Flores terlihat lebih tinggi bila dibandingkan pada Laut Jawa, ini bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal yang terdeteksi pada lokasi tersebut. Hal ini diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tersebut tidak dapat terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari. Pola sebaran jenis Banyar yang terkonsentrasi di sekitar perairan Kepulauan Sabalana terlihat secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga menuju utara yaitu ke sekitar perairan Takarewataya.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar (di sekitar perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura) dibanding pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah bila dibandingkan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan Mei di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 47 berikut ini.



Gambar 47. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan Mei di perairan *JMF triangle*



Gambar 47. (lanjutan)

Pada periode bulan Juni, terlihat penurunan jumlah kapal penangkapan ikan dibanding bulan sebelumnya, dimana pada bulan Juni ini jumlah kapal penangkapan terdeteksi hanya sebanyak 20.279 unit. Pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Masalima, Aura, Buntungan dan Lari-larian serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembu, Kangean dan juga Bawean. Sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat pada sekitar perairan Balikpapan, sedangkan yang dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

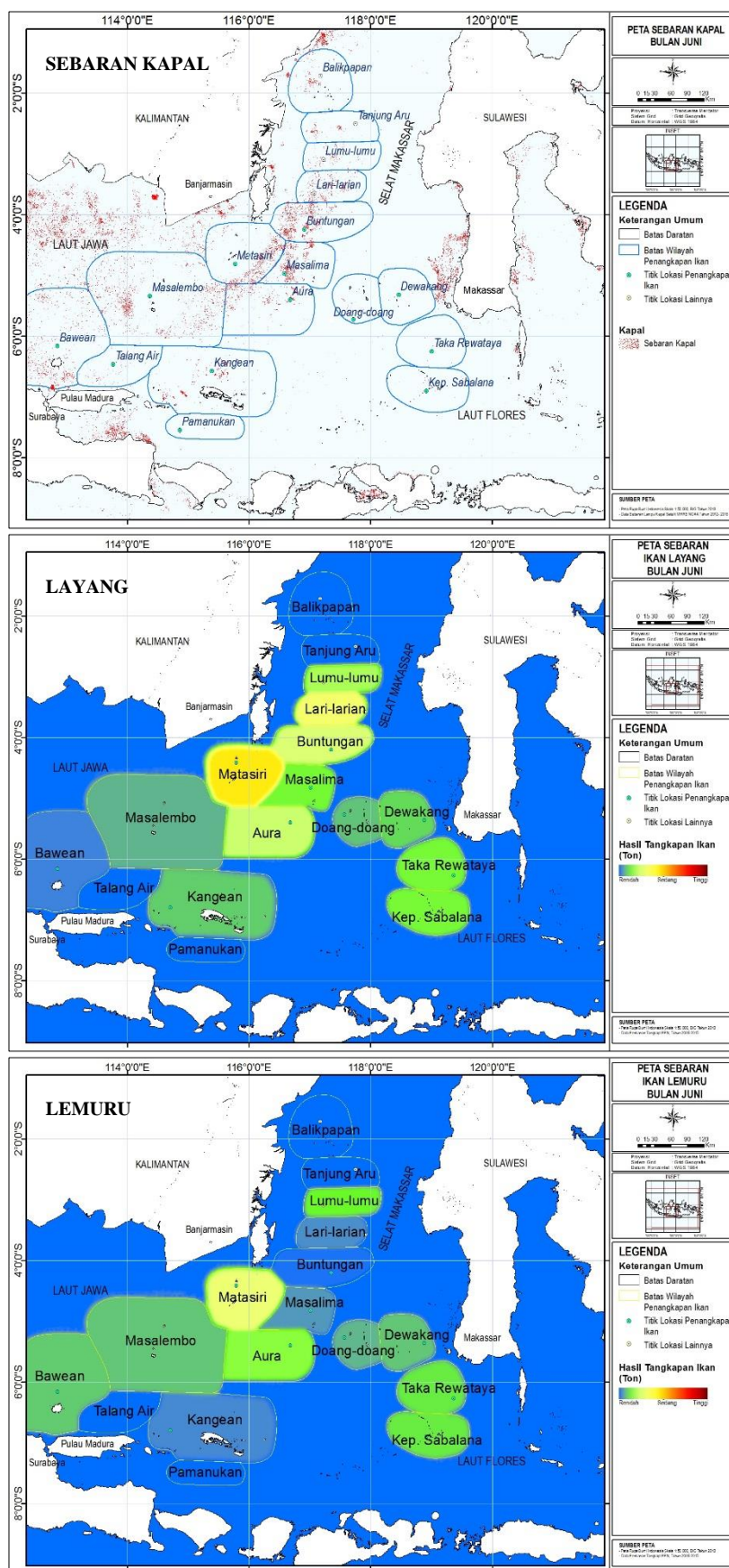
Pada periode bulan ini terjadi penurunan total hasil tangkapan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan ini hanya sebesar 7.638,96 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode ini terindikasi cukup selaras dengan pola yang dibentuk oleh titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan, namun dengan tingkat kategori sedang. Pada titik-titik konsentrasi

sebaran kapal penangkapan terlihat hasil tangkapan jenis Layang, namun hanya dengan tingkat kategori sedang yaitu pada bagian Selat Makassar di sekitar perairan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Matasiri menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Aura, serta menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lari-larian dan Buntungan. Pada periode ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Layang terlihat mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 3.190,65 ton, disusul jenis Banyar sebesar 2.121,33 ton, Lemuru 1.757,86 ton dan jenis Bentong sebesar 569,13 ton.

Pola sebaran jenis Lemuru juga terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi titik kapal penangkapan, terlihat hasil tangkapan walau dengan tingkat kategori rendah namun terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Aura yang merupakan titik pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Dari sekitar perairan Matasiri dan Aura terlihat secara bertahap (*gradual*) pola sebaran jenis Lemuru mengalami penurunan dan diduga menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode bulan ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan kecuali pada bagian Laut Jawa. Pola sebaran jenis Banyar terindikasi terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Lari-larian namun dengan tingkat kategori rendah, dan diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan menuju perairan disekitarnya yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Buntungan dan Masalima, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pola sebaran jenis Banyar terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

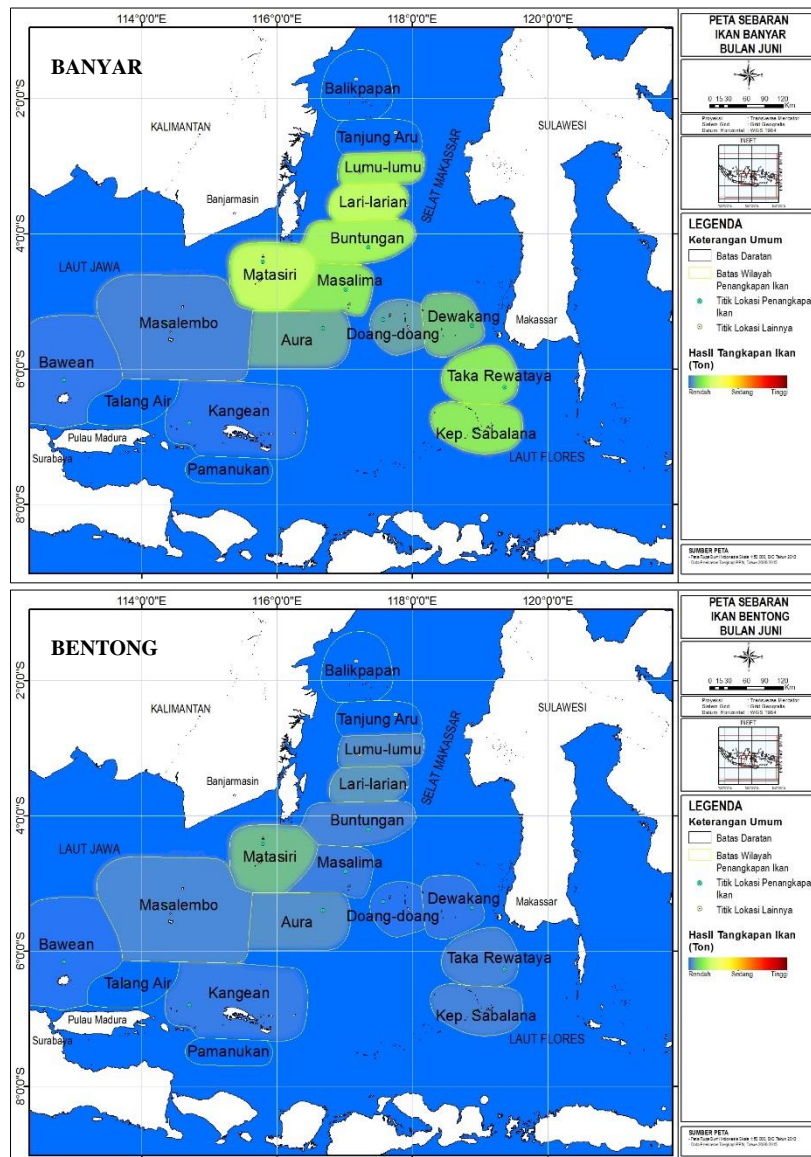
Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar (di sekitar perairan Matasiri) dibanding pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah bila dibandingkan dengan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan Juni di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 48 berikut ini.



Gambar 48. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan Juni di perairan *JMF triangle*

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Gambar 48. (lanjutan)

Pada periode bulan Juli, terjadi penurunan jumlah kapal penangkapan ikan dibanding bulan sebelumnya, dimana pada bulan Juni ini jumlah kapal penangkapan yang terdeteksi sebanyak 14.906 unit. Pola sebaran spasial kapal penangkapan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Buntungan serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembo, Kangean dan Bawean. Sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat di sekitar perairan Masalima, Aura dan Lari-larian, sedangkan yang dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

Pada periode bulan ini terjadi peningkatan total hasil tangkapan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan ini mencapai 9.612,43 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode bulan ini terindikasi cukup selaras dengan pola yang dibentuk oleh titik-titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan, namun dengan tingkat kategori sedang. Pada titik-titik konsentrasi

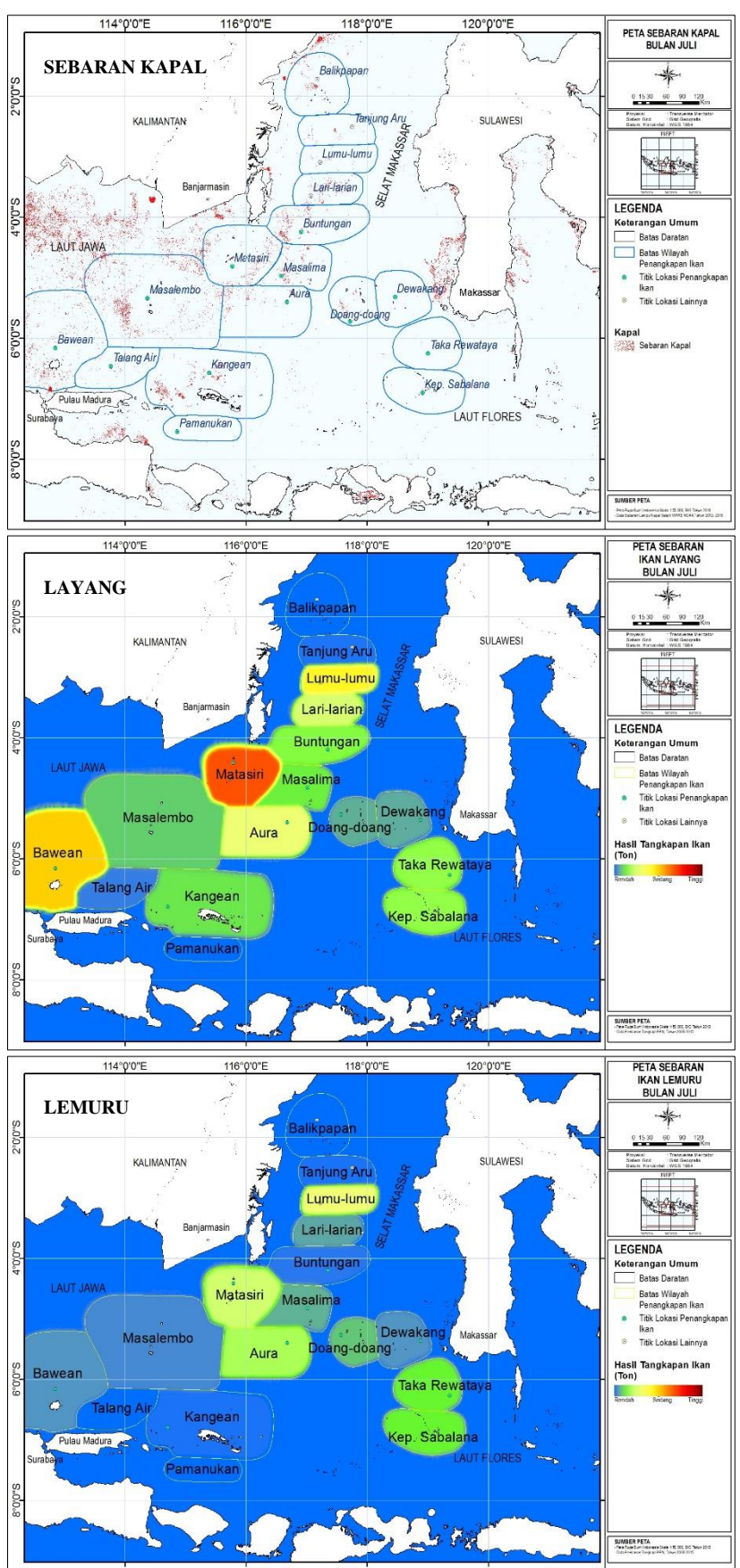
sebaran kapal penangkapan terlihat hasil tangkapan jenis Layang namun dengan tingkat kategori sedang yaitu pada bagian Selat Makassar (di sekitar perairan Matasiri dan Lumu-lumu) dan pada bagian Laut Jawa (sekitar perairan Bawean), sedangkan pada bagian Laut Flores hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Matasiri menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu dan Lari-larian, serta menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Aura, serta menuju bagian Laut Jawa yaitu ke sekitar perairan Bawean. Pada periode ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar bila dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Layang terlihat mendominasi yaitu sebesar 4.520,50 ton, disusul jenis Banyar sebesar 2.435,60 ton, Lemuru 1.874,09 ton dan jenis Bentong sebesar 782,24 ton.

Pola sebaran jenis Lemuru terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi titik kapal penangkapan, terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru walau hanya dengan tingkat kategori rendah namun terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu dan Matasiri yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Dari sekitar perairan Lumu-lumu terlihat secara bertahap (*gradual*) pola sebaran jenis Lemuru mengalami penurunan dan diduga menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Matasiri dan Aura. Pada periode bulan ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

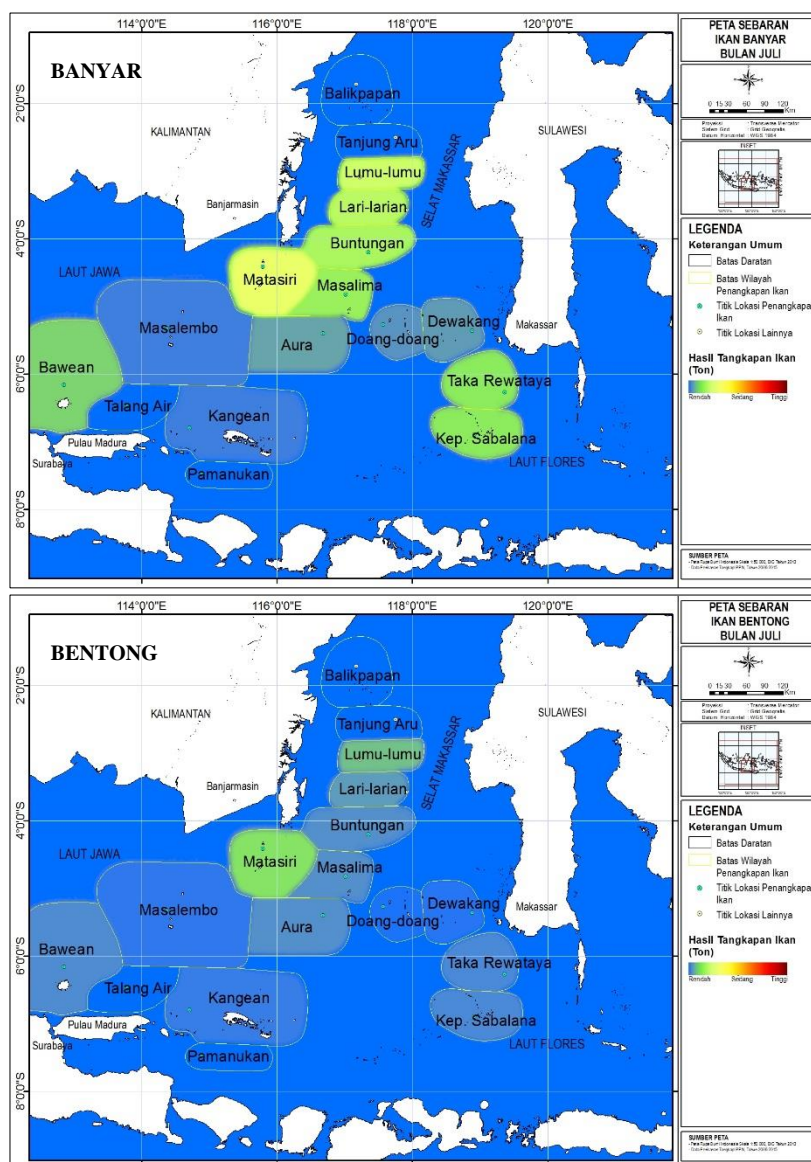
Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi titik kapal penangkapan, terlihat hasil tangkapan jenis Banyar walau hanya dengan tingkat kategori rendah namun terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu dan Matasiri yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Dari sekitar perairan Matasiri terlihat secara bertahap (*gradual*) pola sebaran jenis Banyar mengalami penurunan dan diduga menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan. Pada periode bulan ini jenis Banyar terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar (di sekitar perairan Matasiri) dibanding pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan Juli di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 49 berikut ini.





Gambar 49. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan Juni di perairan *JMF triangle*



Gambar 49. (lanjutan)

Pada periode bulan Agustus, terjadi peningkatan jumlah kapal penangkapan ikan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana pada bulan Agustus ini jumlah kapal penangkapan yang terdeteksi sebanyak 17.039 unit. Pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lari-larian serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembu, Kangean dan Bawean. Sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat di sekitar perairan Matasiri, Masalima, Aura dan Buntungan, sedangkan yang dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

Pada periode bulan ini terjadi peningkatan total hasil tangkapan dibanding bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan ini mencapai 10.323,92 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode bulan ini terindikasi cukup selaras dengan pola yang dibentuk oleh titik-titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan, namun dengan tingkat kategori sedang. Pada titik konsentrasi sebaran

kapal penangkapan ikan terlihat hasil tangkapan jenis Layang namun dengan tingkat kategori sedang yaitu pada bagian Selat Makassar (di sekitar perairan Matasiri dan Lumu-lumu) dan pada bagian Laut Jawa (di sekitar perairan Bawean dan Kangean), sedangkan pada bagian Laut Flores terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Matasiri menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Aura, sedangkan yang terkonsentrasi pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Bawean diduga menyebar menuju timur yaitu ke sekitar perairan Kangean. Pada periode ini jenis Layang terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dan Laut Jawa dibandingkan bagian Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Layang terlihat mendominasi yaitu sebesar 6.421,88 ton, disusul jenis Banyar sebesar 2.146,26 ton, Lemuru 1.138,05 ton dan jenis Bentong sebesar 617,75 ton.

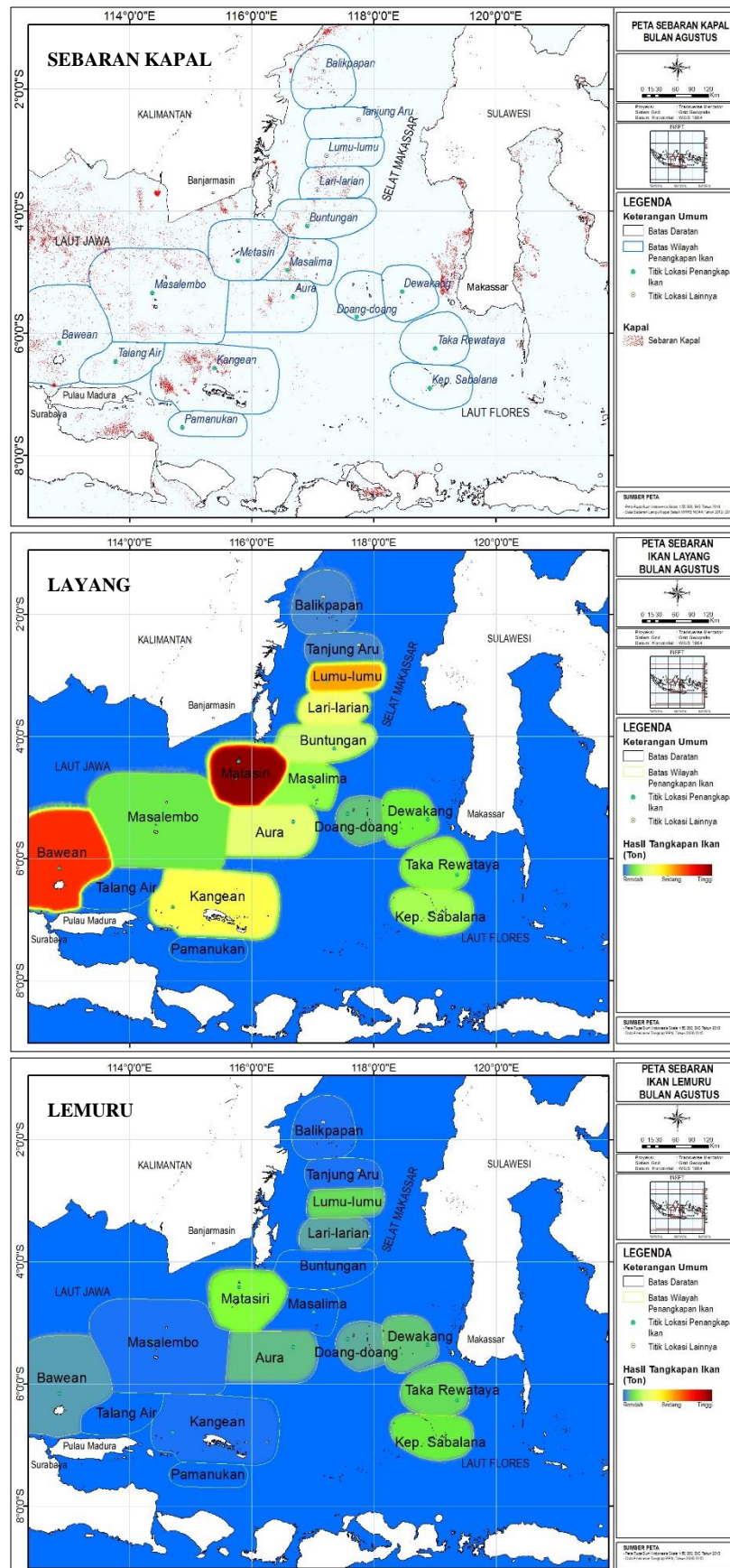
Pola sebaran jenis Lemuru terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran konsentrasi kapal penangkapan ikan, terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru walau dengan tingkat kategori rendah namun terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Dari sekitar perairan Matasiri terlihat secara bertahap (*gradual*) pola sebaran jenis Lemuru mengalami penurunan dan diduga menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Pada bulan ini jenis Lemuru terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran konsentrasi kapal penangkapan, terlihat hasil tangkapan jenis Banyar walau dengan tingkat kategori rendah namun terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Lari-larian dan Buntungan, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Bawean yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Dari sekitar perairan Matasiri secara bertahap (*gradual*) diduga pola sebaran jenis Banyar mengalami penurunan dan menyebar ke utara yaitu ke sekitar perairan Lari-larian dan Buntungan, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Banyar terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

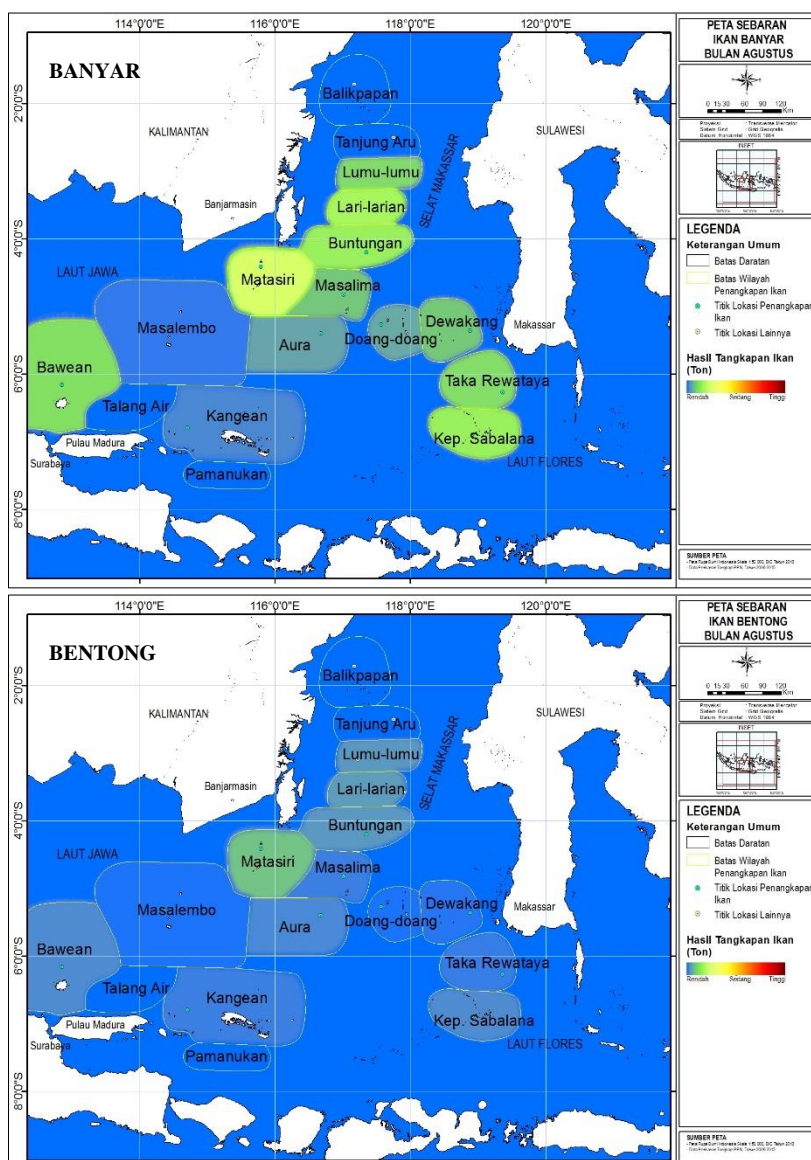
Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar (di sekitar perairan Matasiri) dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan Agustus di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 50 berikut ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 50. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan Agustus di perairan *JMF triangle*



Gambar 50. (lanjutan)

Pada periode bulan September terjadi peningkatan jumlah kapal penangkapan ikan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana pada bulan September ini terdeteksi sebanyak 24.288 unit. Pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Masalima dan Aura serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembu, Kangean dan Bawean. Sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat di sekitar perairan Talang Air, sedangkan yang dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

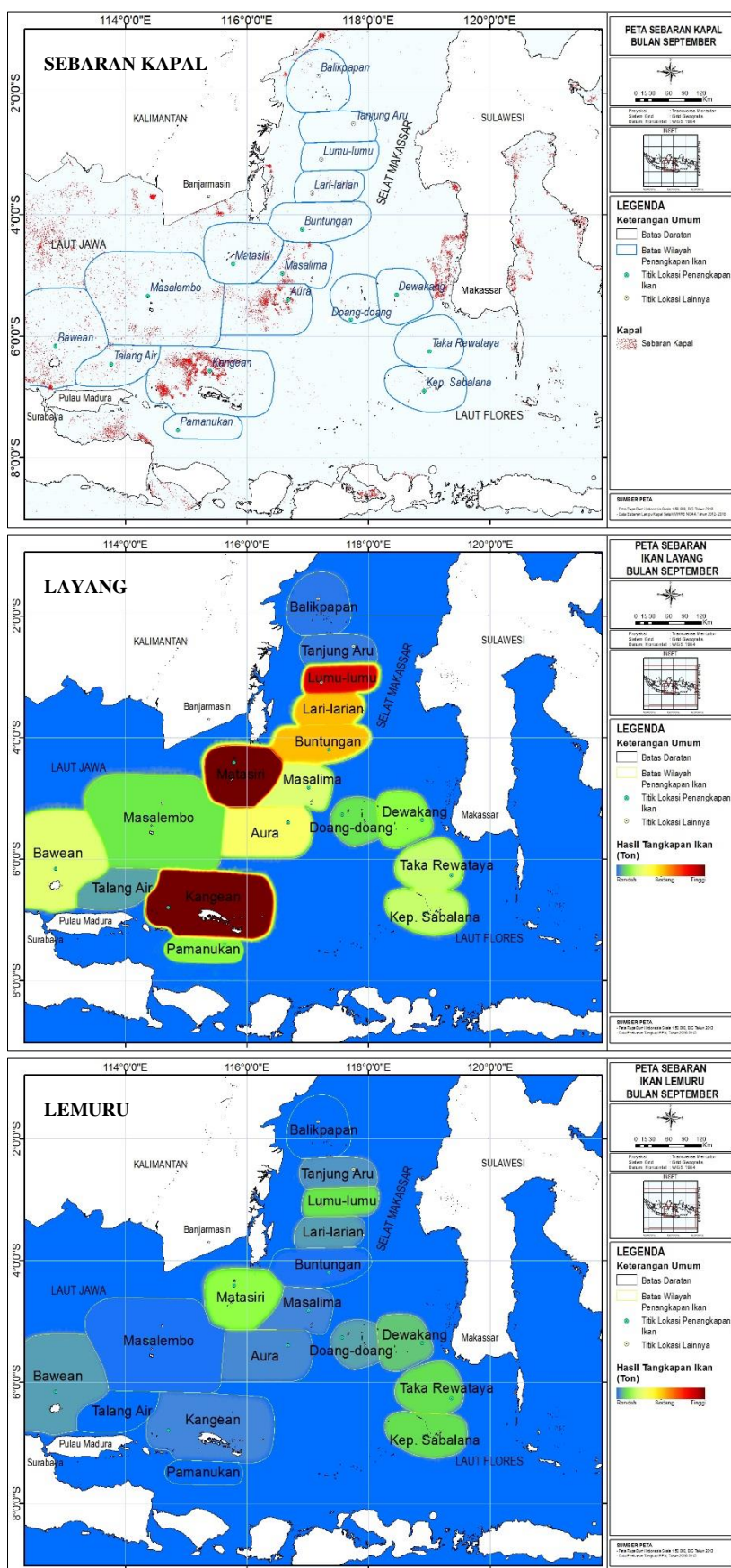
Pada periode bulan ini terjadi peningkatan total hasil tangkapan dibanding bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan ini mencapai 13.832,41 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode bulan ini terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran kapal penangkapan. Pada titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan yang tinggi terlihat hasil tangkapan jenis Layang dengan tingkat kategori tinggi pula pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar

perairan Matasiri, sedangkan yang dengan tingkat kategori sedang terlihat di sekitar perairan Lumu-lumu dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Kangean. Pada bagian Laut Flores hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Matasiri menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Aura, dan ke Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya, sedangkan yang terkonsentrasi pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Kangean diduga menyebar menuju barat yaitu ke sekitar perairan Bawean. Pada periode ini jenis Layang terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dan Laut Jawa dibandingkan pada bagian Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Layang terlihat sangat mendominasi yaitu mencapai 10.074,83 ton, disusul jenis Banyar sebesar 2.152,30 ton, Lemuru 1.155,95 ton dan jenis Bentong sebesar 449,32 ton.

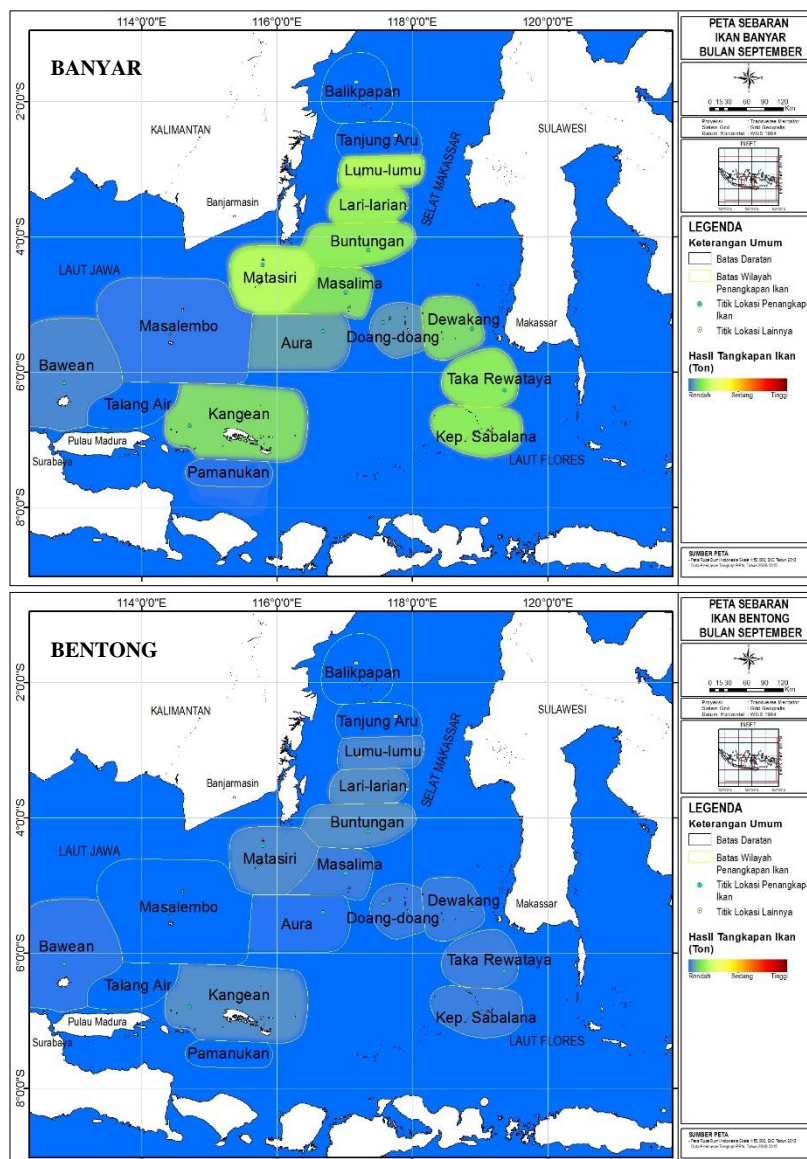
Pola sebaran jenis Lemuru terindikasi kurang selaras dengan pola sebaran konsentrasi kapal penangkapan ikan, terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Lumu-lumu, serta pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini terindikasi jenis Lemuru terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Banyar terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran konsentrasi kapal penangkapan, terlihat hasil tangkapan jenis Banyar walau dengan tingkat kategori rendah namun terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Masalima, Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Kangean yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Dari sekitar perairan Matasiri secara bertahap (*gradual*) diduga pola sebaran jenis Banyar mengalami penurunan dan menyebar ke utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Banyar terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Hasil tangkapan jenis Bentong merupakan paling rendah dibandingkan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan September di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 51 berikut ini.



Gambar 51. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan September di perairan *JMF triangle*



Gambar 51. (lanjutan)

Pada periode bulan Oktober, terjadi penurunan jumlah kapal penangkapan ikan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana pada bulan Oktober ini jumlah kapal penangkapan yang terdeteksi hanya sebanyak 23.824 unit. Pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi di bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Masalima dan Aura serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembu, Kangean dan Bawean. Terlihat sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi sedang di sekitar perairan Talang Air, Matasiri dan Buntungan, sedangkan dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

Pada periode bulan ini terjadi peningkatan total hasil tangkapan dibanding bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan ini mencapai 17.218,28 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode bulan ini terindikasi selaras dengan pola yang dibentuk oleh titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan, pada titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan terlihat hasil tangkapan dengan

tingkat kategori tinggi pula pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Aura. serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Kangean, sedangkan yang dengan tingkat kategori sedang terlihat di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan. Pada bagian Laut Flores hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Sebaran jenis Layang pada bagian Selat Makassar diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Matasiri dan Aura menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana, sedangkan yang terkonsentrasi pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Kangean diduga menyebar menuju barat yaitu ke sekitar perairan Bawean dan Masalembo. Pada periode ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dan Laut Jawa dibanding pada bagian Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Layang sangat mendominasi yaitu sebesar 12.772,39 ton, disusul jenis Banyar sebesar 2.382,00 ton, Lemuru 1.528,33 ton dan jenis Bentong sebesar 535,57 ton.

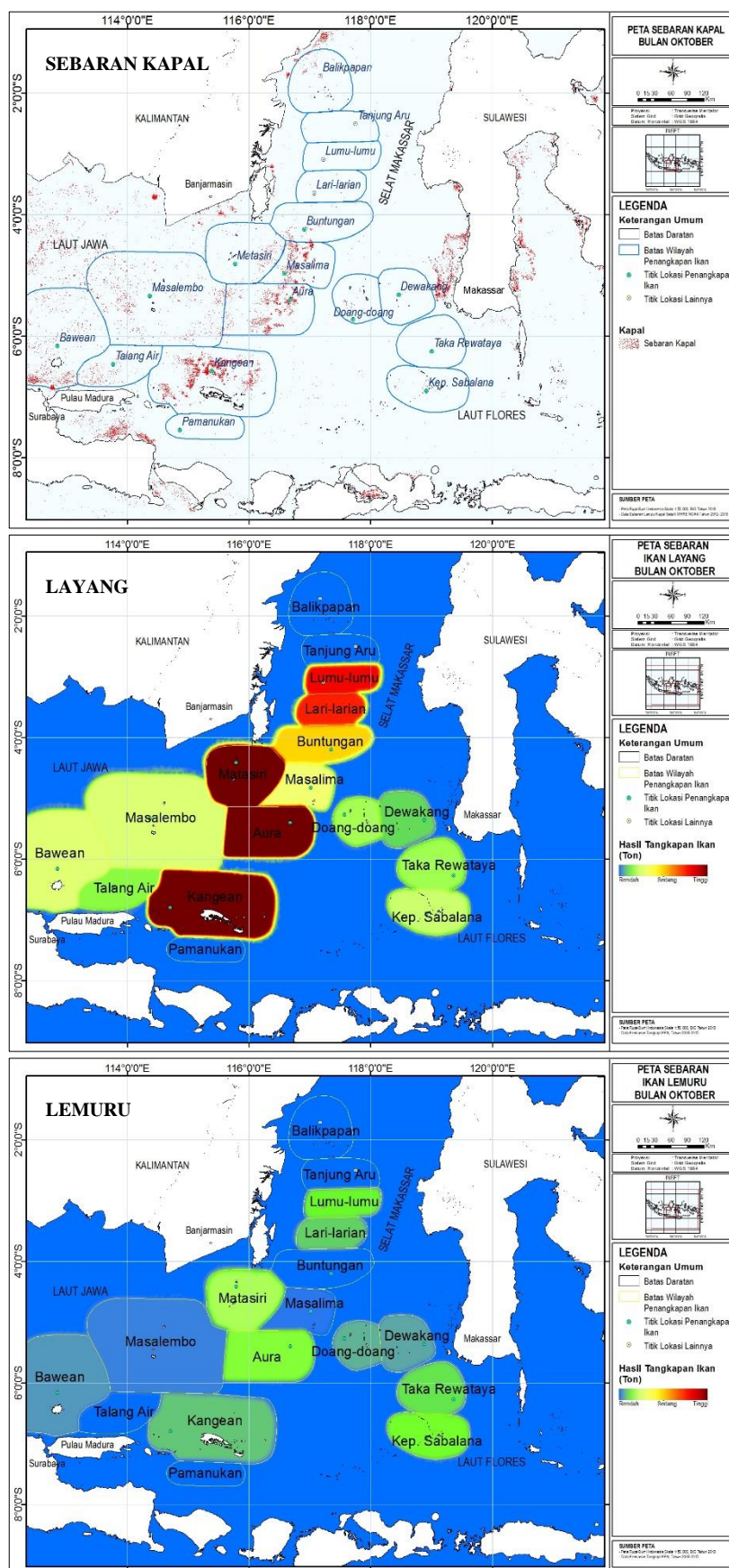
Pola sebaran jenis Lemuru terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran konsentrasi kapal penangkapan ikan, kecuali pada bagian Laut Jawa. Terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru namun dengan tingkat kategori rendah terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Aura yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan, serta pada bagian Laut Flores yaitu di sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Dari sekitar perairan Matasiri dan Aura terlihat secara bertahap (*gradual*) pola sebaran jenis Lemuru mengalami penurunan dan diduga menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu dan Lari-larian, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Hasil tangkapan pada bagian Laut Flores terlihat lebih tinggi bila dibandingkan pada Laut Jawa, ini terlihat bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal yang terdeteksi pada bagian Laut Flores dibandingkan pada bagian Laut Jawa. Hal ini diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari.

Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran kapal penangkapan, kecuali pada bagian Laut Flores. Terlihat hasil tangkapan jenis Banyar walau dengan tingkat kategori rendah namun terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Aura, Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Kangean yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Dari sekitar perairan Matasiri dan Aura diduga secara bertahap (*gradual*) sebaran jenis Banyar mengalami penurunan dan menuju ke utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Kangean dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Banyar lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan Oktober di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 52 berikut ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

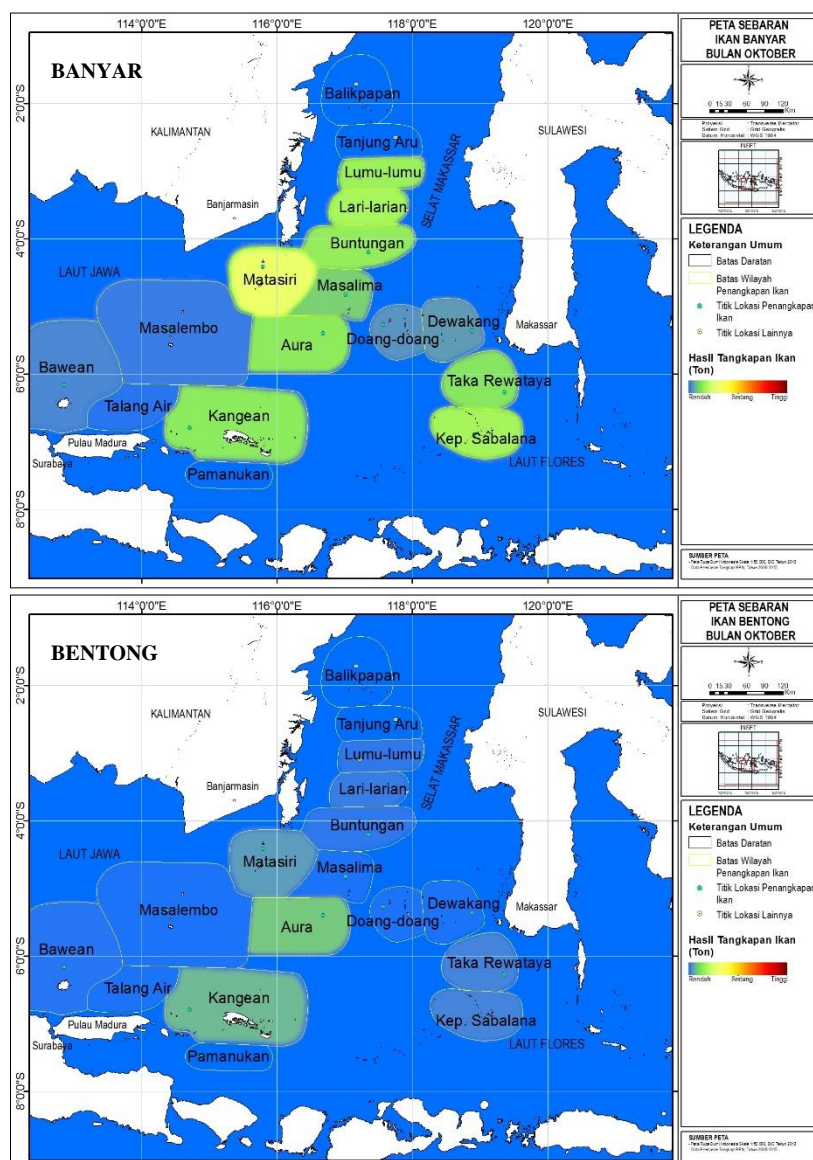
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 52. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan Oktober di perairan *JMF triangle*

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Gambar 52. (lanjutan)

Pada periode bulan November terjadi penurunan jumlah kapal penangkapan ikan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana pada bulan November ini jumlah kapal penangkapan yang terdeteksi hanya sebanyak 21.317 unit. Pola sebaran spasial kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi tinggi terlihat pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Masalima, Aura dan Lumu-lumu, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembu, Kangean dan Bawean. Sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat di sekitar perairan Talang Air dan Balikpapan, sedangkan yang dengan tingkat konsentrasi rendah hanya terlihat pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

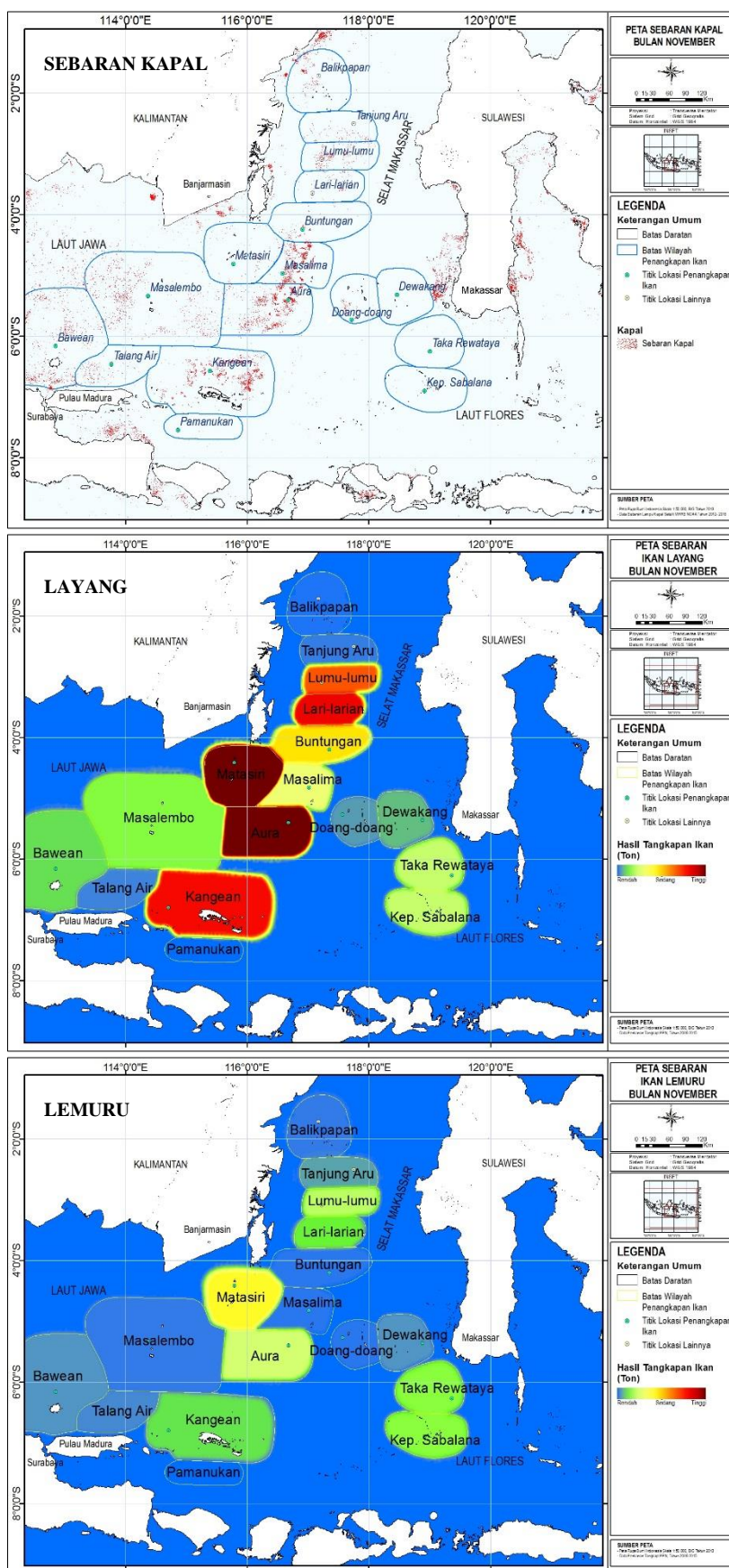
Pada periode ini terjadi sedikit penurunan total hasil tangkapan dibandingkan bulan sebelumnya, dimana total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan ini hanya mencapai 16.019,10 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode bulan ini terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran kapal penangkapan. Pada titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan yang tinggi terlihat hasil tangkapan

jenis Layang dengan tingkat kategori tinggi pula pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Aura dan Matasiri, sedangkan yang dengan tingkat kategori sedang terlihat di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Kangean. Pada bagian Laut Flores hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Aura dan Matasiri menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu dan Lari-larian, serta menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Kangean, dan ke Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode ini jenis Layang terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dan Laut Jawa dibandingkan pada bagian Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Layang terlihat sangat mendominasi yaitu mencapai 10.968,08 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 2.366,22 ton, Banyar 2.142,99 ton dan jenis Bentong sebesar 541,81 ton.

Pola sebaran jenis Lemuru terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi titik kapal penangkapan, terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru walau hanya dengan tingkat kategori rendah namun terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Aura yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Dari sekitar perairan Matasiri dan Aura terlihat secara bertahap (*gradual*) sebaran jenis Lemuru mengalami penurunan dan diduga menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu dan Lari-larian, serta menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Kangean dan juga menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode bulan ini jenis Lemuru terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

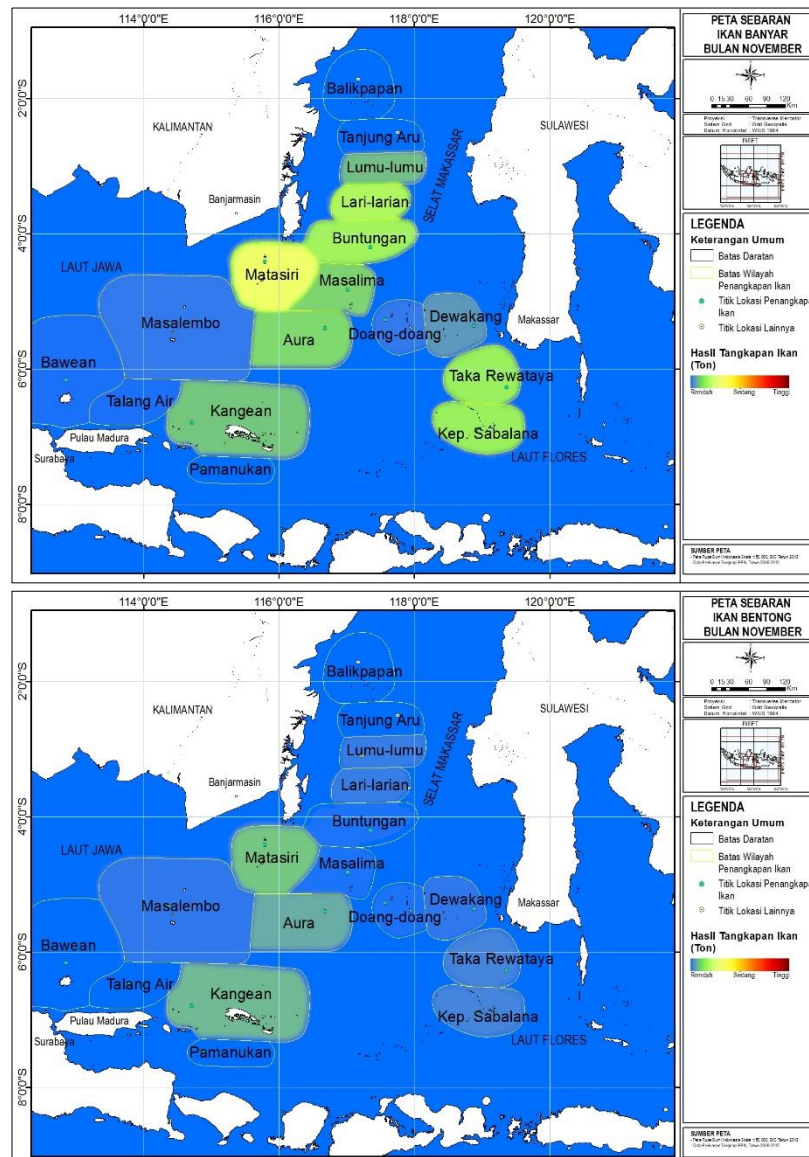
Pola sebaran jenis Banyar terindikasi cukup selaras dengan pola sebaran konsentrasi kapal penangkapan, kecuali pada bagian Laut Jawa. Hasil tangkapan jenis Banyar walau dengan tingkat kategori rendah namun terlihat terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Lari-larian dan Buntungan yang merupakan pusat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan. Sebaran jenis Banyar juga terlihat pada bagian Laut Flores yaitu di sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Sebaran jenis Banyar secara bertahap (*gradual*) diduga mengalami penurunan dan menyebar dari sekitar perairan Matasiri menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lari-larian dan Buntungan, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Banyar terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Hasil tangkapan jenis Bentong merupakan paling rendah dibandingkan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulan November di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 53 berikut ini.



Gambar 53. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada bulan November di perairan *JMF triangle*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 - Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 53. (lanjutan)

Kategori intensitas sebaran kapal penangkapan ikan periode tahunan juga dibagi menjadi tiga kategori, yaitu tinggi (> 1.000 unit), sedang ($500 - 1.000$ unit) dan rendah (< 500 unit). Pembagian kategori tersebut dalam kajian ini ditentukan oleh tingkat konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan yang dapat ditunjukkan dengan titik-titik berwarna merah di peta sebaran kapal penangkapan ikan. Kategori hasil tangkapan ikan untuk periode tahunan juga dibagi menjadi tiga kategori, yaitu tinggi (> 1.500 ton), sedang ($500 - 1.500$ ton) dan rendah (< 500 ton) yang ditunjukkan dalam bentuk degradasi warna yang terdapat pada legenda peta. Kategori tahunan dibuat lebih kecil dari pada kategori musiman karena jumlah kapal dan total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode tahunan lebih kecil dari pada periode musiman yang merupakan gabungan dari tiga bulanan.

Periode tahunan yang dapat dianalisis serta dibahas hanya selama periode empat tahun, yaitu mulai tahun 2012 hingga tahun 2015 karena data hasil deteksi sensor VIIRS terhadap kapal penangkapan yang melakukan operasi penangkapan

di perairan *JMF triangle* hanya tersedia dan dapat diunduh sejak bulan April 2012 hingga bulan Desember 2015.

Pada periode tahun 2012, jumlah kapal penangkapan ikan yang terdeteksi sebanyak 37.555 unit, pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Matasiri, Masalima dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembo, Bawean dan Kangean. Sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat di sekitar perairan Balikpapan dan Doang-doang (bagian Selat Makassar), sedangkan sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat di bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

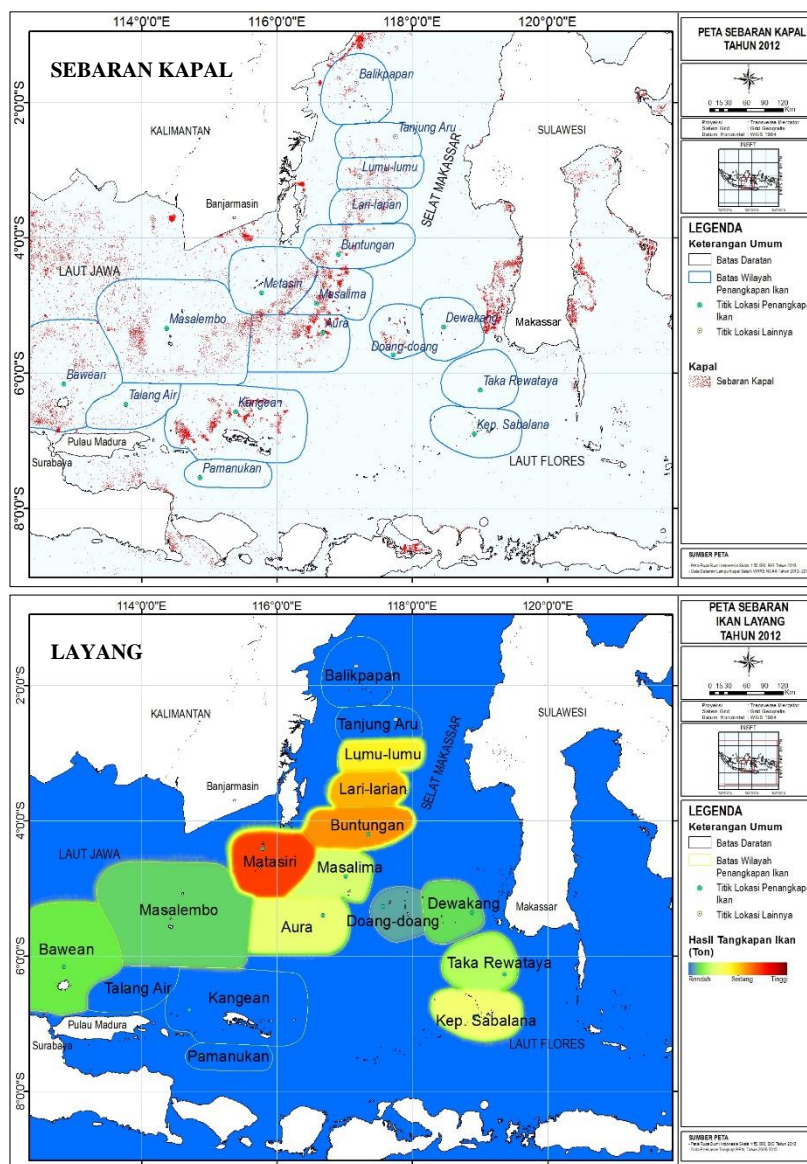
Pada periode tahun 2012 ini total hasil tangkapan ikan pelagis kecil sebesar 10.623,46 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode tahun ini terindikasi selaras dengan pola yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, kecuali di Laut Jawa. Pada titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil walau dengan tingkat kategori sedang, yaitu pada bagian Selat Makassar di sekitar perairan Matasiri, Buntungan, Lumu-lumu dan Lari-larian, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar pola sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Matasiri dan menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta menyebar menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Aura, dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibanding pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan jenis Layang mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 5.418,60 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 2.744,38 ton, Banyar sebesar 2.137,24 ton dan jenis Bentong sebesar 323,25 ton.

Pola sebaran jenis Lemuru juga terindikasi selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan dan hampir sama dengan pola sebaran jenis Layang, terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Lumu-lumu dengan tingkat kategori sedang, dan pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu, jenis Lemuru diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan bergerak menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Aura serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

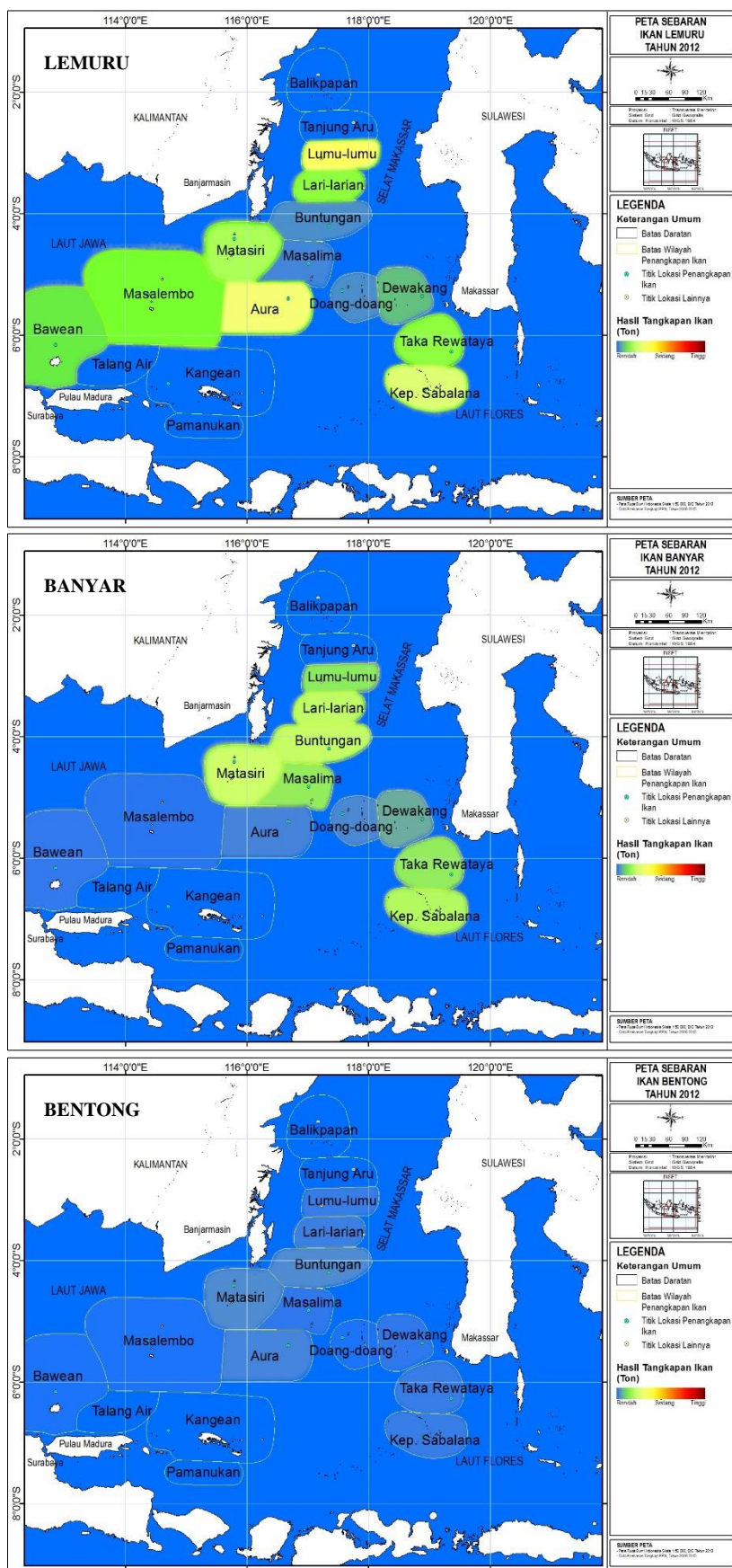
Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, terlihat sebaran jenis Banyar terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Buntungan dan Lari-larian namun dengan tingkat kategori rendah. Sebaran jenis Banyar terlihat secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga bergerak menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Hasil tangkapan ikan pada bagian Laut Flores terlihat lebih tinggi dibandingkan pada Laut Jawa, ini terlihat bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal yang terdeteksi pada bagian Laut Flores dibandingkan pada bagian Laut Jawa. Hal ini diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan

Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode tahun 2012 di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 54 berikut ini.



Gambar 54. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada tahun 2012 di perairan *JMF triangle*



Gambar 54. (lanjutan)

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Pada periode tahun 2013, terjadi peningkatan jumlah kapal penangkapan ikan dibandingkan tahun sebelumnya, pada tahun 2013 ini jumlah yang terdeteksi mencapai 44.952 unit, pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Balikpapan, Tanjung Aru, Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Matasiri, Masalima dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembo, Bawean dan Kangean. Sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat di sekitar perairan Doang-doang (bagian Selat Makassar) dan Talang Air (bagian Laut Jawa), sedangkan sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat di bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

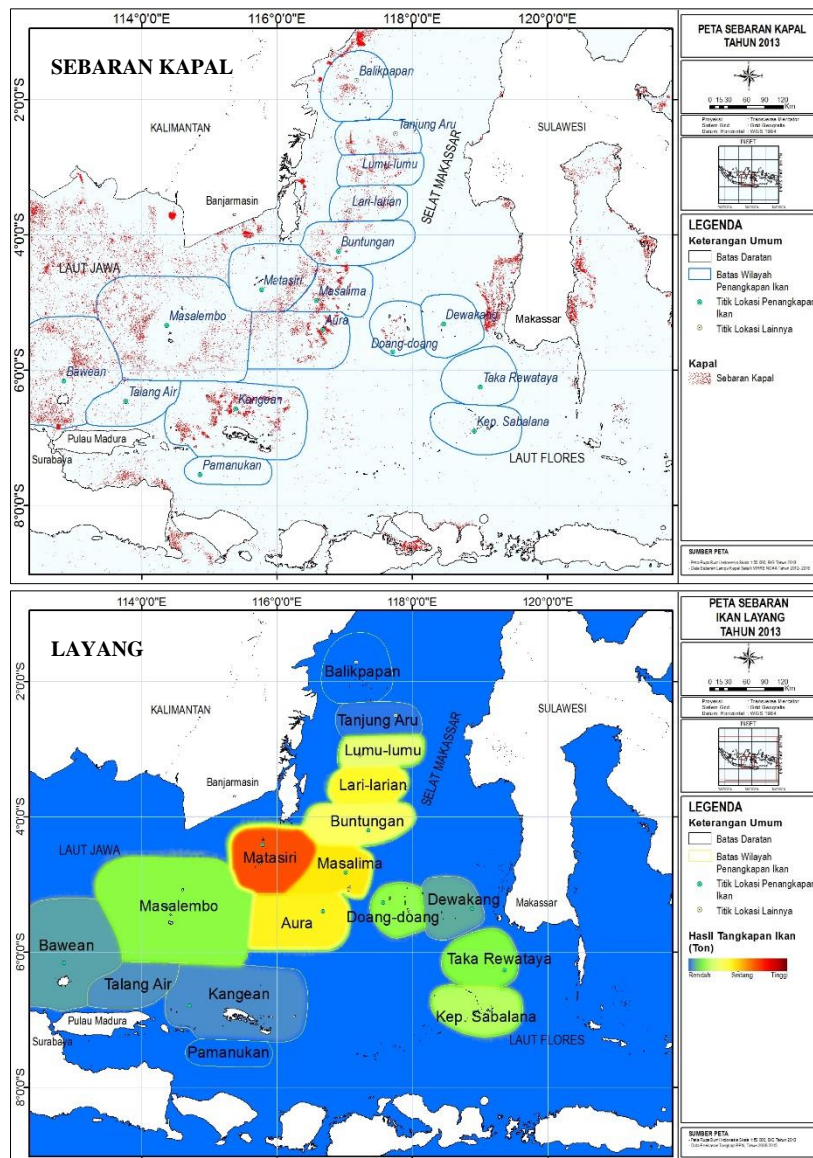
Pada periode tahun ini terjadi kenaikan total hasil tangkapan ikan pelagis kecil dibandingkan tahun sebelumnya, dimana total hasil tangkapan pada tahun 2013 ini mencapai 11.329,78 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode tahun ini terindikasi selaras dengan pola yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, kecuali pada bagian Laut Jawa. Pada titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil walau dengan tingkat kategori sedang, yaitu pada bagian Selat Makassar di sekitar perairan Matasiri, Masalima, Aura, Lari-larian dan Buntungan, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar pola sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Matasiri dan menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta menyebar menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Aura dan Masalima, dan juga menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibanding pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan jenis Layang mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 5.142,76 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.319,23 ton, Banyar sebesar 2.369,46 ton dan jenis Bentong sebesar 498,33 ton.

Pola sebaran jenis Lemuru juga terindikasi selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan dan hampir sama dengan pola sebaran jenis Layang, terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri dan Lumu-lumu dengan tingkat kategori sedang, dan pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Matasiri, jenis Lemuru diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan bergerak menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, dan menuju timur yaitu ke sekitar perairan Masalima serta menuju bagian Laut Jawa yaitu ke sekitar perairan Masalembo. Pada periode tahun ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

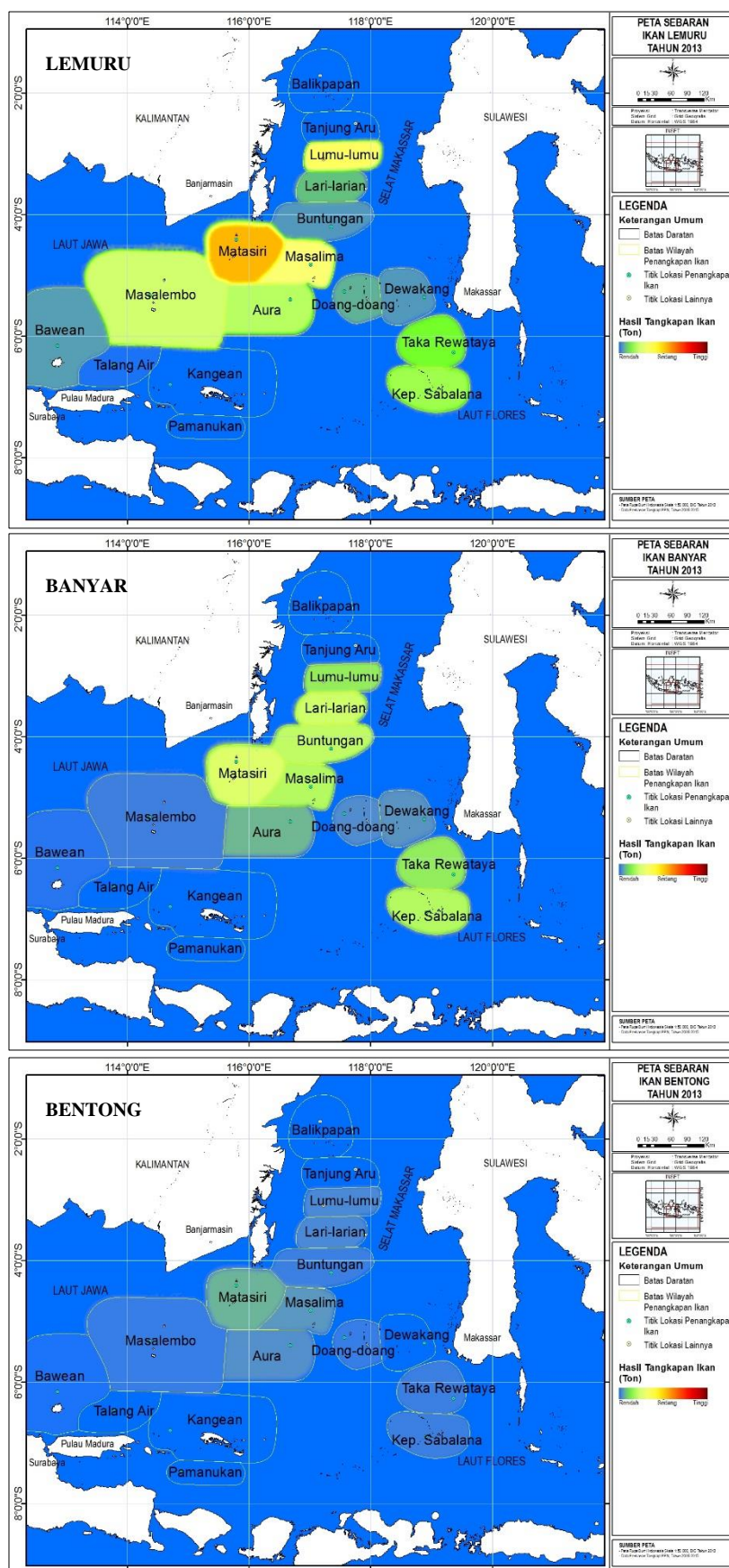
Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, terlihat sebaran jenis Banyar terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Lari-larian dan Buntungan namun dengan tingkat kategori rendah. Sebaran jenis Banyar secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga bergerak menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Hasil tangkapan ikan pada bagian Laut Flores terlihat lebih tinggi dibandingkan pada Laut Jawa, ini terlihat bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal yang terdeteksi

pada bagian Laut Flores dibandingkan pada bagian Laut Jawa. Hal ini diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode tahun 2013 di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 55 berikut ini.



Gambar 55. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada tahun 2013 di perairan *JMF triangle*



Gambar 55. (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Pada periode tahun 2014, terjadi peningkatan jumlah kapal penangkapan ikan dibandingkan tahun sebelumnya, pada tahun 2014 ini jumlah yang terdeteksi mencapai 57.813 unit, pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Balikpapan, Tanjung Aru, Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Matasiri, Masalima dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembu, Bawean Talang Air dan Kangean, selanjutnya hanya sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi rendah pada bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

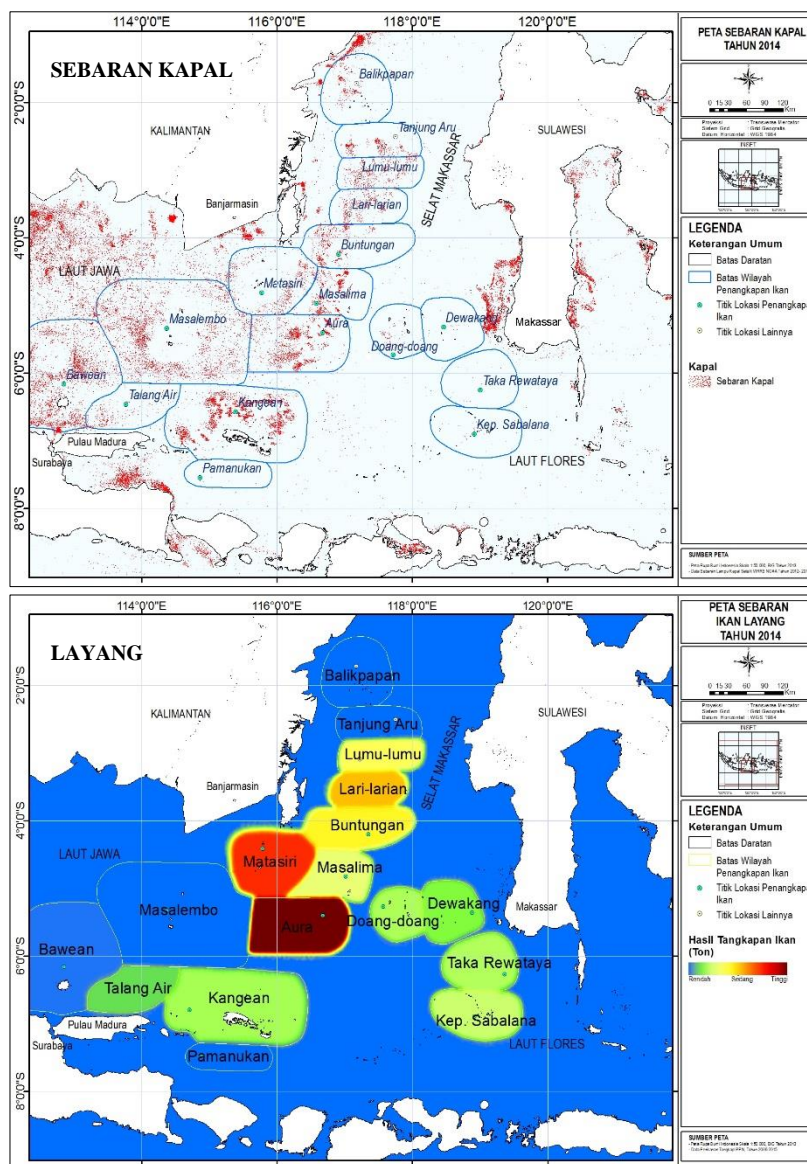
Pada periode tahun ini terjadi kenaikan total hasil tangkapan ikan pelagis kecil dibandingkan tahun sebelumnya, dimana total hasil tangkapan pada tahun 2014 ini mencapai 13,192.60 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode tahun ini terindikasi selaras dengan pola yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, kecuali pada bagian Laut Jawa. Pada titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan yang tinggi, terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan tingkat kategori tinggi pula, yaitu pada bagian Selat Makassar di sekitar perairan Aura, dan dengan kategori tingkat sedang di sekitar perairan Matasiri, Buntungan, Lari-larian dan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar pola sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Aura dan Matasiri dan menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta menyebar menuju selatan yaitu ke sekitar perairan Aura dan Masalima, dan juga menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan jenis Layang mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 6.651,11 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.217,62 ton, Banyar sebesar 2.699,92 ton dan jenis Bentong sebesar 623,95 ton.

Pola sebaran jenis Lemuru juga terindikasi selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan dan hampir sama dengan pola sebaran jenis Layang, terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Aura dan Matasiri dengan tingkat kategori sedang, dan pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Aura, jenis Lemuru diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan bergerak menuju utara yaitu ke sekitar perairan Matasiri dan Lumu-lumu, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, terlihat sebaran jenis Banyar terkonsentrasi pada bagian selatan Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Lari-larian namun dengan tingkat kategori rendah. Sebaran jenis Banyar secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga bergerak menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Hasil tangkapan ikan pada bagian Laut Flores terlihat lebih tinggi dibandingkan pada Laut Jawa, ini terlihat bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal yang terdeteksi pada bagian Laut Flores dibandingkan pada bagian Laut Jawa. Hal ini diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan

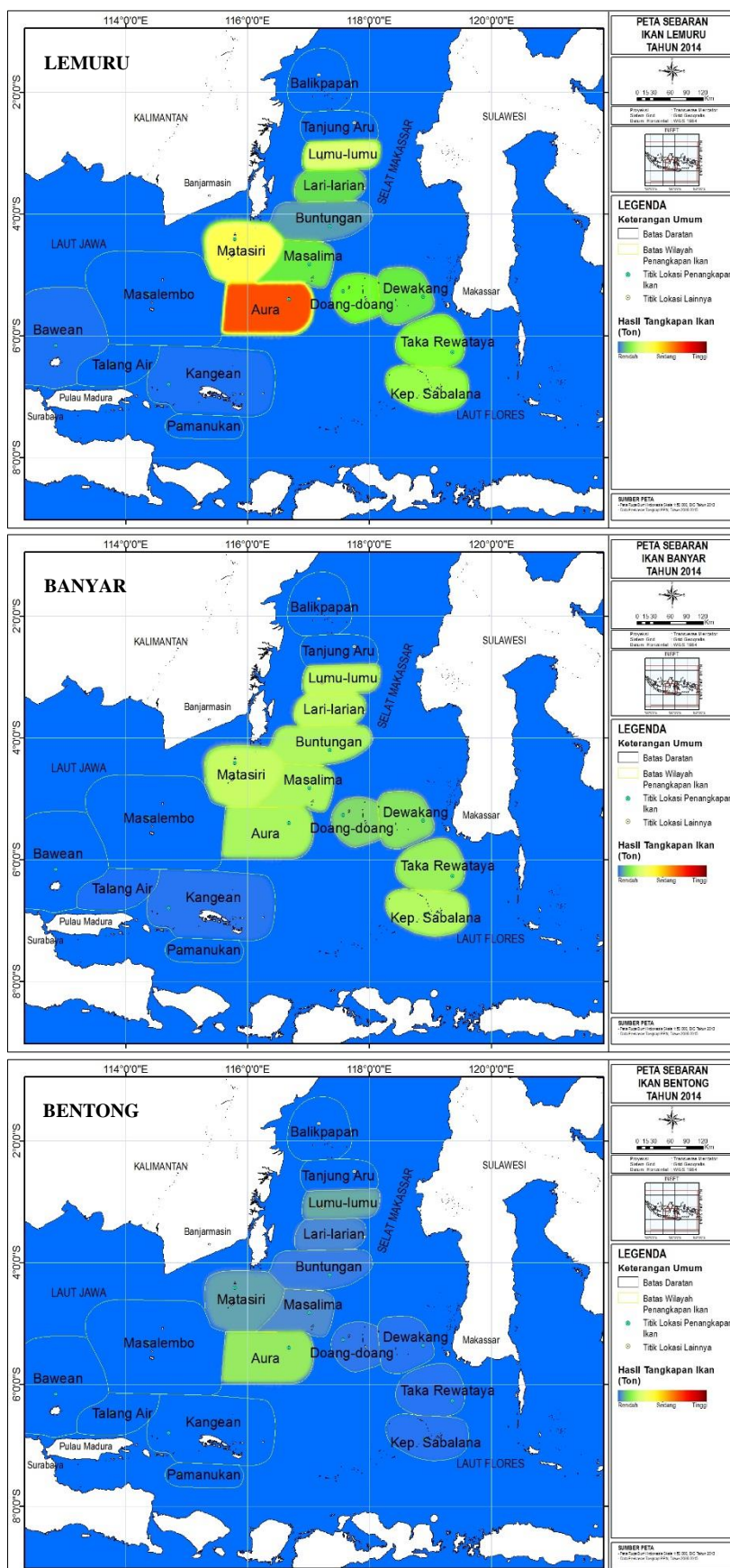
Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode tahun 2014 di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 56 berikut ini.



Gambar 56. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada tahun 2014 di perairan *JMF triangle*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 56. (lanjutan)

Pada periode tahun 2015, terjadi peningkatan jumlah kapal penangkapan ikan dibandingkan tahun sebelumnya, pada tahun 2015 ini jumlah yang terdeteksi mencapai 64.591 unit, pola sebaran spasial kapal penangkapan ikan menunjukkan tingkat konsentrasi tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Balikpapan, Tanjung Aru, Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Matasiri, Masalima dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Masalembo, Bawean Talang Air dan Kangean. Sebaran kapal penangkapan dengan tingkat konsentrasi sedang hanya terlihat di sekitar perairan Doang-doang (bagian Selat Makassar), sedangkan sebaran kapal penangkapan ikan dengan tingkat konsentrasi rendah terlihat di bagian Laut Flores dan perairan lainnya.

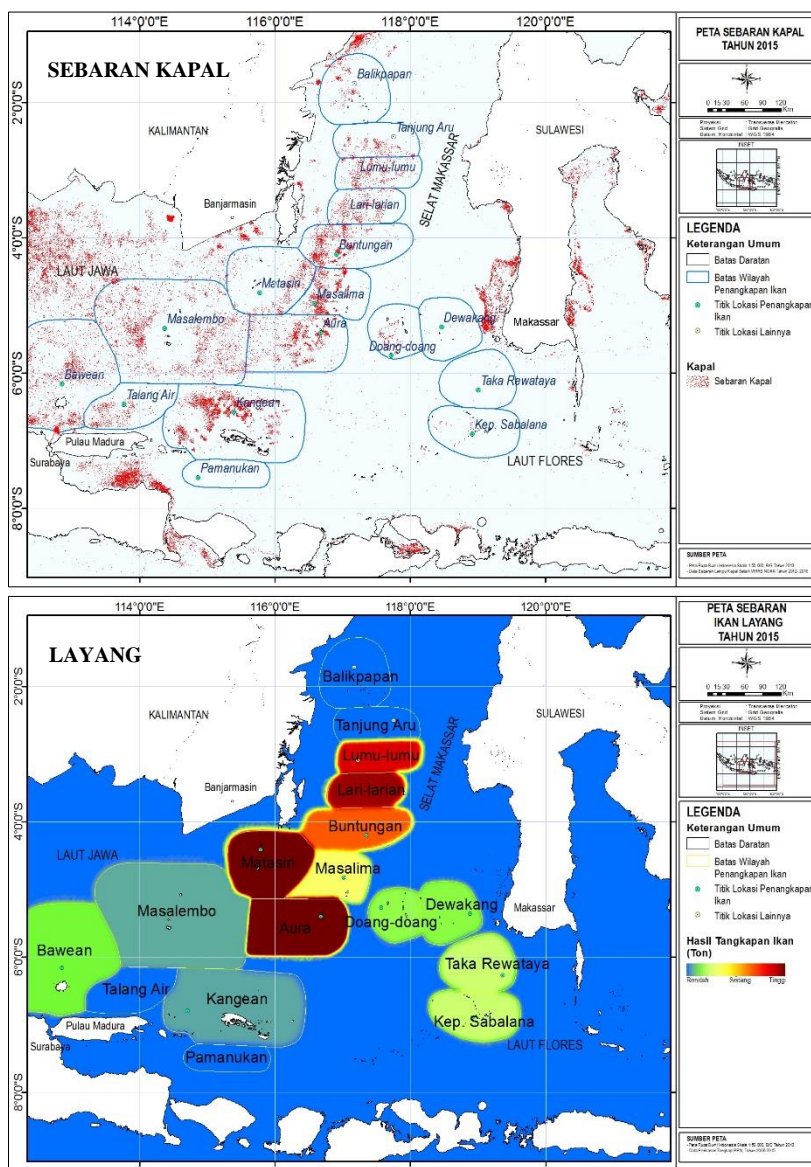
Pada periode tahun ini terjadi kenaikan total hasil tangkapan ikan pelagis kecil bila dibandingkan tahun sebelumnya, dimana total hasil tangkapan pada tahun 2015 ini mencapai 18.366,26 ton. Pola sebaran jenis Layang pada periode tahun ini terindikasi selaras dengan pola yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan, kecuali pada bagian Laut Jawa. Pada titik konsentrasi sebaran kapal penangkapan ikan yang tinggi, terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan tingkat kategori tinggi pula, yaitu pada bagian Selat Makassar di sekitar perairan Aura dan Matasiri, dan dengan tingkat kategori sedang di sekitar perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Masalima, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar pola sebaran jenis Layang diduga secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dari pusat konsentrasi yaitu di sekitar perairan Aura dan Matasiri dan menuju utara yaitu ke sekitar perairan Lari-larian, Lumu-lumu dan Buntungan, serta menyebar menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode tahun ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan jenis Layang paling dominan dengan hasil tangkapan sebesar 11.019,60 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.682,24 ton, Banyar sebesar 3.082,69 ton dan jenis Bentong sebesar 581,72 ton.

Pola sebaran jenis Lemuru juga terindikasi selaras dengan pola sebaran yang dibentuk oleh konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan dan hampir sama dengan pola sebaran jenis Layang, terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Aura dengan tingkat kategori sedang, dan pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Aura, diduga jenis Lemuru secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan bergerak menuju utara yaitu ke sekitar perairan Matasiri dan Lumu-lumu, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

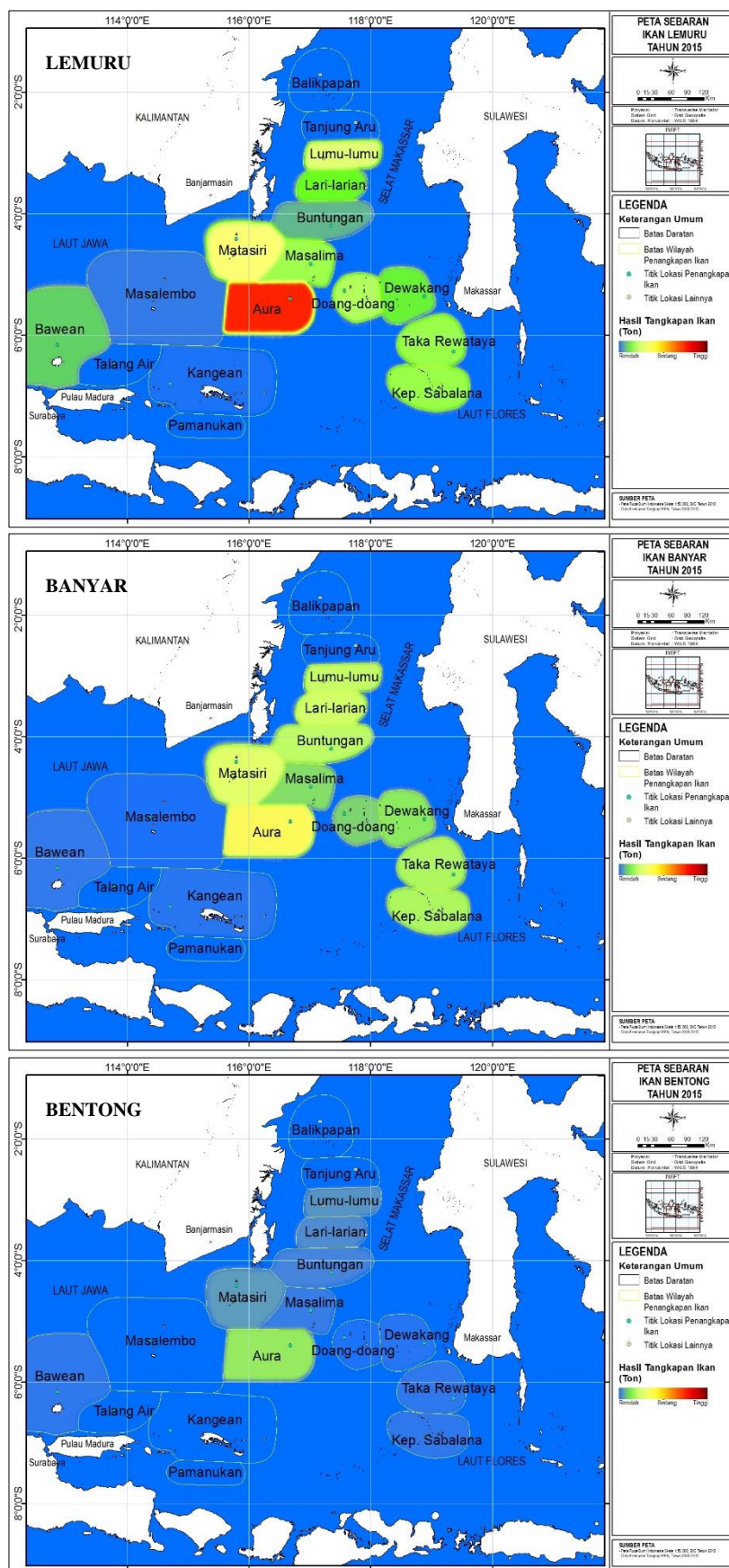
Pola sebaran jenis Banyar juga terindikasi selaras dengan pola konsentrasi sebaran titik kapal penangkapan ikan, terlihat sebaran jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Aura, sedangkan dengan tingkat kategori rendah terkonsentrasi di sekitar perairan Matasiri, Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan serta pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Sebaran jenis Banyar secara bertahap (*gradual*) mengalami penurunan dan diduga bergerak dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Aura menuju utara yaitu ke sekitar perairan Matasiri, Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta

menuju bagian Laut Flores yaitu ke sekitar perairan Kepulauan Sabalana. Hasil tangkapan ikan pada bagian Laut Flores lebih tinggi dibandingkan Laut Jawa, ini terlihat tidak selaras dengan rendahnya jumlah kapal penangkapan yang terdeteksi pada bagian Laut Flores dibandingkan pada bagian Laut Jawa, ini diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya. Peta pola spasial sebaran kapal penangkapan ikan dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode tahun 2015 di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 57 berikut ini.



Gambar 57. Peta pola spasial sebaran kapal dan sebaran hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada tahun 2015 di perairan *JMF triangle*



Gambar 57. (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Pola yang dihasilkan dari titik sebaran kapal penangkapan di perairan *JMF triangle* bila dikaitkan dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil sangat mungkin memberikan gambaran bahwa terdapat empat lokasi utama penangkapan ikan yaitu di sekitar perairan Matasiri, Lumu-lumu, Aura, Lari-larian (bagian Selat Makassar) dan perairan Kangean (bagian Laut Jawa). Keempat lokasi ini juga menjadi pusat bagi lokasi penangkapan ikan di sekitarnya, dan jika ditinjau dari periode musiman, dapat disimpulkan bahwa masa penangkapan yang paling optimal adalah pada saat musim peralihan II, karena pada musim ini ikan pelagis kecil lebih terkonsentrasi pada satu titik tertentu sehingga kegiatan operasi penangkapan dapat diorientasikan secara lebih efisien dan efektif. Hasil tangkapan bulanan menunjukkan bahwa pada periode bulan Oktober, November dan Desember merupakan periode paling tinggi menghasilkan tangkapan ikan pelagis kecil dengan pusat konsentrasi penangkapan di perairan Matasiri, Aura, Lumu-lumu dan Lari-larian (bagian Selat Makassar) serta perairan Kangean (bagian Laut Jawa), sedangkan periode tahunan menunjukkan bahwa tahun 2007 dan 2015 merupakan yang paling tinggi menghasilkan tangkapan ikan pelagis kecil dengan pusat konsentrasi penangkapan juga berada di perairan Aura, Matasiri, Lumu-Lumu dan Lari-larian (bagian Selat Makassar) serta perairan Kangean (bagian Laut Jawa).

Siklus daerah penangkapan ikan dapat mendeskripsikan pola sebaran kapal penangkapan ikan, seperti pola sebaran kapal penangkapan ikan oleh nelayan Tegal, Pekalongan dan Juwana di Laut Jawa. Pada periode Juli-September adalah masa awal masuknya jenis Layang di Laut Jawa, yang selanjutnya pada periode Oktober-Nopember menjadi musim puncak ikan pada perairan Bawean sampai Masalembo. Pada periode Mei-Juli merupakan masa paceklik yang ditandai dengan kurangnya operasi penangkapan ikan, dan dialihkan ke kawasan Laut Natuna, kemudian pada periode Desember-Februari yang merupakan puncak musim barat, kondisi cuaca di laut kurang menguntungkan sehingga operasi penangkapan ikan bergerak ke bagian utara Selat Makassar (perairan Lari-larian dan Lumu-lumu). Pada periode Maret-April yang juga merupakan musim peralihan I, merupakan masa-masa sulit untuk mencari kawanan ikan, sehingga operasi penangkapan ikan umumnya lebih banyak terkonsentrasi di sekitar perairan Bawean, Masalembo dan perairan Matasiri (Atmaja dan Sadhotomo 1985; Petit *et al.* 1995).

Simpulan

Hasil tangkapan ikan pelagis kecil yang didaratkan di pelabuhan perikanan Pekalongan lebih tinggi dari pada hasil tangkapan yang didaratkan di pelabuhan Batu Licin dan Paotere. Hasil tangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* bila diurutkan sesuai hasil tangkapan tertingginya adalah jenis Layang (54,48 %), Lemuru (22,99 %), Banyar (17,86 %) dan jenis Bentong (4,67 %). Hasil tangkapan ikan pelagis kecil berdasarkan periode musiman menunjukkan bahwa pada musim peralihan II merupakan periode dengan total hasil tangkapan ikan pelagis kecil yang paling tinggi, selanjutnya adalah periode musim barat, musim peralihan I dan yang paling rendah adalah pada periode musim timur. Daerah penangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* dengan hasil tangkapan paling tinggi adalah perairan Matasiri, Lumu-lumu, Aura, Lari-larian dan perairan Kangean.

Secara umum pola distribusi spasial jenis ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* menunjukkan pola yang mengikuti (selaras) dengan distribusi konsentrasi kapal penangkapan ikan. Hasil tangkapan ikan pelagis kecil maksimum terjadi pada musim peralihan II dan terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Aura dan Lumu-lumu, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di sekitar perairan Kangean, sedangkan pada bagian Laut Flores tidak menunjukkan hal yang serupa, hal ini disinyalir karena nelayan yang melakukan operasi penangkapan di Laut Flores melakukan penangkapan pada siang hari, sehingga pola sebaran kapal penangkapan yang diolah dari sensor VIIRS (yang mendeteksi keberadaan kapal penangkapan ikan dari cahaya lampu) tidak dapat mendeteksi keberadaan dan sebaran kapal penangkapan ikan pada bagian Laut Flores.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



5 HUBUNGAN DISTRIBUSI IKAN PELAGIS KECIL DENGAN SUHU PERMUKAAN LAUT DAN KONSENTRASI KLOROFIL-A DI PERAIRAN *JMF TRIANGLE*

Pendahuluan

Menurut Nontji (1993) suhu permukaan laut (SPL) di perairan Indonesia umumnya berkisar antara 28°C - 31°C. Sebaran SPL dapat digunakan sebagai salah satu indikator penting terjadinya *upwelling* yaitu penaikan massa air laut dari suatu lapisan dalam ke lapisan permukaan sehingga SPL di perairan bersangkutan lebih dingin dibandingkan sekitarnya. Salah satu daerah yang diduga merupakan tempat terjadinya *upwelling* di perairan Indonesia adalah di sekitar perairan Selat Makassar bagian selatan dan sekitar perairan laut Sulawesi Selatan. Perairan *JMF triangle* merupakan wilayah perairan dengan karakteristik kondisi oseanografi yang dinamis dan sangat dipengaruhi oleh arus utama yaitu Arlindo dan Armondo. Perairan *JMF triangle* yang mencakup tiga perairan yaitu Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores merupakan perairan yang saling berhubungan dan memiliki interaksi satu dengan lainnya. Perairan ini berkoneksi dengan perairan-perairan penting lain di sekitarnya (Emery *et al.*, 1972 dalam Sadhatomo dan Durrand, 1996; Wyrski 1961). Qu *et al.* (2005) menyatakan bahwa perairan bagian timur Laut Jawa merupakan daerah peralihan yang dipengaruhi oleh kondisi oseanografi perairan Selat Makassar dan Laut Flores dengan kondisi yang bervariasi terkait dengan perubahan musiman. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa sistem arus utama yang melalui perairan Selat Makassar dapat mempengaruhi kedalaman lapisan tercampur, lapisan termoklin serta timbulnya *upwelling* yang terjadi secara musiman (Gordon *et al.* 2003a). Pola sirkulasi yang diakibatkan sistem arus utama tersebut mempengaruhi siklus hidup, pola migrasi, sistem rekrutmen dan sebagainya bagi sumberdaya ikan serta berbagai organisme laut lainnya.

Berbagai proses dimana perubahan lingkungan mempengaruhi populasi ikan dapat terjadi dengan berbagai mekanisme pada suatu perairan, misalnya *upwelling*. Dengan demikian maka diperlukan pertimbangan terhadap berbagai faktor yang berpengaruh dalam suatu mekanisme yang terjadi pada perairan tersebut. Variabel utama untuk melakukan identifikasi hubungan kondisi lingkungan dengan perubahan populasi ikan adalah yang berdampak langsung, misalnya ketersediaan makanan, suhu, salinitas dan oksigen terlarut pada perairan (Bakun 1984).

Pengaruh perubahan lingkungan harian berdampak terhadap tingkah laku ikan, distribusi dan tertangkapnya ikan, sedangkan perubahan lingkungan musiman berpengaruh terhadap mortalitas dan pertumbuhan ikan-ikan muda yang berkaitan dengan ketersediaan makanan (Lowe dan McConnel 1987; Mann 1993; Kawasaki 1991; Fréon *et al.* 2005). Perubahan distribusi ikan hasil tangkapan komersil berkaitan dengan perubahan kondisi lingkungan, dimana ketersediaan ikan di suatu perairan merupakan akibat dari pemilihan habitat yang sesuai dengan aktivitasnya. Pemilihan habitat yang sesuai merupakan kemampuan beradaptasi terhadap berbagai perubahan lingkungan laut, baik abiotik maupun biotik (Jury 2005; Hannesson 2007).

Parameter lingkungan perairan yang dikaji dalam penelitian ini adalah SPL dan konsentrasi klorofil-a dengan variabel pengamatan berupa pola spasial dan variabilitas temporalnya. Suhu bukan hanya merupakan komponen penting dalam

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

mengontrol kelangsungan hidup organisme seperti pertumbuhan, aktivitas serta mobilitas gerakan, pemijahan dan lain-lain akan tetapi juga secara fisik merupakan indikator dalam proses di perairan seperti *upwelling* pantai, adveksi, fitur dinamik skala menengah seperti *front* dan *eddies*, dan lain-lain (Jenning *et.al.* 2001; Robinson 2010). Klorofil-a merupakan pigmen penting yang terdapat pada fitoplankton untuk proses fotosintesis, sehingga menjadi parameter indikator tingkat kesuburan perairan (Afdal dan Riyono 2004). Sirkulasi massa air yang terjadi antara perairan Selat Makassar dan Laut Jawa sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya merupakan hal yang menarik untuk dikaji dan menghubungkannya dengan keberadaan sumberdaya ikan. Beberapa penelitian terdahulu telah mengungkap pengaruh faktor lingkungan terhadap pembentukan musim dan daerah penangkapan ikan (Atmaja *et al.* 1986; Suwarso *et al.* 1987; Atmaja dan Nugroho 1995; Gaol dan Sadhotomo 2007).

Unit penangkapan ikan merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya dalam melakukan operasi penangkapan ikan. Deskripsi unit yang melakukan operasi penangkapan dan pendaratan hasil tangkapan ikan pelagis kecil di pelabuhan Pekalongan, Paotere dan Batu Licin dimulai dari persiapan seluruh kebutuhan melaut sampai dengan penjualan hasil tangkapan, namun sebenarnya unit penangkapan ikan hanya terdiri dari kapal, nelayan, alat tangkap serta alat bantu penangkapan ikan. Pada kajian ini unit penangkapan yang akan dibahas ditujukan hanya untuk unit penangkapan ikan pelagis kecil yang menggunakan armada *purse seine* >30 GT. Produktifitas dapat diduga dengan melihat hubungan antar hasil tangkapan (*catch*) dengan upaya penangkapan (*effort*), yang disebut *catch per unit effort* (CPUE).

Kajian ini berkontribusi dalam menggambarkan distribusi ikan pelagis kecil dan kaitannya dengan kondisi lingkungan yang terjadi di perairan *JMF triangle*. SPL dan klorofil-a yang bervariasi terhadap waktu merupakan faktor yang diamati untuk melihat pengaruhnya terhadap hasil tangkapan ikan pelagis kecil. Variasi waktu yang diindikasikan oleh perubahan musiman oleh faktor angin muson secara langsung berpengaruh terhadap perubahan SPL dan klorofil-a dalam dimensi ruang (spasial) dan waktu (temporal). Dampaknya terhadap distribusi sumberdaya ikan pelagis kecil mengikuti pola dan variasi yang diciptakan oleh parameter oseanografi tersebut. Untuk itu tujuan penelitian adalah mengkaji pengaruh pola spasial SPL dan klorofil-a terhadap pola distribusi ikan pelagis kecil; dan mengkaji respon ikan pelagis kecil terhadap variabilitas tahunan SPL dan klorofil-a.

Metode Penelitian

Bahan, Lokasi dan Waktu Penelitian

Data hasil tangkapan ikan yang digunakan merupakan rekaman catatan harian pendaratan ikan di pelabuhan perikanan Pekalongan (Jawa Tengah), Paotere (Sulawesi Selatan) dan Batu Licin (Kalimantan Selatan) dalam periode 10 tahun (Januari 2006-Desember 2015). Data tersebut juga mencakup atribut lainnya yang dapat digunakan pada penelitian ini yaitu nama kapal, waktu operasi penangkapan, nama lokasi daerah penangkapan dan hasil tangkapan ikan berdasarkan jenisnya. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk menganalisis daerah penangkapan ikan, pola pergeseran daerah penangkapan ikan, dan variabilitas temporal hasil tangkapan ikan serta hubungan antara hasil tangkapan ikan dengan parameter oseanografi

(SPL dan klorofil-a). Unit penangkapan yang dipilih armada *purse seine* > 30 GT dengan target penangkapan ikan pelagis kecil dan wilayah operasi penangkapan yang menjangkau seluruh lokasi pengamatan (perairan *JMF triangle*). Berkaitan dengan pemilihan lokasi pengumpulan data pada pelabuhan perikanan Pekalongan, Paotere dan Batu Licin ini didasarkan pada: 1) armada penangkapan dari ketiga pelabuhan tersebut melakukan operasi penangkapan ikan pelagis kecil di lokasi perairan *JMF triangle*; 2) data hasil tangkapan ikan pelagis kecil yang lengkap beserta atributnya dan format pencatatan yang relatif sistematis dan konsisten untuk cakupan waktu penangkapan selama 10 tahun.

Catch per Unit of Effort (CPUE) adalah suatu perhitungan yang digunakan untuk menentukan produksi perikanan laut yang dapat dirata-ratakan dalam periode musiman, bulanan dan tahunan. Produksi perikanan pada suatu daerah mengalami kenaikan atau penurunan dapat diketahui dari hasil CPUE (Gulland 1982). Upaya (*effort*) yang digunakan berupa jumlah trip, jumlah *setting* alat tangkap dan jumlah armada, dan pada penelitian ini yang digunakan adalah jumlah armada penangkapan. Dalam penelitian ini data *catch* merupakan hasil tangkapan ikan pelagis kecil yang didaratkan dari sejumlah kapal yang merupakan upaya penangkapan (*effort*). Hal tersebut digambarkan melalui persamaan sebagai berikut (Gulland 1982):

$$CPUE = C_t / E_t \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

CPUE = Hasil per upaya tangkap

C_t = Hasil tangkapan (ton) pada bulan ke-t

E_t = Upaya penangkapan (kapal) pada bulan ke-t

Telah dijelaskan pada Bab 4 bahwa untuk mempermudah analisis terhadap daerah penangkapan ikan, maka dilakukan *delineasi* titik-titik tepi (*marginal*) pada setiap daerah penangkapan ikan yang mengacu pada lokasi yang sama pada data pendaratan ikan yang telah diperoleh dari pelabuhan perikanan. *Deliniasi* dilakukan dengan terlebih dahulu menganalisa data dari sensor VIIRS yang dapat mendeteksi keberadaan kapal perikanan saat melakukan aktivitas operasi penangkapan ikan di perairan *JMF triangle*. Hasil analisis sensor VIIRS kemudian digunakan sebagai acuan untuk melakukan *deliniasi* daerah penangkapan ikan yang telah didapatkan dari pelabuhan perikanan. Selanjutnya diperoleh cakupan daerah penangkapan ikan yang dapat diterapkan pada data pendaratan ikan yang sebelumnya tidak memiliki acuan spasial pada peta. Cakupan daerah penangkapan ikan hasil *delineasi* setelah diverifikasi dengan data yang diperoleh dari pelabuhan perikanan disajikan pada Gambar 24, cakupan lokasi daerah penangkapan ikan tersebut disepadankan dengan parameter SPL dan klorofil-a untuk melakukan pembahasan hubungan atau korelasi sebaran spasial dan temporal ikan pelagis kecil dengan parameter lingkungan.

Analisis Data

Hubungan SPL dan klorofil-a dengan distribusi ikan pelagis kecil baik total maupun jenisnya berdasarkan pola (siklus) tahunannya dianalisis secara spasial melalui pendekatan tumpang susun (*overlay*) menggunakan aplikasi *ArcGIS versi 10.2*. Analisis ini menghasilkan pola sebaran area penangkapan ikan pelagis kecil berdasarkan perubahan SPL dan klorofil-a terhadap waktu yang direpresentasikan oleh hitungan musiman, bulanan dan tahunan. Hal ini selanjutnya diharapkan dapat mengilustrasikan pola pergeseran daerah penangkapan ikan dalam hubungannya

dengan fluktuasi SPL dan klorofil-a dalam setiap periode waktu tersebut. Hubungan antara SPL dan klorofil-a dengan hasil tangkapan serta CPUE dalam variabilitas musiman, bulanan dan tahunan juga menggunakan pendekatan analisis korelasi linear, hasilnya disajikan dalam bentuk grafik, tabel dan peta-peta tematik untuk memudahkan interpretasi hubungan-hubungan yang terjadi.

Hasil dan Pembahasan

Dinamika Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Kecil Hubungannya dengan Suhu Permukaan Laut

Tiga komponen utama dalam suatu kegiatan operasi penangkapan ikan adalah, 1) teknologi (sumberdaya manusia dan armada), 2) sumberdaya ikan itu sendiri, 3) lingkungan. Interaksi yang terjadi antar ketiga komponen tersebut akan menentukan perkembangan status perikanan tangkap. Tidak ada kegiatan perikanan tangkap yang bersifat statis, dimana pada umumnya perikanan akan berada dalam status belum berkembang dan berkembang. Status belum berkembang merupakan suatu keadaan dimana pemanfaatan sumberdaya ikan yang rendah, sedangkan status berkembang merupakan pemanfaatan sumberdaya ikan yang meningkat dengan meningkatnya upaya penangkapan (Garcia *et al.* 1999). Dalam tahapan berkembang, beragam tindakan dilakukan oleh pelaku usaha perikanan tangkap (nelayan) untuk memperoleh keuntungan secara ekonomi. Tindakan yang dilakukan bertujuan untuk meningkatkan kapasitas penangkapan dengan berbagai cara, antara lain dengan penggunaan teknologi alat bantu penangkapan, merubah dimensi alat tangkap, dan meningkatkan jumlah hari dalam operasi penangkapan. Berbagai tindakan efisiensi operasi penangkapan ikan tersebut menciptakan peluang yang lebih besar untuk meningkatkan hasil tangkapan ikan. Pada sumberdaya ikan, tekanan yang terjadi terhadap ketersediaan untuk perikanan juga akan semakin meningkat (Nelwan 2010).

Fungsi ekologi dan fisiologi dalam aktivitas ikan menyebabkan distribusi ikan tersebar secara terbatas di suatu perairan, dimana terdapat lokasi tertentu yang memiliki konsentrasi ikan lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya. Operasi penangkapan ikan akan dilakukan pada lokasi yang memiliki konsentrasi ikan yang tinggi, konsentrasi ikan yang tinggi berada pada perairan yang memiliki produktivitas biologi yang tinggi pula (Garcia *et al.* 1999; Jennings *et al.* 2001). Dampaknya, akan terjadi intensitas penangkapan ikan yang tinggi pada lokasi penangkapan tertentu, sehingga fluktuasi ikan merupakan dampak dari intensitas penangkapan pada setiap wilayah perairan yang juga menunjukkan dinamika armada penangkapan (Hilborn 1985; Sadhatomo 1991; Atmaja dan Nugroho 2006).

Kategori hasil tangkapan ikan untuk periode musiman dibagi menjadi tiga, yaitu tinggi (> 3.000 ton), sedang (1.000 - 3.000 ton) dan rendah (< 1.000 ton) yang ditunjukkan dalam bentuk lingkaran pada legenda peta, sedangkan untuk masing-masing jenis ikan pelagis kecil dibedakan dengan warna. Berdasarkan kategori hasil tangkapan, jenis ikan pelagis kecil yang paling dominan di perairan *JMF triangle* adalah jenis Layang, Lemuru, Banyar dan Bentong, dan dapat diketahui bahwa hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai maksimum pada periode musim peralihan II (September-November) sebesar 47.069,79 ton, sedangkan pada periode musim timur (Juni-Agustus) merupakan hasil tangkapan paling minimum, yaitu hanya mencapai 27.575,32 ton. Pada periode musim barat (Desember-Februari) hasil tangkapan ikan

pelagis kecil 39.110,98 ton, dan pada periode musim peralihan I sebesar 28.103,42 ton. Peta dinamika daerah penangkapan ikan pelagis kecil dan hubungannya dengan pola spasial SPL berdasarkan total hasil tangkapan maupun berdasarkan jenisnya pada periode musiman di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 58.

Pada periode musim barat, kondisi SPL relatif lebih rendah dibandingkan musim peralihan I, dan jenis ikan pelagis kecil diurutkan berdasarkan total jumlah hasil tangkapan adalah jenis Layang, Lemuru, Banyar dan jenis Bentong. Jenis Layang sangat mendominasi dengan total hasil tangkapan mencapai 19.042,14 ton, Lemuru hanya 12.317,13 ton, Banyar 6.260,67 ton dan jenis Bentong 1.491,04 ton.

Sebaran jenis Layang dengan tingkat kategori tinggi terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura, serta dengan tingkat kategori sedang yang terkonsentrasi di perairan Buntungan dan Lari-larian. Pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean juga terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang, namun pada bagian Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar, yaitu di perairan Matasiri dan Aura jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Buntungan, Masalima, dan menuju perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya, sedangkan yang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi di perairan Lumu-lumu bergerak menuju perairan Lari-larian. Pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean, sebaran jenis Layang diduga bergerak menuju perairan Masalembo dan Bawean, sedangkan pada bagian Laut Flores jenis Layang terlihat hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah di perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana.

Walaupun tidak lagi mendominasi, sebaran jenis Lemuru terindikasi hampir sama dengan sebaran jenis Layang, dimana jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi di bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, serta dengan tingkat kategori sedang di perairan Matasiri dan Aura. Pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi yang tinggi di perairan Lumu-lumu diduga menyebar ke perairan Lari-larian, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Matasiri dan Aura diduga menyebar menuju perairan Masalima, serta menuju bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Pada musim barat ini hasil tangkapan jenis Lemuru lebih tinggi dibanding jenis Banyar dan Bentong, namun lebih rendah dari jenis Layang.

Pergerakan jenis Banyar juga terindikasi hampir sama dengan jenis Layang dan Lemuru, terlihat jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, serta dengan tingkat kategori rendah di perairan Lari-larian, Lumu-lumu, Masalima dan Buntungan, pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores terindikasi terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah. Jenis Banyar diduga bergerak dari perairan Matasiri menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada musim ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya dan terindikasi terkonsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu dan Aura.

Pada periode musim peralihan I kondisi SPL paling hangat dibandingkan musim lainnya, dan hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim ini lebih rendah dibandingkan musim sebelumnya, dimana total hasil tangkapan hanya mencapai 28.103,42 ton. Jenis ikan pelagis kecil pada musim ini diurutkan berdasarkan jumlah total hasil tangkapan adalah jenis Lemuru, Layang, Banyar dan jenis Bentong. Pada

musim ini jenis Lemuru mengambil alih dominasi dengan hasil tangkapan mencapai 10.475,15 ton, lebih tinggi sedikit dibandingkan jenis Layang yang hanya mencapai 10.297,69 ton, jenis Banyar 5.698,22 ton dan jenis Bentong 1.632,36 ton. Hasil tangkapan jenis Lemuru yang dominan ini diduga akibat kondisi SPL yang hangat pada musim ini, karena jenis Lemuru cenderung lebih terkonsentrasi pada perairan dengan rata-rata SPL yang lebih hangat, sedangkan jenis Layang lebih terkonsentrasi pada perairan dengan rata-rata SPL yang lebih dingin. Hal ini senada dengan hasil penelitian Syahdan (2015) pada Laut Jawa dan Selat Makassar yang menjelaskan adanya kecenderungan jenis Lemuru untuk lebih terkonsentrasi pada kondisi SPL yang lebih hangat dan jenis Layang pada kondisi SPL yang lebih dingin.

Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Matasiri, Aura, Lumu-lumu dan Lari-larian, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Buntungan dan Lari-larian, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Matasiri diduga menuju perairan Aura dan Kangean serta menuju perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana.

Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Aura, jenis Lemuru diduga menuju perairan Masalembo, Masalima dan perairan Kepulauan Sabalana, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu bergerak menuju perairan Lari-larian.

Jenis Banyar terindikasi hampir sama dengan pola sebaran Layang, namun dengan tingkat kategori rendah. Pola sebaran jenis Banyar lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Masalima, Lari-larian, Buntungan dan Lumu-lumu serta pada bagian Laut Flores yaitu di perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Jenis Banyar diduga menyebar dari perairan Matasiri dan Masalima menuju perairan Aura, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lari-larian menuju perairan Lumu-lumu dan Buntungan. Pada bagian Laut Flores, jenis Banyar yang terkonsentrasi di perairan Kepulauan Sabalana diduga menyebar ke perairan Takarewataya dan Dewakang.

Jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar terutama di perairan Lumu-lumu dan Aura, serta bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Pada musim ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan jenis Layang, Lemuru dan jenis Banyar.

Pada periode musim timur rata-rata SPL terlihat lebih rendah dibandingkan musim sebelumnya sedangkan hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim timur ini merupakan yang terendah dari semua musim, yaitu hanya mencapai 27.575,32 ton. Jenis ikan pelagis kecil pada musim ini bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Layang, Banyar, Lemuru dan Bentong. Jenis Layang terlihat mendominasi dengan hasil tangkapan mencapai 14.133,03 ton, angka ini lebih tinggi dibandingkan jenis Banyar yang hanya 6.703,19 ton, jenis Lemuru sebesar 4.769,99 ton dan jenis Bentong sebesar 1.969,11 ton.

Sebaran jenis Layang dengan tingkat kategori tinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Laut Jawa, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan Aura, Lumu-lumu dan Lari-larian, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Bawean, sedangkan pada bagian Laut Flores menyebar dengan

tingkat kategori rendah. Dari perairan Matasiri, jenis Layang diduga menyebar ke perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Aura, serta perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Jenis Layang yang terkonsentrasi di perairan Bawean diduga menyebar menuju perairan Masalembo dan Kangean.

Pola sebaran jenis Lemuru terlihat berbeda dengan jenis Layang, dimana sebaran jenis Lemuru dengan tingkat kategori sedang berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari perairan Matasiri, jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu dan Aura, serta menuju perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya.

Pola sebaran jenis Banyar terindikasi hampir sama dengan jenis Lemuru, terlihat sebaran jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri diduga menyebar menuju perairan Buntungan, Lari-larian, Lumu-lumu dan Bawean. Pada bagian Laut Flores jenis Banyar hanya terkonsentrasi di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi hampir sama dengan pola sebaran jenis Layang, dimana sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar terutama di perairan Matasiri, serta pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada periode musim peralihan II nilai rata-rata SPL lebih tinggi dibanding musim sebelumnya. Hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim ini mencapai 47.069,79 ton, angka ini lebih tinggi dibandingkan musim sebelumnya. Jenis ikan pelagis kecil pada musim ini bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Layang, Banyar, Lemuru dan jenis Bentong. Jenis Layang mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 33.815,30 ton, angka ini jauh lebih tinggi dibanding jenis Banyar yang hanya mencapai 6.677,29 ton, jenis Lemuru yang hanya mencapai 5.050,50 ton dan jenis Bentong yang hanya mencapai 1.526,71 ton.

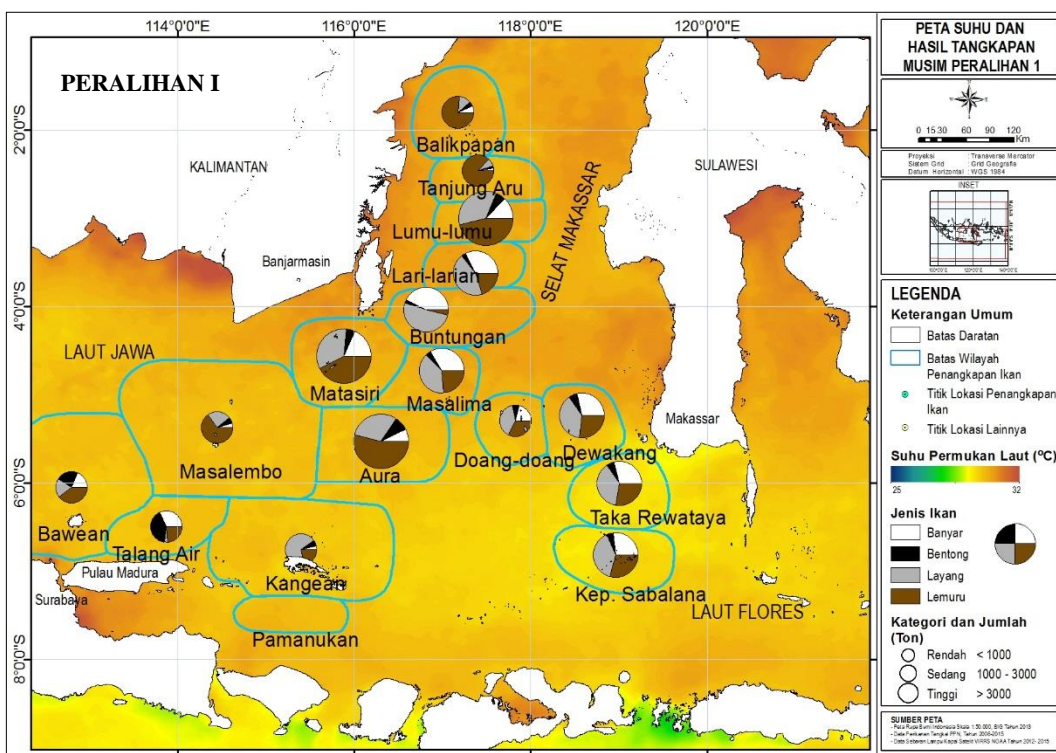
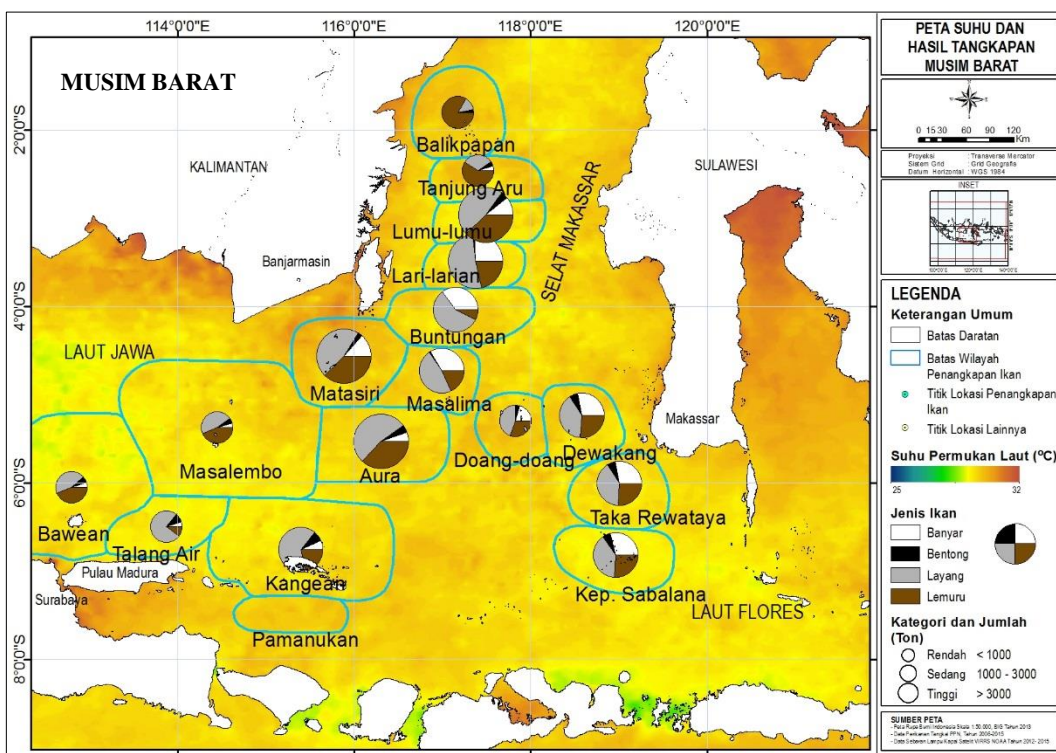
Jenis Layang pada musim ini terindikasi terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dengan tingkat kategori tinggi, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan Aura, Lumu-lumu dan Lari-larian, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Bawean. Dari perairan Matasiri, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Aura serta menuju perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Jenis Layang yang terkonsentrasi di perairan Bawean diduga menyebar menuju perairan Masalembo dan Kangean.

Pola sebaran jenis Lemuru terlihat berbeda dengan jenis Layang, dimana terlihat sebaran jenis Lemuru terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dengan tingkat kategori sedang, namun pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores hanya menunjukkan sebaran dengan tingkat kategori rendah. Pada perairan Matasiri jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Aura dan menuju perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya.

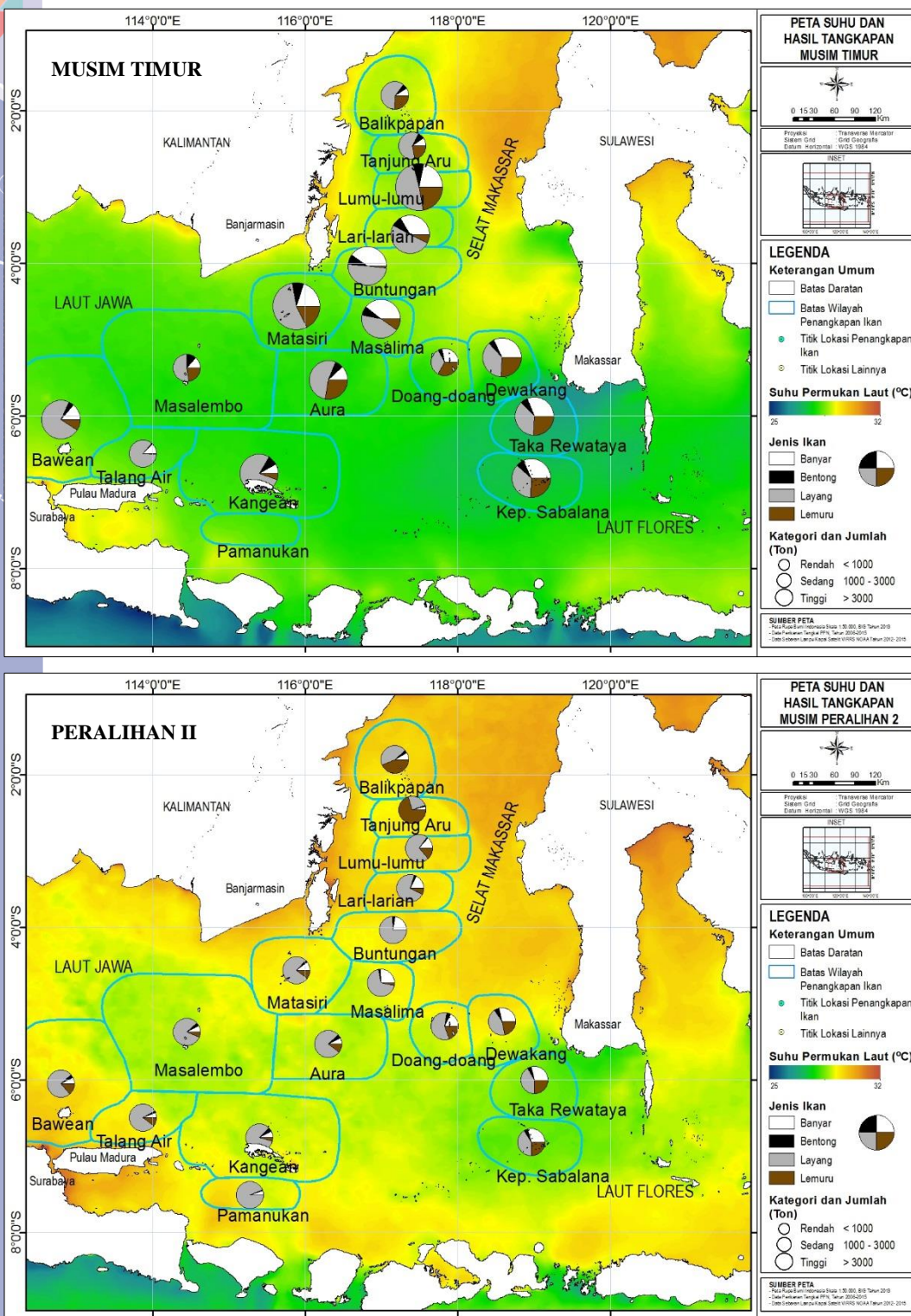
Pola sebaran jenis Banyar terindikasi hampir sama dengan jenis Lemuru, terlihat jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri, jenis Banyar diduga menyebar menuju perairan Buntungan, Lari-larian,

Lumu-lumu dan Bawean. Pada bagian Laut Flores jenis Banyar lebih terkonsentrasi di perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana.

Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar terutama di perairan Matasiri, serta bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Pada musim ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan jenis Layang, Lemuru dan jenis Banyar.



Gambar 58. Peta dinamika daerah penangkapan ikan dan hubungannya dengan musiman SPL



Gambar 58. (lanjutan)

Kategori hasil tangkapan ikan untuk periode bulanan juga dibagi menjadi tiga kategori, yaitu tinggi (> 1.500 ton), sedang (500 - 1.500 ton) dan rendah (< 500 ton) yang ditunjukkan dalam bentuk lingkaran pada peta, sedangkan untuk masing-masing jenis ikan pelagis kecil dibedakan dengan warna. Kategori bulanan dibuat lebih kecil dari pada kategori musiman karena total hasil tangkapan ikan pelagis

kecil pada periode bulanan lebih kecil dari pada periode musiman yang merupakan gabungan dari tiga bulanan. Berdasarkan kategori hasil tangkapan, jenis ikan pelagis kecil yang paling dominan di perairan *JMF triangle* adalah jenis Layang, Lemuru, Banyar dan Bentong. Total hasil tangkapan ikan pelagis kecil maksimum terjadi pada periode bulan Oktober yaitu sebesar 17.218,28 ton, selanjutnya pada November sebesar 16.019,10 ton, Desember 15.850,48 ton, September 13.832,41 ton, Januari 12.729,99 ton, Maret 10.707,11 ton, Februari 10.530,51 ton, Agustus 10.323,92 ton, Juli 9.612,43 ton, Mei 8.786,94 ton, April 8.609,37 dan bulan Juni paling minimum yaitu hanya mencapai 7.638,96 ton. Peta dinamika daerah penangkapan ikan pelagis kecil dan hubungannya dengan pola spasial SPL berdasarkan total hasil tangkapan maupun berdasarkan jenisnya menurut periode bulanan di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 59.

Pada bulan Desember terlihat SPL di perairan *JMF triangle* masih relatif hangat dengan kisaran SPL antara 29,98 °C - 30,68 °C dengan nilai rata-rata 30,30 °C, dimana pada bagian selatan Selat Makassar dan Laut Flores relatif sedikit lebih hangat dari pada perairan Laut Jawa bagian timur dan bagian utara Selat Makassar, hal ini diduga karena masih adanya pengaruh dari massa air pada musim sebelumnya yaitu musim peralihan II. Pada bulan Desember ini jenis Layang mendominasi, dan bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Layang (9.007,09 ton), Lemuru (4.256,58 ton), Banyar (2.079,28 ton) dan jenis Bentong (507,53 ton). Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi di perairan Matasiri dan Aura, dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Kangean, sedangkan pada bagian Laut Flores hanya dengan tingkat kategori rendah. Dari perairan Matasiri dan Aura, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Kangean, Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan. Jenis Lemuru terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang di perairan Matasiri, Aura dan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri dan Aura jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Kangean, Kepulauan Sabalana dan Takarewataya, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu menyebar menuju perairan Lari-larian. Jenis Banyar terindikasi terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah di perairan Matasiri, diduga menyebar menuju perairan Buntungan, Lari-larian dan Lumu-lumu. Pada bagian Laut Jawa jenis Banyar juga terlihat hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah, sedangkan pada bagian Laut Flores yaitu di perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana terlihat hasil tangkapan jenis Banyar lebih tinggi dibandingkan hasil tangkapan pada bagian Laut Jawa, hal ini terlihat bertolak belakang dengan rendahnya jumlah kapal penangkapan ikan yang terdeteksi di perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Ini bisa terjadi diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tersebut tidak terdeteksi oleh satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari. Jenis Bentong terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada bulan Januari kondisi SPL di perairan *JMF triangle* menunjukkan penurunan suhu dibandingkan bulan Desember, SPL relatif merata di perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores. SPL dengan kondisi yang sedikit lebih hangat hanya terdapat di bagian utara Selat Makassar. Pada bulan ini SPL berkisar

antara 28,8 °C - 29,96 °C dengan nilai rata-rata 29,33 °C, dan jenis ikan pelagis kecil pada bulan Januari ini bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Layang (6.034,18 ton), Lemuru (3.868,53 ton), Banyar (2.259,89 ton) dan jenis Bentong (567,39 ton). Pada bulan Januari kondisi SPL di perairan *JMF triangle* menunjukkan penurunan suhu dibandingkan bulan Desember, SPL relatif merata di perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores. SPL dengan kondisi yang sedikit lebih hangat hanya terdapat di bagian utara Selat Makassar. Pada bulan ini SPL berkisar antara 28,8 °C - 29,96 °C dengan nilai rata-rata 29,33 °C, dan jenis ikan pelagis kecil pada bulan Januari ini bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Layang (6.034,18 ton), Lemuru (3.868,53 ton), Banyar (2.259,89 ton) dan jenis Bentong (567,39 ton). Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi di perairan Lumu-lumu, sedangkan di perairan Matasiri, Lari-larian dan Aura hanya dengan tingkat kategori sedang. Pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hasil tangkapan jenis Layang hanya terlihat dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Lumu-lumu, jenis Layang diduga menyebar ke perairan Lari-larian, Matasiri dan Aura. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura. Pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores terlihat hasil tangkapan jenis Layang hanya dengan tingkat kategori rendah. Dari titik pusat konsentrasi di perairan Lumu-lumu, jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Lari-larian, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Matasiri dan Aura diduga menuju perairan Kangean dan Masalembo, serta menuju perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah di perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Matasiri dan Masalima. Jenis Banyar yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu diduga menyebar menuju perairan Lari-larian, Buntungan, Matasiri dan juga Masalima. Jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada bulan Februari yang juga merupakan akhir dari musim barat, kondisi SPL di perairan *JMF triangle* menunjukkan terjadinya peningkatan bila dibanding bulan sebelumnya, dimana SPL berkisar antara 29,04 °C - 30,27 °C dengan nilai rata-rata 29,8 °C. Kondisi SPL yang lebih hangat pada bagian Selat Makassar dan perairan bagian selatan Pulau Kalimantan, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores lebih dingin. Jenis ikan pelagis kecil pada periode bulan Januari ini bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Lemuru (4.192,02 ton), Layang (4.000,87 ton), Banyar (1.921,50 ton) dan jenis Bentong (416,12 ton). Jenis Layang dengan tingkat kategori sedang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari perairan Matasiri dan Aura jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Kangean, dan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu diduga menuju perairan Lari-larian dan Buntungan. Jenis Lemuru mengambil alih dominasi pada periode bulan ini, dan pola sebaran jenis Lemuru terindikasi hampir sama dengan pola sebaran jenis Layang, dimana terlihat hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan tingkat kategori sedang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura. Pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya terlihat dengan tingkat kategori rendah. Dari perairan Matasiri dan Aura, jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Bawean, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu menyebar menuju perairan Lari-larian. Jenis Lemuru pada

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

bulan ini mendominasi, hal ini diduga akibat kondisi SPL yang lebih hangat pada bulan ini, karena jenis Lemuru cenderung lebih terkonsentrasi pada perairan dengan rata-rata SPL yang hangat, dibandingkan jenis Layang yang lebih terkonsentrasi pada perairan dengan rata-rata SPL yang lebih dingin. Hal ini senada dengan hasil penelitian Syahdan (2015) di Laut Jawa dan Selat Makassar yang menjelaskan bahwa ada kecenderungan jenis Lemuru lebih terkonsentrasi pada SPL yang lebih hangat dan jenis Layang pada kondisi SPL yang lebih dingin. Sebaran jenis Banyar terlihat terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Matasiri, dan diduga menyebar menuju perairan Masalima dan Aura. Jenis Bentong terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar (di perairan Lumu-lumu) dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada bulan Maret yang merupakan awal dari musim peralihan I, kondisi SPL di perairan *JMF triangle* menunjukkan terjadinya peningkatan bila dibanding bulan sebelumnya, dimana SPL berkisar antara 29,55 °C - 30,77 °C dengan nilai rata-rata 30,14 °C. Kondisi SPL terlihat menyebar hampir merata pada seluruh perairan *JMF triangle*, dan jenis ikan pelagis kecil pada bulan ini bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Lemuru (4.297,43 ton), Layang (3.705,75 ton), Banyar (2.158,19 ton) dan jenis Bentong (545,74 ton). Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu, pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya terlihat dengan tingkat kategori rendah. Dari perairan Lumu-lumu, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Matasiri dan Aura, serta menuju perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru terlihat masih mendominasi pada periode bulan ini namun dengan tingkat kategori rendah, dan lebih terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura. Diduga dari perairan Matasiri dan Aura jenis Lemuru menyebar menuju perairan Masalembu, Takarewataya dan Kepulauan Sabalana, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu diduga menuju perairan Lari-larian. Pada periode ini jenis Lemuru terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah di perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Masalima dan Matasiri, dan diduga menyebar pula menuju perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Terlihat hasil tangkapan jenis Banyar pada bagian Laut Flores lebih tinggi dibandingkan pada Laut Jawa, ini terlihat bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal yang terdeteksi pada lokasi tersebut. Hal ini bisa terjadi diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tidak dapat terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari. Jenis Banyar yang terkonsentrasi di perairan Kepulauan Sabalana diduga menyebar menuju perairan Takarewataya dan Dewakang. Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Bulan April merupakan puncaknya musim peralihan I, dimana pada musim ini SPL masih mengalami peningkatan dibandingkan musim sebelumnya, nilai SPL maksimum terjadi pada bulan ini dengan nilai 31,47 °C. SPL berkisar antara 29,8 °C - 31,47 °C dengan nilai rata-rata 30,53 °C, dan SPL memperlihatkan juluran suhu yang lebih tinggi menuju barat di Laut Jawa yang tampak pada bulan April ini dan pembentukan SPL rendah pada bagian selatan Sulawesi Selatan. Pada bagian utara Selat Makassar di bagian sisi barat Pulau Sulawesi memperlihatkan peningkatan SPL yang konsisten hangat dari waktu ke waktu. Masih tingginya SPL pada bulan April ini disebabkan karena sedikitnya pergerakan air yang melintasi perairan Laut Jawa akibat hilangnya pengaruh dari angin monsoon barat dan belum besarnya pengaruh angin monsoon timur. Air laut terkesan diam menempati kolom perairan Laut Jawa sehingga pengaruh faktor meteorologi seperti suhu udara dan intensitas sinar matahari menyebabkan perlahan-lahan SPL di bagian Laut Jawa meningkat. Nontji (1987) menyatakan bahwa pada musim peralihan I (Maret-Mei) arus sudah mengalir ke arah barat di pantai selatan Kalimantan, dan di lepas pantai utara Jawa arus sudah mengalir ke timur sehingga di beberapa tempat dapat terjadi pusaran (*eddies*). Pada bulan ini jenis ikan pelagis kecil bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Lemuru (3.403,89 ton), Layang (3.148,98 ton), Banyar (1.603,50 ton) dan jenis Bentong (453,01 ton). Hasil tangkapan jenis Layang dengan tingkat kategori rendah terlihat di perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Matasiri dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores tidak menunjukkan hal yang serupa. Dari perairan Matasiri dan Aura jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Kangean, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu dan Lari-larian menyebar ke perairan Buntungan. Pada periode ini terlihat jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru masih mendominasi namun dalam tingkat kategori rendah, dan lebih terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura. Dari perairan Matasiri dan Aura jenis Lemuru diduga menyebar ke perairan Masalembu, Kepulauan Sabalana dan Takarewataya, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu menuju perairan Lari-larian. Pada periode bulan ini jenis Lemuru lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru terlihat mendominasi selama tiga bulan (Februari, Maret dan April), hal ini diduga akibat kondisi SPL yang hangat pada periode tiga bulan tersebut, seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa jenis Lemuru cenderung lebih terkonsentrasi pada perairan dengan rata-rata SPL yang hangat, dibandingkan jenis Layang yang lebih terkonsentrasi pada perairan dengan rata-rata SPL yang lebih dingin. Sama seperti periode bulan sebelumnya, pada periode bulan April ini jenis Banyar dan Bentong hanya menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Mei nilai SPL berkisar antara 29,31 °C - 30,66 °C dengan nilai rata-rata 29,91 °C, terlihat penurunan SPL dibandingkan dengan bulan sebelumnya. Pada periode bulan ini angin monsoon timur sudah mulai masuk ke perairan Laut Jawa sedangkan angin monsoon barat peranannya sudah sangat lemah. Hal ini dapat menyebabkan melemahnya arus yang bergerak dari barat ke timur sehingga SPL di perairan *JMF triangle* masih cenderung hangat. Masih relatif hangatnya SPL pada bulan Mei yang juga merupakan akhir dari musim peralihan I ini dapat disebabkan karena sedikitnya pergerakan air yang melintasi perairan akibat hilangnya pengaruh dari angin monsoon barat dan belum besarnya pengaruh dari angin monsoon timur.

Air laut terkesan diam menempati kolom perairan sehingga pengaruh dari faktor meteorologi seperti suhu udara dan intensitas sinar matahari dapat menyebabkan perlahan-lahan SPL meningkat. Pada bulan Mei ini jenis ikan pelagis kecil diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah Layang (3.442,96 ton), jenis Lemuru (2.773,83 ton), Banyar (1.936,53 ton) dan jenis Bentong (633,62 ton). Jenis Layang mengambil alih dominasi jenis Lemuru pada bulan ini, dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu dan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya dengan tingkat kategori rendah. Dari perairan Matasiri jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Aura dan Kangean serta Kepulauan Sabalana, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu diduga menyebar menuju perairan Buntungan dan Lari-larian. Pada periode bulan ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru terindikasi terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu, serta diduga menyebar menuju perairan Matasiri, Aura dan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan Mei ini jenis Lemuru terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terindikasi dengan tingkat kategori rendah di perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Matasiri, serta diduga menyebar menuju perairan Kepulauan Sabalana. Hasil tangkapan jenis Banyar pada bagian Laut Flores lebih tinggi dibandingkan pada Laut Jawa, ini terlihat bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal penangkapan yang terdeteksi pada lokasi tersebut. Hal ini diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari. Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada bulan Juni kisaran nilai SPL antara 28,51 °C - 30,35 °C dengan nilai rata-rata 29,14 °C. Pada bulan Juni yang merupakan awal periode musim timur ini SPL dengan nilai yang lebih rendah dari bulan sebelumnya mulai memasuki perairan bagian Selat Makassar bagian selatan dan perairan bagian barat Laut Jawa. Secara perlahan massa air yang relatif dingin ini mendorong massa air yang lebih hangat ke arah Laut Jawa bagian barat dan ke arah bagian utara Selat Makassar. Hembusan angin yang berlangsung di perairan *JMF triangle* sangat kuat, bahkan paling kuat bila dibandingkan dengan tiga musim lainnya. Kecepatan angin yang berhembus mencapai maksimum dan dapat mengakibatkan timbulnya gelombang yang intensif sehingga permukaan laut tidak mendapatkan pemanasan yang efektif dan terjadi penurunan SPL. Pada periode bulan Juni ini jenis ikan pelagis kecil bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Layang (3.190,65 ton), Banyar (2.121,33 ton), Lemuru (1.757,86 ton) dan jenis Bentong (569,13 ton). Jenis Layang masih mendominasi pada bulan ini dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang di perairan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Sebaran jenis Layang diduga menyebar dari perairan Matasiri menuju perairan Aura, Lari-larian dan Buntungan. Pada periode bulan ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat

Makassar bila dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Sebaran jenis Lemuru hampir sama dengan jenis Layang, terlihat jenis Lemuru terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Aura. Dari perairan Matasiri dan Aura jenis Lemuru diduga menuju perairan Lumu-lumu dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Sebaran jenis Banyar terindikasi terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lari-larian dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri dan Lari-larian, diduga jenis Banyar menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Buntungan dan Masalima, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Pola sebaran jenis Banyar terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada bulan Juli kisaran nilai SPL antara 27,8 °C - 29,08 °C dengan nilai rata-rata 28,33 °C. Pada bulan Juni ini terlihat juluran suhu dingin dari perairan bagian Laut Flores dan dari perairan bagian selatan Sulawesi Selatan ke arah bagian barat perairan Laut Jawa semakin memperlihatkan pembentukannya dan diikuti dengan penurunan yang terus berlangsung dengan cakupan area yang semakin luas, serta mengalami penurunan suhu dibandingkan bulan sebelumnya. Hembusan angin yang berlangsung di perairan *JMF triangle* masih sangat kuat pada bulan Juli ini, hampir sama kuatnya dengan bulan Juni dimana kecepatan angin yang berhembus ini dapat mengakibatkan timbulnya gelombang yang intensif sehingga permukaan laut tidak mendapatkan pemanasan yang efektif. Selain itu, pada periode bulan Juli ini, terjadi penurunan suhu di bagian selatan Selat Makassar, yang disebabkan oleh fenomena *upwelling* yang mencapai maksimum di selatan Selat Makassar pada bulan Agustus (Utama *et al.* 2017; Nababan *et.al* 2015). Pada bulan Juli ini jenis ikan pelagis kecil bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Layang (4.520,50 ton), Banyar (2.435,60 ton), Lemuru (1.874,09 ton) Bentong (782,24 ton). Jenis Layang terlihat masih mendominasi pada bulan ini dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lumu-lumu, dan pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Bawean, sedangkan pada bagian Laut Flores hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari perairan Matasiri jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Aura dan Bawean. Pada periode ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dan Matasiri. Dari perairan Lumu-lumu, sebaran jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Matasiri dan Aura. Pada periode bulan ini jenis Lemuru lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terindikasi terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dan Matasiri. Dari perairan Matasiri sebaran jenis Banyar

diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan. Pada periode bulan ini jenis Banyar terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Pola sebaran jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada bulan Agustus kisaran nilai SPL antara 27,4 °C - 29 °C dengan nilai rata-rata 28 °C, terjadi penurunan suhu dibandingkan bulan sebelumnya. Pada bulan Agustus ini massa air dengan suhu rendah dari Laut Flores dan dari bagian selatan Sulawesi Selatan terdorong oleh angin masuk ke bagian perairan Laut Jawa dan bagian perairan Selat Makassar. Suhu rendah pada bagian selatan Sulawesi Selatan disebabkan oleh fenomena *upwelling* yang mencapai puncaknya pada bulan Agustus ini. Jenis ikan pelagis kecil bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Layang (6.421,88 ton), Banyar (2.146,26 ton), Lemuru (1.138,05 ton) dan jenis Bentong (617,75 ton). Jenis Layang tetap mendominasi pada bulan ini, dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lumu-lumu, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Bawean dan Kangean, sedangkan pada bagian Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Aura, sedangkan yang terkonsentrasi pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Bawean diduga menyebar menuju perairan Kangean. Pada periode ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dan Laut Jawa dibandingkan pada bagian Laut Flores. Jenis Lemuru dengan tingkat kategori rendah terlihat terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Lemuru terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lari-larian dan Buntungan, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Bawean. Dari perairan Matasiri diduga jenis Banyar menyebar menuju perairan Lari-larian dan Buntungan, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Banyar terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode bulan ini jenis Bentong terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan tiga jenis lainnya.

Bulan September merupakan awal musim peralihan II, terjadi kenaikan nilai SPL dibandingkan dengan bulan Agustus, dimana kisaran nilai SPL pada periode bulan September ini berkisar 27,62 °C - 29,65 °C dengan nilai rata-rata 28,42 °C. Pada bulan ini juluran suhu dingin dari perairan Laut Flores dan dari perairan bagian selatan Sulawesi Selatan ke bagian barat perairan Laut Jawa masih berlangsung, namun pembentukannya semakin melemah dengan cakupan area yang semakin mengecil. Jenis ikan pelagis kecil bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan

adalah jenis Layang (10.074,83 ton), Banyar (2.152,30 ton), Lemuru (1.155,95 ton) dan jenis Bentong (449,32 ton). Jenis Layang masih mendominasi pada bulan ini, dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, sedangkan dengan tingkat kategori sedang terlihat di perairan Lumu-lumu dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean. Pada bagian Laut Flores hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari perairan Matasiri, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Aura, dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya, sedangkan yang terkonsentrasi pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean diduga menyebar menuju perairan Bawean. Pada periode ini jenis Layang terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dan Laut Jawa dibandingkan Laut Flores. Jenis Lemuru terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat lebih terkonsentrasi di perairan Matasiri dan Lumu-lumu. Pada periode bulan ini jenis Lemuru lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar dengan tingkat kategori rendah terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Masalima, Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, dan pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean. Dari perairan Matasiri diduga jenis Banyar menyebar ke perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Banyar lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan tiga jenis lainnya.

Pada bulan Oktober terjadi kenaikan nilai SPL dibanding bulan sebelumnya, SPL berkisar antara 28,01 °C - 30,58 °C dengan nilai rata-rata 29,04 °C, dan walaupun masih terlihat suhu dingin pada bagian Laut Flores dan pada perairan bagian selatan Sulawesi Selatan, namun tidak signifikan dan tidak terlalu nyata. Kecepatan angin permukaan mengalami penurunan dibandingkan bulan September, dan hal ini dapat meningkatkan intensitas pemanasan yang efektif terhadap perairan. Jenis ikan pelagis kecil diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Layang (12.772,39 ton), Banyar (2.382,00 ton), Lemuru (1.528,33 ton) dan jenis Bentong (535,57 ton). Jenis Layang masih mendominasi pada bulan ini, dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean, sedangkan dengan tingkat kategori sedang hanya di perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan. Pada bagian Laut Flores hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Aura, sebaran jenis Layang diduga menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta menuju Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana, sedangkan yang terkonsentrasi pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean diduga menyebar menuju perairan Bawean dan Masalembo. Pada periode ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dan Laut Jawa dibandingkan bagian Laut Flores. Sebaran jenis Lemuru terindikasi terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores yaitu di perairan Kepulauan Sabalana. Dari perairan Matasiri dan Aura sebaran jenis Lemuru diduga menuju perairan Lumu-lumu dan Lari-larian,

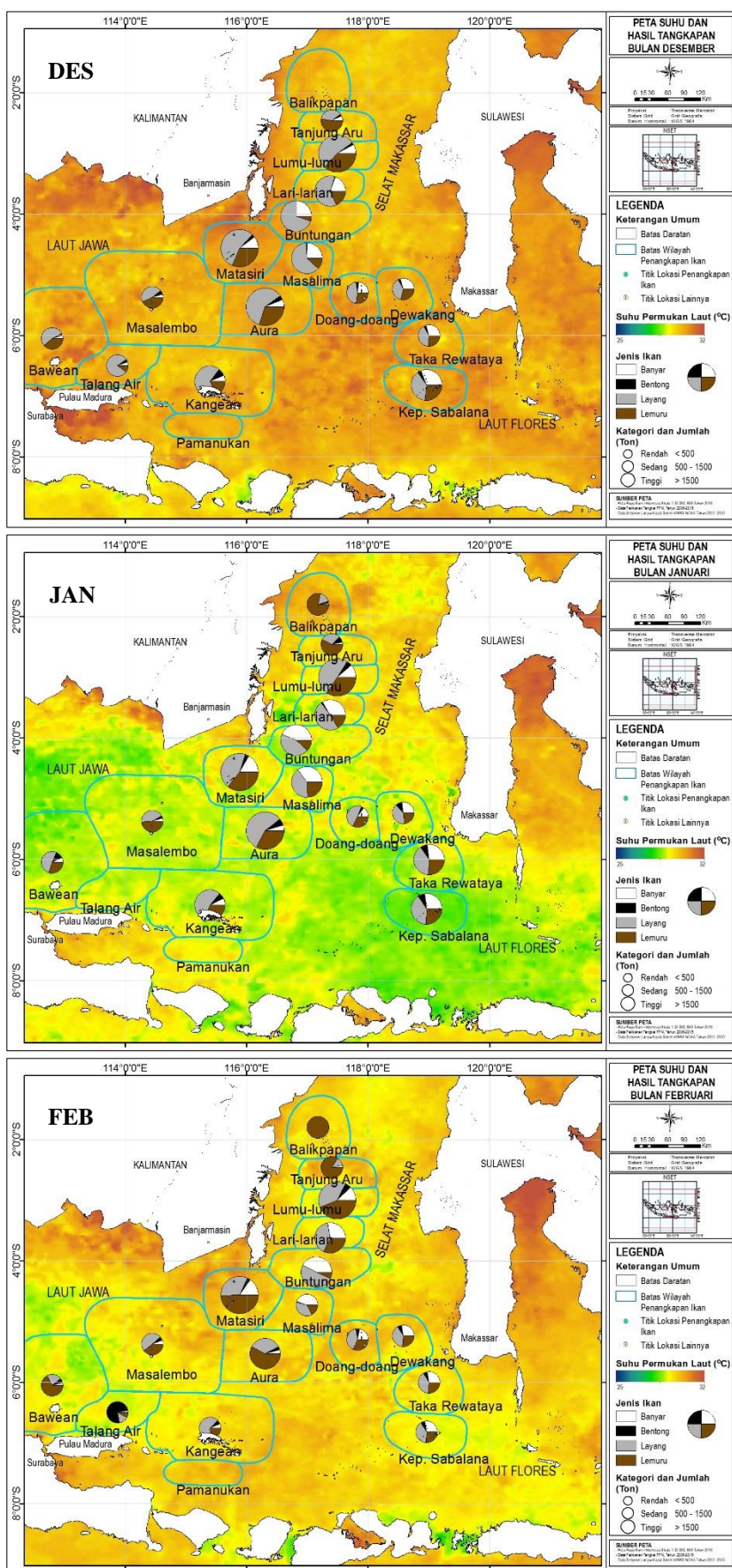
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Lemuru terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Sebaran jenis Banyar terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Aura, Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean. Dari perairan Matasiri dan Aura diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Kangean dan bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Banyar terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan tiga jenis lainnya.

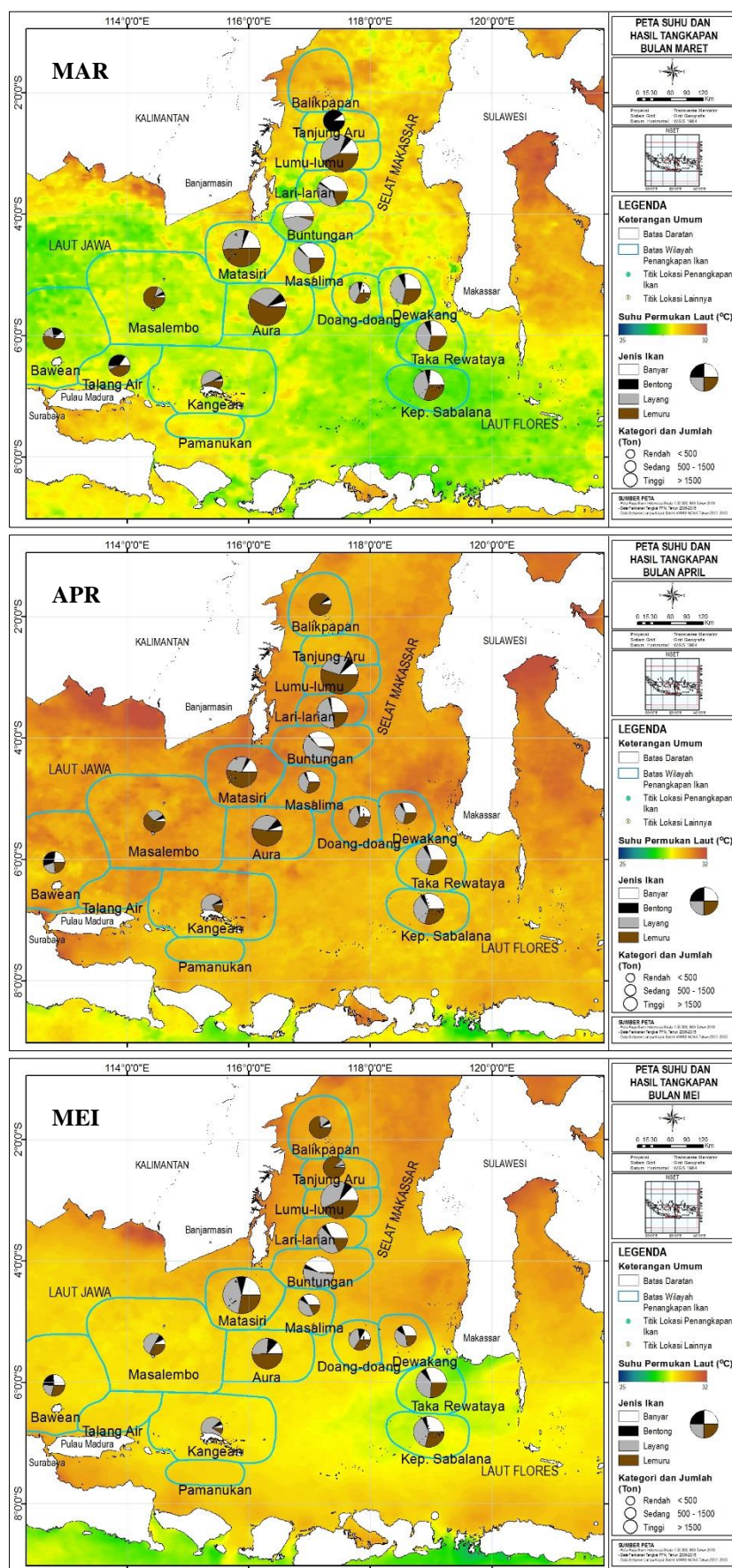
Pada bulan November kenaikan nilai SPL terus terjadi, dan suhu dingin yang sebelumnya masih terlihat sedikit pada bagian Laut Flores dan pada bagian selatan Sulawesi Selatan telah menghilang. SPL terlihat menyebar hampir merata di seluruh perairan *JMF triangle*, dimana SPL berkisar antara 29,42 °C - 30,62 °C dengan nilai rata-rata 30,15 °C. Pada periode bulan ini angin yang berhembus mencapai kecepatan minimum yang mengakibatkan permukaan laut mendapatkan pemanasan yang sangat efektif. Selain dari itu, pada bulan November yang juga merupakan akhir dari periode musim peralihan II ini puncak fenomena *upwelling* pada bagian selatan Sulawesi Selatan telah selesai sehingga tidak lagi terlalu berdampak pada pembentukan suhu dingin. Jenis ikan pelagis kecil bila diurutkan berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah jenis Layang (10.968,08 ton), Lemuru (2.366,22 ton), Banyar (2.142,99 ton) dan jenis Bentong (541,81 ton). Jenis Layang masih mendominasi pada bulan ini, dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura dan Matasiri, sedangkan dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, dan pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean, sedangkan pada bagian Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar jenis Layang diduga menyebar dari perairan Aura dan Matasiri menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Kangean, serta menuju Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode ini jenis Layang terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dan Laut Jawa dibandingkan pada bagian Laut Flores. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Aura. Dari perairan Matasiri dan perairan Aura, jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Kangean dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Pada periode bulan ini jenis Lemuru lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lari-larian dan Buntungan. Sebaran jenis Banyar juga terlihat pada bagian Laut Flores yaitu di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Jenis Banyar diduga menyebar dari perairan Matasiri menuju perairan Lari-larian, Buntungan, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode bulan ini jenis Banyar lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan tiga jenis lainnya.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 59. Peta dinamika daerah penangkapan ikan dan hubungannya dengan bulanan SPL

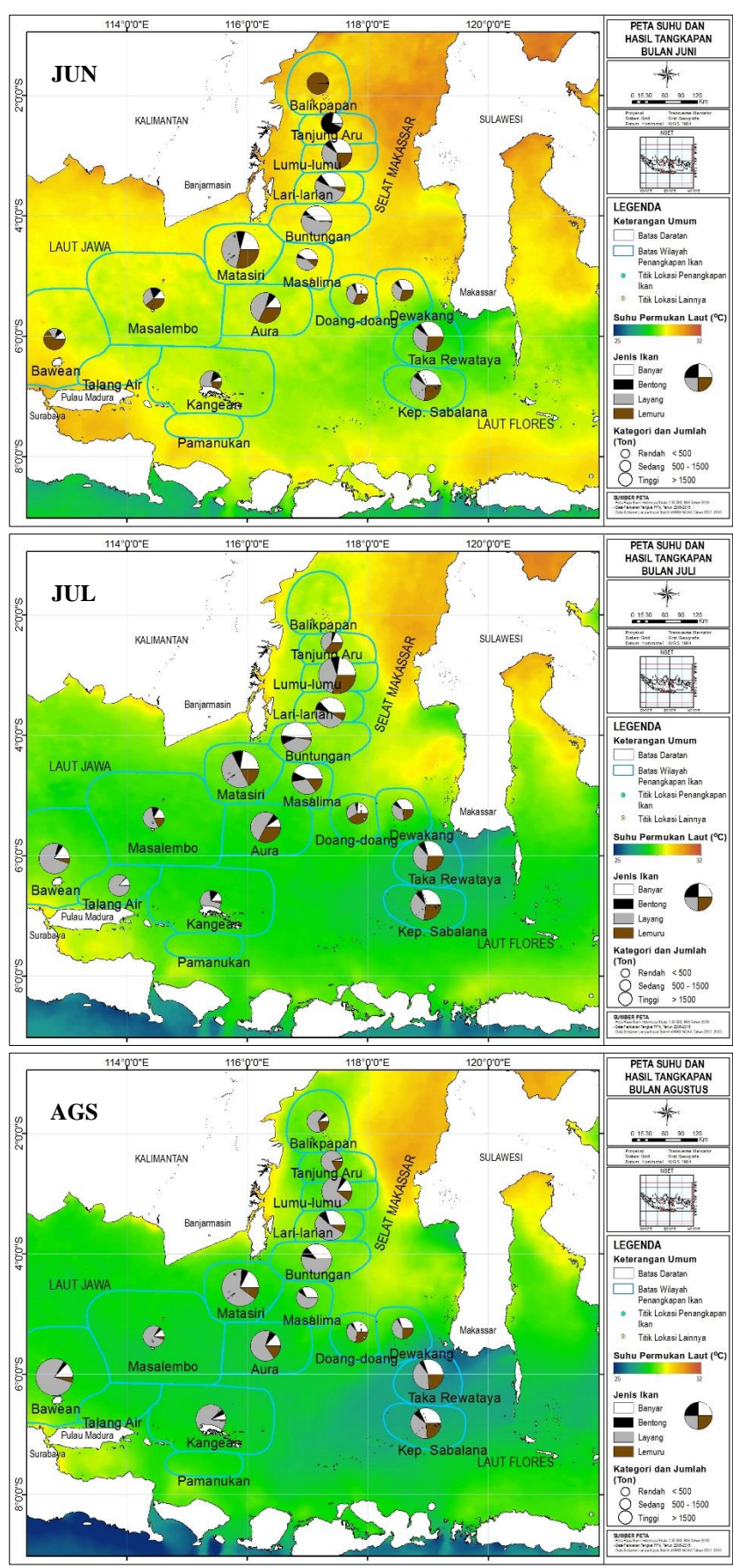


Gambar 59. (lanjutan)

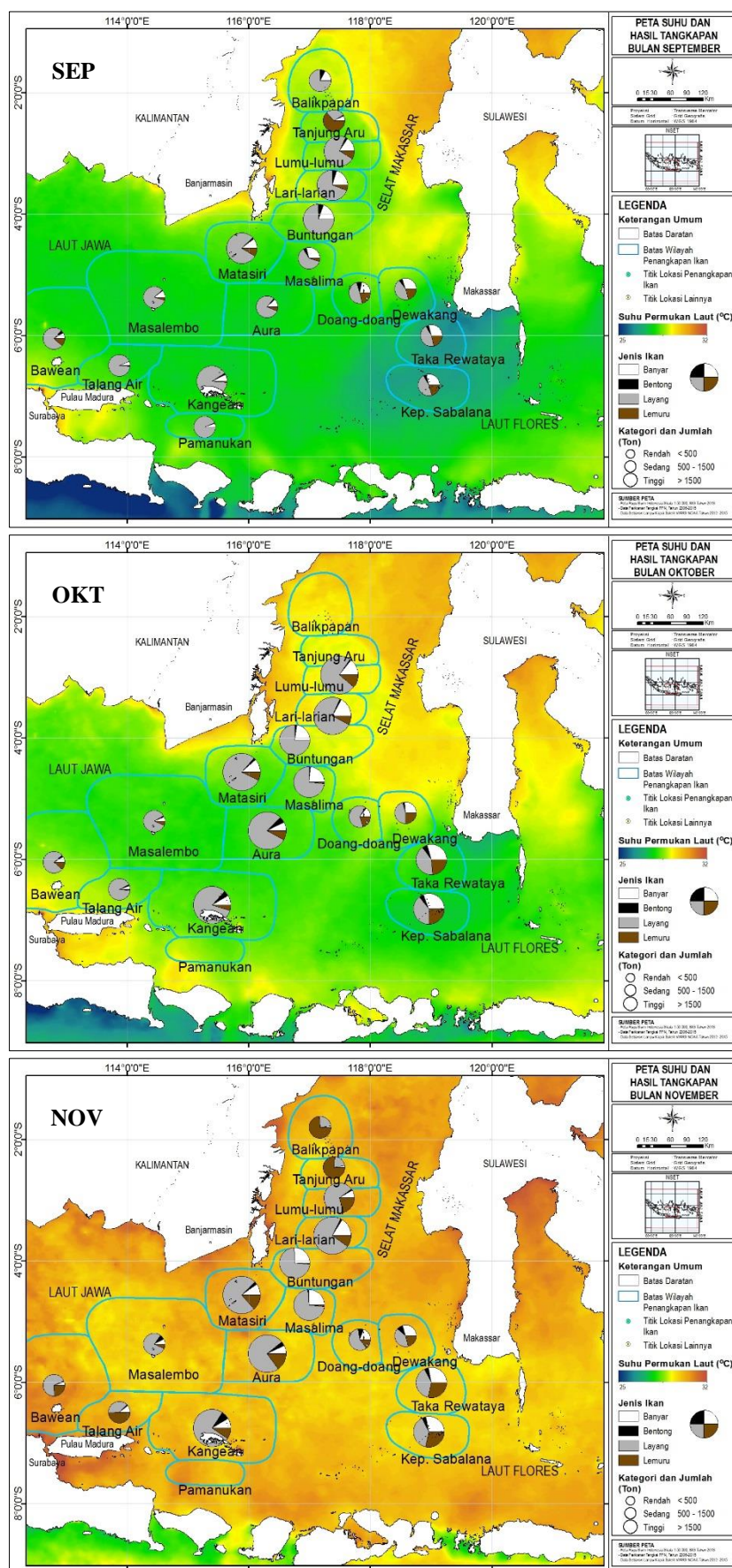
@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 59. (lanjutan)



Gambar 59. (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hasil tangkapan ikan pelagis kecil periode tahunan menunjukkan hasil tangkapan paling tinggi terjadi pada tahun 2015 dengan total sebesar 21.136,36 ton, selanjutnya pada tahun 2007 dengan total 21.096,27 ton, tahun 2006 dengan total 19.319,20 ton, tahun 2014 dengan total 15.928,89 ton, tahun 2008 dengan total 15.701,40 ton, tahun 2009 dengan total 15.376,85 ton, tahun 2011 dengan total 14.018,34 ton, tahun 2013 dengan total 13.861,87 ton, tahun 2010 dengan total 13.026,47 ton dan paling rendah terjadi pada tahun 2012 dengan total hasil tangkapan hanya sebesar 12.619,39 ton. Pada seluruh tahun terlihat hasil tangkapan jenis Layang selalu mendominasi. Peta dinamika daerah penangkapan ikan pelagis kecil dan hubungannya dengan pola spasial SPL berdasarkan total hasil tangkapan maupun berdasarkan jenisnya menurut periode tahunan di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 60.

Kategori hasil tangkapan untuk periode tahunan juga dibagi menjadi tiga kategori, tinggi (> 1.500 ton), sedang ($500 - 1.500$ ton) dan rendah (< 500 ton) yang ditunjukkan dalam bentuk lingkaran pada peta, sedangkan untuk masing-masing jenis ikan pelagis kecil dibedakan dengan warna. Kategori tahunan dibuat lebih kecil dari pada kategori musiman karena total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode tahunan lebih kecil dari pada periode musiman. Berdasarkan kategori hasil tangkapan, jenis ikan pelagis kecil paling dominan di perairan *JMF triangle* adalah jenis Layang, Lemuru, Banyar dan jenis Bentong.

Pada tahun 2006 kondisi SPL di perairan *JMF triangle* merupakan yang paling dingin bila dibandingkan dengan tahun-tahun lainnya, SPL berkisar antara $27,56^{\circ}\text{C} - 30,42^{\circ}\text{C}$ dengan nilai rata-rata $29,1^{\circ}\text{C}$, dimana terlihat kondisi SPL yang dingin pada seluruh perairan *JMF triangle*, yaitu di bagian Selat Makassar, bagian Laut Jawa dan bagian Laut Flores. Pada tahun ini jenis Layang mendominasi dengan total hasil tangkapan mencapai 10.782,06 ton, disusul Lemuru sebesar 2.786,68 ton, Banyar sebesar 2.675,65 ton dan jenis Bentong sebesar 1.297,88 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean dan Bawean, dan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu dan Lari-larian, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Takarewataya. Dari pusat konsentrasi di perairan Kangean dan Bawean, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Masalembo dan Aura. Pada periode tahun ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Laut Jawa dan Selat Makassar dibandingkan Laut Flores. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu, jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Matasiri dan Aura, serta menuju bagian Laut Jawa yaitu ke perairan Bawean dan Kangean, dan juga menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Lemuru terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah terutama pada bagian Selat Makassar dan Laut Jawa yaitu di perairan Matasiri, Kangean dan Bawean. dan jenis Banyar diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada

bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu dan Kangean. Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada tahun 2007 terjadi peningkatan rata-rata SPL bila dibandingkan tahun sebelumnya, dimana SPL berkisar antara 27,68 °C - 31,47 °C dengan nilai rata-rata 29,45 °C. SPL terlihat meningkat pada bagian Selat Makassar dan bagian Laut Flores namun cakupan suhu yang lebih rendah terlihat masih berada di bagian Laut Jawa. Jenis Layang masih mendominasi dengan total hasil tangkapan sebesar 11.679,58 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.657,76 ton, Banyar sebesar 2.788,65 ton dan jenis Bentong sebesar 1.257,67 ton. Sama seperti tahun sebelumnya, pada tahun 2007 ini jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean, dan pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, dan yang terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang juga berada pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Bawean, serta pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Lumu-lumu, jenis Layang diduga menyebar ke perairan Lari-larian, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Matasiri dan Aura diduga menyebar menuju perairan Dewakang dan juga menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada bagian Laut Jawa, dari pusat konsentrasi di perairan Kangean, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Masalembo dan Bawean. Pada periode tahun ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Laut Jawa dan Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Flores. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Lumu-lumu, jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Matasiri dan Aura, serta menuju bagian Laut Jawa yaitu ke perairan Kangean dan Masalembo, dan juga menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode tahun ini jenis Lemuru lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar dan Laut Jawa terutama di perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Lari-larian. Jenis Banyar diduga menyebar menuju perairan Buntungan, Kangean dan Dewakang, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Jenis Bentong terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu, Matasiri, Aura dan Kangean. Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada tahun 2008 terjadi sedikit penurunan rata-rata SPL bila dibandingkan tahun sebelumnya, dimana SPL berkisar antara 27,96 °C - 30,22 °C dengan nilai rata-rata 29,18 °C. SPL terlihat mengalami penurunan pada seluruh perairan *JMF triangle*. Hasil tangkapan ikan pelagis kecil mengalami penurunan dibandingkan tahun sebelumnya, namun jenis Layang tetap dominan dengan hasil tangkapan sebesar 7.282,19 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.557,06 ton, Banyar 2.366,08 ton dan jenis Bentong sebesar 744,13 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu, Aura, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean, sedangkan pada bagian Laut Flores menyebar

dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Aura, Kangean, Bawean dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode tahun ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari titik pusat konsentrasi di perairan Matasiri, jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu dan Aura, juga menuju bagian Laut Jawa yaitu ke perairan Kangean dan Bawean, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode tahun ini jenis Lemuru lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah terutama pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Dewakang, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Jenis Bentong menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terkonsentrasi di perairan Matasiri. Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada tahun 2009 terjadi kenaikan rata-rata SPL dibandingkan dengan tahun sebelumnya, dimana SPL berkisar antara 28,34 °C - 30,69 °C dengan nilai rata-rata 29,58 °C. Kondisi SPL terlihat mengalami sedikit kenaikan pada seluruh perairan *JMF triangle*. Jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 7.753,23 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 2.628,75 ton, Banyar sebesar 2.628,32 ton dan jenis Bentong sebesar 550,51 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu dan Buntungan, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan bagian Laut Flores terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Masalima, Aura, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu menyebar menuju perairan Lari-larian dan Buntungan. Pada periode tahun ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri, jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Aura, serta diduga menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Lemuru lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah terutama pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Masalima, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat terkonsentrasi di perairan Matasiri.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada tahun 2010 masih terjadi kenaikan rata-rata SPL dibandingkan tahun sebelumnya, dan kondisi SPL pada tahun ini paling hangat dibandingkan dengan tahun-tahun lainnya, dimana SPL berkisar antara 29°C - $30,87^{\circ}\text{C}$ dengan nilai rata-rata $30,06^{\circ}\text{C}$. Terlihat kondisi SPL pada bagian Selat Makassar dan bagian utara Laut Jawa sedikit lebih hangat dibandingkan bagian Laut Flores. Pada periode tahun ini jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 5.216,67 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.736,39 ton, Banyar sebesar 2.008,41 ton dan jenis Bentong sebesar 389,15 ton. Jenis Layang terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di sekitar perairan Matasiri, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Aura dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu diduga menyebar menuju perairan Lari-larian dan Buntungan. Pada periode tahun ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari titik pusat konsentrasi di perairan Matasiri, jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Aura, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu diduga menyebar menuju perairan Lari-larian. Pada periode tahun ini jenis Lemuru lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah terutama pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Masalima, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Takarewataya dan Kepulauan Sabalana. Jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terkonsentrasi di perairan Matasiri. Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada tahun 2011 terjadi sedikit penurunan rata-rata SPL dibandingkan tahun sebelumnya, dimana SPL berkisar antara $27,83^{\circ}\text{C}$ - $30,37^{\circ}\text{C}$ dengan nilai rata-rata $29,3^{\circ}\text{C}$. Kondisi SPL terlihat mengalami sedikit penurunan pada seluruh perairan *JMF triangle*. Jenis Layang tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 6.342,37 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.282,65 ton, Banyar sebesar 2.582,94 ton dan jenis Bentong sebesar 352,64 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa bagian Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri, jenis Layang diduga menyebar menuju perairan Aura dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya, sedangkan yang terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu diduga menyebar menuju perairan Lari-larian dan Buntungan. Pada periode tahun ini jenis Layang terindikasi lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru juga terlihat terkonsentrasi



pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Aura dengan kategori rendah, dan menyebar hampir merata dengan kategori yang rendah pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri, jenis Lemuru diduga menyebar ke perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Aura, dan menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Lemuru juga lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri jenis Banyar diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Masalima, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada tahun 2012 terjadi sedikit kenaikan rata-rata SPL dibandingkan tahun sebelumnya, dimana SPL berkisar antara 27,81 °C - 30,58 °C dengan nilai rata-rata 29,38 °C. Kondisi SPL terlihat mengalami sedikit kenaikan pada seluruh perairan *JMF triangle*. Pada tahun ini jenis Layang mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 5.418,60 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 2.744,38 ton, dan Banyar sebesar 2.137,24 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Buntungan, Lumu-lumu dan Lari-larian, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar jenis Layang diduga menyebar dari pusat konsentrasi di perairan Matasiri menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Aura, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Lumu-lumu, jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Aura serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Buntungan dan Lari-larian. Sebaran jenis Banyar diduga menyebar menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Hasil tangkapan ikan pada bagian Laut Flores terlihat lebih tinggi dibandingkan pada Laut Jawa, ini terlihat bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal yang terdeteksi pada bagian Laut Flores dibandingkan bagian Laut Jawa. Hal ini terjadi diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari. Jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores. Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Pada tahun 2013 kembali terjadi kenaikan rata-rata SPL dibandingkan tahun sebelumnya, dimana SPL berkisar antara 28,42 °C - 30,58 °C dengan nilai rata-rata 29,75 °C. Kondisi SPL terlihat mengalami kenaikan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, sedangkan pada bagian Selat Makassar hanya menunjukkan sedikit perubahan dibandingkan tahun sebelumnya. Hasil tangkapan jenis Layang masih mendominasi yaitu sebesar 5.142,76 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.319,23 ton, Banyar sebesar 2.369,46 ton dan jenis Bentong sebesar 498,33 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Masalima, Aura, Lari-larian dan Buntungan, namun pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar jenis Layang diduga menyebar dari perairan Matasiri menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Aura dan Masalima, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru juga terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lumu-lumu dengan tingkat kategori sedang, dan pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari perairan Matasiri, jenis Lemuru diduga menyebar menuju perairan Lumu-lumu dan Masalima, serta menuju bagian Laut Jawa yaitu ke perairan Masalembo. Pada periode tahun ini jenis Lemuru juga terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar juga terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lari-larian dan Buntungan namun dengan tingkat kategori rendah. Jenis Banyar diduga bergerak menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Hasil tangkapan ikan pada bagian Laut Flores terlihat lebih tinggi dibandingkan pada bagian Laut Jawa, ini terlihat bertolak belakang dengan sangat rendahnya jumlah kapal yang terdeteksi pada bagian Laut Flores dibandingkan pada bagian Laut Jawa. Hal ini terjadi diduga karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada saat malam hari. Jenis Bentong terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

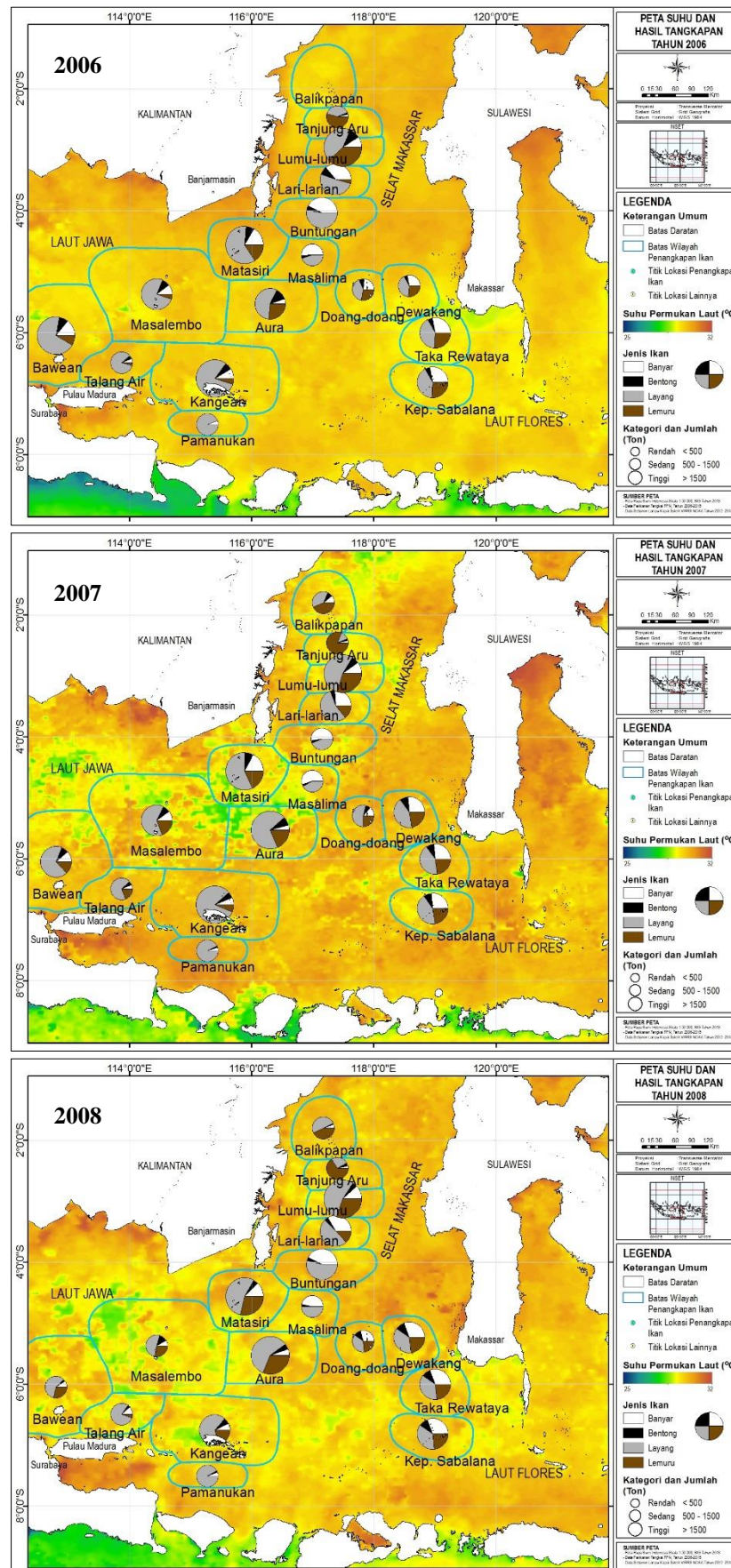
Pada tahun 2014 terjadi penurunan rata-rata SPL bila dibandingkan tahun sebelumnya, dimana SPL berkisar antara 28,19 °C - 30,7 °C dengan nilai rata-rata 29,3 °C. SPL terlihat mengalami penurunan pada seluruh perairan *JMF triangle*. Jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan 6.651,11 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.217,62 ton, Banyar sebesar 2.699,92 ton dan jenis Bentong sebesar 623,95 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan Matasiri, Buntungan, Lari-larian dan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar jenis Layang diduga menyebar dari pusat konsentrasi di perairan Aura dan Matasiri menuju perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, Aura dan Masalima, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Layang lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat

kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura dan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Aura, jenis Lemuru diduga menyebar ke perairan Matasiri dan Lumu-lumu, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada tahun ini jenis Lemuru terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar juga terindikasi terkonsentrasi pada bagian selatan Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Lari-larian namun dengan tingkat kategori rendah, dan diduga menyebar ke bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Jenis Bentong terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terkonsentrasi di perairan Matasiri. Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong terlihat paling rendah dibandingkan dengan tiga jenis lainnya.

Pada tahun 2015 masih terjadi penurunan rata-rata SPL dibandingkan tahun sebelumnya, dimana SPL berkisar antara 27,43 °C - 30,72 °C dengan nilai rata-rata 29,15 °C. Kondisi SPL terlihat mengalami penurunan pada seluruh perairan *JMF triangle*, dan pada periode tahun 2015 ini jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 11.019,60 ton, disusul oleh jenis Lemuru sebesar 3.682,24 ton, Banyar sebesar 3.082,69 ton dan jenis Bentong sebesar 581,72 ton. Konsentrasi jenis Layang dengan tingkat kategori tinggi terlihat pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura dan Matasiri, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Masalima, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Pada bagian Selat Makassar jenis Layang diduga menyebar dari pusat konsentrasi di perairan Aura dan Matasiri menuju perairan Lari-larian, Lumu-lumu dan Buntungan, serta menyebar menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Pada periode tahun ini jenis Layang terlihat lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru juga terindikasi terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura dengan tingkat kategori sedang, dan pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah. Dari pusat konsentrasi di perairan Aura, diduga jenis Lemuru menyebar ke perairan Matasiri dan Lumu-lumu, serta menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Pada periode tahun ini jenis Lemuru juga lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura, sedangkan dengan tingkat kategori rendah terlihat di perairan Matasiri, Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan, serta pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar diduga menyebar menuju bagian Laut Flores yaitu ke perairan Kepulauan Sabalana. Hasil tangkapan pada bagian Laut Flores lebih tinggi dibandingkan pada Laut Jawa, ini terlihat bertolak belakang dengan rendahnya jumlah kapal yang terdeteksi pada bagian Laut Flores dibandingkan bagian Laut Jawa. Diduga hal ini terjadi karena nelayan di Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya pada siang hari, sehingga kapal-kapal nelayan tidak terdeteksi oleh sensor satelit VIIRS yang melakukan pemindaian pada malam hari. Jenis Bentong menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, terkonsentrasi di perairan Matasiri. Pada periode tahun ini hasil tangkapan jenis Bentong paling rendah dibandingkan tiga jenis lainnya.

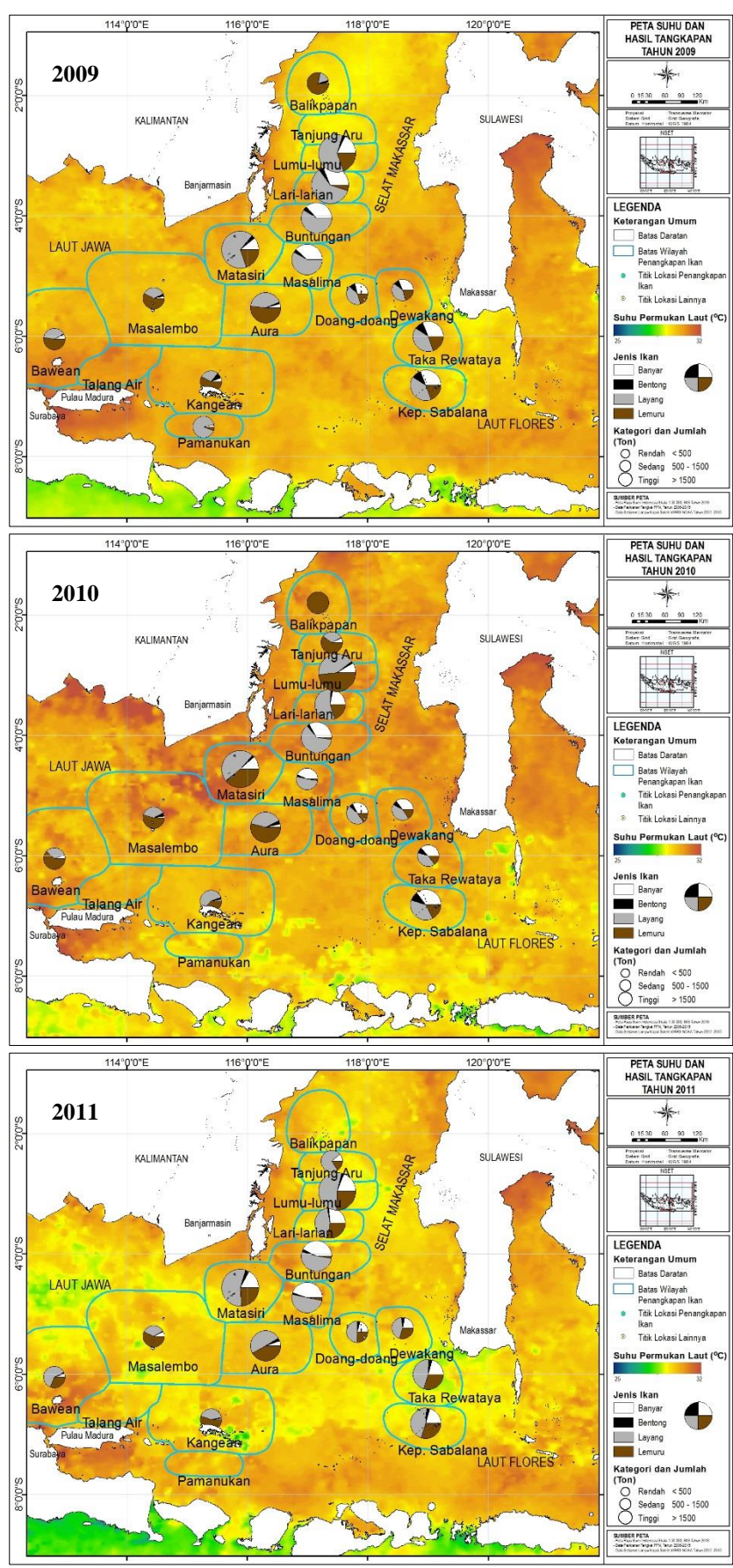
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

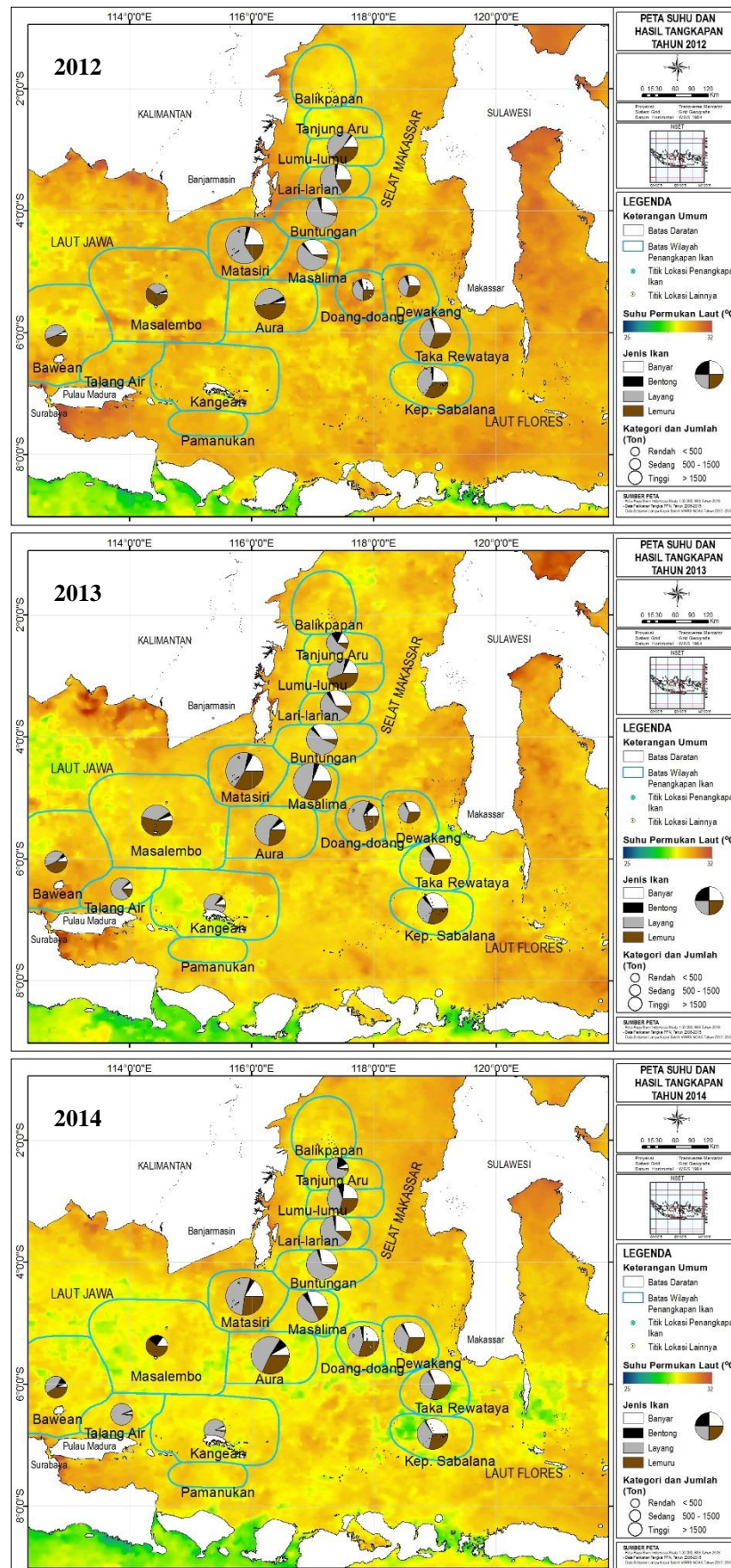


Gambar 60. Peta dinamika daerah penangkapan ikan dan hubungannya dengan tahunan SPL

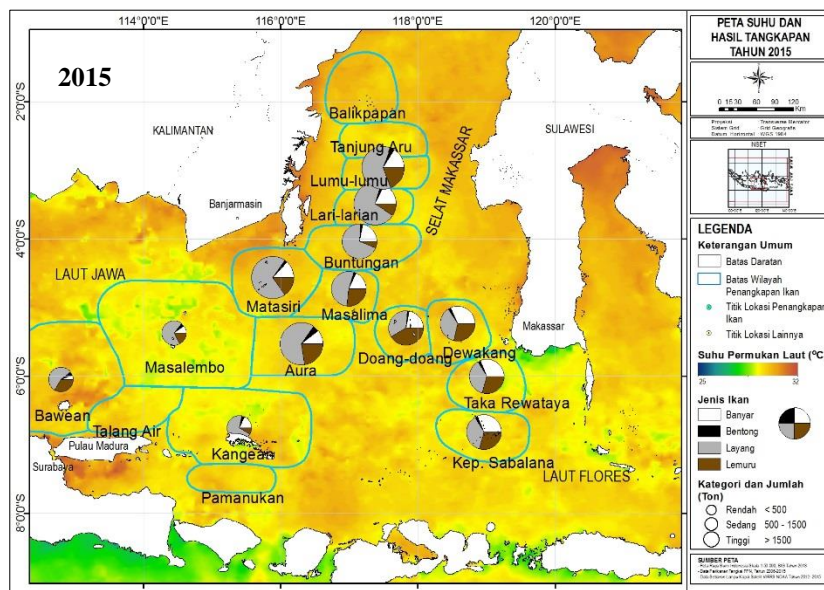
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 60. (lanjutan)



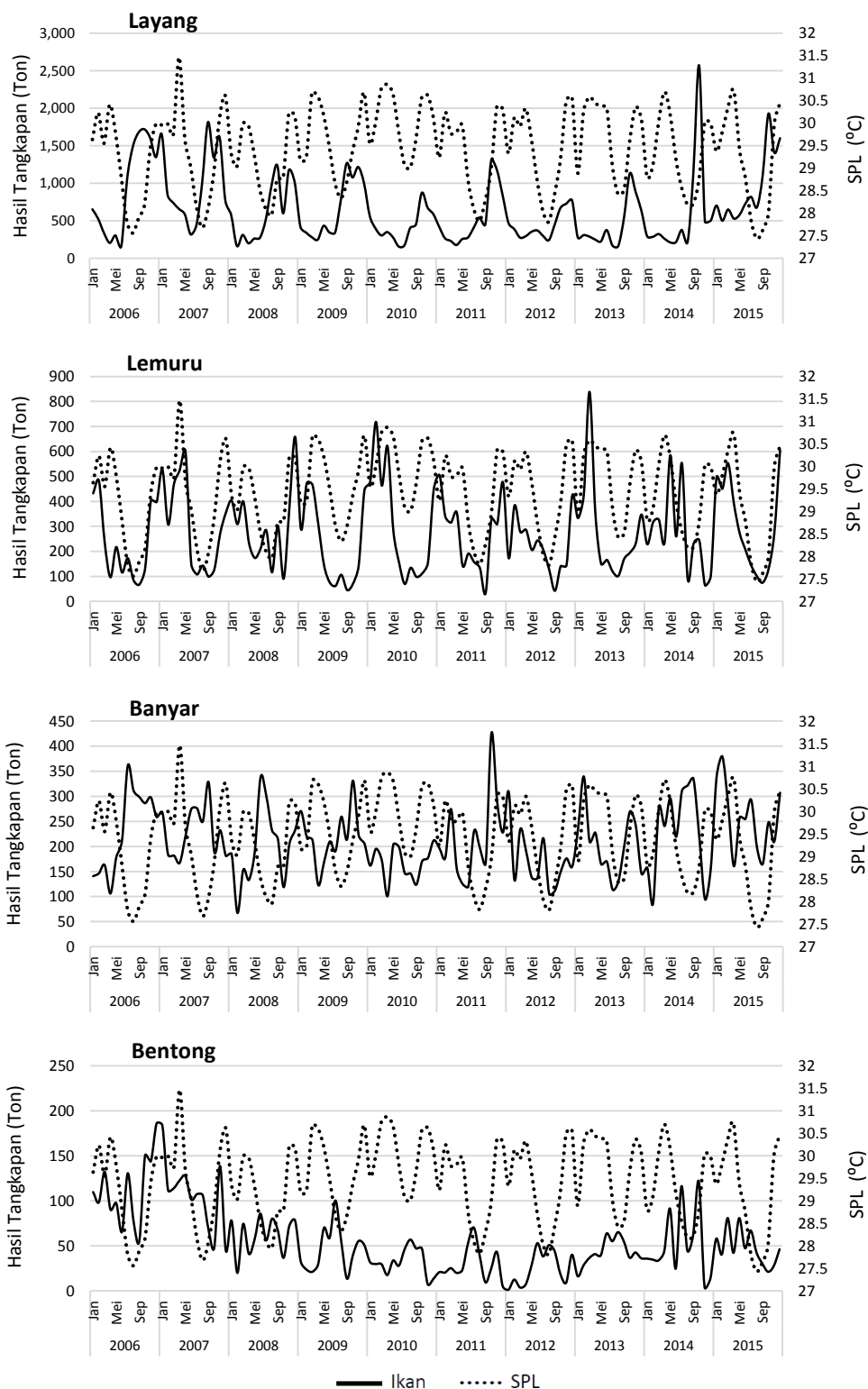
Gambar 60. (lanjutan)



Gambar 60. (lanjutan)

Ikan pelagis kecil jenis Layang, Lemuru, Banyar dan Bentong termasuk jenis yang memiliki ruaya sangat luas, Hasil pengamatan Pedrosa-Gerasmio *et al.* (2015) terhadap beberapa jenis ikan pelagis kecil di perairan Laut Sulu sampai dengan Laut Sulawesi menemukan bahwa jenis Tongkol, Lemuru, Banyar dan Selar merupakan jenis ikan yang hidup pada zona neritik dan oseanik. Penyebarannya sangat luas mulai dari perairan tropis sampai subtropis, serta dari barat Samudera Pasifik sampai perairan Indonesia. Parameter kunci yang mendorong terjadinya migrasi begitu luas adalah suhu perairan dimana parameter ini mempengaruhi kepentingan fisiologis ikan seperti reproduksi, pertumbuhan dan kemampuan bertahan hidup. Tinjauan yang lebih spesifik oleh Chícharo *et al.* (2012) mengenai pengaruh parameter lingkungan seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut dan klorofil-a bagi kelangsungan hidup ikan pelagis kecil dimulai dari masa rekrutmennya. Dalam pengamatannya di kawasan laguna perairan Ria Formosa Portugal menunjukkan adanya perbedaan pola sebaran larva beberapa jenis ikan pelagis kecil seperti jenis Teri dan Lemuru berdasarkan kondisi musim yang mengakibatkan adanya perubahan dan fluktuasi pada parameter perairan tersebut.

Perairan *JMF triangle* yang mencakup perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores juga menunjukkan bahwa ikan pelagis kecil jenis Layang, Lemuru, Banyar dan jenis Bentong yang berada di perairan tersebut juga dipengaruhi oleh parameter kunci yaitu suhu perairan dan sebarannya bervariasi pada masing-masing bagian perairan karena kondisi SPL yang berbeda-beda pula menurut musim, bulan dan tahun. Grafik hubungan SPL dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada perairan *JMF triangle* selama tahun 2006 hingga 2015 disajikan pada Gambar 61 berikut ini.



Gambar 61. Grafik hubungan SPL dengan tangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* 2006-2015

SPL mempengaruhi hasil tangkapan ikan pelagis kecil, namun pengaruh tersebut berbeda-beda antara satu jenis ikan dengan jenis ikan yang lainnya. Jenis Layang dan Banyar merupakan jenis ikan pelagis kecil yang hidup dengan salinitas

yang sempit (*stenohalin*). Jenis ini hidup optimal pada salinitas perairan yang tinggi, sehingga pada saat masuknya massa air yang bersuhu rendah dan bersalinitas tinggi dari perairan Laut Flores pada musim timur membawa dampak terhadap hasil tangkapan jenis ikan ini. Salinitas yang tinggi dan SPL yang rendah pada musim timur dan musim peralihan II dapat menyebabkan meningkatnya hasil tangkapan jenis Layang dan Banyar, dan sebaliknya pada musim barat dan musim peralihan I nilai SPL naik dan salinitas perairan turun sehingga hasil tangkapan jenis Layang dan Banyar cenderung ikut menurun. Jenis Lemuru merupakan ikan pelagis kecil yang keberadaannya sangat tergantung pada keberadaan plankton yang merupakan makanan utama jenis ini (Nontji 2005). Gaol dan Siregar (2012) menyatakan bahwa hasil tangkapan jenis Lemuru cenderung naik pada musim barat dan musim peralihan I serta akan turun pada musim timur dan musim peralihan II. Ini mengindikasikan tidak adanya hubungan langsung antara kondisi SPL dengan hasil tangkapan jenis Lemuru. Selanjutnya Gaol dan Siregar (2012) menyatakan bahwa hasil tangkapan jenis Layang dan Banyar cenderung meningkat saat kondisi SPL tinggi dan salinitas rendah, dan hasil tangkapan cenderung menurun saat SPL rendah dan salinitas tinggi.

Jenis pelagis kecil biasanya ditemukan di kisaran suhu 27 - 30 °C (Hafiz *et al.* 2017), dan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kuswanto *et al.* (2017) di Teluk Lampung menunjukkan bahwa jenis Tongkol dewasa hidup optimal pada suhu 29 °C. Prediksi daerah konsentrasi, kelimpahan musiman dan ruaya suatu stok ikan dapat diduga dengan mengetahui suhu optimum suatu jenis ikan (Rizkawati 2009). Hasil penelitian Siregar *et al.* (2016) menunjukkan bahwa hasil tangkapan tertinggi jenis Tongkol berada pada kisaran SPL 29 - 32 °C, maka dapat diduga bahwa suhu dengan kisaran tertentu bisa ditetapkan sebagai daerah penangkapan ikan.

Hasil uji statistik yang disajikan pada Tabel 2 memperlihatkan korelasi positif antara SPL dengan jenis Lemuru yaitu dengan nilai korelasi (r) 0,53, ini menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara SPL dengan Lemuru. sedangkan dengan jenis Layang menunjukkan korelasi negatif walau nilainya sangat kecil dan tidak signifikan yaitu dengan nilai korelasi (r) -0,19. Jenis Banyar dan Bentong juga menunjukkan korelasi negatif dengan nilai korelasi (r) -0,23 dan (r) -0,13, ini menunjukkan hubungan SPL dengan hasil tangkapan jenis Banyar dan Bentong dapat dikatakan rendah dan berbanding terbalik. Hal ini menunjukkan bahwa jenis Lemuru merespon SPL lebih kuat dibanding jenis Layang, Banyar dan Bentong. Senada dengan penelitian Syahdan (2015) di perairan Laut Jawa dan Selat Makassar yang menunjukkan bahwa ikan pelagis kecil jenis Lemuru dan Layang cenderung merespon secara langsung perubahan SPL di perairan.

Tabel 2. Hasil perhitungan korelasi SPL dengan tangkapan ikan pelagis kecil

SPL Layang		SPL Lemuru		SPL Banyar		SPL Bentong	
SPL	1	SPL	1	SPL	1	SPL	1
Layang	-0.19	Lemuru	0.53	Banyar	-0.23	Bentong	-0.13

Dinamika Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Kecil Hubungannya dengan Klorofil-a

Ikan pelagis kecil umumnya adalah *filter feeder*, yaitu pemakan plankton, dan keberadaan plankton pada suatu perairan sebagai sumber makanan utama sangat

mempengaruhi keberadaan jenis ikan tersebut. Kandungan klorofil-a pada suatu perairan erat kaitannya dengan siklus rantai makanan, dimana kandungan klorofil-a yang tinggi di perairan tentu saja dapat meningkatkan produktifitas zooplankton, sehingga akan tercipta suatu rantai makanan yang menunjang produktifitas ikan. Konsentrasi klorofil-a yang tinggi pada suatu perairan dapat mengindikasikan bahwa perairan tersebut kaya sumberdaya ikan (Nontji 1987), namun kandungan klorofil-a yang tinggi tidak selalu menjadi jaminan bahwa perairan tersebut kaya sumberdaya ikan, karena selain klorofil-a masih ada faktor lain yang mempengaruhi keberadaan spesies pada suatu perairan, misalnya adanya pertemuan arus panas dan arus dingin atau adanya *front*. Gower dalam Zainuddin *et al* (2006) menyatakan bahwa suatu perairan memiliki rentang waktu tertentu dimana ikan berkumpul untuk melakukan adaptasi fisiologis terhadap faktor lainnya misalnya suhu, arus, dan salinitas yang lebih sesuai dengan yang diinginkan ikan, namun ketersediaan klorofil-a dengan nilai di atas $0,2 \text{ mg/m}^3$ telah dapat mengindikasikan keberadaan plankton yang cukup untuk menjaga kelangsungan hidup sumberdaya ikan.

Kategori hasil tangkapan untuk periode musiman dibagi menjadi tiga, yaitu kategori tinggi ($> 3.000 \text{ ton}$), sedang ($1.000 - 3.000 \text{ ton}$) dan rendah ($< 1.000 \text{ ton}$) yang ditunjukkan dalam bentuk lingkaran pada peta, sedangkan untuk masing-masing jenis ikan pelagis kecil dibedakan dengan warna. Peta dinamika daerah penangkapan ikan pelagis kecil dan hubungannya dengan pola spasial klorofil-a berdasarkan total hasil tangkapan maupun berdasarkan jenisnya pada periode musiman di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 62.

Pada periode musim barat rata-rata konsentrasi klorofil-a mencapai kondisi maksimum dibandingkan musim lainnya. Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a berada pada angka $0,60 \text{ mg/m}^3$ yang terjadi pada bulan Januari. Secara keseluruhan pada musim ini nilai rata-rata klorofil-a adalah $0,42 \text{ mg/m}^3$ dengan kisaran $0,28 \text{ mg/m}^3 - 0,60 \text{ mg/m}^3$. Konsentrasi klorofil-a terindikasi lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan bagian timur Laut Jawa, bagian selatan Sulawesi Selatan dan bagian Laut Flores. Pada musim ini secara umum terlihat hasil tangkapan jenis Layang sangat dominan dibandingkan jenis Lemuru, Banyar dan Bentong, namun hasil tangkapan jenis Layang tidak selalu terkonsentrasi di lokasi yang memiliki nilai klorofil-a tinggi. Pada bagian selatan Pulau Kalimantan yaitu di perairan Masalembo dimana konsentrasi klorofil-a cukup tinggi, terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru hanya sedikit di bawah hasil tangkapan Layang, bahkan di perairan Bawean yang memiliki nilai klorofil-a cukup tinggi terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru lebih tinggi dari pada jenis Layang. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa jenis Lemuru sangat dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a, dan hal sebaliknya diperlihatkan oleh jenis Layang dimana jenis ini justru mendominasi pada perairan yang memiliki konsentrasi klorofil-a rendah, seperti di perairan Kepulauan Sabalana dan perairan Takarewataya.

Pada periode musim peralihan I rata-rata konsentrasi klorofil-a mengalami penurunan dibandingkan musim sebelumnya, nilai klorofil-a tertinggi pada musim peralihan I ini terjadi pada bulan Maret dengan nilai maksimum $0,55 \text{ mg/m}^3$, dan konsentrasi klorofil-a terindikasi lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan bagian timur perairan Laut Jawa dan bagian selatan Sulawesi Selatan serta Laut Flores. Terjadi penurunan nilai rata-rata klorofil-a dari bulan Maret hingga bulan Mei, dan secara keseluruhan pada musim ini nilai rata-rata klorofil-a adalah $0,41 \text{ mg/m}^3$ dengan kisaran antara $0,31 \text{ mg/m}^3 - 0,55 \text{ mg/m}^3$. Jenis Lemuru terlihat

mengambil alih dominasi pada musim peralihan I ini, hal ini terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru lebih tinggi dibandingkan hasil tangkapan jenis Lemuru, Banyar dan Bentong. Hasil tangkapan jenis Lemuru pada musim ini mendominasi pada perairan dengan tingkat konsentrasi klorofil-a yang tinggi seperti di perairan Matasiri, Aura, Masalembo dan Lumu-lumu, hal ini dapat mengindikasikan bahwa jenis Lemuru sangat dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a, sedangkan hasil tangkapan jenis Layang sangat signifikan menurun pada lokasi perairan tersebut dibandingkan pada musim sebelumnya, dan jenis Layang justru terlihat mendominasi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a yang rendah, seperti di perairan Kangean, Dewakang dan Kepulauan Sabalana. Pada periode musim peralihan I ini hasil tangkapan jenis Lemuru terlihat lebih dominan dibandingkan jenis Layang, Banyar dan Bentong pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a yang cukup tinggi.

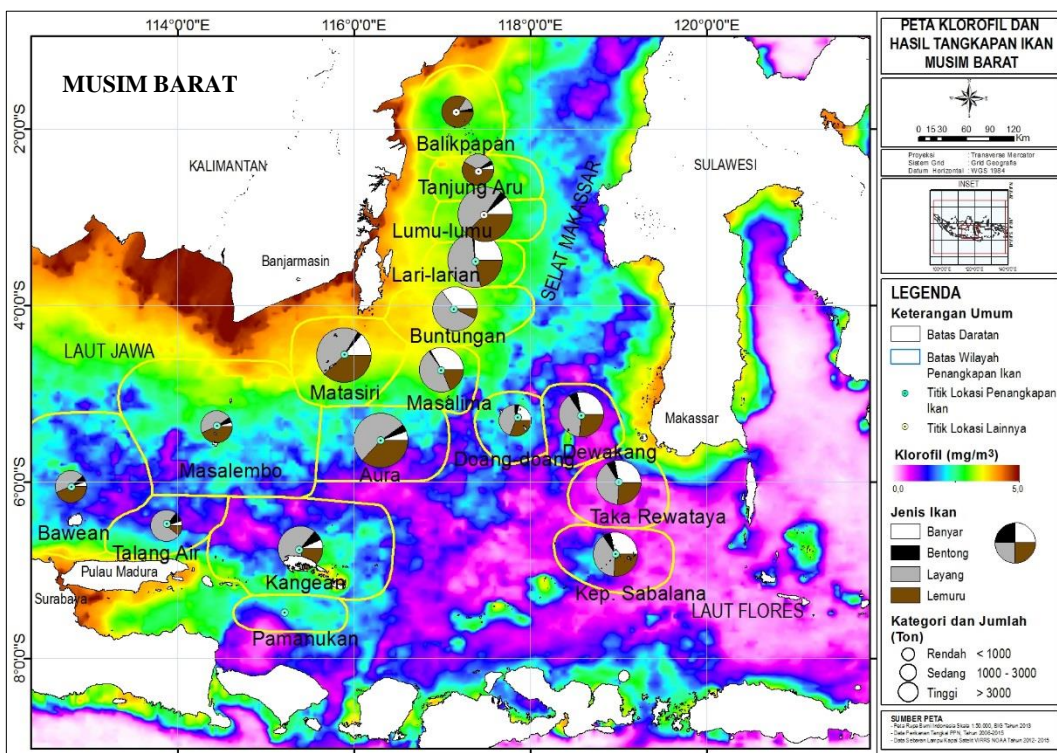
Pada periode musim timur terlihat konsentrasi klorofil-a sedikit meningkat dibandingkan dengan musim sebelumnya, nilai klorofil-a tertinggi pada musim ini terjadi pada bulan Juli dengan nilai maksimum 0,51 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a terindikasi meningkat jauh lebih tinggi di bagian selatan Sulawesi Selatan, dan terjadi penurunan di bagian selatan Pulau Kalimantan. Penurunan nilai konsentrasi klorofil-a semakin meluas di bagian timur perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores dibandingkan pada musim sebelumnya. Terjadi peningkatan nilai rata-rata klorofil-a dari bulan Juni hingga Agustus, dan pada musim timur ini nilai rata-rata klorofil-a adalah 0,42 mg/m³ dengan kisaran antara 0,34 mg/m³ - 0,51 mg/m³. Pada periode musim ini secara umum hasil tangkapan jenis Layang mengambil alih dominasi jenis Lemuru pada musim sebelumnya, namun terlihat sebaran jenis Layang, Banyar dan jenis Bentong juga terkonsentrasi di perairan dengan konsentrasi klorofil-a yang rendah seperti di perairan Lari-larian, Buntungan dan Masalima. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa jenis Layang, Banyar dan Bentong tidak terlalu dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a. Hasil tangkapan jenis Lemuru mendominasi di perairan dengan tingkat konsentrasi klorofil-a tinggi seperti di perairan Balikpapan dan Tanjung Aru, sedangkan di perairan Takarewataya hanya sedikit lebih rendah dibandingkan hasil tangkapan jenis Layang dan Banyar.

Pada musim peralihan II konsentrasi klorofil-a mengalami penurunan bila dibandingkan musim sebelumnya dan paling minimum bila dibandingkan dengan musim lainnya. Nilai konsentrasi klorofil-a tertinggi pada musim ini terjadi pada bulan September dengan nilai maksimum 0,50 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a pada bagian selatan Sulawesi Selatan terlihat mengalami peningkatan dan semakin meluas, namun hal sebaliknya terjadi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dimana terlihat konsentrasi klorofil-a mengalami penurunan dengan cakupan area yang semakin meluas. Hasil tangkapan jenis Layang masih tetap dominan dibandingkan jenis Lemuru, Banyar dan Bentong, namun hasil tangkapan jenis Lemuru tetap terlihat cukup tinggi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a cukup tinggi, seperti di perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya walaupun jenis Layang dan Banyar tetap lebih dominan bila dibandingkan jenis Lemuru dan Bentong. Terlihat hasil tangkapan jenis Layang justru sangat mendominasi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a yang rendah, seperti di perairan Bawean, Talang Air, Kangean dan perairan Pamanukan.

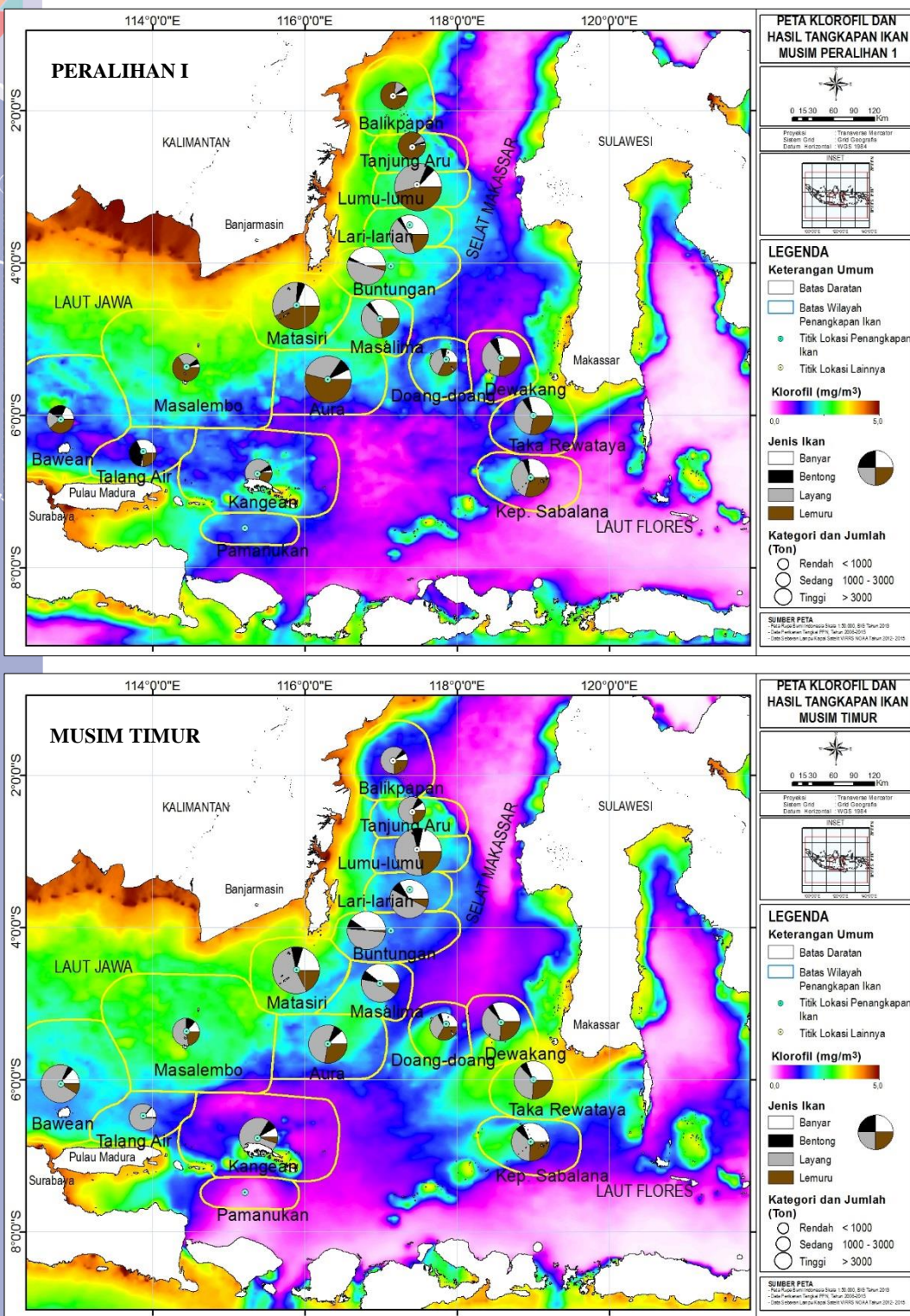
Secara umum dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* juga disertai dengan semakin meningkatnya konsentrasi ikan pelagis kecil. Hal ini terlihat pada periode musim barat dimana terjadi peningkatan

hasil tangkapan seiring dengan semakin tingginya nilai klorofil-a di bagian selatan dan bagian timur Pulau Kalimantan yang mencapai maksimum pada bulan Februari. Kondisi yang berbeda terjadi pada bagian Laut Flores yang memiliki konsentrasi klorofil-a yang rendah, dimana terlihat memiliki hasil tangkapan yang rendah pula. Penurunan hasil tangkapan ikan pelagis kecil semakin jelas terlihat seiring dengan penurunan konsentrasi klorofil-a, pada periode musim peralihan I hasil tangkapan ikan pelagis kecil yang ditunjukkan oleh besaran lingkaran pada peta terlihat semakin mengecil dari waktu ke waktu. Jenis Lemuru terindikasi mengambil alih dominasi Layang pada musim peralihan I dan pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a yang tinggi, hal ini dapat mengindikasikan bahwa peningkatan hasil tangkapan ikan pelagis kecil mengikuti tingginya konsentrasi klorofil-a pada suatu perairan.

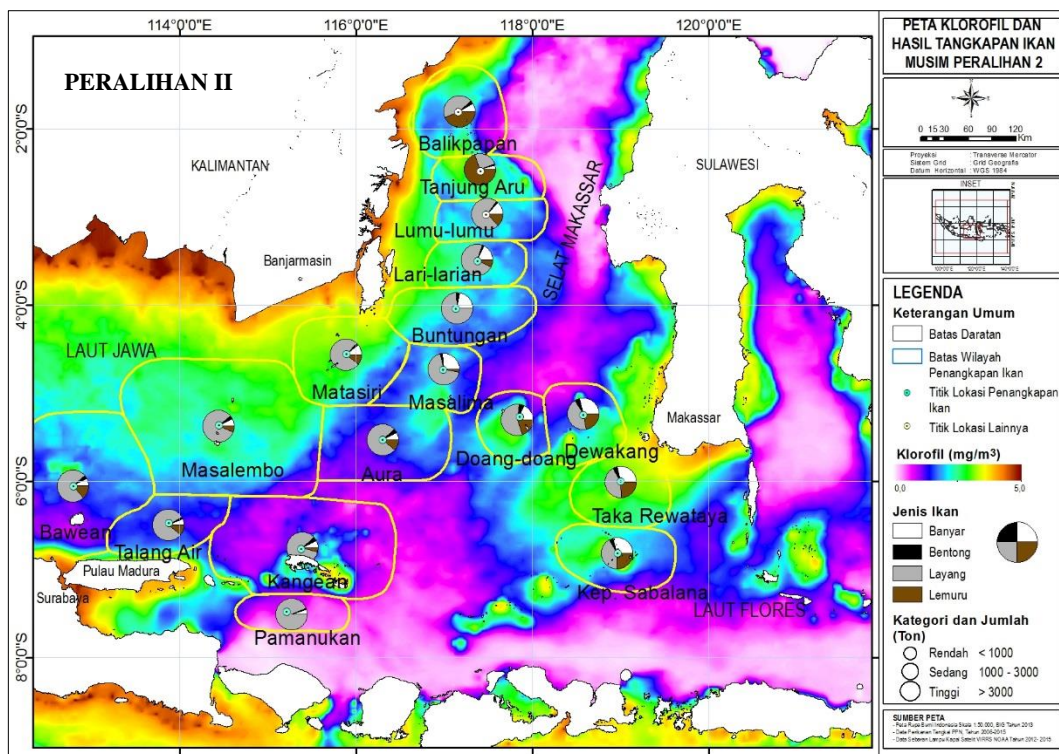
Sama halnya dengan yang kondisi terjadi pada periode musim timur dimana konsentrasi klorofil-a maksimum bergeser ke bagian selatan Pulau Kalimantan dan bagian selatan Pulau Sulawesi. Pada musim timur ini peningkatan konsentrasi ikan pelagis kecil secara keseluruhan terjadi pada kedua perairan tersebut yang mencapai maksimum pada bulan Agustus yang didominasi oleh jenis Layang. Dibandingkan jenis Banyar, Lemuru dan Bentong, terlihat jenis Layang bertahan lebih lama, hingga ke musim peralihan II. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pencapaian maksimum hasil tangkapan jenis Layang berlangsung konsisten sampai sekitar empat bulan setelah konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan, dimana pada masa ini mulai terjadi pada bulan Juni (musim timur), hal ini berbeda dengan jenis Lemuru yang terindikasi mencapai puncak pada musim peralihan I, kemudian setelah itu kembali mengalami penurunan.



Gambar 62. Peta dinamika daerah penangkapan ikan dan hubungannya dengan musiman klorofil-a



Gambar 62. (lanjutan)



Gambar 62. (lanjutan)

Kategori hasil tangkapan ikan untuk periode bulanan juga dibagi menjadi tiga, yaitu kategori tinggi (> 1.500 ton), sedang ($500 - 1.500$ ton) dan rendah (< 500 ton) yang ditunjukkan dalam bentuk lingkaran pada peta, sedangkan untuk masing-masing jenis ikan pelagis kecil dibedakan dengan warna. Kategori bulanan dibuat lebih kecil dari pada kategori musiman karena total hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada periode bulanan lebih kecil dari pada periode musiman yang merupakan gabungan dari tiga bulanan. Berdasarkan kategori, jenis ikan pelagis kecil yang paling mendominasi di perairan *JMF triangle* adalah jenis Layang, Lemuru, Banyar dan jenis Bentong, dan total hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai maksimum pada bulan Oktober yaitu sebesar 19.267,67 ton, selanjutnya pada bulan November sebesar 18.849,53 ton, Desember 18.036,15 ton, September 15.296,60 ton, Januari 14.306,34 ton, Maret 12.615,76 ton, Februari 12.244,68 ton, Agustus 11.403,56 ton, Juli 10.659,93 ton, Mei 10.205,20 ton, dan pada bulan Juni merupakan total hasil tangkapan paling minimum, hanya mencapai 8.672,80 ton. Peta dinamika daerah penangkapan ikan pelagis kecil dan hubungannya dengan pola spasial klorofil-a berdasarkan total hasil tangkapan ikan maupun berdasarkan jenisnya pada periode bulanan di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 63.

Pada bulan Desember yang merupakan awal periode musim barat terlihat konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* relatif cukup tinggi pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan). Konsentrasi klorofil-a pada bagian Selat Makassar bagian selatan dan bagian Laut Flores terlihat lebih rendah dibandingkan pada bagian Laut Jawa bagian utara (selatan Pulau Kalimantan). Hal ini diduga karena adanya pengaruh dari pengayaan nutrien dari limpasan (*runoff*) air tawar yang berasal dari sungai yang banyak terdapat di Pulau Kalimantan. Sebaran jenis Layang dengan tingkat kategori tinggi terlihat di perairan Matasiri dan Aura, dimana tingkat konsentrasi klorofil-a tidak tinggi, sedangkan pada perairan Lumu-lumu, Lari-larian

dan Buntungan dengan tingkat kategori sedang, dimana konsentrasi klorofil-a cukup tinggi. Pada perairan Kangean, jenis Layang juga menyebar dengan tingkat kategori sedang, dan pada bagian Laut Flores dengan tingkat kategori rendah. Sama halnya dengan jenis Layang, jenis Lemuru juga terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura, Matasiri dan Lumu-lumu dengan tingkat kategori sedang, dan dengan kategori rendah pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Pada perairan Lumu-lumu dengan tingkat konsentrasi klorofil-a cukup tinggi, hasil tangkapan jenis Lemuru hanya terpaut sedikit di bawah jenis Layang, bahkan pada perairan Tanjung Aru dengan konsentrasi klorofil-a cukup tinggi terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru lebih tinggi dari pada Layang. Jenis Banyar menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, lebih terkonsentrasi di perairan Matasiri, Lari-larin dan Buntungan, serta menyebar dengan tingkat kategori rendah pula pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong juga terindikasi menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Januari konsentrasi klorofil-a menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan dibandingkan bulan sebelumnya, konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* pada periode bulan ini mencapai nilai maksimum dibandingkan bulan lainnya. Terlihat konsentrasi klorofil-a masih tinggi pada perairan di bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dibandingkan pada bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Layang masih mendominasi dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan Matasiri, Aura dan Lari-larian, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores dengan tingkat kategori rendah. Pada perairan Aura dimana tingkat konsentrasi klorofil-a rendah, jenis Layang sangat dominan dibandingkan jenis Lemuru. Jenis Lemuru terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura dengan tingkat kategori sedang, dan dengan tingkat kategori rendah pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Pada perairan Matasiri dan Lumu-lumu dimana konsentrasi klorofil-a tinggi, terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru hanya sedikit di bawah Layang, ini dapat mengindikasikan bahwa jenis Lemuru sangat dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a, sebaliknya jenis Layang sangat dominan pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a rendah, seperti di perairan Dewakang dan Takarewataya. Jenis Banyar menunjukkan tingkat kategori rendah dan terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, Matasiri, Lari-larian dan Buntungan, serta menyebar dengan kategori rendah pula pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong juga terindikasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Februari yang merupakan akhir dari periode musim barat terlihat konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* mengalami penurunan dibandingkan bulan sebelumnya. Konsentrasi klorofil-a yang relatif masih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) mulai menyebar ke timur yaitu ke perairan bagian Selat Makassar, dan konsentrasi klorofil-a tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dibandingkan bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Layang tidak lagi mendominasi pada bulan ini, dan terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura dengan tingkat kategori sedang, dan menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru mengambil alih dominasi pada bulan ini walaupun hanya dengan tingkat kategori sedang, dan terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, Matasiri

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru terlihat dominan selama tiga bulan (Februari, Maret dan April), dimana pada tiga bulan tersebut konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* cenderung tinggi, ini dapat mengindikasikan bahwa jenis Lemuru sangat dipengaruhi keberadaan klorofil-a. Jenis Banyar hanya menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lumu-lumu serta menyebar dengan tingkat kategori rendah pula pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong juga menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Maret yang merupakan awal periode musim peralihan I terlihat konsentrasi klorofil-a menunjukkan peningkatan dibandingkan bulan sebelumnya. Konsentrasi klorofil-a yang relatif tetap tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) terlihat semakin luas menyebar ke timur, dan konsentrasi klorofil-a masih tetap lebih tinggi di perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dibandingkan bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Layang terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dengan tingkat kategori sedang, dan menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru masih mendominasi walaupun dengan tingkat kategori sedang, dan terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura, Lumu-lumu dan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores dengan tingkat kategori rendah. Terlihat jenis Lemuru sangat dominan pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a tinggi, seperti di perairan Matasiri, Masalembo dan Aura, sedangkan jenis Lemuru dan Banyar justru mendominasi pada perairan dengan tingkat konsentrasi klorofil-a rendah, seperti di perairan Kangean, Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Jenis Banyar menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, dan terkonsentrasi di perairan Matasiri, serta menyebar dengan tingkat kategori rendah pula pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong juga menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, namun terlihat mendominasi di perairan Tanjung Aru.

Pada bulan April terjadi peningkatan konsentrasi klorofil-a dibandingkan bulan sebelumnya, dimana pada bulan ini konsentrasi klorofil-a yang relatif tetap tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) terlihat mulai menyebar ke selatan, dan konsentrasi klorofil-a masih tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dibandingkan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Layang terlihat terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura, Lumu-lumu dan Lari-larian dengan tingkat kategori rendah, dan dengan tingkat kategori rendah pula pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Lemuru masih mendominasi namun dengan tingkat kategori sedang, terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, Matasiri dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru mendominasi selama tiga bulan (Februari, Maret dan April), hal ini diduga karena konsentrasi klorofil-a yang tinggi pada periode tiga bulan tersebut, seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa jenis Lemuru cenderung terkonsentrasi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a yang tinggi karena diduga sangat dipengaruhi keberadaan klorofil-a, sedangkan jenis Layang dan Banyar lebih terkonsentrasi pada perairan dengan rata-rata konsentrasi klorofil-a yang rendah, hal ini diduga karena jenis Layang dan Banyar tidak terlalu signifikan dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a. Jenis Banyar dengan tingkat kategori rendah terlihat

pada bagian Selat Makassar, terkonsentrasi di perairan Lari-larian dan Buntungan, dan dengan tingkat kategori rendah pula pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong juga terlihat hanya dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Mei yang merupakan akhir dari periode musim peralihan I terlihat konsentrasi nilai klorofil-a mengalami penurunan dibandingkan bulan sebelumnya. Konsentrasi klorofil-a yang relatif tinggi tetap terlihat di perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a yang pada bulan sebelumnya terlihat menyebar ke selatan sudah tidak terlihat, dan klorofil-a justru mulai memperlihatkan pembentukannya di perairan bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a tetap terlihat lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) bila dibandingkan bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Layang mengambil alih dominasi, terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dengan tingkat kategori sedang, dan dengan tingkat kategori rendah pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, dan terkonsentrasi di perairan Matasiri, Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Kepulauan Sabalana, serta dengan kategori rendah pula pada bagian Laut Jawa. Jenis Bentong juga menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Juni yang merupakan awal dari periode musim timur, konsentrasi klorofil-a mengalami sedikit peningkatan dibanding bulan sebelumnya. Konsentrasi klorofil-a yang relatif tinggi masih tetap terlihat pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan pada bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a di perairan Laut Jawa mulai kehilangan pengaruhnya, dan justru semakin memperlihatkan pembentukannya pada perairan bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini masih tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dibandingkan bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Layang masih mendominasi, dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru dengan tingkat kategori rendah terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan menyebar dengan tingkat kategori rendah pula pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Sebaran jenis Banyar hampir sama dengan jenis Layang, terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lari-larian dengan tingkat kategori rendah, serta menyebar dengan tingkat kategori rendah pula pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong juga hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada periode bulan Juli kondisi klorofil-a kembali mengalami peningkatan dan konsentrasi klorofil-a yang relatif tinggi masih berada pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan pada bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada bagian utara Laut Jawa mulai kembali menunjukkan pembentukannya, dan pada bagian selatan Sulawesi Selatan juga semakin kuat dan meluas menunjukkan pembentukannya. Peningkatan konsentrasi klorofil-a di bagian selatan Sulawesi Selatan ini diduga akibat pengaruh fenomena *upwelling* yang mulai

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

terbentuk, dimana proses *upwelling* tersebut memperkaya unsur hara dan klorofil-a di lokasi tersebut, dan akan mencapai puncaknya pada bulan Agustus (Utama *et al.* 2017; Nababan *et.al* 2015). Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini tetap lebih tinggi pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan pada selatan Sulawesi Selatan dibandingkan bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Layang masih mendominasi dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lumu-lumu, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Bawean, sedangkan pada Laut Flores hanya dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dan Matasiri, serta dengan kategori rendah pula pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar terkonsentrasi dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Lari-larian, serta dengan tingkat kategori rendah pula pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong juga hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

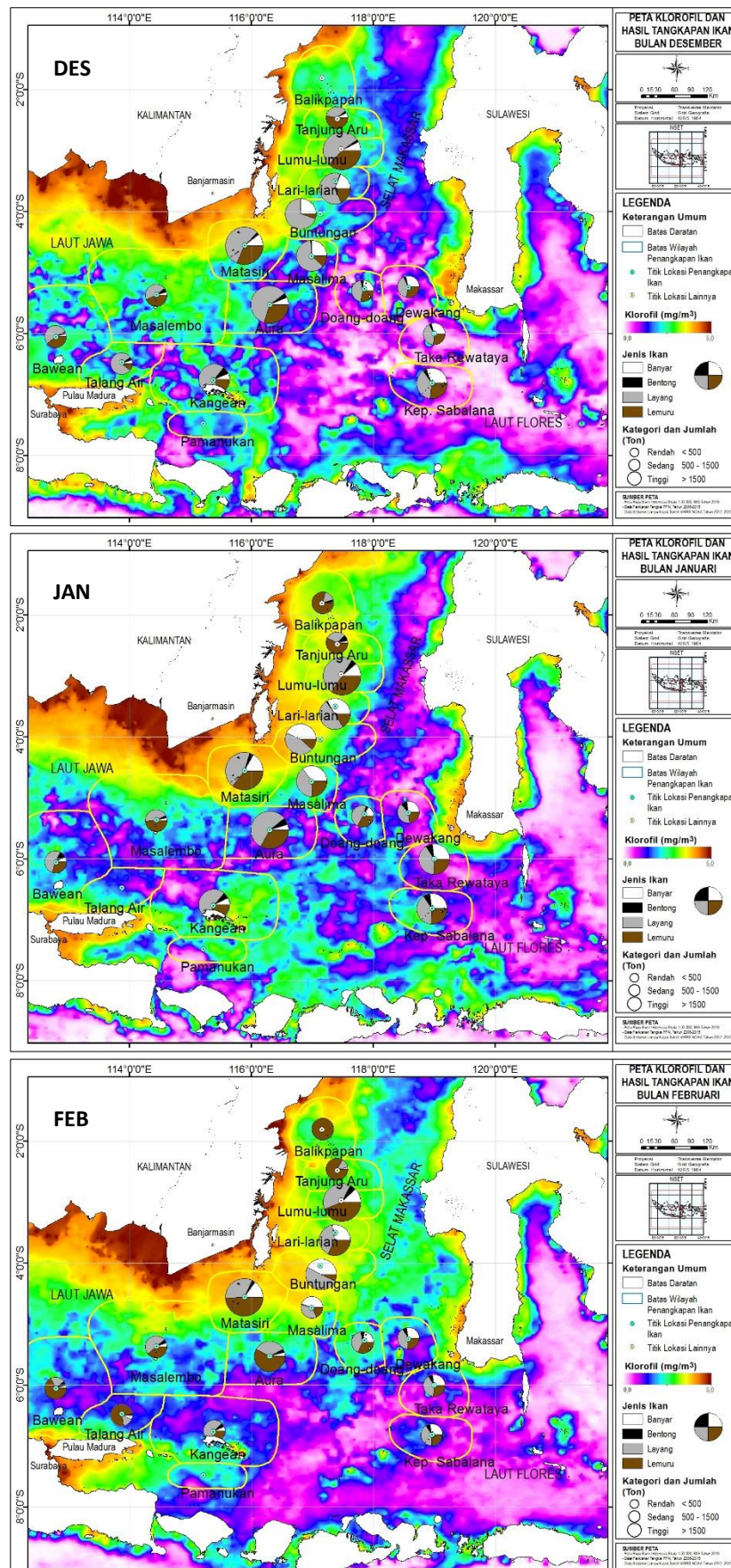
Pada bulan Agustus yang merupakan akhir dari periode musim timur, terlihat konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan dibandingkan bulan sebelumnya. Konsentrasi klorofil-a yang tinggi masih terlihat pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan pada bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada bagian utara Laut Jawa menunjukkan pembentukan yang semakin luas, dan pada bagian selatan Sulawesi Selatan juga semakin kuat dan meluas. Peningkatan konsentrasi klorofil-a di bagian selatan Sulawesi Selatan ini diduga salah satunya akibat pengaruh fenomena *upwelling* yang mencapai puncaknya pada bulan Agustus ini. Konsentrasi klorofil-a tetap lebih tinggi pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan pada bagian selatan Sulawesi Selatan dibandingkan bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Layang masih mendominasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lumu-lumu serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Bawean, dan pada bagian Laut Flores dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru dengan tingkat kategori rendah terlihat pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, terkonsentrasi di perairan Matasiri, Lumu-lumu, Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Jenis Banyar juga menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, terkonsentrasi di perairan Matasiri. Jenis Bentong menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan September yang merupakan awal periode musim peralihan II, konsentrasi klorofil-a mengalami penurunan dibandingkan bulan sebelumnya. Pada bulan ini terlihat konsentrasi klorofil-a yang tinggi berada pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan pada bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada perairan bagian utara Laut Jawa menunjukkan sebaran yang mulai melemah dan semakin menyempit, namun pada perairan bagian selatan Sulawesi Selatan justru semakin kuat dan meluas. Masih tingginya konsentrasi klorofil-a pada bagian selatan Sulawesi Selatan diduga akibat masih adanya pengaruh fenomena *upwelling* pada bulan sebelumnya. Konsentrasi klorofil-a masih tetap lebih tinggi pada perairan bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan perairan selatan Sulawesi Selatan dibandingkan perairan bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Layang masih mendominasi dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan

Lumu-lumu dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, terkonsentrasi di perairan Matasiri, Lumu-lumu, Kepulauan Sabalana dan Takarewataya. Jenis Banyar dengan tingkat kategori rendah terlihat pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, terkonsentrasi di perairan Matasiri. Jenis Bentong juga hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Oktober terlihat bahwa konsentrasi klorofil-a terus mengalami penurunan dibandingkan dengan bulan sebelumnya. Kondisi konsentrasi klorofil-a yang tinggi berada pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan pada bagian selatan Sulawesi Selatan. Konsentrasi klorofil-a pada bagian utara Laut Jawa menunjukkan pembentukan sebaran yang kembali mulai meningkat dan meluas, sedangkan pada bagian selatan Sulawesi Selatan justru semakin melemah dan menyempit. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini tetap lebih tinggi pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dibandingkan bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Layang masih terlihat dominan dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Aura, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean. Konsentrasi dengan tingkat kategori sedang terlihat di perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, sedangkan pada bagian Laut Flores terindikasi menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru dengan tingkat kategori rendah terlihat pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terkonsentrasi di perairan Matasiri, dan Aura. Jenis Banyar juga menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat lebih terkonsentrasi di perairan Matasiri. Jenis Bentong juga hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan November yang merupakan akhir periode musim peralihan II konsentrasi klorofil-a terus mengalami penurunan dibandingkan bulan sebelumnya. Pada bulan ini terlihat konsentrasi klorofil-a yang tinggi berada pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan). Konsentrasi klorofil-a pada bagian utara Laut Jawa semakin menunjukkan pembenturan sebarannya dan semakin meluas, sedangkan pada bagian selatan Sulawesi Selatan sudah tidak terlihat. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini lebih tinggi pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dibandingkan pada bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Layang masih mendominasi, dan terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Aura, sedangkan dengan tingkat kategori sedang terlihat di perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean. Pada bagian Laut Flores hanya terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores terlihat hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Banyar menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, terlihat lebih terkonsentrasi di perairan Matasiri. Jenis Bentong juga hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.



Gambar 63. Peta dinamika daerah penangkapan ikan dan hubungannya dengan bulanan klorofil-a

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

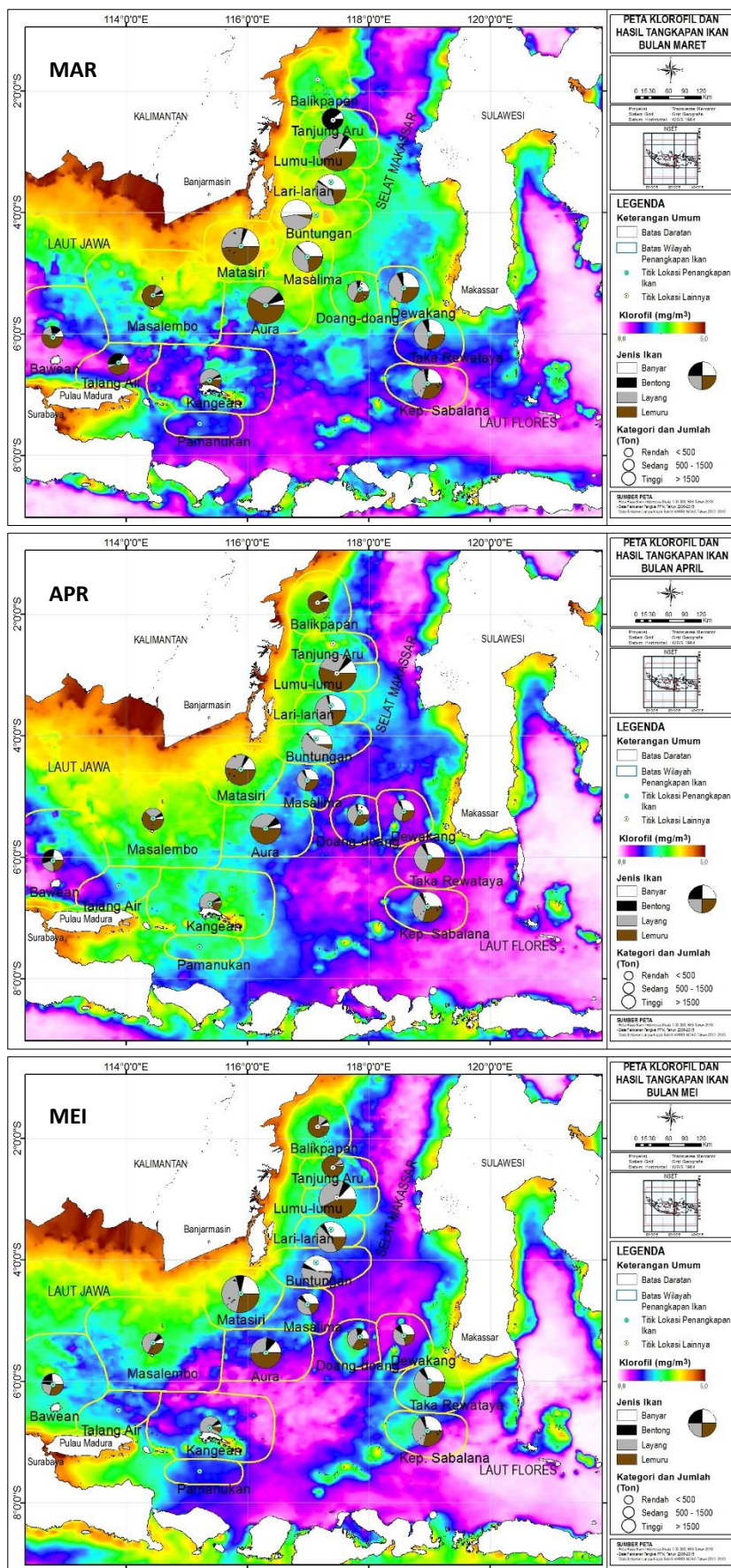
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

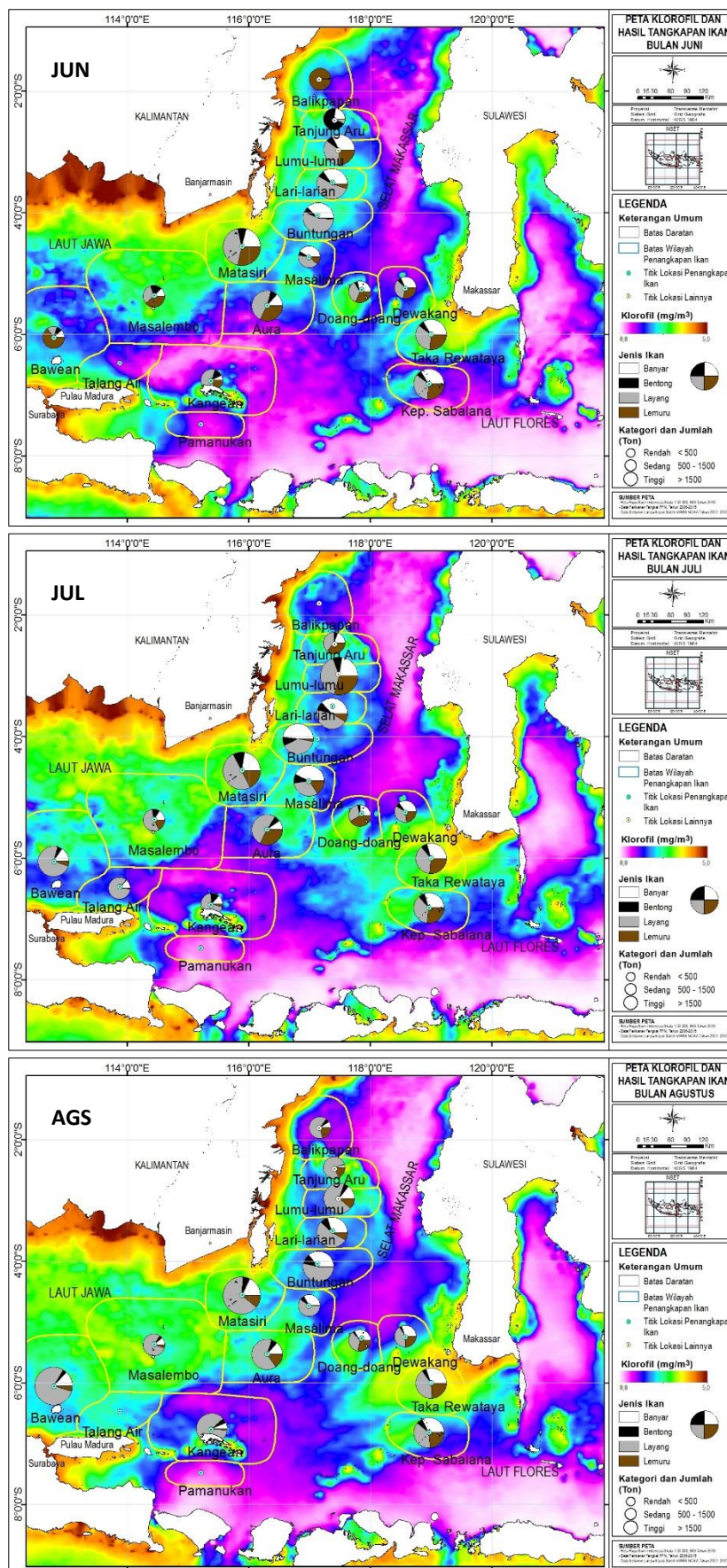
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 63. (lanjutan)

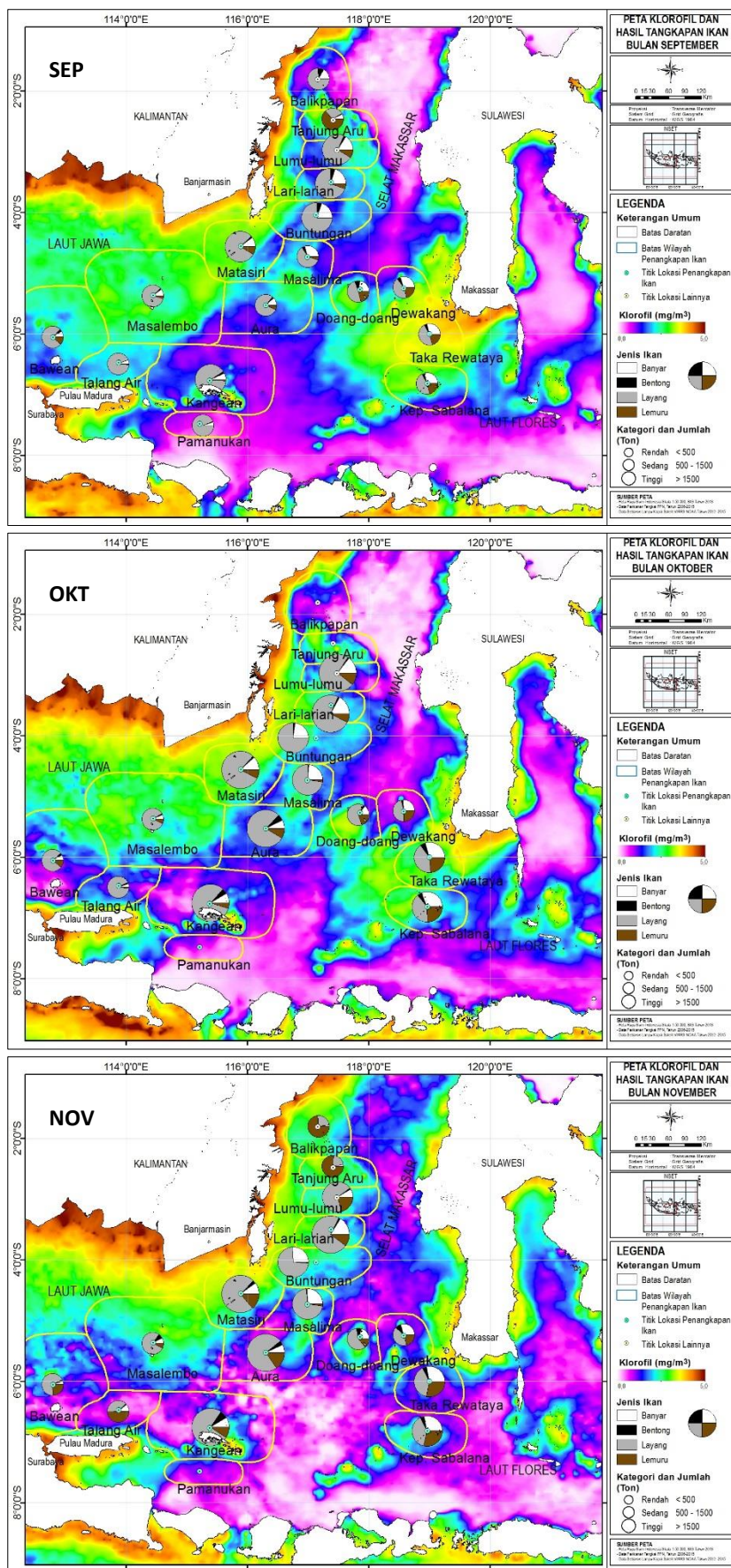


Gambar 63. (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 63. (lanjutan)

Kategori hasil tangkapan untuk periode tahunan juga dibagi menjadi tiga kategori, yaitu tinggi (> 1.500 ton), sedang ($500 - 1.500$ ton) dan rendah (< 500 ton) yang ditunjukkan dalam bentuk lingkaran pada peta, sedangkan untuk masing-masing jenis ikan pelagis kecil dibedakan dengan warna. Kategori tahunan dibuat lebih kecil dari pada kategori musiman karena total ikan pelagis kecil pada periode tahunan lebih kecil dari pada periode musiman. Berdasarkan kategori, tiga jenis ikan pelagis kecil yang paling dominan di perairan *JMF triangle* adalah jenis Layang, Lemuru, Banyar dan jenis Bentong. Hasil tangkapan ikan pelagis kecil berdasarkan periode tahunan menunjukkan bahwa paling tinggi terjadi pada tahun 2007 dengan total hasil tangkapan sebesar 19.383,65 ton, selanjutnya pada tahun 2015 sebesar 18.366,26 ton, tahun 2006 sebesar 17.542,26 ton, tahun 2008 sebesar 13.949,46 ton, tahun 2009 sebesar 13.560,82 ton, tahun 2014 sebesar 13.192,60 ton, tahun 2011 sebesar 12.560,60 ton, tahun 2010 sebesar 11.350,63 ton, tahun 2013 sebesar 11.329,78 ton dan paling rendah pada tahun 2012 dengan total hasil tangkapan hanya sebesar 10.623,46 ton. Pada seluruh tahun menunjukkan jenis Layang selalu mendominasi hasil tangkapan. Peta dinamika daerah penangkapan dan hubungannya dengan pola spasial konsentrasi klorofil-a berdasarkan total hasil tangkapan maupun berdasarkan jenisnya pada periode tahunan di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 64.

Pada tahun 2006 terlihat konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* relatif cukup tinggi pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan konsentrasi klorofil-a juga terlihat di bagian Selat Makassar bagian selatan, serta di sekitar perairan Kepulauan Sabalana dan Takarewataya yang berada pada bagian Laut Flores. Tingginya konsentrasi klorofil-a di selatan Pulau Kalimantan diduga karena adanya pengaruh pengayaan nutrisi dari limpasan (*runoff*) air tawar yang berasal dari sungai yang banyak terdapat di pulau tersebut. Pada tahun ini nilai rata-rata klorofil-a adalah $0,43 \text{ mg/m}^3$ dengan kisaran antara $0,32 \text{ mg/m}^3 - 0,56 \text{ mg/m}^3$, dan jenis Layang mendominasi dengan total mencapai 10.782,06 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 2.786,68 ton, Banyar sebesar 2.675,65 ton dan jenis Bentong sebesar 1.297,88 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean dan Bawean, serta dengan kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru terindikasi terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Banyar juga hanya menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terkonsentrasi di perairan Matasiri, Kangean, Bawean dan Lumu-lumu. Jenis Bentong hampir sama dengan sebaran jenis Banyar, terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terkonsentrasi di perairan Matasiri, Kangean, Bawean dan Lumu-lumu.

Pada periode tahun 2007 terjadi penurunan rata-rata konsentrasi klorofil-a dibandingkan tahun sebelumnya, dimana klorofil-a berkisar antara $0,26 \text{ mg/m}^3 - 0,55 \text{ mg/m}^3$ dengan nilai rata-rata $0,41 \text{ mg/m}^3$. Konsentrasi klorofil-a semakin meluas pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan mengarah ke bagian selatan, sedangkan pada bagian Selat Makassar bagian selatan dan bagian Laut Flores konsentrasi klorofil-a tidak terlihat lagi. Jenis Layang terlihat masih mendominasi dengan total hasil tangkapan sebesar 11.679,58 ton, disusul jenis Lemuru sebesar

3.657,76 ton, Banyar sebesar 2.788,65 ton dan jenis Bentong sebesar 1.257,67 ton. Sama seperti tahun sebelumnya, pada tahun ini jenis Layang juga terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean, dan pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, sedangkan dengan tingkat kategori sedang terlihat di perairan Bawean (bagian Laut Jawa), Aura dan Matasiri (bagian Selat Makassar). Pada bagian Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya dengan tingkat kategori rendah. Jenis Banyar juga hanya menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat lebih terkonsentrasi di perairan Matasiri, Lumu-lumu, dan Lari-larian. Jenis Bentong juga hanya menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu, Matasiri, Aura dan Kangean.

Pada tahun 2008 masih terjadi penurunan rata-rata konsentrasi klorofil-a dibandingkan tahun sebelumnya, dimana klorofil-a berkisar antara 0,32 mg/m³ - 0,47 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,39 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a menyebar hampir sama seperti tahun sebelumnya, dimana terlihat pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan mengarah ke bagian selatan, sedangkan pada bagian Selat Makassar dan pada bagian Laut Flores konsentrasi klorofil-a terlihat sangat rendah. Hasil tangkapan ikan pelagis kecil terlihat mengalami penurunan dibandingkan tahun sebelumnya, namun jenis Layang tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 7.282,19 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.557,06 ton, Banyar sebesar 2.366,08 ton dan jenis Bentong sebesar 744,13 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu dan Aura. Pada bagian Laut Jawa terlihat dengan tingkat kategori sedang yaitu di perairan Kangean, sedangkan pada bagian Laut Flores terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores dengan kategori rendah. Jenis Banyar hanya menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat lebih terkonsentrasi di perairan Matasiri, Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan. Jenis Bentong juga menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan lebih terkonsentrasi di perairan Matasiri.

Pada tahun 2009 masih terus terjadi penurunan rata-rata nilai konsentrasi klorofil-a dibandingkan tahun sebelumnya, dimana klorofil-a berkisar antara 0,31 mg/m³ - 0,52 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,38 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a terlihat menyebar hampir sama seperti tahun sebelumnya, dimana terlihat pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan mengarah ke bagian selatan, dan pada bagian Selat Makassar serta bagian Laut Flores konsentrasi klorofil-a mulai terlihat namun masih dengan kondisi konsentrasi yang sangat rendah. Jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 7.753,23 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 2.628,75 ton, Banyar sebesar 2.628,32 ton dan jenis Bentong sebesar 550,51 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan dengan kategori sedang di perairan Lumu-lumu dan Buntungan terkonsentrasi dalam kategori rendah, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lemuru juga terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri namun dengan tingkat kategori sedang, dan dengan tingkat kategori rendah pada bagian Laut Jawa serta Laut Flores. Pada perairan Masalembo yang memiliki tingkat konsentrasi klorofil-a cukup tinggi, dapat dilihat bahwa hasil tangkapan jenis Lemuru mendominasi, bahkan hingga pada tahun 2014 jenis Lemuru selalu mendominasi di perairan Masalembo yang memiliki konsentrasi klorofil-a yang relatif tinggi. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa jenis Lemuru sangat dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a, sebaliknya jenis Layang justru terlihat sangat dominan di perairan dengan tingkat konsentrasi klorofil-a yang rendah, seperti di perairan Dewakang, Talang Air dan Bawean. Jenis Banyar juga menunjukkan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya dengan tingkat kategori rendah. Jenis Bentong juga menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat lebih terkonsentrasi di perairan Matasiri.

Pada tahun 2010 terjadi peningkatan rata-rata konsentrasi klorofil-a bila dibandingkan tahun sebelumnya, klorofil-a berkisar antara $0,32 \text{ mg/m}^3$ - $0,62 \text{ mg/m}^3$ dengan nilai rata-rata $0,43 \text{ mg/m}^3$. Konsentrasi klorofil-a terlihat pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) namun tidak lagi mengarah ke bagian selatan, sedangkan pada bagian Selat Makassar semakin meluas mengarah ke bagian barat Sulawesi Selatan, dan pada bagian Laut Flores konsentrasi klorofil-a terlihat masih rendah. Pada tahun ini jenis Layang masih mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 5.216,67 ton, disusul oleh jenis Lemuru sebesar 3.736,39 ton, Banyar sebesar 2.008,41 ton dan jenis Bentong sebesar 389,15 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru juga terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dengan tingkat kategori sedang yaitu di perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores menyebar dengan kategori rendah. Di perairan Masalembo yang memiliki konsentrasi klorofil-a tinggi, terlihat hasil tangkapan jenis Lemuru mendominasi, sebaliknya jenis Layang justru terlihat sangat dominan pada perairan dengan tingkat konsentrasi klorofil-a rendah, seperti di perairan Kangean dan Kepulauan Sabalana. Jenis Banyar menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat terkonsentrasi di perairan Matasiri, Lari-larian, Buntungan dan Kepulauan Sabalana. Jenis Bentong juga menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada tahun 2011 terjadi sedikit penurunan rata-rata konsentrasi klorofil-a dibandingkan tahun sebelumnya, dimana klorofil-a berkisar antara $0,28 \text{ mg/m}^3$ - $0,59 \text{ mg/m}^3$ dengan nilai rata-rata $0,41 \text{ mg/m}^3$. Konsentrasi klorofil-a terlihat pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan meluas serta mengarah ke bagian selatan, sedangkan pada bagian Selat Makassar juga semakin meluas dan mengarah ke bagian selatan, dan pada bagian Laut Flores konsentrasi klorofil-a terlihat masih rendah. Jenis Layang tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 6.342,37 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.282,65 ton, Banyar sebesar 2.582,94 ton dan jenis Bentong sebesar 352,64 ton. Jenis Layang terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan Lumu-lumu, Lari-larian dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru



terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Lumu-lumu dan Aura, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Banyar menunjukkan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores dengan tingkat kategori rendah. Jenis Bentong juga menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada tahun 2012 kembali terjadi penurunan rata-rata konsentrasi klorofil-a dibandingkan tahun sebelumnya, dimana klorofil-a berkisar antara 0,25 mg/m³ - 0,45 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,36 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a masih terlihat tinggi pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) namun cakupan sebarannya semakin mengecil, demikian juga yang terjadi pada bagian Selat Makassar dimana cakupan sebarannya terlihat semakin mengecil, sedangkan pada bagian Laut Flores konsentrasi klorofil-a tetap terlihat rendah. Pada tahun ini jenis Layang mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 5.418,60 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 2.744,38 ton, Banyar sebesar 2.137,24 ton dan jenis Bentong sebesar 323,25 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Buntungan, Lari-larian dan Lumu-lumu, sedangkan pada bagian Laut Jawa bagian Laut Flores dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru juga terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, dan dengan kategori yang rendah pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terkonsentrasi di perairan Matasiri, Lari-larian, Buntungan dan Kepulauan Sabalana. Jenis Bentong juga menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada tahun 2013 terjadi sedikit kenaikan rata-rata konsentrasi klorofil-a dibandingkan tahun sebelumnya, dimana klorofil-a berkisar antara 0,28 mg/m³ - 0,48 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,37 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a masih terlihat tinggi pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dengan cakupan sebaran yang semakin meluas ke bagian selatan, sedangkan pada bagian Selat Makassar dan bagian Laut Flores konsentrasi klorofil-a terlihat rendah. Jenis Layang masih tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 5.142,76 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.319,23 ton, Banyar sebesar 2.369,46 ton dan jenis Bentong sebesar 498,33 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Aura, Masalima, Lari-larian dan Buntungan, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores terlihat menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru juga terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Lumu-lumu dengan tingkat kategori sedang, dan menyebar dengan kategori yang rendah pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terkonsentrasi di perairan Matasiri, Lari-larian, dan Buntungan. Jenis Bentong juga menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada tahun 2014 kembali terjadi penurunan rata-rata konsentrasi klorofil-a dibandingkan tahun sebelumnya, dimana klorofil-a berkisar antara 0,29 mg/m³ - 0,44 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,36 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a masih terlihat tinggi pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan), dan pada bagian selatan Sulawesi Selatan terlihat pembentukan konsentrasi klorofil-a, sedangkan pada bagian

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

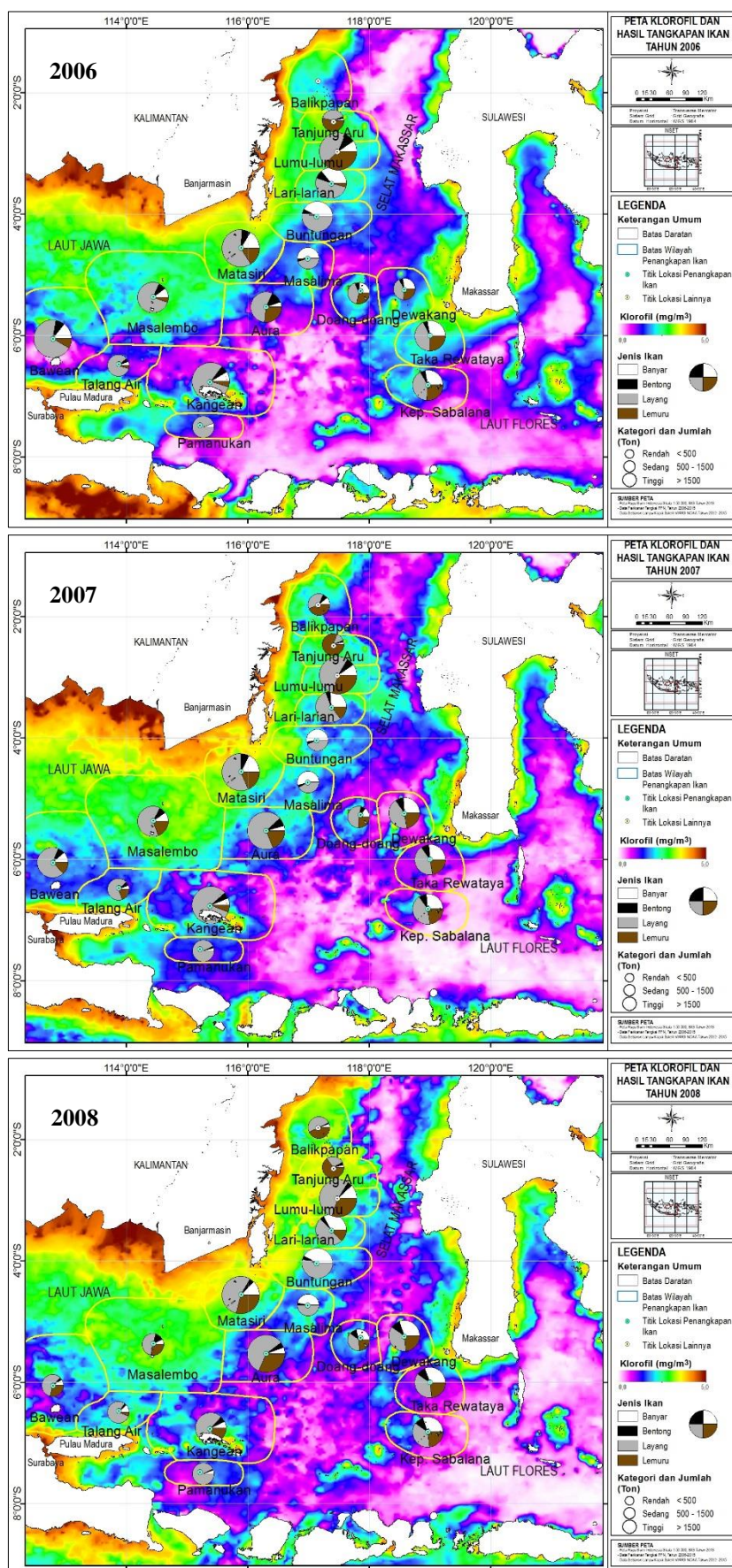
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Laut Flores konsentrasi klorofil-a tetap terlihat rendah. Jenis Layang mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 6.651,11 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.217,62 ton, Banyar sebesar 2.699,92 ton dan jenis Bentong sebesar 623,95 ton. Jenis Layang terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura, dan dengan tingkat kategori sedang di perairan Matasiri, Lumu-lumu, Lari-larian dan Buntungan, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores hanya menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru juga terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura dan Matasiri dengan kategori sedang, dan menyebar dengan kategori rendah pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan lebih terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Jenis Bentong juga menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat terkonsentrasi di perairan Aura.

Pada tahun 2015 terjadi kenaikan yang cukup signifikan rata-rata konsentrasi klorofil-a dibandingkan tahun sebelumnya, dimana klorofil-a berkisar antara 0,32 mg/m³ - 0,51 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,44 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a masih terlihat tinggi pada bagian utara Laut Jawa (selatan Pulau Kalimantan) dan dengan cakupan sebarannya yang semakin meluas ke bagian selatan, demikian juga di bagian selatan Sulawesi Selatan dimana terlihat cakupan konsentrasi klorofil-a yang semakin meluas dan mengarah ke selatan, sedangkan pada bagian Laut Flores konsentrasi klorofil-a tetap terlihat rendah. Jenis Layang masih tetap mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 11.019,60 ton, disusul jenis Lemuru sebesar 3.682,24 ton, Banyar sebesar 3.082,69 ton dan jenis Bentong sebesar 581,72 ton. Jenis Layang terlihat terkonsentrasi dengan tingkat kategori tinggi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dan Aura, dan dengan kategori sedang di perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Buntungan dan Masalima, sedangkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores menyebar dengan tingkat kategori rendah. Jenis Lemuru terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di sekitar perairan Aura dengan tingkat kategori sedang, dan menyebar dengan kategori yang rendah pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Banyar hampir sama dengan sebaran jenis Lemuru, menyebar dengan tingkat kategori sedang pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Aura, dan menyebar dengan kategori rendah pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Jenis Bentong hanya menunjukkan tingkat kategori rendah pada bagian Selat Makassar, Laut Jawa dan Laut Flores, dan terlihat terkonsentrasi di perairan Aura.

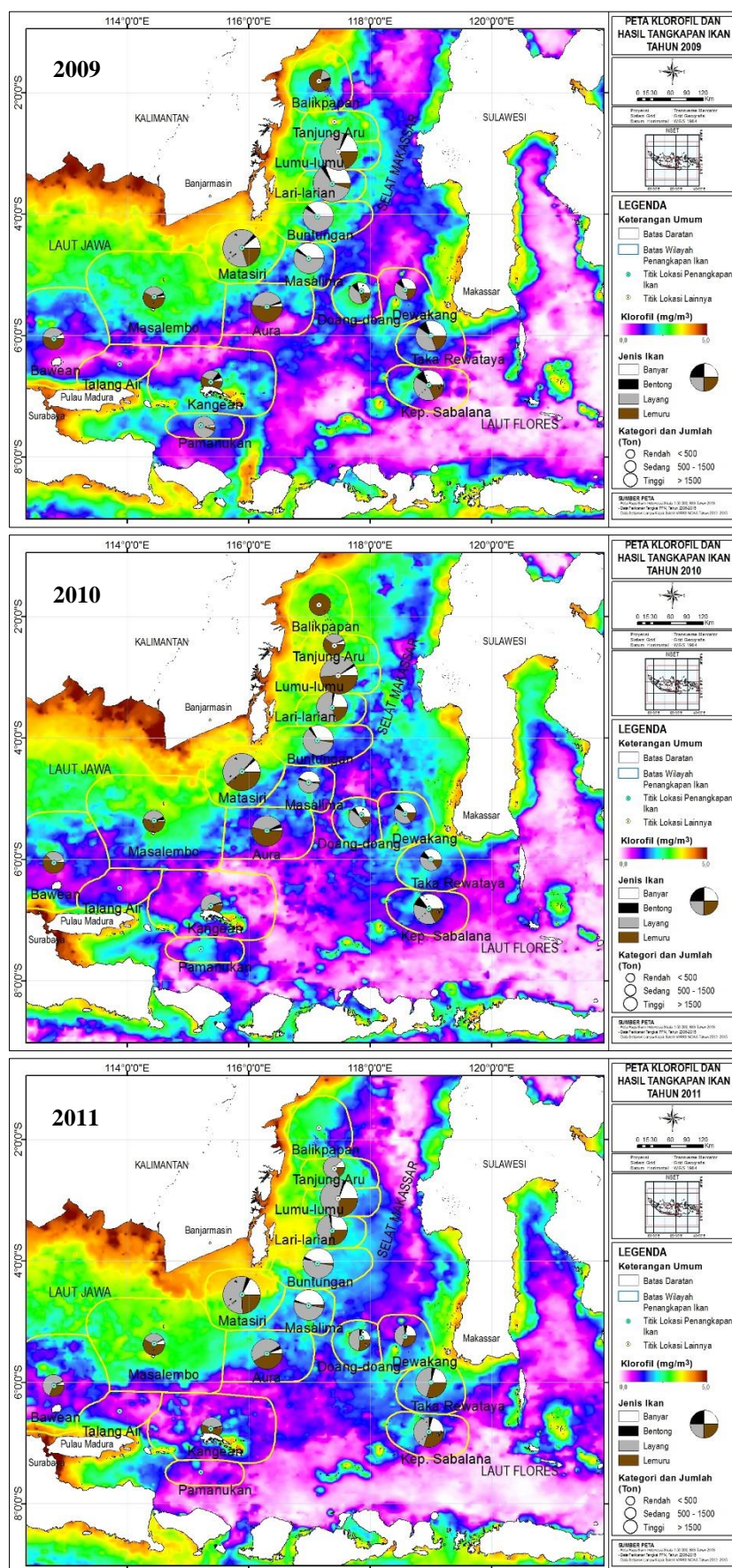




Gambar 64. Peta dinamika daerah penangkapan ikan dan hubungannya dengan tahunan klorofil-a

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

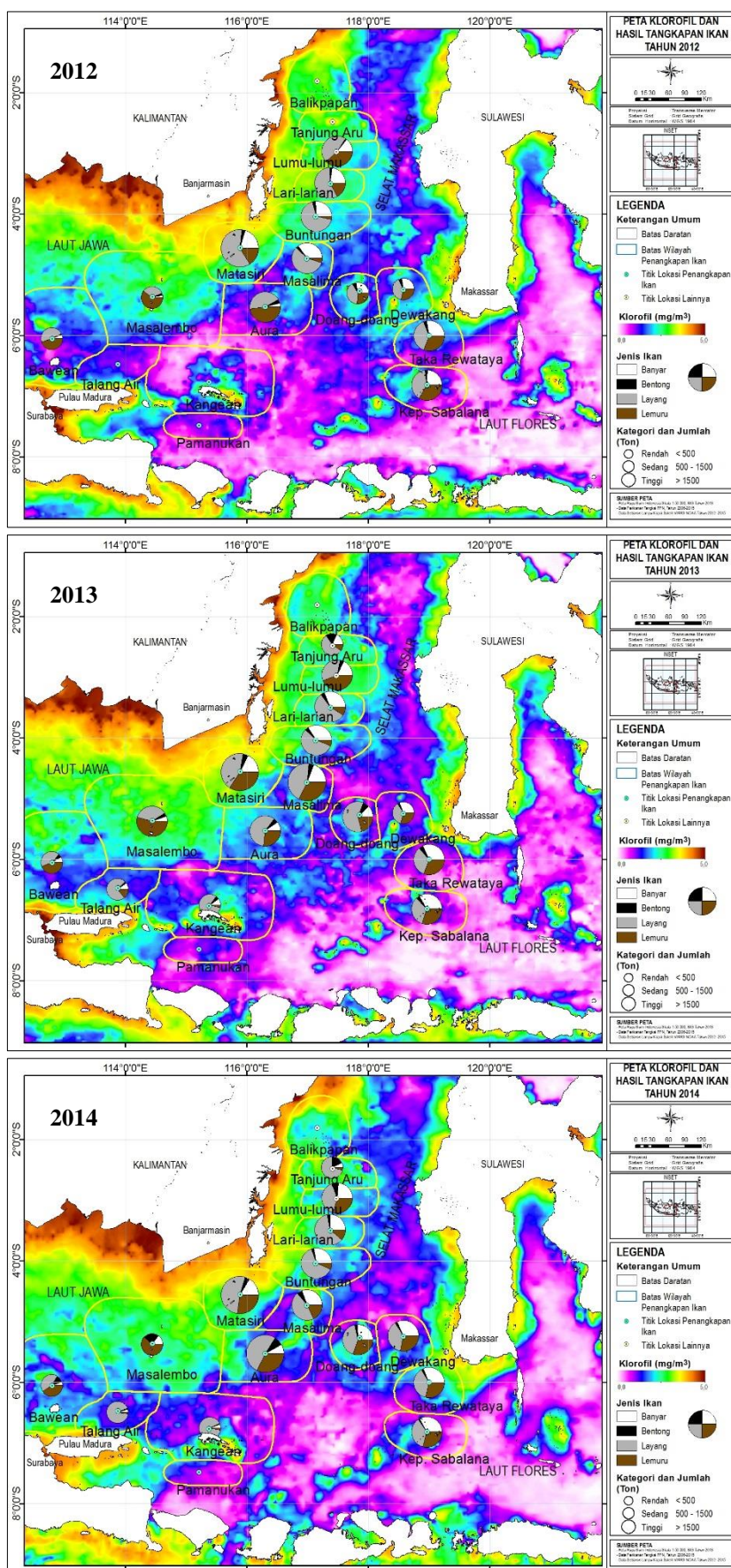


Gambar 64. (lanjutan)

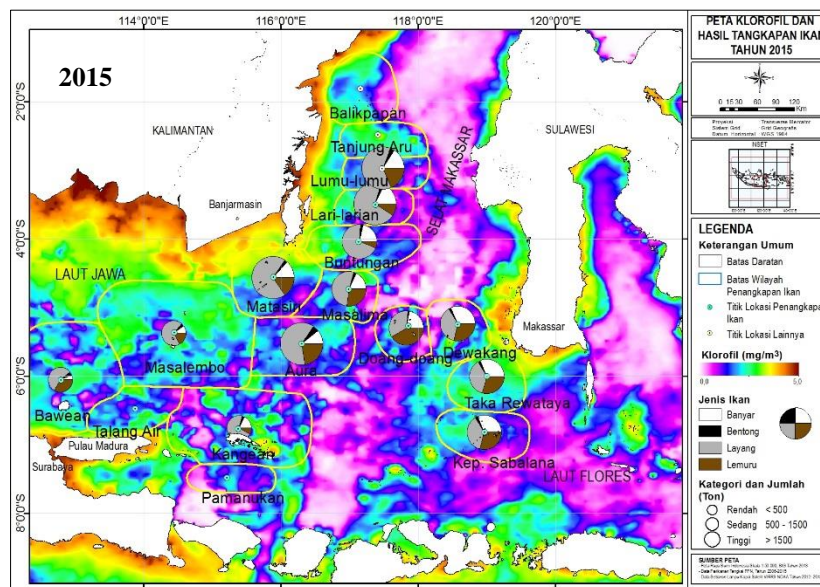
@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



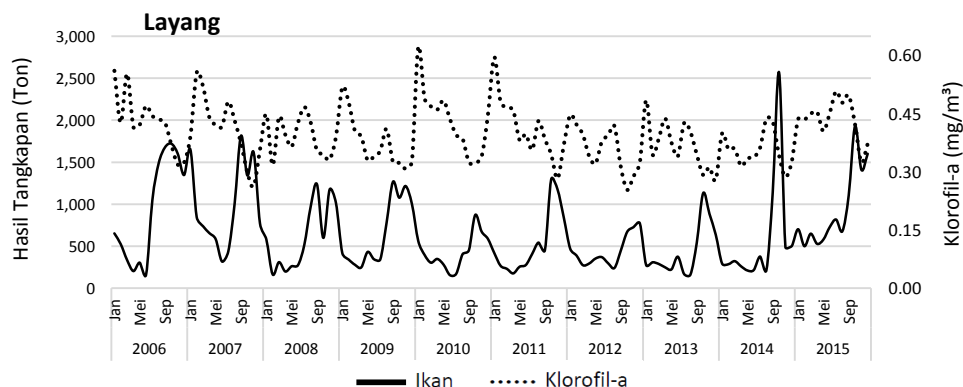
Gambar 64. (lanjutan)

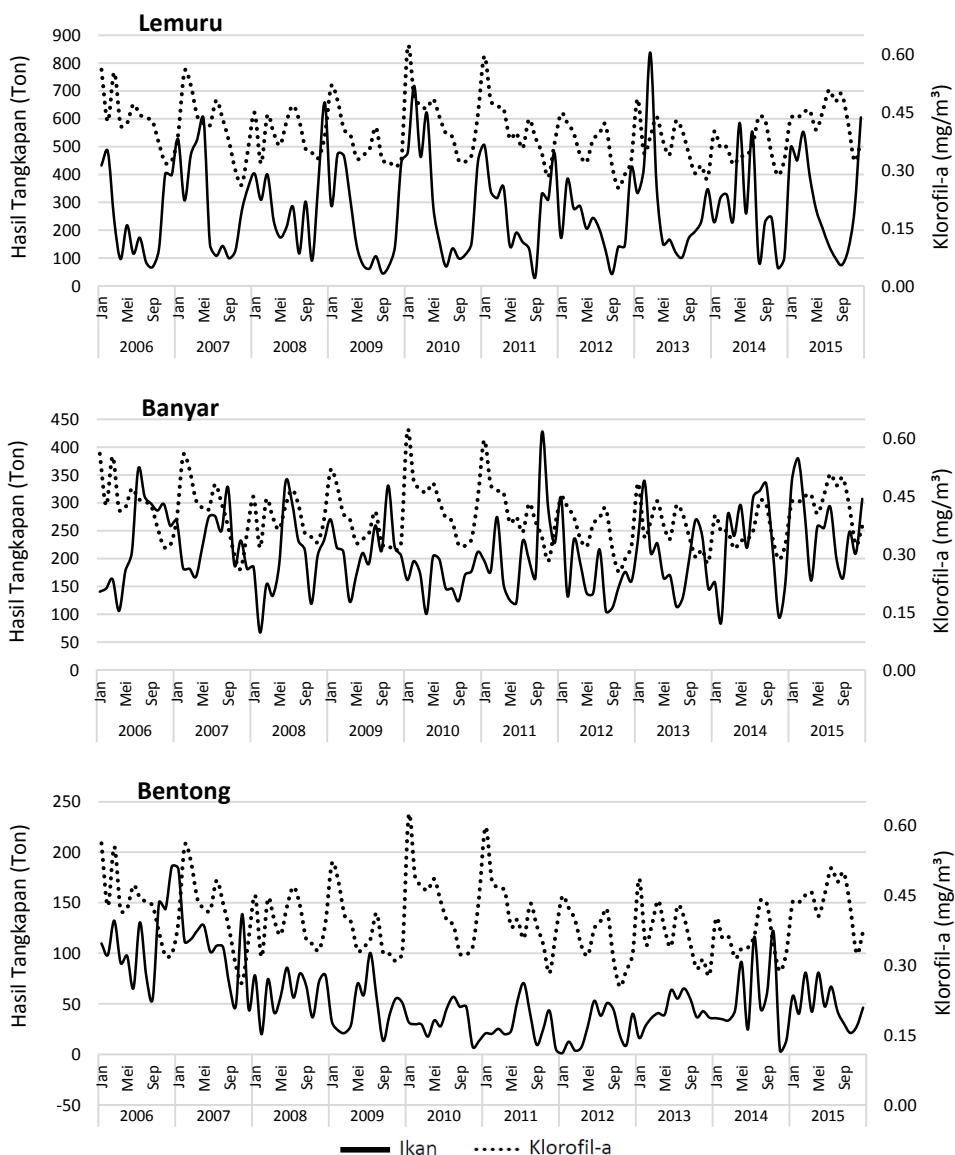


Gambar 64. (lanjutan)

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa ada pengaruh konsentrasi klorofil-a terhadap pola distribusi ikan pada suatu perairan. Qiu *et al.* (2008 dan 2010) menjelaskan bahwa limpasan daratan dan sirkulasi monsun dalam kaitannya dengan pergerakan massa air di kawasan pesisir merupakan faktor fisik yang mendominasi variabilitas hasil tangkapan dimana hal ini berasosiasi dengan suplai nutrisi untuk produktivitas primer. Korelasi yang terjadi antara keduanya adalah bahwa limpasan dari daratan memberikan masukan nutrisi pada sekitar kawasan pesisir, sedangkan monsun berperan mengontrol distribusinya.

Distribusi dan kelimpahan sumberdaya ikan pelagis kecil dapat ditunjukkan dengan konsentrasi klorofil-a yang tinggi pada suatu perairan, karena klorofil-a dalam fitoplankton merupakan makanan utama di suatu perairan (Siregar *et al.* 2016). Pada periode musim barat dan musim peralihan I konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* terlihat cenderung lebih tinggi. Jenis Lemuru merupakan ikan pelagis kecil yang keberadaannya tergantung pada konsentrasi klorofil-a, dimana kenaikan konsentrasi klorofil-a diiringi dengan naiknya hasil tangkapan jenis ikan ini. Grafik hubungan klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* selama tahun 2006 hingga 2015 disajikan pada Gambar 65 berikut ini.

Gambar 65. Grafik hubungan klorofil-a dengan tangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* 2006-2015



Gambar 65. (lanjutan)

Pergerakan massa air yang menuju kawasan *offshore* juga sangat intensif terjadi pada periode monsun di musim panas (musim timur), kondisi ini tentu saja secara efisien dapat meningkatkan distribusi nutrisi, dan hal ini berdampak positif terhadap hasil tangkapan ikan pada periode tersebut. Senada dengan hal tersebut Pedrosa-Gerasmio *et al.* (2015) menjelaskan bahwa selain suhu sebagai parameter kunci yang mengontrol pola migrasi ikan, faktor lainnya yang sangat menentukan adalah upaya pencarian makanan yang ditunjang oleh kelimpahan nutrisi (klorofil-a) pada suatu kawasan perairan.

Hasil uji statistik (disajikan pada Tabel 3) memperlihatkan korelasi positif antara klorofil-a dengan jenis Lemuru yaitu dengan nilai korelasi (r) 0,24, ini dapat mengindikasikan bahwa adanya hubungan antara klorofil-a dengan jenis Lemuru, walau tidak terlalu signifikan. Jenis Banyar dan Bentong juga menunjukkan nilai korelasi yang positif, namun nilainya sangat kecil dan sangat tidak signifikan yaitu (r) 0,04 dan (r) 0,06. Jenis Layang justru sebaliknya, memperlihatkan korelasi negatif yaitu dengan nilai korelasi (r) -0,23, hal ini dapat mengindikasikan bahwa

hubungan klorofil-a dengan hasil tangkapan jenis Layang rendah dan berbanding terbalik, walaupun tidak terlalu signifikan. Hasil penelitian Wangi *et al.* (2019) di perairan Selat Makassar juga menunjukkan bahwa korelasi konsentrasi klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan pelagis bisa saja sangat kecil atau negatif, hal ini karena ada jeda waktu (*time lag*) antara ketersediaan klorofil-a pada suatu perairan dengan jenis ikan tersebut. Fitoplankton dimanfaatkan oleh zooplankton sebagai sumber makanan, kemudian zooplankton dimanfaatkan oleh ikan kecil, dan ikan kecil akan dimanfaatkan oleh ikan yang lebih besar.

Tabel 3. Hasil perhitungan korelasi klorofil-a dengan tangkapan ikan pelagis kecil

Klor-a Layang		Klor-a Lemuru		Klor-a Banyar		Klor-a Bentong	
Klor-a	1	Klor-a	1	Klor-a	1	Klor-a	1
Layang	-0.23	Lemuru	0.24	Banyar	0.04	Bentong	0.06

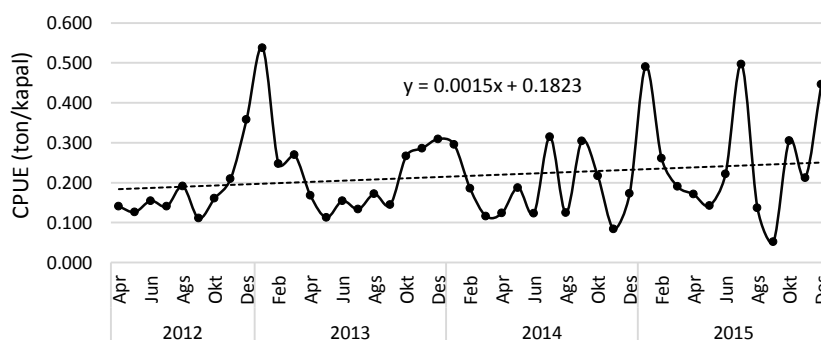
Respon ikan pelagis kecil jenis Layang, Lemuru, Banyar dan jenis Bentong terhadap perubahan konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* terlihat berbeda-beda, dan perbedaan tersebut bisa saja terjadi karena berkaitan dengan kebiasaan dan komposisi makanan dari masing-masing jenis ikan pelagis kecil tersebut. Fréon *et al.* (2005) menjelaskan bahwa kebiasaan makan ikan pelagis umumnya pada waktu matahari terbit dan saat matahari terbenam, dan pada umumnya jenis ikan pelagis merupakan pemakan plankton, baik plankton nabati (fitoplankton) maupun plankton hewani (zooplankton). Bila diperhatikan dari komposisinya, makanan jenis Layang (*Decapterus* spp) adalah copepoda (39%), crustacea lainnya (31%) dan organisme lainnya (30%). Makanan jenis Lemuru (*Sardinella lemuru*) adalah copepoda (90%), zooplankton lainnya (3%) dan diatomae (7%). Makanan jenis Banyar (*Rastrelliger* sp) adalah diatomae (31%), organisme lainnya (9%) dan jasad tidak teridentifikasi (60%). Makanan jenis Tembang (*Sardinella fimbriata*) adalah phytoplankton (17%), copepoda (47%), crustacea lainnya (17%) dan organisme lainnya (19%).

Catch Per Unit Effort Ikan Pelagis Kecil di JMF Triangle

Catch per Unit of Effort (CPUE) digunakan untuk menentukan produksi perikanan yang dirata-ratakan dalam periode musiman, bulanan dan tahunan. Upaya (*effort*) yang digunakan pada penelitian ini adalah jumlah armada penangkapan, sedangkan hasil tangkapan (*catch*) adalah ikan pelagis kecil yang didaratkan pada pelabuhan Pekalongan, Batu Licin dan Paotere. Pada penelitian ini nilai CPUE yang dianalisis dan dibahas hanya selama empat tahun, mulai tahun 2012 hingga 2015 karena data hasil deteksi sensor VIIRS terhadap armada yang melakukan operasi penangkapan di perairan *JMF triangle* hanya tersedia dan dapat diunduh sejak bulan April 2012 hingga bulan Desember 2015 (selama empat tahun).

Hasil tangkapan yang didaratkan pada pelabuhan Pekalongan, Batu Licin dan Paotere didominasi oleh jenis Layang (*Decapterus* Spp), Lemuru (*Amblygaster* sp), Banyar (*Rastrelliger* spp) dan jenis Bentong (*Selar* sp). Komoditas hasil tangkapan utama yang didaratkan adalah jenis Layang, menurut Zamroni dan Suwarso (2009) hasil tangkapan utama armada *purse seine* yang didaratkan di pelabuhan Pekalongan pada periode tahun 2002 hingga 2007 adalah jenis Layang (*Decapterus russelli* dan *Decapterus macrosoma*) dengan persentase 42-58% dari total hasil tangkapan.

Nilai CPUE total produksi ikan pelagis kecil periode empat tahun (2012-2015) di perairan *JMF triangle* menunjukkan tren peningkatan. Data nilai CPUE ikan pelagis kecil berdasarkan jenis dan daerah penangkapan ikan menurut periode musiman, tahunan dan bulanan dapat dilihat pada Lampiran 6, 7 dan 8. Nilai CPUE total produksi ikan pelagis kecil tertinggi terindikasi terjadi pada periode bulan Desember-Februari (musim barat) setiap tahunnya, sedangkan nilai CPUE terendah terindikasi terjadi pada periode bulan Oktober-November (musim peralihan II). Nilai CPUE ikan pelagis kecil yang tertinggi terjadi pada bulan Januari 2013 dengan nilai 0,538 ton/kapal, sedangkan CPUE terendah terjadi pada bulan September 2015 dengan nilai 0,052 ton/kapal. Grafik CPUE total tangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 66 berikut ini.



Gambar 66. Grafik CPUE total tangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* 2012-2015

Secara umum CPUE jenis Layang cenderung menunjukkan tren meningkat, hal ini terlihat dari nilai CPUE jenis Layang yang semakin meningkat seiring waktu dari tahun 2012 hingga 2015. Nilai CPUE jenis Layang tertinggi terjadi pada periode bulan Desember-Januari (musim barat) setiap tahunnya, sedangkan nilai CPUE jenis Layang terendah terjadi pada periode bulan April-Juni. Chodriyah dan Hariati (2010) menjelaskan bahwa musim penangkapan jenis Layang di perairan Laut Jawa terjadi pada periode bulan Mei-September dan periode bulan November-Desember. Nilai CPUE jenis Layang tertinggi terjadi pada bulan Juli 2015 dengan nilai 0,307 ton/kapal, sedangkan nilai CPUE terendah jenis Layang terjadi pada bulan Mei 2014 dengan nilai 0,033 ton/kapal.

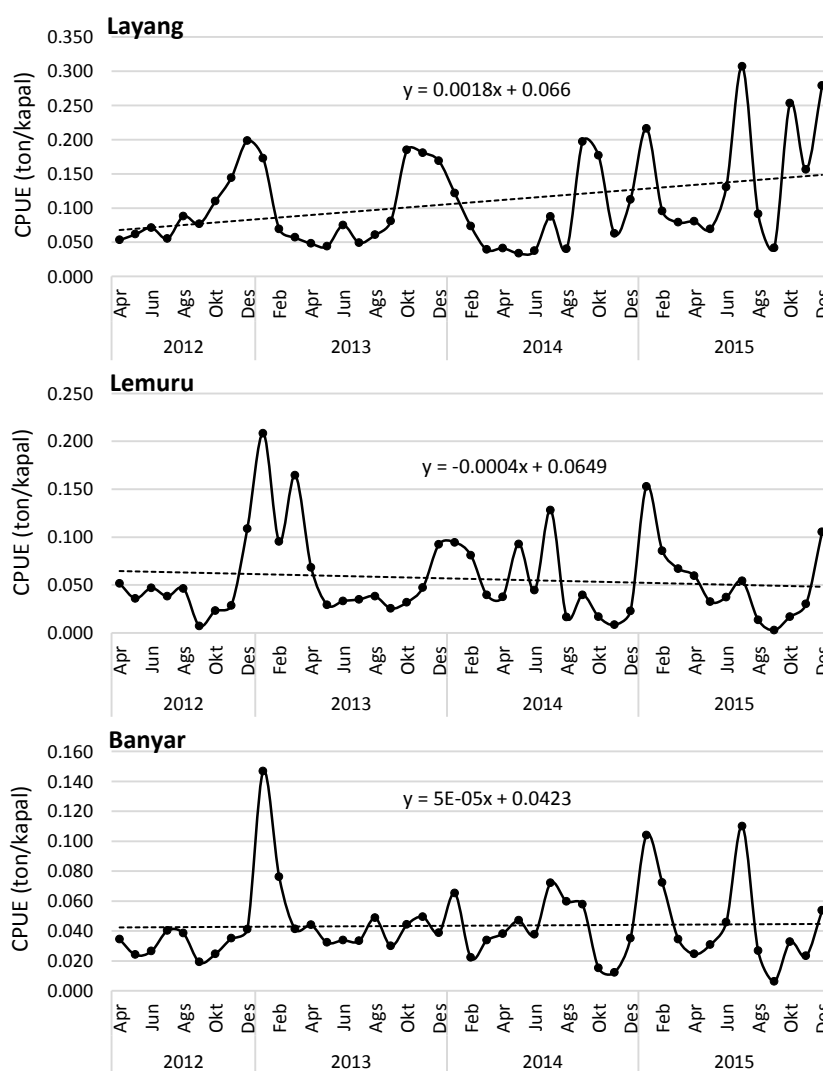
Secara umum CPUE jenis Lemuru cenderung menunjukkan tren menurun, hal ini terlihat dari nilai CPUE jenis Lemuru yang semakin menurun seiring waktu dari tahun 2012 hingga 2015. Nilai CPUE jenis Lemuru tertinggi terindikasi terjadi pada periode bulan Desember-Februari (musim barat) setiap tahunnya, sedangkan nilai CPUE jenis Lemuru terendah terjadi pada periode bulan Agustus-Oktober. Hal ini senada dengan yang disampaikan Nontji (1987) bahwa jenis Lemuru di Selat Bali muncul sekitar bulan September-Oktober dan mencapai puncaknya pada bulan Desember-Januari. Jenis Lemuru berkurang jumlahnya pada bulan Februari-Maret dan akan hilang populasinya pada bulan berikutnya hingga muncul kembali pada musim selanjutnya. Nilai CPUE jenis Lemuru tertinggi terjadi pada bulan Januari 2013 dengan nilai 0,208 ton/kapal, sedangkan nilai CPUE terendah terjadi pada bulan September 2015 dengan nilai 0,003 ton/kapal.

Walau tidak setinggi nilai CPUE jenis Layang, namun secara umum terlihat CPUE jenis Banyar cenderung hampir sama yaitu menunjukkan tren meningkat, hal

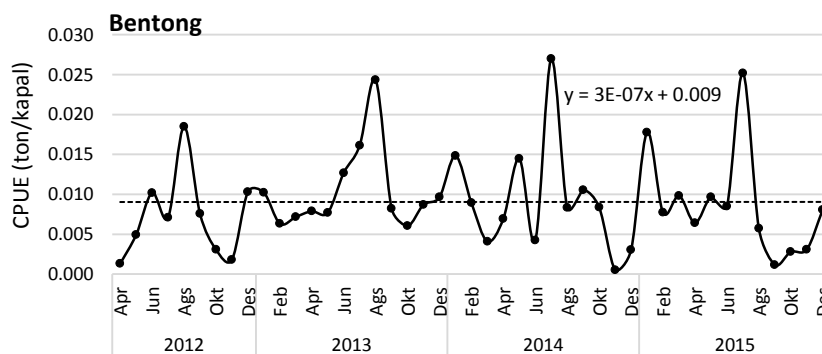
ini dapat dilihat dari nilai CPUE jenis Banyar yang semakin meningkat seiring waktu dari tahun 2012 hingga 2015. Nilai CPUE jenis Banyar tertinggi terindikasi terjadi pada periode bulan Januari-Februari, sedangkan nilai CPUE jenis Banyar yang terendah terjadi pada periode bulan September-Oktober. Chodriyah dan Hariati (2010) menjelaskan bahwa musim penangkapan jenis Banyar terjadi pada periode bulan Januari-Mei. Nilai CPUE jenis Banyar tertinggi terjadi pada bulan Januari 2013 dengan nilai 0,147 ton/kapal, sedangkan nilai CPUE terendah jenis Banyar terjadi pada bulan September 2015 dengan nilai 0,006 ton/kapal.

Secara umum CPUE jenis Bentong cenderung menunjukkan tren konstan, tidak naik dan tidak menurun, hal ini terlihat dari nilai CPUE jenis Bentong yang konstan seiring waktu mulai tahun 2012 hingga 2015. Nilai CPUE jenis Bentong tertinggi terindikasi terjadi pada periode bulan Juni-Agustus (musim timur) setiap tahunnya, sedangkan nilai CPUE jenis Bentong yang terendah terjadi pada periode bulan Oktober-November. Nilai CPUE jenis Bentong tertinggi terjadi pada bulan Juli 2014 dengan nilai 0,027 ton/kapal, dan nilai CPUE terendah jenis Bentong terjadi pada bulan November 2014 dengan nilai 0,001 ton/kapal.

Grafik CPUE hasil tangkapan masing-masing jenis pelagis kecil di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 67 berikut ini.



Gambar 67. Grafik CPUE ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* 2012-2015



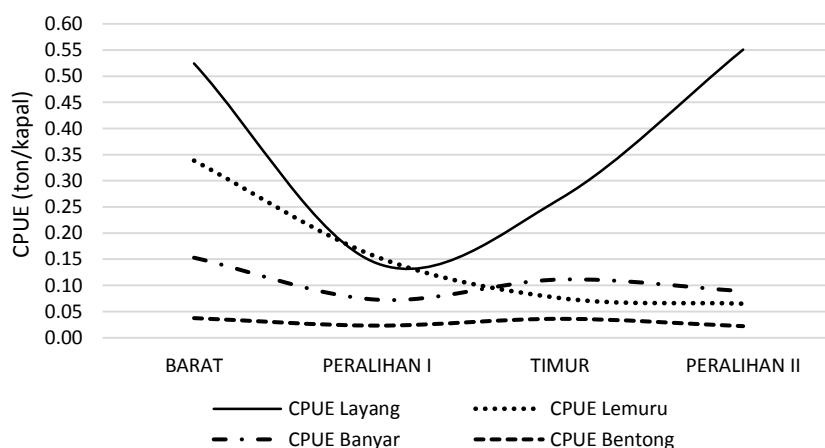
Gambar 67. (lanjutan)

Bila ditinjau dari periode musiman, nilai CPUE masing-masing jenis pelagis kecil terlihat berbeda-beda dan cukup fluktuatif seperti yang disajikan pada Gambar 68. CPUE jenis Layang terlihat cukup fluktuatif dibandingkan tiga jenis lainnya, dimana awalnya jenis Layang menunjukkan tren menurun dari musim barat menuju musim peralihan I, namun kemudian mulai meningkat saat memasuki musim timur dan selanjutnya terlihat terus meningkat hingga memasuki musim peralihan II.

Jenis Lemuru juga menunjukkan tren menurun, dimana terlihat dari musim barat menuju musim peralihan I, dan selanjutnya terus terlihat mengalami penurunan saat memasuki musim timur dan musim peralihan II.

CPUE jenis Banyar juga memperlihatkan tren penurunan dari musim barat menuju musim peralihan I, namun terjadi peningkatan saat memasuki musim timur, dan kemudian kembali menurun saat memasuki musim peralihan II.

Jenis Bentong terindikasi berbeda dengan tiga jenis lainnya, dimana terlihat CPUE jenis Bentong menunjukkan kondisi yang konstan sejak musim barat hingga musim peralihan II.



Gambar 68. Grafik CPUE musiman ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* 2012-2015

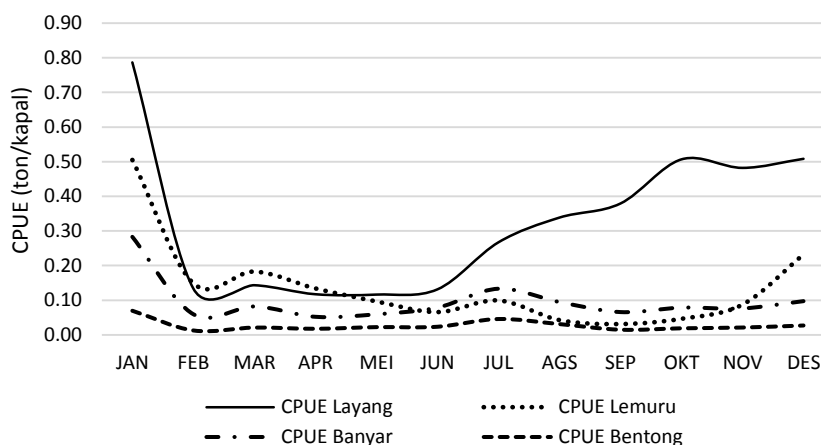
Bila ditinjau dari periode bulanan, nilai CPUE masing-masing jenis pelagis kecil juga terlihat berbeda-beda seperti yang disajikan pada Gambar 69. CPUE jenis Layang terlihat lebih fluktuatif dibandingkan tiga jenis lainnya. Pada bulan Januari merupakan puncak CPUE jenis Layang, kemudian mulai menurun ketika memasuki bulan Februari, sedikit mengalami kenaikan saat masuk ke bulan Maret, kemudian

terlihat konstan hingga ke bulan Juni, dan dari bulan Juni sampai ke bulan Desember menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan.

Jenis Lemuru menunjukkan tren yang juga fluktuatif, namun dengan nilai CPUE yang lebih rendah. Dapat dilihat pada bulan Januari yang merupakan puncak CPUE jenis Lemuru, kemudian menurun saat memasuki bulan Februari, dan sedikit mengalami kenaikan saat memasuki bulan Maret, kemudian kembali mengalami penurunan hingga ke bulan Juni, dan terlihat sedikit naik saat memasuki bulan Juli, kemudian mengalami penurunan ke hingga ke bulan Oktober, dan selanjutnya terus mengalami peningkatan hingga bulan Desember.

Jenis Banyar menunjukkan tren yang hampir mirip dengan jenis Lemuru, namun dengan nilai CPUE yang lebih rendah. Pada bulan Januari yang merupakan puncak CPUE jenis Banyar, terlihat mulai mengalami penurunan saat memasuki bulan Februari, sedikit mengalami kenaikan saat masuk ke bulan Maret, kemudian terlihat konstan hingga ke bulan Juni, terlihat sedikit naik saat masuk ke bulan Juli, kemudian mengalami penurunan lagi saat masuk ke bulan Agustus, dan selanjutnya terlihat konstan hingga bulan Desember.

Secara umum, jenis Bentong memperlihatkan tren yang konstan sejak bulan Januari hingga Desember, hanya terlihat sedikit peningkatan pada bulan Januari dan Juli, selebihnya menunjukkan nilai CPUE yang konstan.

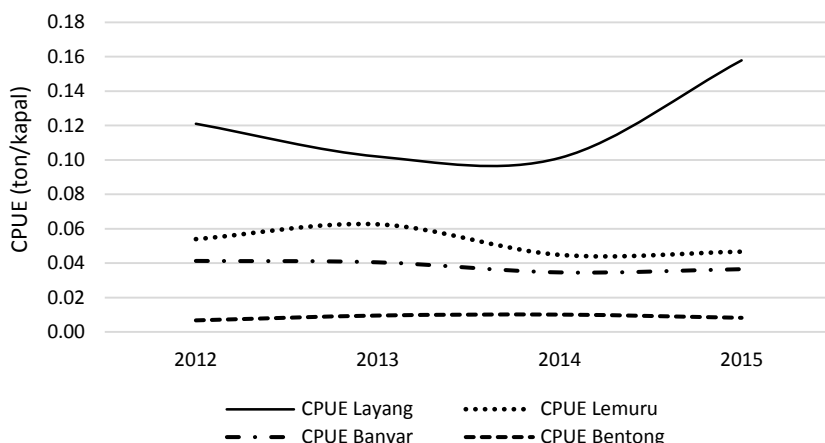


Gambar 69. Grafik CPUE bulanan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* 2012-2015

Pada tinjauan menurut periode tahunan, CPUE masing-masing jenis pelagis kecil dapat dilihat pada Gambar 70. CPUE jenis Layang pada periode 2012-2015 menunjukkan peningkatan, dan terindikasi lebih tinggi dari pada tiga jenis lainnya. CPUE jenis Layang terlihat mengalami penurunan pada periode tahun 2012 menuju tahun 2013, lalu terlihat konstan dari tahun 2013 hingga 2014, selanjutnya dari tahun 2014 menuju tahun 2015 menunjukkan peningkatan CPUE yang cukup signifikan.

CPUE jenis Lemuru menunjukkan tren menurun pada periode 2012-2015, dapat dilihat pada tahun 2012 terlihat konstan hingga tahun 2013, kemudian mulai menurun saat menuju tahun 2014, selanjutnya terlihat konstan kembali dari tahun 2014 hingga tahun 2015.

CPUE jenis Banyar juga menunjukkan tren menurun pada periode 2012-2015, dapat dilihat pada tahun 2012 hingga tahun 2014 menurun, dan selanjutnya terlihat konstan dari tahun 2014 hingga tahun 2015, sedangkan CPUE jenis Bentong memperlihatkan tren yang konstan selama periode 2012 hingga 2015.



Gambar 70. Grafik CPUE tahunan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* 2012-2015

Cacih Per Unit Effort Hubungannya dengan Suhu Permukaan Laut

Pada sub-bab ini nilai SPL yang dianalisis hanya selama empat tahun yaitu pada periode 2012-2015, hal ini dilakukan agar sinkron dengan CPUE, karena nilai CPUE yang dianalisis dan dibahas juga selama empat tahun dari tahun 2012-2015, sebab data hasil pendeteksian sensor VIIRS terhadap armada yang melakukan operasi penangkapan pada perairan *JMF triangle* hanya tersedia dan dapat diunduh sejak April 2012 - Desember 2015 (empat tahun), sementara itu untuk melakukan analisis CPUE membutuhkan data jumlah armada penangkapan, sehingga pada sub-bab ini yang dianalisis dan dibahas adalah data SPL, data jumlah armada serta data hasil tangkapan ikan pelagis kecil masing-masing selama empat tahun.

Pada pembahasan sub-bab ini juga dilakukan pembatasan dan pengecualian terhadap tiga lokasi daerah penangkapan ikan yaitu Dewakang, Takarewataya dan Kepulauan Sabalana, hal ini dilakukan karena hasil deteksi sensor VIIRS terhadap kapal yang melakukan operasi penangkapan pada ketiga lokasi daerah penangkapan tersebut sangat rendah dan hampir nihil, sehingga akan mempengaruhi perhitungan nilai CPUE, dimana nilai CPUE akan menjadi bias dan akan terlihat sangat tinggi dibandingkan lokasi daerah penangkapan lainnya. Hal tersebut terjadi karena diduga nelayan yang berasal Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan pada ketiga lokasi tersebut pada siang hari, sehingga sensor VIIRS yang melakukan deteksi cahaya lampu kapal pada malam hari tidak dapat melakukan pendeteksian. Maka pada sub-bab ini ketiga lokasi daerah penangkapan ikan yang telah disebutkan itu tidak akan dibahas, tetapi nilai CPUE tetap ditampilkan pada peta-peta tematik.

Ditinjau dari periode musiman terlihat nilai rata-rata CPUE pada musim barat merupakan yang paling tinggi dengan nilai 1,05 ton/kapal, selanjutnya adalah pada musim peralihan II dengan nilai 0,73 ton/kapal, kemudian pada musim timur dengan nilai 0,49 ton/kapal dan yang paling rendah adalah pada musim peralihan I dengan nilai 0,39 ton/kapal.

Pada periode musim barat nilai rata-rata CPUE adalah sebesar 1,05 ton/kapal dan terlihat nilai rata-rata CPUE tertinggi terjadi pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dengan nilai 19,23 ton/kapal, disusul perairan Buntungan dengan nilai 4,37 ton/kapal, perairan Lari-larian dengan nilai 3,32 ton/kapal dan perairan Aura dengan nilai 2,57 ton/kapal. Kondisi SPL pada periode musim ini terlihat relatif lebih rendah pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan dengan bagian selatannya, hal ini diduga dapat menyebabkan jenis ikan pelagis kecil lebih

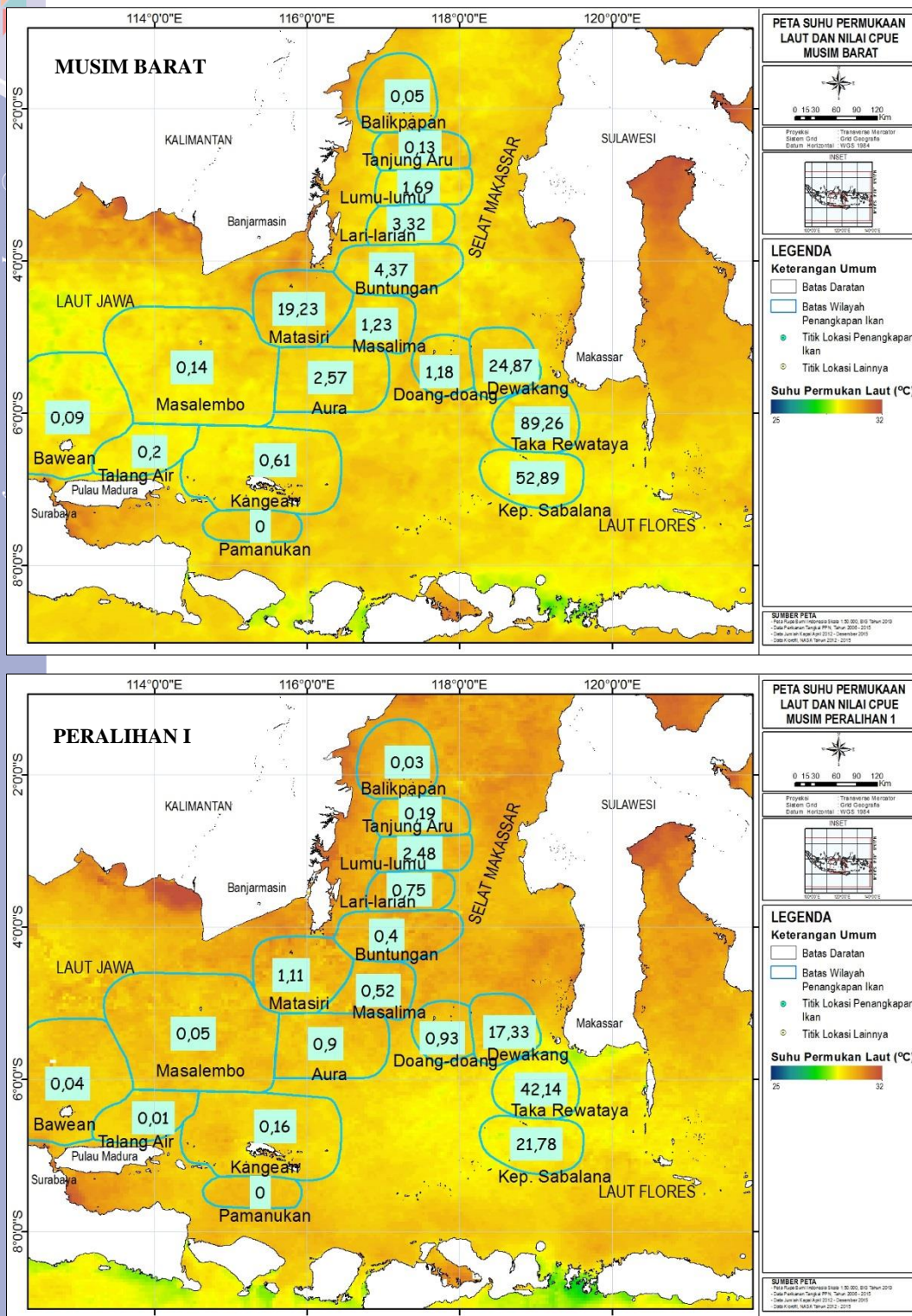
terkonsentrasi pada bagian utara Selat Makassar. Secara umum pada periode musim barat ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada periode musim peralihan I terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE bila dibandingkan musim sebelumnya, terlihat nilai rata-rata CPUE hanya mencapai 0,39 ton/kapal. Nilai rata-rata CPUE tertinggi masih terjadi pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dengan nilai 2,48 ton/kapal, disusul oleh perairan Matasiri dengan nilai 1,11 ton/kapal, perairan Doang-doang dengan nilai 0,93 ton/kapal dan perairan Aura dengan nilai 0,90 ton/kapal. Kondisi SPL pada periode musim ini relatif lebih tinggi bila dibandingkan musim sebelumnya, namun pada lokasi daerah penangkapan dengan nilai rata-rata CPUE yang tinggi tersebut terlihat kondisi SPL yang lebih rendah bila dibandingkan dengan lokasi lainnya. Secara umum pada periode musim peralihan I ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar bila dibandingkan dengan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

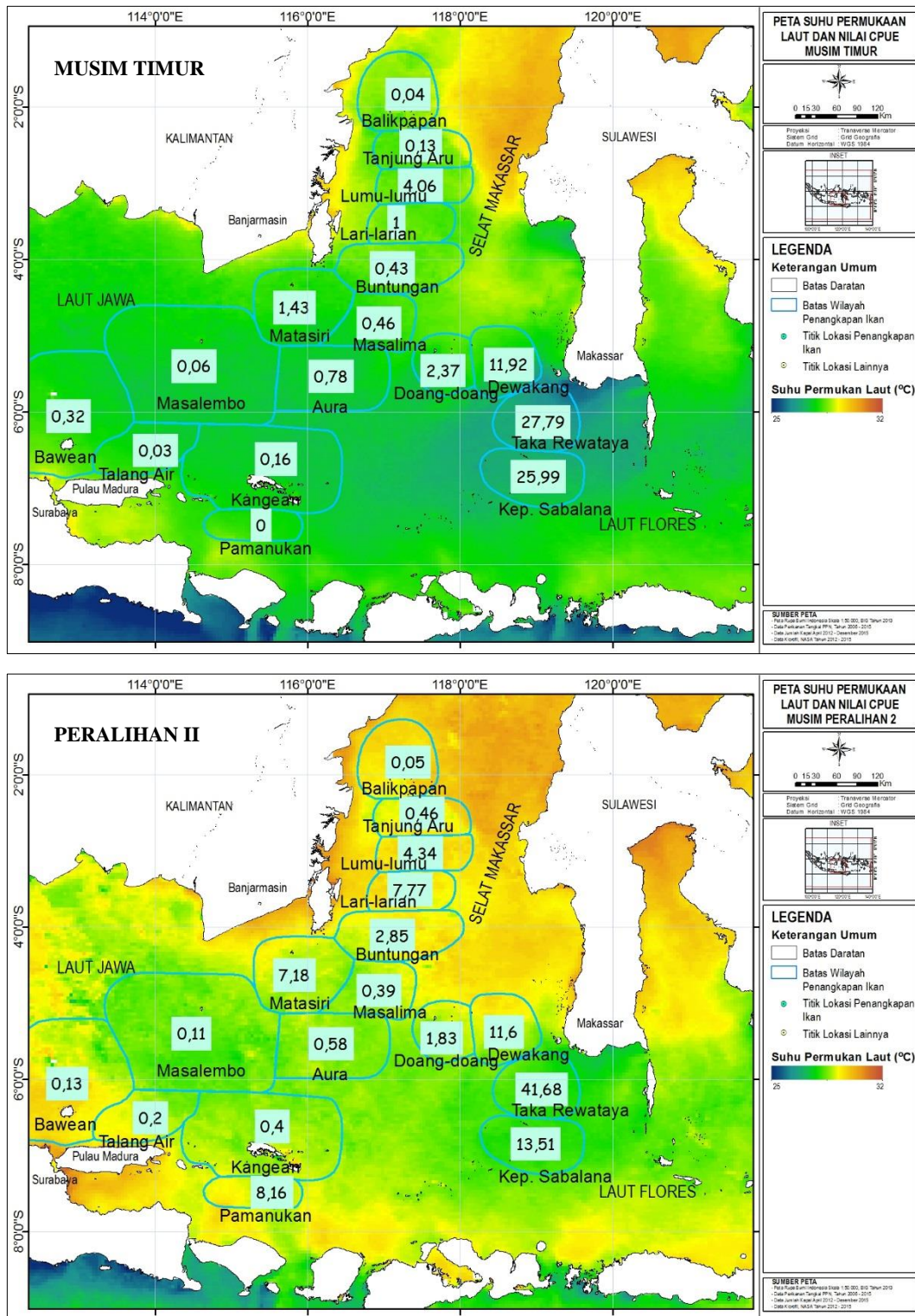
Pada periode musim timur terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibanding musim sebelumnya, dimana pada musim timur ini nilai rata-rata CPUE adalah 0,49 ton/kapal. Nilai rata-rata CPUE tertinggi masih terjadi pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dengan nilai 4,06 ton/kapal, disusul oleh perairan Doang-doang dengan nilai 2,37 ton/kapal, perairan Matasiri dengan nilai 1,43 ton/kapal dan perairan Lari-larian dengan nilai 1,00 ton/kapal. Kondisi SPL pada periode musim ini jauh lebih rendah bila dibandingkan musim sebelumnya, dan kondisi SPL pada musim ini merupakan yang paling dingin bila dibandingkan musim lainnya, namun pada lokasi daerah penangkapan dengan nilai rata-rata CPUE yang tinggi tersebut terlihat kondisi SPL lebih hangat dibandingkan dengan lokasi lainnya. Secara umum pada periode musim timur ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada periode musim peralihan II terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan musim sebelumnya, dimana pada musim peralihan II ini nilai rata-rata CPUE mencapai 0,73 ton/kapal. Nilai rata-rata CPUE tertinggi musim ini terlihat telah bergeser dari bagian Selat Makassar ke bagian Laut Jawa, yaitu di perairan Pamanukan dengan nilai 8,16 ton/kapal, disusul perairan Lari-larian dengan nilai 7,77 ton/kapal, perairan Matasiri dengan nilai 7,18 ton/kapal dan perairan Lumu-lumu dengan nilai 4,34 ton/kapal. Kondisi SPL pada periode musim ini terlihat lebih tinggi dibandingkan musim sebelumnya, namun diduga masih ada pengaruh kondisi SPL yang lebih dingin dari musim sebelumnya. Pada lokasi daerah penangkapan dengan nilai rata-rata CPUE yang tinggi terlihat kondisi SPL yang lebih hangat dibandingkan dengan lokasi lainnya. Secara umum pada periode musim peralihan II ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Laut Jawa dibandingkan pada bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

Peta hubungan CPUE musiman dengan kondisi SPL di perairan *JMF triangle* dapat dilihat pada Gambar 71 berikut ini.



Gambar 71. Peta hubungan CPUE musiman dengan SPL di perairan *JMF triangle* 2012-2015



Gambar 71. (lanjutan)

Ditinjau dari periode bulanan terlihat bahwa nilai rata-rata CPUE pada bulan Januari merupakan yang paling tinggi dengan nilai 1,64 ton/kapal, selanjutnya pada bulan Desember dengan nilai 0,86 ton/kapal, bulan November dengan nilai 0,67 ton/kapal, bulan Oktober dengan nilai 0,65 ton/kapal, bulan Juli dengan nilai 0,55

ton/kapal, bulan Agustus dengan nilai 0,51 ton/kapal, bulan September dengan nilai 0,49 ton/kapal, bulan Maret dengan nilai 0,43 ton/kapal, bulan Februari dengan nilai 0,35 ton/kapal, bulan April dengan nilai 0,32 ton/kapal, bulan Juni dengan nilai 0,30 ton/kapal, dan paling rendah adalah pada bulan Mei dengan nilai 0,29 ton/kapal.

Pada bulan Desember nilai rata-rata CPUE tertinggi berada di bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dengan nilai 23,82 ton/kapal, disusul oleh perairan Lari-larian dengan nilai 4,84 ton/kapal, perairan Buntungan dengan nilai 2,96 ton/kapal, perairan Aura dengan nilai 2,02 ton/kapal dan perairan Lumu-lumu dengan nilai 0,85 ton/kapal. Kondisi SPL pada bulan ini terlihat lebih tinggi pada bagian selatan dibandingkan pada bagian utara Selat Makassar. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Januari terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, terlihat nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dengan nilai 34,96 ton/kapal, disusul oleh perairan Buntungan dengan nilai 27,13 ton/kapal, perairan Aura dengan nilai 8,78 ton/kapal, perairan Masalima dengan nilai 7,34 ton/kapal dan perairan Lari-larian dengan nilai 3,32 ton/kapal. Terjadi penurunan kondisi SPL dibandingkan bulan sebelumnya, dan terlihat kondisi SPL sedikit lebih tinggi pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan pada bagian selatannya. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Februari terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, terlihat nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dengan nilai 10,59 ton/kapal, disusul oleh perairan Buntungan dengan nilai 3,49 ton/kapal, perairan Lari-larian dengan nilai 1,59 ton/kapal, perairan Aura dengan nilai 1,57 ton/kapal dan perairan Lumu-lumu dengan nilai 1,48 ton/kapal. Kondisi SPL meningkat pada bulan ini dibandingkan bulan sebelumnya, dan terlihat kondisi SPL lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Maret terjadi kenaikan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dengan nilai 3,13 ton/kapal, disusul perairan Matasiri dengan nilai 1,89 ton/kapal, perairan Doang-doang dengan nilai 1,21 ton/kapal, perairan Aura dengan nilai 1,18 ton/kapal, perairan Lari-larian dengan nilai 1,02 ton/kapal dan perairan Masalima dengan nilai 0,75 ton/kapal. Kondisi SPL menurun pada bulan ini dibandingkan bulan sebelumnya, dan terlihat lebih tinggi pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Secara umum pada bulan Maret ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan April terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dengan nilai 1,63 ton/kapal, selanjutnya perairan Lari-larian dengan nilai 1,09 ton/kapal, perairan Aura dengan nilai 0,87 ton/kapal, perairan Matasiri dengan nilai 0,71 ton/kapal dan perairan Doang-doang dengan nilai 0,49 ton/kapal. Kondisi SPL meningkat pada bulan ini dibandingkan bulan sebelumnya,

dan terlihat lebih tinggi pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Mei masih terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dengan nilai 2,45 ton/kapal, disusul perairan Doang-doang dengan nilai 1,62 ton/kapal, perairan Matasiri dengan nilai 0,83 ton/kapal, perairan Aura dengan nilai 0,50 ton/kapal dan perairan Lari-larian dengan nilai 0,41 ton/kapal. Kondisi SPL mengalami sedikit penurunan pada bulan ini dibandingkan bulan sebelumnya, dan terlihat tetap lebih tinggi pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Juni terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Doang-doang dengan nilai 3,64 ton/kapal, disusul perairan Lumu-lumu dengan nilai 1,61 ton/kapal, perairan Lari-larian dengan nilai 0,81 ton/kapal, perairan Matasiri dengan nilai 0,71 ton/kapal dan perairan Aura dengan nilai 0,47 ton/kapal. Kondisi SPL mengalami penurunan pada bulan ini dibandingkan bulan sebelumnya, dan terlihat tetap lebih tinggi pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Secara umum nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Juli masih terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dengan nilai 10,40 ton/kapal, disusul perairan Matasiri dengan nilai 1,64 ton/kapal, perairan Lari-larian dengan nilai 1,27 ton/kapal, perairan Aura dengan nilai 1,14 ton/kapal dan perairan Doang-doang dengan nilai 1,05 ton/kapal. Kondisi SPL mengalami penurunan yang cukup signifikan pada bulan ini dibandingkan bulan sebelumnya, namun terlihat tetap lebih tinggi pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Agustus terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, nilai rata-rata CPUE tertinggi terjadi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Doang-doang dengan nilai 6,69 ton/kapal, disusul perairan Lumu-lumu dengan nilai 4,36 ton/kapal, perairan Matasiri dengan nilai 2,45 ton/kapal, perairan Lari-larian dengan nilai 0,85 ton/kapal dan perairan Aura dengan nilai 0,80 ton/kapal. Kondisi SPL masih mengalami penurunan pada bulan ini dan merupakan yang paling rendah dibandingkan bulan lainnya, dan kondisi SPL terlihat tetap lebih tinggi pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan September masih terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE bila dibandingkan bulan sebelumnya, nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dengan nilai 16,44 ton/kapal, disusul perairan Pamanukan dengan nilai 12,89 ton/kapal, perairan Buntungan dengan nilai 6,58 ton/kapal, perairan Lari-larian dengan nilai 5,73 ton/kapal dan perairan Matasiri dengan nilai 4,67 ton/kapal. Kondisi SPL mengalami sedikit kenaikan pada bulan

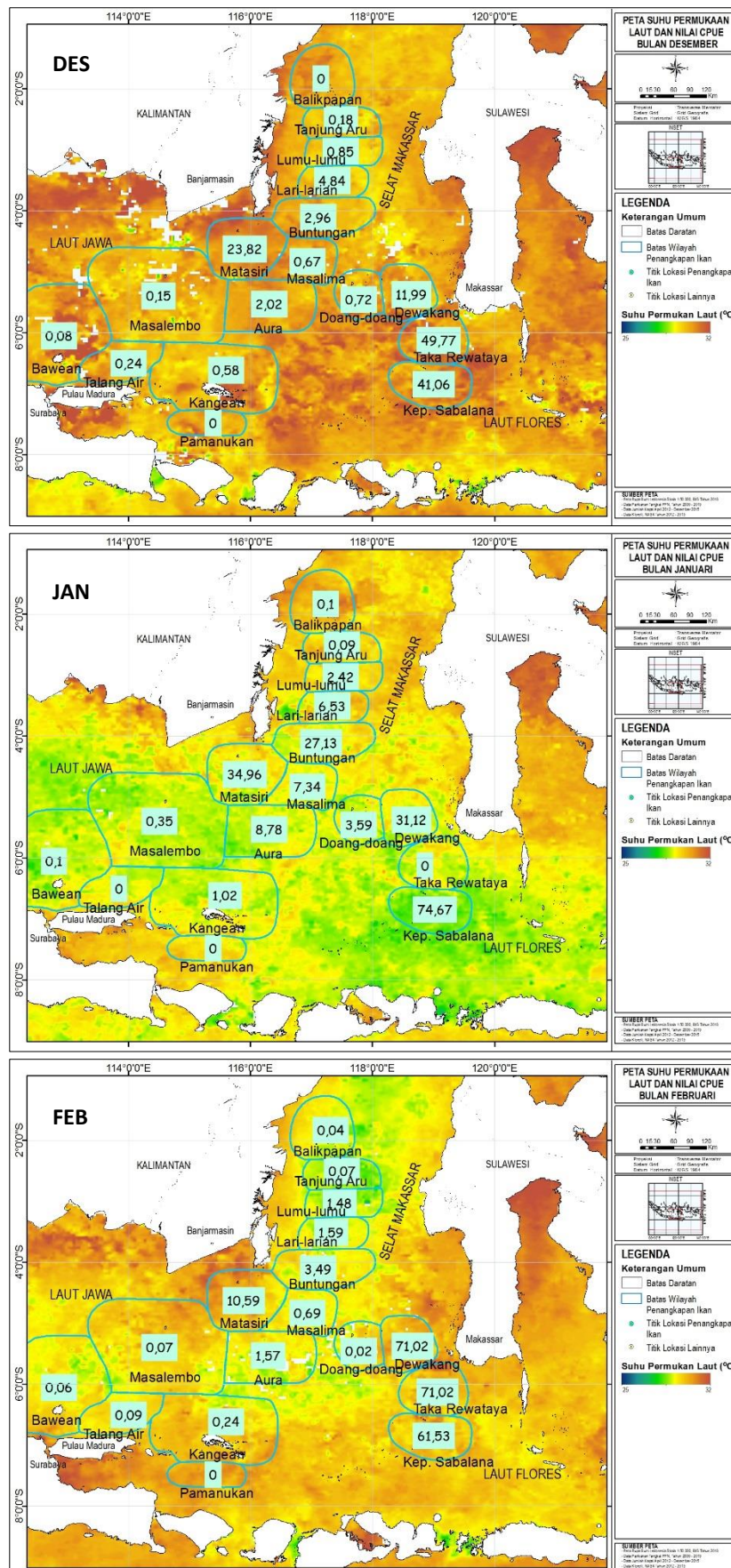


ini dibandingkan bulan sebelumnya, dan terlihat lebih tinggi pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

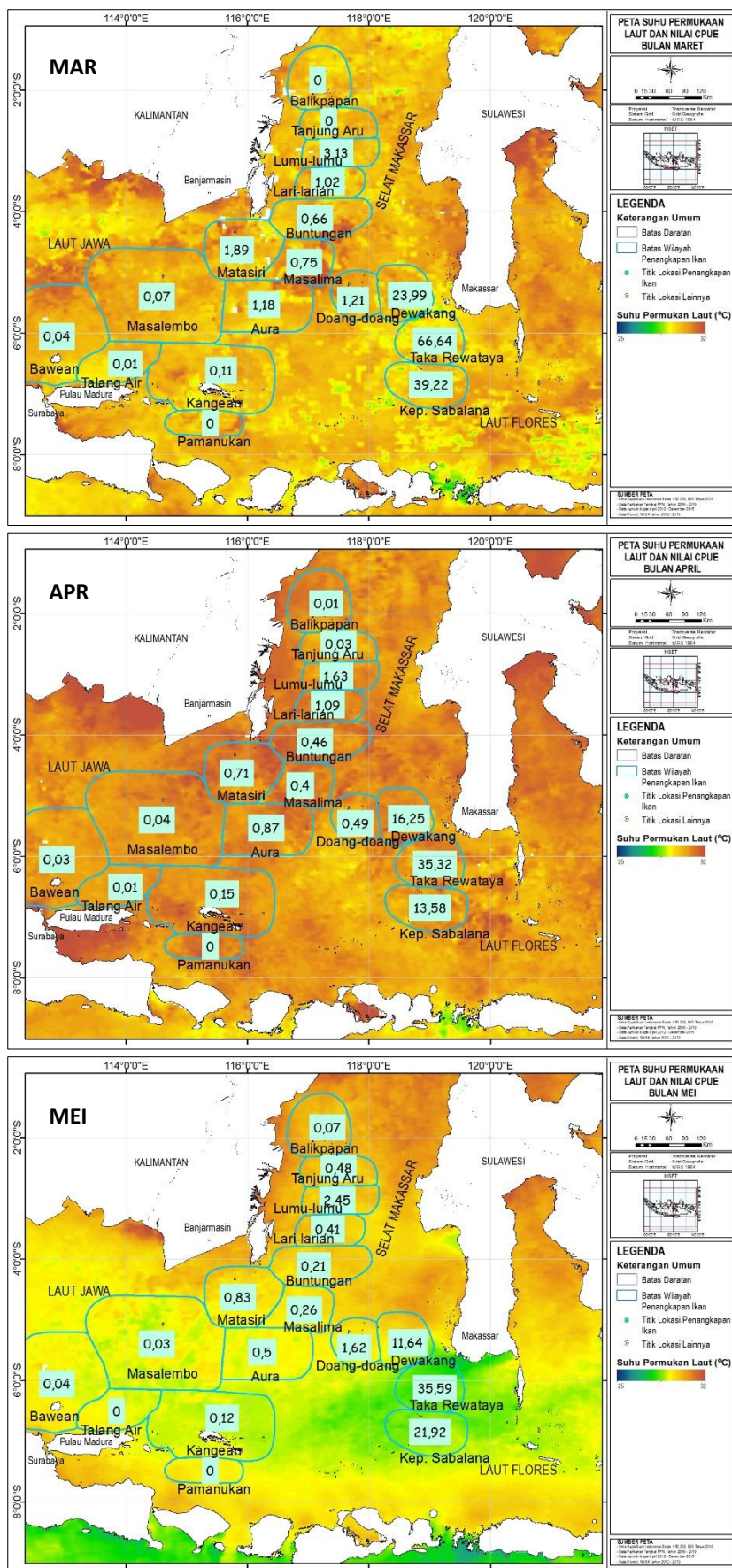
Pada bulan Oktober terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lari-larian dengan nilai 19,45 ton/kapal, kemudian perairan Lumu-lumu dengan nilai 16,13 ton/kapal, perairan Matasiri dengan nilai 5,37 ton/kapal, perairan Doang-doang dengan nilai 3,51 ton/kapal dan perairan Buntungan dengan nilai 1,88 ton/kapal. Kondisi SPL terlihat mengalami peningkatan pada bulan ini dibandingkan bulan sebelumnya, dan terindikasi tetap lebih tinggi pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar bila dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

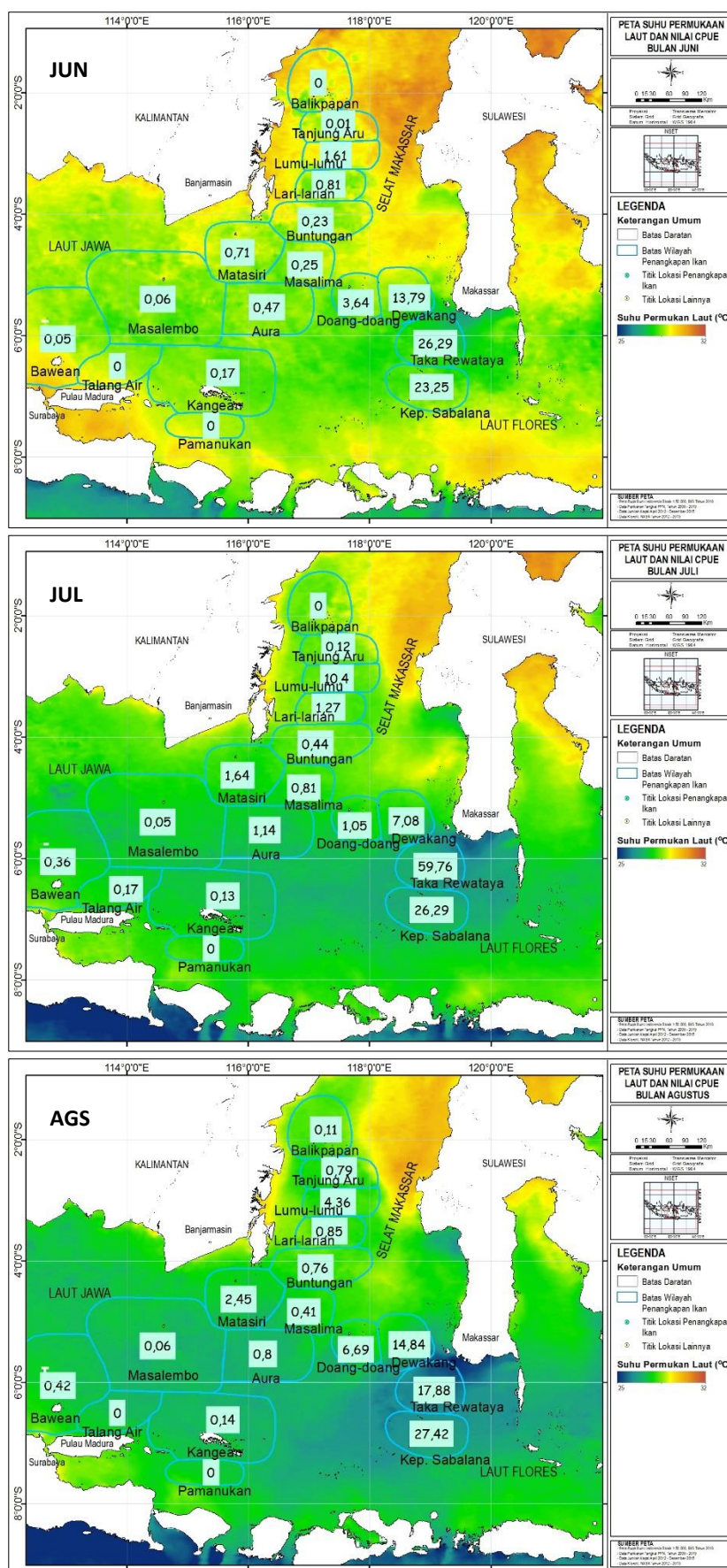
Pada bulan November masih terus terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dengan nilai 13,97 ton/kapal, disusul oleh perairan Lari-larian dengan nilai 5,46 ton/kapal, perairan Buntungan dengan nilai 2,19 ton/kapal, perairan Lumu-lumu dengan nilai 1,30 ton/kapal dan perairan Aura dengan nilai 0,59 ton/kapal. Kondisi SPL terlihat mengalami peningkatan sangat signifikan pada bulan ini dibandingkan bulan sebelumnya, dan terlihat lebih rendah pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan bagian selatannya. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar bila dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Peta hubungan CPUE bulanan dengan kondisi SPL di perairan *JMF triangle* dapat dilihat pada Gambar 72 berikut ini.



Gambar 72. Peta hubungan CPUE bulanan dengan SPL di perairan *JMF triangle* 2012-2015

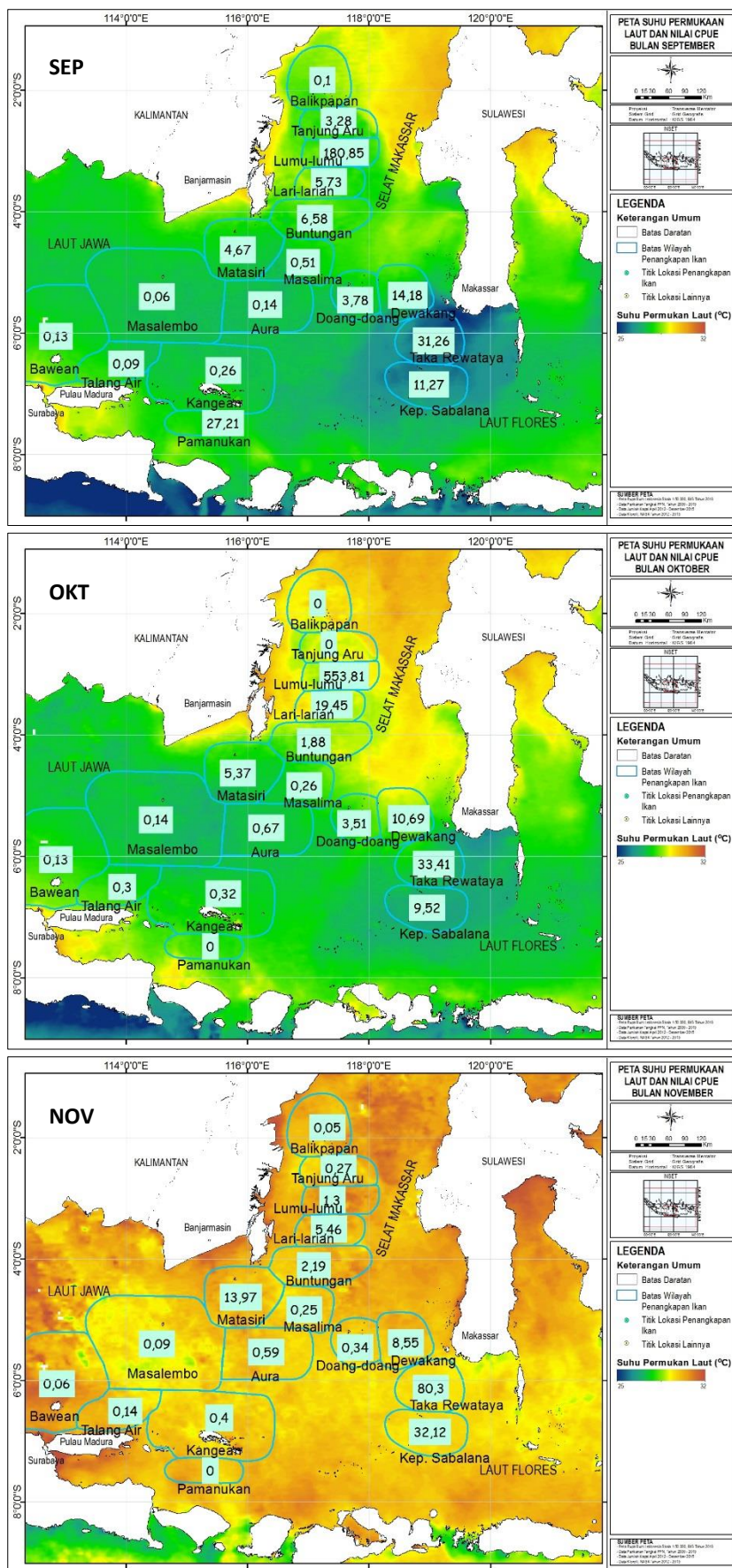




Gambar 72. (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Ditinjau dari periode tahunan terlihat nilai rata-rata CPUE pada tahun 2015 merupakan yang paling tinggi dengan nilai 0,25 ton/kapal, selanjutnya adalah pada tahun 2012 dengan nilai 0,22 ton/kapal, kemudian pada tahun 2013 dengan nilai 0,21 ton/kapal dan yang paling rendah adalah pada tahun 2014 dengan nilai 0,19 ton/kapal.

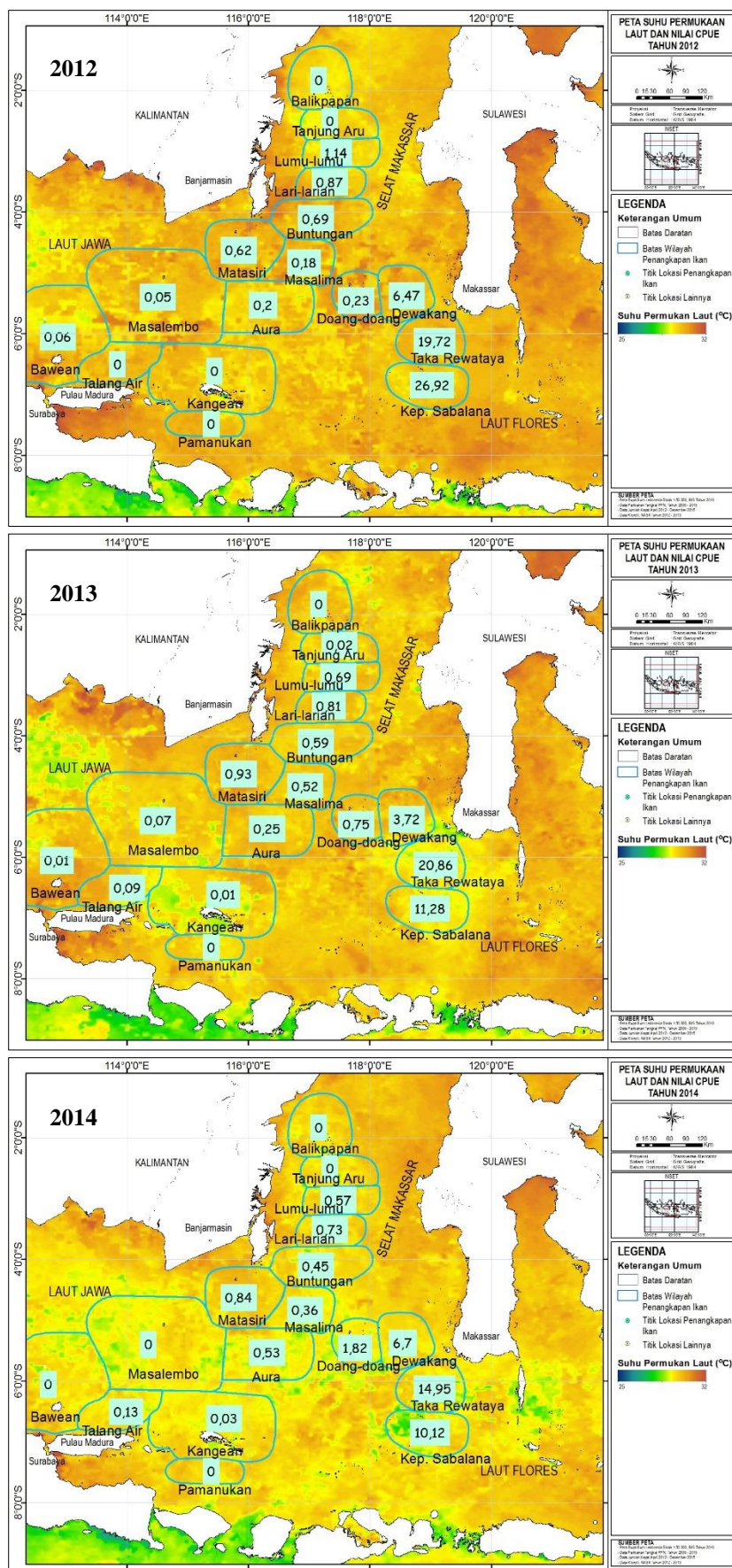
Pada tahun 2012 nilai rata-rata CPUE tertinggi terjadi pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu dengan nilai 1,14 ton/kapal, disusul perairan Lari-larian dengan nilai 0,87 ton/kapal, perairan Buntungan dengan nilai 0,69 ton/kapal dan perairan Matasiri dengan nilai 0,62 ton/kapal. Kondisi SPL pada tahun ini terlihat relatif sedikit lebih rendah pada bagian selatan Selat Makassar dibandingkan bagian utaranya, hal ini diduga dapat menyebabkan jenis ikan pelagis kecil lebih terkonsentrasi pada bagian utara Selat Makassar. Secara umum pada tahun ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada tahun 2013 terjadi sedikit penurunan nilai rata-rata CPUE dibandingkan tahun sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi masih terjadi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dengan nilai 0,93 ton/kapal, kemudian perairan Lari-larian dengan nilai 0,81 ton/kapal, perairan Doang-doang dengan nilai 0,75 ton/kapal dan perairan Lumu-lumu dengan nilai 0,69 ton/kapal. Kondisi SPL pada periode musim ini relatif lebih rendah dibandingkan musim sebelumnya, namun pada lokasi daerah penangkapan dengan nilai rata-rata CPUE yang tinggi tersebut terlihat kondisi SPL yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya. Secara umum pada tahun ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan dengan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada tahun 2014 terjadi lagi penurunan nilai rata-rata CPUE dibandingkan musim sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi masih terjadi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Doang-doang dengan nilai 1,82 ton/kapal, disusul perairan Matasiri dengan nilai 0,84 ton/kapal, perairan Lari-larian dengan nilai 0,73 ton/kapal dan perairan Lumu-lumu dengan nilai 0,57 ton/kapal. Kondisi SPL pada tahun ini lebih tinggi dibandingkan musim sebelumnya, namun pada lokasi daerah penangkapan dengan nilai rata-rata CPUE yang tinggi tersebut terlihat kondisi SPL lebih rendah dibandingkan lokasi lainnya. Secara umum pada tahun ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada tahun 2015 terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE bila dibandingkan tahun sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi masih berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri dengan nilai 1,13 ton/kapal, disusul oleh perairan Doang-doang dengan nilai 0,83 ton/kapal, perairan Lari-larian dengan nilai 0,73 ton/kapal dan perairan Lumu-lumu dengan nilai 0,69 ton/kapal. Kondisi SPL pada periode musim ini terlihat jauh lebih tinggi dibandingkan musim sebelumnya, namun pada lokasi daerah penangkapan dengan nilai rata-rata CPUE yang tinggi terlihat kondisi SPL yang lebih rendah dibandingkan lokasi lainnya. Secara umum nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

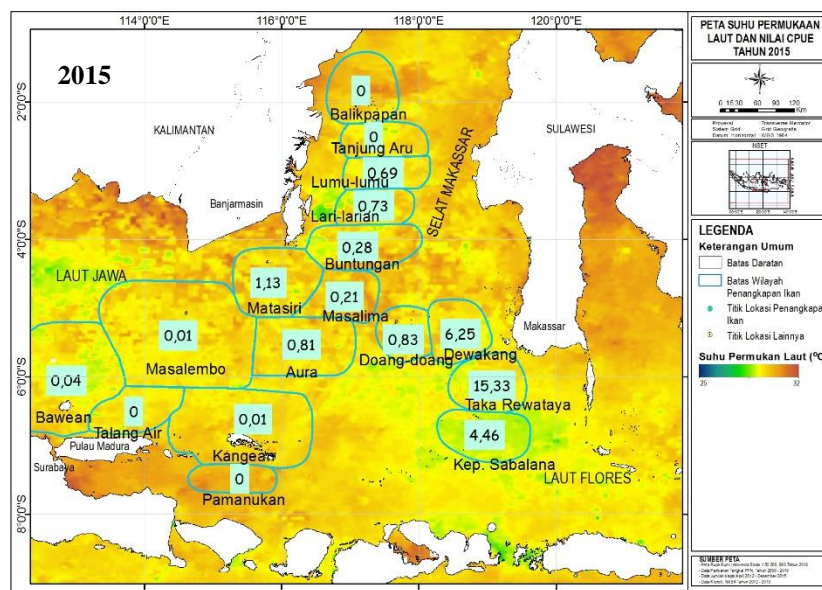
Peta hubungan CPUE tahunan dengan kondisi SPL di perairan *JMF triangle* dapat dilihat pada Gambar 73 berikut ini.



Gambar 73. Peta hubungan CPUE tahunan dengan SPL di perairan *JMF triangle* 2012-2015

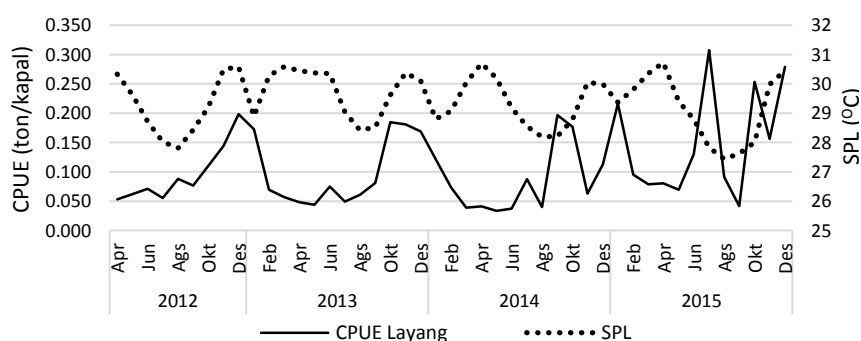
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

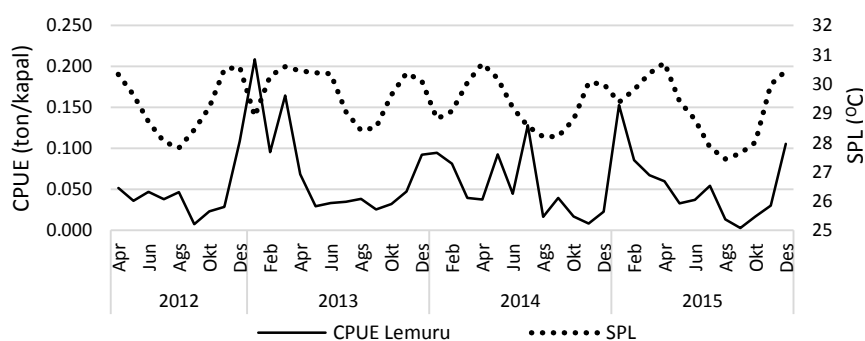


Gambar 73. (lanjutan)

Kondisi SPL dapat mempengaruhi CPUE ikan pelagis kecil, namun pengaruh tersebut bisa berbeda-beda satu jenis ikan dengan jenis lainnya, dan kondisi SPL secara tidak langsung dapat berpengaruh terhadap CPUE beberapa jenis ikan pelagis kecil tertentu. Jenis Layang merupakan pelagis kecil yang bersifat *stenohalin*, yaitu hidup pada perairan dengan salinitas yang sempit, umumnya sekitar 31-33‰ (Nontji 1987). Periode musim timur dan musim peralihan II membawa dampak kenaikan salinitas perairan dan penurunan SPL di perairan *JMF triangle*, dimana masuknya massa air yang berasal dari Samudera Pasifik melalui utara Selat Makassar dan Laut Flores yang memiliki salinitas yang tinggi dan suhu rendah mempengaruhi hasil tangkapan jenis Layang. Secara umum nilai CPUE jenis Layang cenderung menurun saat kondisi SPL meningkat yang mengindikasikan terjadinya penurunan salinitas perairan. Fenomena ini terlihat jelas pada periode bulan Maret-Juni yang merupakan masa dimana hasil tangkapan jenis Layang mencapai minimum seperti yang terjadi pada periode bulan April-Mei 2012, April-Mei 2013 dan Maret-Juni 2014. Periode bulan Juli-Desember adalah musim penangkapan jenis Layang, dimana terjadinya peningkatan nilai salinitas perairan dan penurunan kondisi SPL menyebabkan nilai CPUE jenis Layang cenderung meningkat seperti yang terjadi pada bulan November-Desember 2012, Oktober-Desember 2013, September-Oktober 2014 dan pada bulan Juli, Oktober dan Desember 2015. Hubungan CPUE jenis Layang dengan SPL di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 74 berikut ini.

Gambar 74. Grafik hubungan CPUE jenis Layang dengan SPL di perairan *JMF triangle* 2012-2015

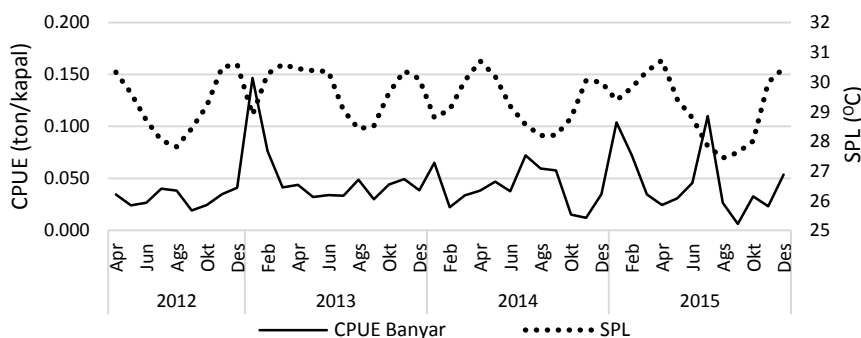
Periode bulan Desember-Februari (musim barat) merupakan masa dimana hasil tangkapan jenis Lemuru mencapai maksimum, sedangkan pada periode bulan Agustus-Oktober hanya mencapai nilai minimum. Keberadaan jenis Lemuru sangat tergantung pada ketersediaan plankton yang merupakan makanan utamanya (Nontji 2005). Korelasi SPL dengan CPUE jenis Lemuru terlihat kurang jelas, berbedanya respon ikan pelagis kecil terhadap SPL menunjukkan bahwa setiap jenis memiliki karakteristiknya sendiri terhadap SPL dan juga pola angin musim yang berpengaruh terhadap musim penangkapan di perairan *JMF triangle*. Periode bulan Desember-Februari merupakan masa dimana nilai CPUE jenis Lemuru mencapai maksimum seperti yang terjadi pada periode bulan Desember 2012, Januari 2013, Januari dan Juli 2014, serta bulan Januari dan Desember 2015. Pada periode Agustus-Oktober merupakan masa dimana nilai CPUE jenis Lemuru mencapai minimum seperti yang terjadi pada periode bulan September-Oktober 2012, September-Oktober 2013 dan Oktober-November 2014, serta Agustus-September 2015. Hubungan CPUE jenis Lemuru dengan SPL di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 75 berikut ini.



Gambar 75. Grafik hubungan CPUE jenis Lemuru dengan SPL di perairan *JMF triangle* 2012-2015

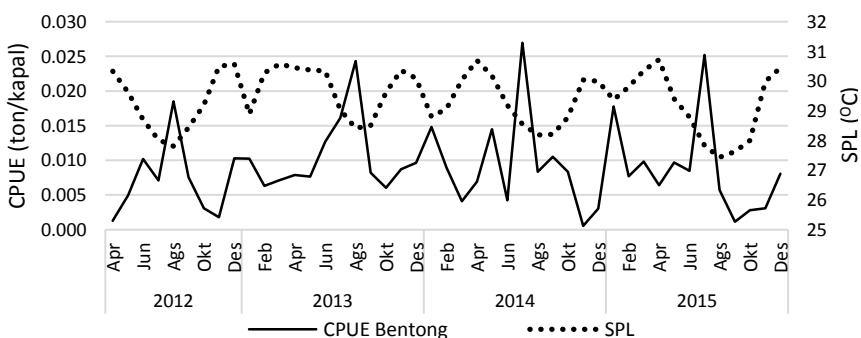
Jenis Banyar bersifat *stenohalin* dan optimal pada salinitas perairan yang tinggi, sehingga pada saat masuknya massa air yang bersuhu rendah dan bersalinitas tinggi dari perairan Laut Flores pada musim timur akan membawa dampak terhadap hasil tangkapan jenis ini. Salinitas yang tinggi dan kondisi SPL yang rendah pada musim timur dan musim peralihan II dapat menyebabkan naiknya hasil tangkapan jenis Banyar, dan sebaliknya pada musim barat dan musim peralihan I dimana kondisi SPL tinggi dan salinitas perairan menurun dapat menyebabkan hasil tangkapan jenis Banyar cenderung ikut menurun. Hampir sama dengan jenis Layang, jenis Banyar umumnya juga beruaya pada perairan dengan salinitas 33-35‰, dan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa salinitas di perairan *JMF triangle* cenderung meningkat pada saat musim timur dan musim peralihan II dengan suhu perairan yang relatif rendah. Nilai CPUE jenis Banyar cenderung menurun saat kondisi SPL meningkat, yang mengindikasikan terjadinya penurunan salinitas perairan. Hal ini terlihat pada periode bulan September-Oktober (musim peralihan II) yang merupakan masa dimana hasil tangkapan jenis Banyar hanya mencapai angka minimum seperti terjadi pada periode bulan September-Oktober 2012, September 2013, Oktober-November 2014, serta September 2015. Periode bulan Januari-Februari merupakan musim penangkapan jenis Banyar, dimana masih adanya pengaruh dari salinitas perairan dan penurunan kondisi SPL dari musim sebelumnya (musim Peralihan II) sehingga menyebabkan nilai CPUE jenis Banyar cenderung akan naik seperti yang

terjadi pada bulan Januari 2012, Januari 2013, Januari 2014 serta pada bulan Januari dan Juli 2015. Hubungan CPUE jenis Banyar dengan SPL di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 76 berikut ini.



Gambar 76. Grafik hubungan CPUE jenis Banyar dengan SPL di perairan *JMF triangle* 2012-2015

Sama dengan jenis Layang dan Banyar, jenis Bentong juga merupakan jenis ikan pelagis kecil yang hidup dengan salinitas yang sempit (*stenohalin*). Jenis ini hidup optimal pada salinitas perairan yang tinggi, sehingga saat masuknya massa air yang bersuhu rendah dan bersalinitas tinggi dari perairan Laut Flores pada musim timur membawa dampak terhadap hasil tangkapan jenis ini. Salinitas yang tinggi dan SPL yang rendah pada musim timur dan musim peralihan II menyebabkan meningkatnya hasil tangkapan jenis Bentong, dan sebaliknya pada musim barat dan musim peralihan I nilai SPL meningkat dan salinitas perairan menurun sehingga hasil tangkapan jenis Bentong cenderung menurun. Jenis Bentong beruaya pada perairan dengan salinitas 33-35‰, dan seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa salinitas di perairan *JMF triangle* cenderung akan meningkat pada musim timur dan musim peralihan II dengan suhu perairan yang relatif rendah. Periode bulan Juni-Agustus adalah musim penangkapan jenis Bentong, dimana terjadinya peningkatan salinitas perairan dan penurunan kondisi SPL menyebabkan CPUE jenis Bentong cenderung naik seperti yang terjadi pada bulan Agustus 2012, Agustus 2013, Juli 2014 serta pada bulan Juli 2015. Pada periode bulan Oktober-November yang merupakan masa dimana hasil tangkapan jenis Bentong mencapai minimum seperti yang terjadi pada periode bulan Oktober-November 2012, November 2013, November-Desember 2014, dan pada bulan September-November 2015. Hubungan CPUE jenis Bentong dengan SPL di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 77 berikut ini.



Gambar 77. Grafik hubungan CPUE jenis Bentong dengan SPL di perairan *JMF triangle* 2012-2015

Catch Per Unit Effort Hubungannya dengan Klorofil-a

Pada sub-bab ini klorofil-a yang dianalisis hanya selama empat tahun yaitu pada periode 2012-2015, hal ini dilakukan agar sinkron dengan CPUE, karena nilai CPUE yang dianalisis dan dibahas juga selama empat tahun dari tahun 2012-2015, sebab data hasil pendeteksian sensor VIIRS terhadap armada yang melakukan operasi penangkapan pada perairan *JMF triangle* hanya tersedia dan dapat diunduh sejak April 2012 - Desember 2015 (empat tahun), sementara itu untuk melakukan analisis CPUE membutuhkan data jumlah armada penangkapan, sehingga pada sub-bab ini yang dianalisis dan dibahas adalah data klorofil-a, data jumlah armada dan data hasil tangkapan ikan pelagis kecil masing-masing selama empat tahun.

Pada pembahasan sub-bab ini juga dilakukan pembatasan dan pengecualian terhadap tiga lokasi daerah penangkapan ikan yaitu Dewakang, Takarewataya dan Kepulauan Sabalana, hal ini dilakukan karena hasil deteksi sensor VIIRS terhadap kapal yang melakukan operasi penangkapan pada ketiga lokasi daerah penangkapan tersebut sangat rendah dan hampir nihil, sehingga akan mempengaruhi perhitungan nilai CPUE, dimana nilai CPUE akan menjadi bias dan akan terlihat sangat tinggi dibandingkan lokasi daerah penangkapan lainnya. Hal tersebut terjadi karena diduga nelayan yang berasal Sulawesi Selatan melakukan operasi penangkapan pada ketiga lokasi tersebut pada siang hari, sehingga sensor VIIRS yang melakukan deteksi cahaya lampu kapal pada malam hari tidak dapat melakukan pendeteksian. Maka pada sub-bab ini ketiga lokasi daerah penangkapan ikan yang telah disebutkan itu tidak akan dibahas, tetapi nilai CPUE tetap ditampilkan pada peta-peta tematik.

Pada periode musim barat nilai rata-rata CPUE tertinggi terjadi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, kemudian perairan Buntungan, perairan Lari-larian dan perairan Aura. Konsentrasi klorofil-a pada musim ini terlihat relatif lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan bagian timur Laut Jawa, bagian selatan Sulawesi Selatan dan bagian Laut Flores, hal ini diduga dapat menyebabkan jenis ikan pelagis kecil lebih terkonsentrasi pada bagian selatan Pulau Kalimantan untuk mencari makanan, yaitu di perairan Matasiri dan Aura. Secara umum pada periode musim barat ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

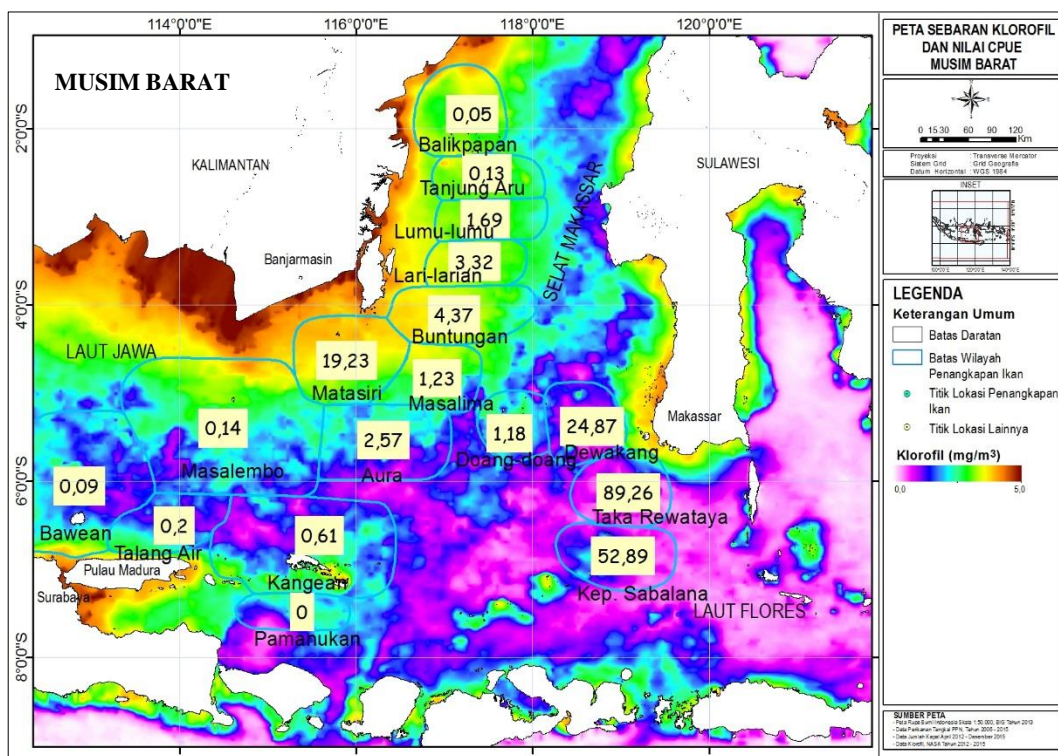
Pada periode musim peralihan I terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE bila dibandingkan musim sebelumnya, dan terlihat nilai rata-rata CPUE tertinggi terjadi pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, kemudian perairan Matasiri, Doang-doang dan perairan Aura. Terjadi penurunan nilai klorofil-a pada periode musim ini dibandingkan musim sebelumnya, namun konsentrasi klorofil-a terindikasi tetap lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan bagian timur perairan Laut Jawa dan bagian selatan Sulawesi Selatan serta Laut Flores, dan hal ini diduga dapat menyebabkan jenis ikan pelagis kecil tetap lebih terkonsentrasi pada bagian selatan Pulau Kalimantan untuk mencari makanan, yaitu di perairan Lumu-lumu dan Matasiri. Secara umum pada periode musim peralihan I ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar bila dibandingkan dengan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada periode musim timur terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE bila dibandingkan musim sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi masih terjadi pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, kemudian perairan Doang-doang, Matasiri dan perairan Lari-larian. Konsentrasi klorofil-a pada periode musim ini terlihat sedikit meningkat bila dibandingkan musim sebelumnya, dan

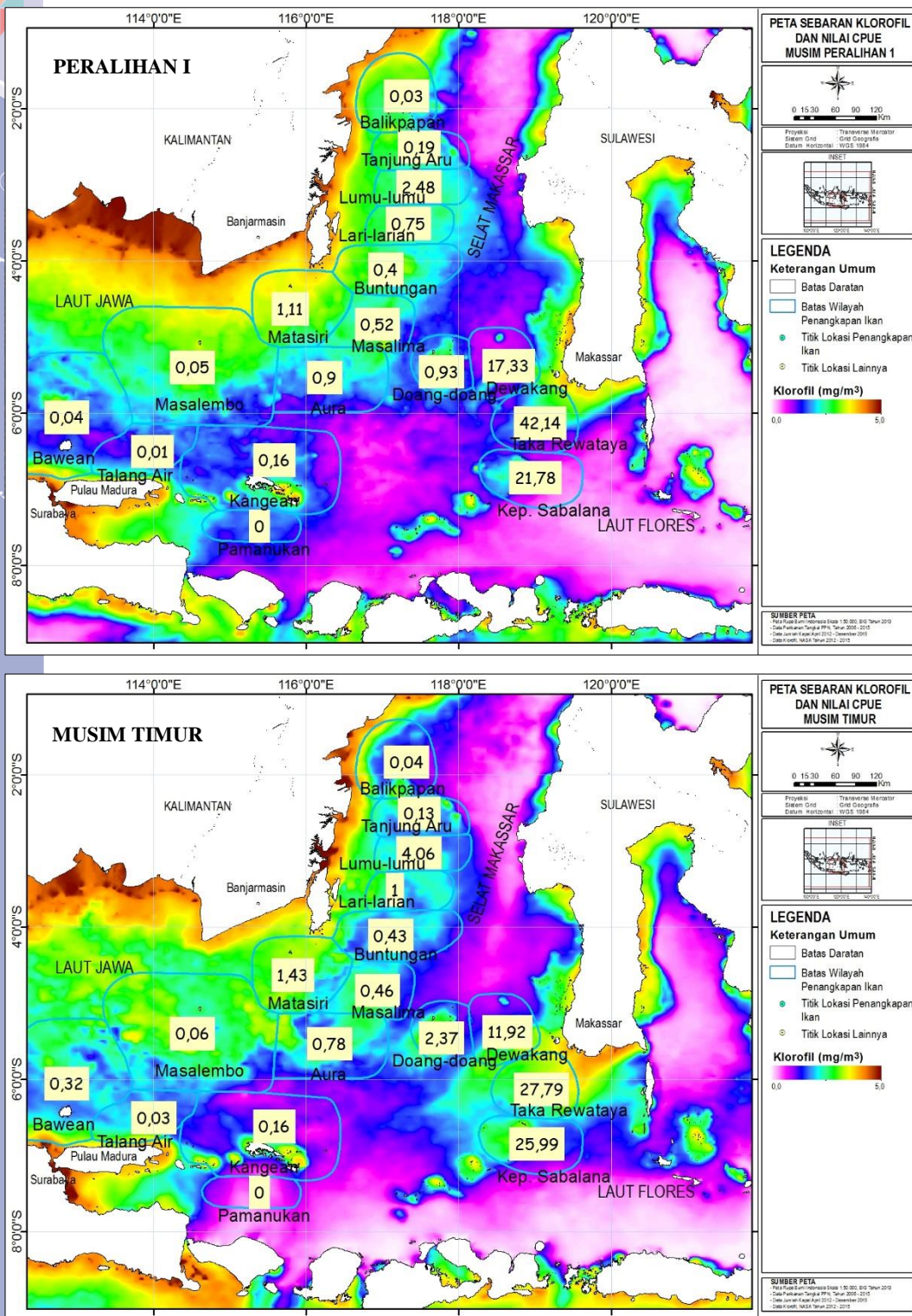
konsentrasi klorofil-a terindikasi meningkat lebih tinggi di bagian selatan Sulawesi Selatan, dan terjadi sedikit penurunan di bagian selatan Pulau Kalimantan, hal ini diduga dapat menyebabkan konsentrasi ikan pelagis kecil di perairan Doang-doang. Secara umum pada periode musim timur ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada periode musim peralihan II terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan musim sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi pada musim ini terlihat bergeser dari bagian Selat Makassar ke bagian Laut Jawa yaitu di perairan Pamanukan, selanjutnya perairan Lari-larian, Matasiri dan perairan Lumu-lumu. Konsentrasi klorofil-a pada periode musim ini terlihat mengalami penurunan bila dibandingkan musim sebelumnya, dan pada bagian selatan Pulau Kalimantan terlihat konsentrasi klorofil-a mengalami penurunan dengan cakupan area yang semakin meluas. Hal ini diduga dapat menyebabkan konsentrasi ikan pelagis kecil bergerak dari utara menuju selatan untuk mendapatkan makanan, seperti yang terjadi pada perairan Pamanukan. Secara umum pada periode musim peralihan II ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Laut Jawa dibandingkan pada bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

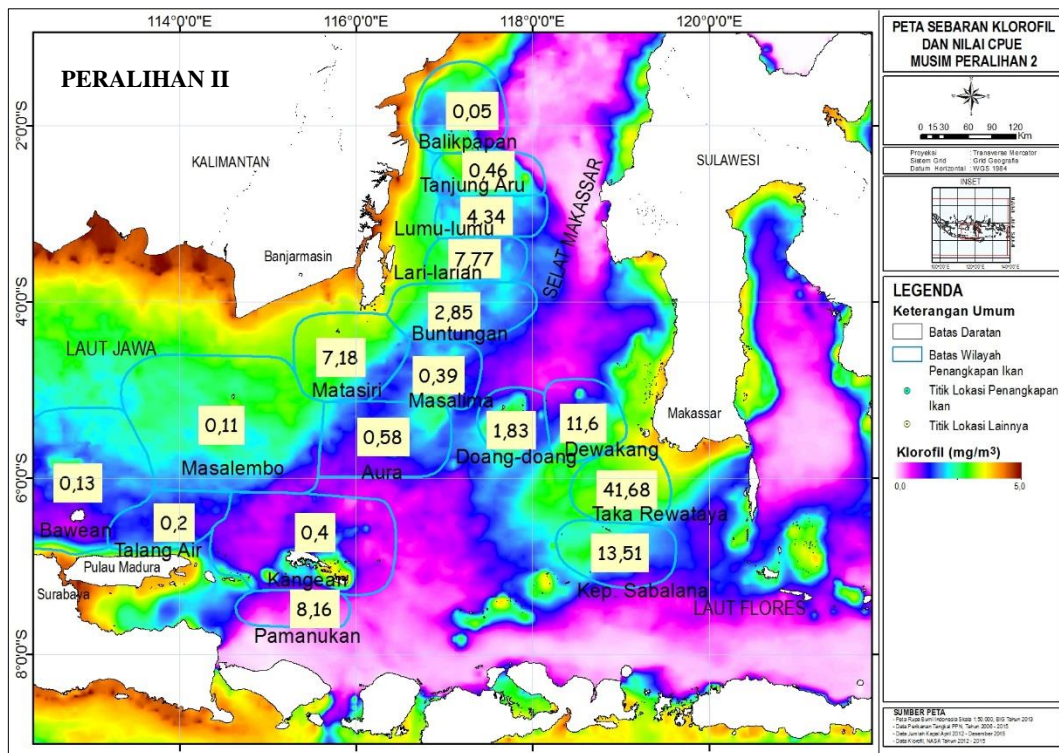
Peta hubungan CPUE musiman dengan klorofil-a di perairan *JMF triangle* dapat dilihat pada Gambar 78 berikut ini.



Gambar 78. Peta hubungan CPUE musiman dengan Klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2012-2015



Gambar 78. (lanjutan)



Gambar 78. (lanjutan)

Pada bulan Desember nilai rata-rata CPUE tertinggi berada di bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, kemudian Lari-larian, Buntungan, Aura dan perairan Lumu-lumu. Konsentrasi klorofil-a relatif cukup tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan, sedangkan pada bagian Selat Makassar bagian selatan dan bagian Laut Flores terlihat lebih rendah. Hal ini diduga karena adanya pengaruh dari pengayaan nutrisi dari limpasan (*runoff*) air tawar yang berasal dari sungai yang banyak terdapat di Pulau Kalimantan. Kondisi tersebut diduga menyebabkan tingginya konsentrasi ikan pelagis kecil karena mencari makanan pada lokasi yang kaya oleh kandungan klorofil-a tersebut, seperti terlihat di perairan Matasiri dan Buntungan. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Januari terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, kemudian perairan Buntungan, Aura, Masalima dan perairan Lari-larian. Konsentrasi klorofil-a menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan bila dibandingkan bulan sebelumnya, dan pada bulan ini mencapai nilai maksimum dibandingkan bulan lainnya. Terlihat konsentrasi klorofil-a masih lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan pada bagian Selat Makassar dan Laut Flores, dan hal ini diduga menyebabkan tingginya konsentrasi ikan pelagis kecil seperti di perairan Matasiri dan Buntungan. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Februari terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, terlihat nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, kemudian perairan Buntungan, Lari-larian, Aura dan perairan Lumu-lumu. Konsentrasi klorofil-a terlihat mengalami penurunan

dibandingkan bulan sebelumnya. Konsentrasi klorofil-a yang relatif masih tinggi pada perairan bagian selatan Pulau Kalimantan terindikasi menyebar ke timur yaitu ke perairan bagian Selat Makassar, dan diduga ikan pelagis kecil mengikuti pola sebaran klorofil-a tersebut, hal ini terlihat dari nilai CPUE yang tinggi di perairan Aura dan Doang-doang.

Pada bulan Maret terjadi kenaikan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu kemudian perairan Matasiri, Doang-doang, Aura, Lari-larian dan perairan Masalima. Konsentrasi klorofil-a menunjukkan peningkatan bila dibandingkan bulan sebelumnya, dan dari perairan bagian selatan Pulau Kalimantan terlihat semakin luas menyebar ke timur, dan sebaran ikan pelagis kecil terindikasi masih mengikuti pola sebaran klorofil-a tersebut, hal ini terlihat dari nilai CPUE yang tinggi di perairan Aura dan Doang-doang. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan April terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, kemudian di perairan Lari-larian, Aura, Matasiri dan perairan Doang-doang. Terjadi peningkatan konsentrasi klorofil-a bila dibandingkan bulan sebelumnya, namun polanya terlihat mulai menyebar ke bagian selatan, dan ikan pelagis kecil terindikasi masih terus mengikuti pola sebaran klorofil-a tersebut, hal ini terlihat dari nilai CPUE yang tinggi di perairan Aura. Secara umum pada bulan ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada bulan Mei masih terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, kemudian perairan Doang-doang, Matasiri, Aura dan perairan Lari-larian. Konsentrasi klorofil-a yang pada bulan sebelumnya menyebar ke selatan sudah tidak terlihat, dan justru mulai terjadi pembentukan pada bagian selatan Sulawesi Selatan, namun yang relatif tinggi tetap terlihat pada bagian selatan Pulau Kalimantan. Sebaran ikan pelagis kecil diduga tetap selaras dengan pola sebaran klorofil-a, terlihat dari nilai CPUE di perairan Matasiri dan Lari-larian.

Pada bulan Juni terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Doang-doang, kemudian perairan Lumu-lumu, Lari-larian, Matasiri dan perairan Aura. Konsentrasi klorofil-a mengalami sedikit peningkatan dibanding bulan sebelumnya, dan pada bagian Laut Jawa mulai kehilangan konsentrasinya, sedangkan pada bagian selatan Sulawesi Selatan terlihat semakin meningkat, namun pada bulan ini masih tetap lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan bila dibandingkan pada bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Ikan pelagis kecil diduga selaras dengan pola sebaran klorofil-a tersebut, hal ini terlihat dari nilai CPUE yang tinggi di perairan Matasiri dan Lari-larian.

Pada bulan Juli terus terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, kemudian perairan Matasiri, Lari-larian, Aura dan perairan Doang-doang. Konsentrasi klorofil-a terlihat kembali meningkat dan pada bagian utara Laut Jawa kembali mulai menunjukkan pembentukannya. Pada bagian selatan Sulawesi Selatan juga semakin kuat dan meluas menunjukkan

pembentukannya, hal ini diduga akibat pengaruh fenomena *upwelling* yang mulai terbentuk, dimana proses *upwelling* tersebut memperkaya unsur hara dan klorofil-a di lokasi tersebut, dan akan mencapai puncaknya pada bulan Agustus (Utama *et al.* 2017; Nababan *et.al* 2015). Ikan pelagis kecil diduga memanfaatkan kondisi tersebut, hal ini terlihat dari nilai CPUE paling tinggi di perairan Doang-doang.

Pada bulan Agustus terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, nilai rata-rata CPUE tertinggi terjadi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Doang-doang kemudian perairan Lumu-lumu, Matasiri, Lari-larian dan perairan Aura. Konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan dibandingkan bulan sebelumnya dan pada bagian selatan Sulawesi Selatan semakin meningkat dan meluas, hal ini diduga akibat pengaruh *upwelling* yang mencapai puncaknya pada bulan Agustus ini, dan ikan pelagis kecil diduga memanfaatkan kondisi tersebut, hal ini terlihat dari nilai CPUE paling tinggi di perairan Doang-doang.

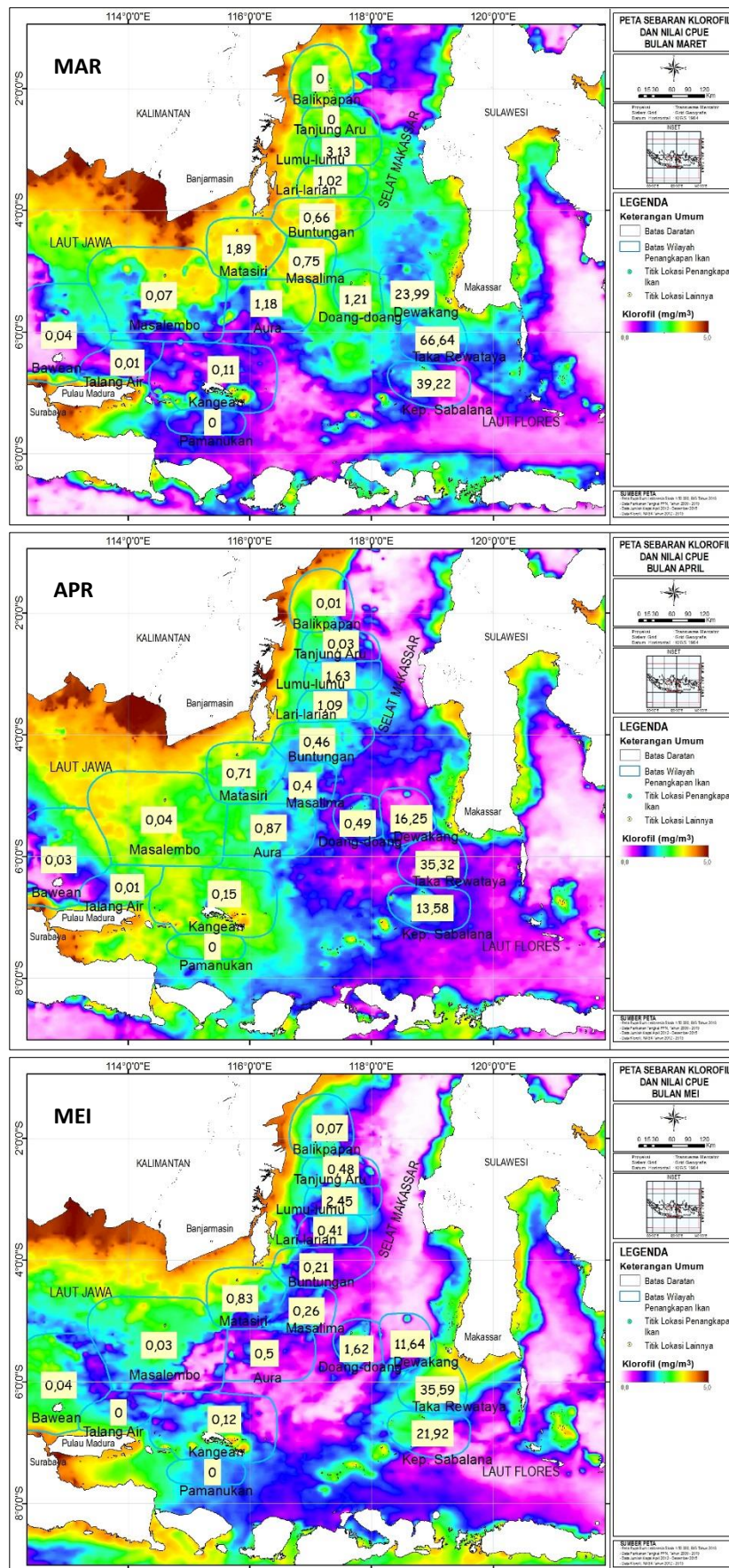
Pada bulan September masih terjadi penurunan nilai rata-rata CPUE bila dibandingkan bulan sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, kemudian perairan Pamanukan, Buntungan, Lari-larian dan perairan Matasiri. Konsentrasi klorofil-a terlihat menurun dibandingkan bulan sebelumnya, dan pada bagian selatan Pulau Kalimantan terlihat sebaran yang mulai melemah dan semakin menyempit, namun pada bagian selatan Sulawesi Selatan semakin kuat dan meluas. Masih tingginya konsentrasi klorofil-a pada bagian selatan Sulawesi Selatan diduga akibat masih adanya pengaruh dari *upwelling* pada bulan sebelumnya. Namun secara umum konsentrasi klorofil-a masih tetap lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dan bagian selatan Sulawesi Selatan dibandingkan pada bagian Selat Makassar dan Laut Flores. Hal ini diduga menyebabkan ikan pelagis kecil masih tetap terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu dan Buntungan untuk mendapatkan sumber makanan utamanya.

Pada bulan Oktober terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Lari-larian, kemudian perairan Lumu-lumu, Matasiri, Doang-doang dan perairan Buntungan. Konsentrasi klorofil-a terlihat terus menurun dibandingkan bulan sebelumnya, dan kondisi konsentrasi klorofil-a pada bagian utara Laut Jawa menunjukkan pembentukan sebaran yang kembali mulai meningkat dan meluas, sedangkan pada bagian selatan Sulawesi Selatan justru terlihat semakin melemah dan menyempit. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini tetap lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan bagian Selat Makassar dan Laut Flores, terlihat ikan pelagis kecil terkonsentrasi di perairan Lumu-lumu dan Doang-doang untuk mendapatkan sumber makanan utamanya.

Pada bulan November masih terus terjadi peningkatan nilai rata-rata CPUE dibandingkan bulan sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, kemudian perairan Lari-larian, Buntungan, Lumu-lumu dan perairan Aura. Konsentrasi klorofil-a terus mengalami penurunan dibandingkan bulan sebelumnya, dan terlihat pada bagian selatan Pulau Kalimantan semakin menunjukkan pembentukannya dan semakin meluas, sedangkan pada bagian selatan Sulawesi Selatan sudah tidak terlihat. Konsentrasi klorofil-a pada bulan ini lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan pada bagian Selat Makassar dan Laut Flores.

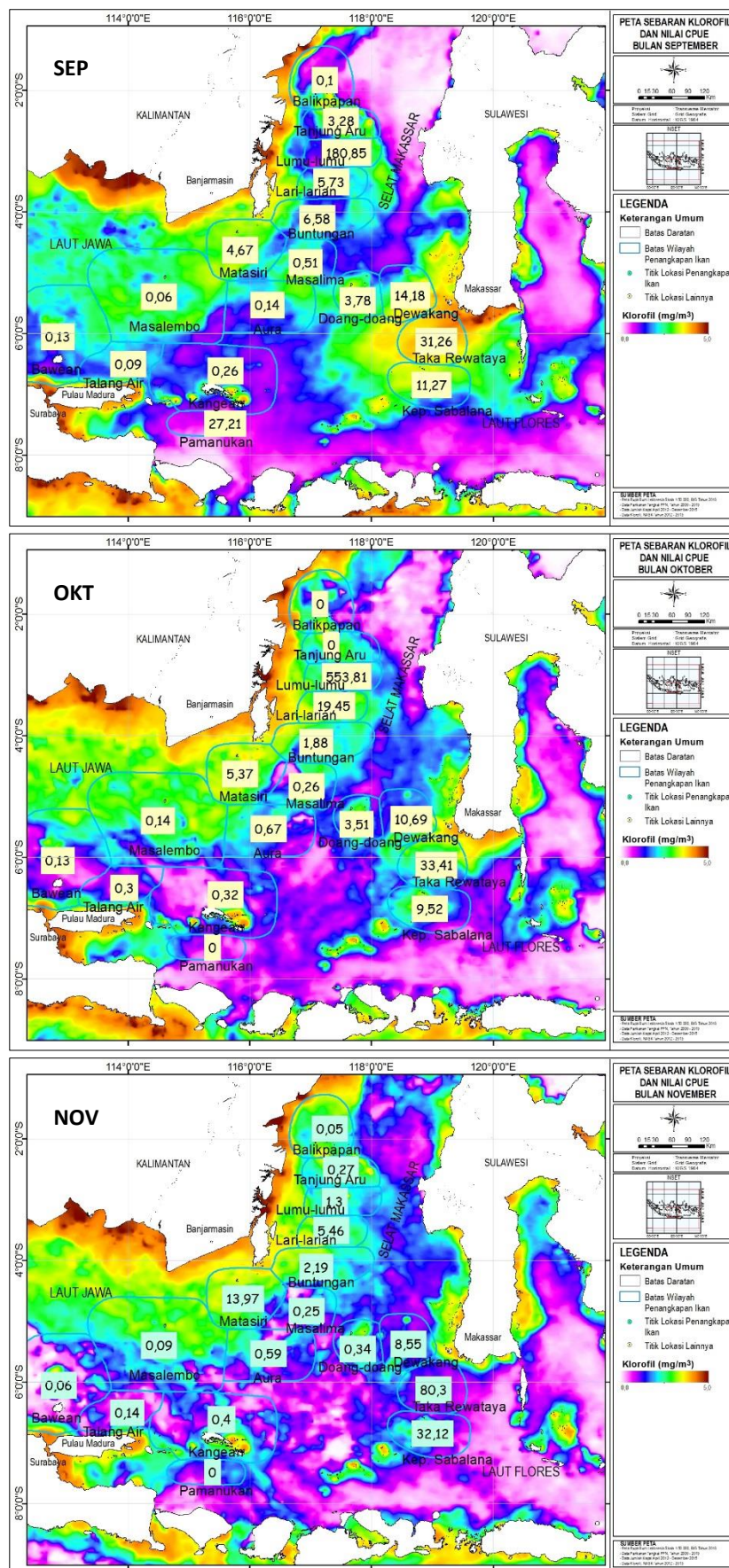
Peta hubungan CPUE bulanan dengan klorofil-a di perairan *JMF triangle* dapat dilihat pada Gambar 79 berikut ini.

Gambar 79. Peta hubungan CPUE bulanan dengan klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2012-2015



Gambar 79. (lanjutan)

Gambar 79. (lanjutan)



Gambar 79. (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

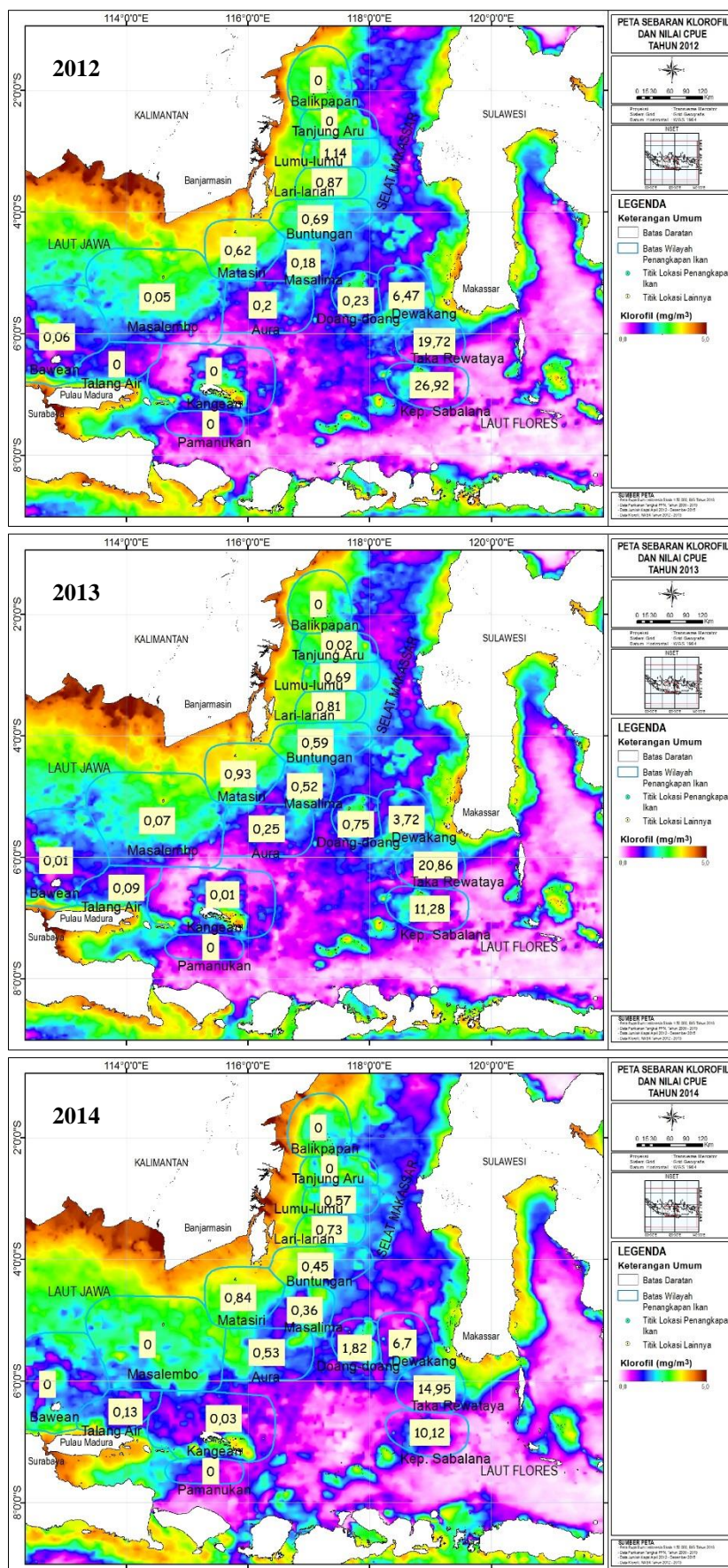
Pada periode tahun 2012 nilai rata-rata CPUE tertinggi terjadi pada bagian utara Selat Makassar yaitu di perairan Lumu-lumu, kemudian perairan Lari-larian, Buntungan dan perairan Matasiri. Konsentrasi klorofil-a terlihat tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan namun cakupan sebarannya kecil dan tidak terlalu meluas, demikian juga yang terjadi pada bagian Selat Makassar dimana cakupan sebarannya terlihat kecil dan sempit, sedangkan pada bagian Laut Flores konsentrasi klorofil-a terlihat paling rendah. Pada periode tahun ini terlihat konsentrasi klorofil-a lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan pada bagian selatan Selat Makassar dan Laut Flores, dan ikan pelagis kecil diduga mengikuti pola sebaran klorofil-a, hal ini dapat dilihat dari nilai CPUE yang tinggi di perairan Lumu-lumu dan Lari-larian. Secara umum pada tahun ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada periode tahun 2013 terjadi sedikit penurunan nilai rata-rata CPUE bila dibandingkan tahun sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi masih terjadi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, kemudian perairan Lari-larian, Doang-doang dan perairan Lumu-lumu. Terlihat sedikit kenaikan nilai konsentrasi klorofil-a dibandingkan tahun sebelumnya, dan konsentrasi klorofil-a masih terlihat tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dengan cakupan sebaran yang semakin meluas ke bagian selatannya, sedangkan pada bagian Selat Makassar dan bagian Laut Flores terlihat rendah. Ikan pelagis kecil diduga masih terus mengikuti pola sebaran klorofil-a, hal ini terlihat dari nilai CPUE yang tinggi seperti di perairan Matasiri. Secara umum pada tahun ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian utara Selat Makassar dibandingkan dengan bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

Pada periode tahun 2014 terjadi lagi penurunan nilai rata-rata CPUE bila dibandingkan musim sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi masih terjadi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Doang-doang, kemudian perairan Matasiri, Lari-larian dan perairan Lumu-lumu. Pada tahun ini konsentrasi klorofil-a kembali menurun dibandingkan tahun sebelumnya, dan konsentrasi klorofil-a masih terlihat tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan. Pada bagian selatan Sulawesi Selatan mulai terlihat pembentukan konsentrasi klorofil-a, sedangkan pada bagian Laut Flores tetap terlihat rendah. Ikan pelagis kecil diduga memanfaatkan kondisi tersebut dan mengikuti pola sebaran klorofil-a untuk mendapatkan sumber makanan utamanya, hal ini terlihat dari nilai CPUE yang tinggi seperti di perairan Doang-doang. Secara umum pada tahun ini nilai rata-rata CPUE lebih tinggi pada bagian Selat Makassar dibandingkan pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores.

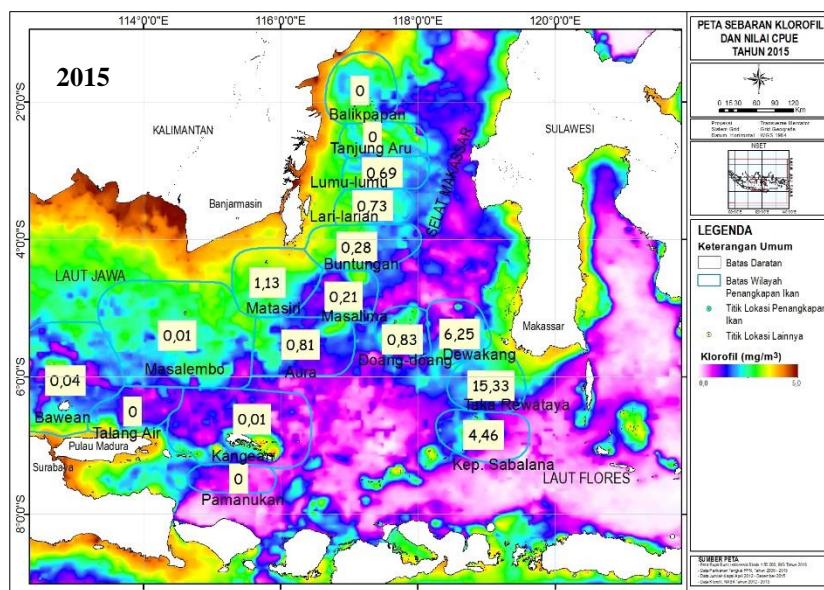
Pada periode tahun 2015 terlihat peningkatan nilai rata-rata CPUE bila dibandingkan tahun sebelumnya, dan nilai rata-rata CPUE tertinggi masih berada pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, kemudian perairan Doang-doang, Lari-larian dan perairan Lumu-lumu. Terjadi kenaikan konsentrasi klorofil-a yang cukup signifikan dibandingkan tahun sebelumnya, dan masih terlihat tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dengan cakupan sebarannya yang semakin meluas ke bagian selatan. Pada bagian selatan Sulawesi Selatan juga terlihat semakin meluas dan mengarah ke selatannya, sedangkan pada bagian Laut Flores tetap terlihat rendah. Ikan pelagis kecil diduga masih tetap memanfaatkan kondisi tersebut dan mengikuti pola sebaran klorofil-a untuk mendapatkan makanan utamanya, hal ini terlihat dari nilai CPUE yang tinggi seperti di perairan Matasiri dan Doang-doang.

Peta hubungan CPUE tahunan dengan klorofil-a di perairan *JMF triangle* dapat dilihat pada Gambar 80 berikut ini.

Gambar 80. Peta hubungan CPUE tahunan dengan klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2012-2015

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

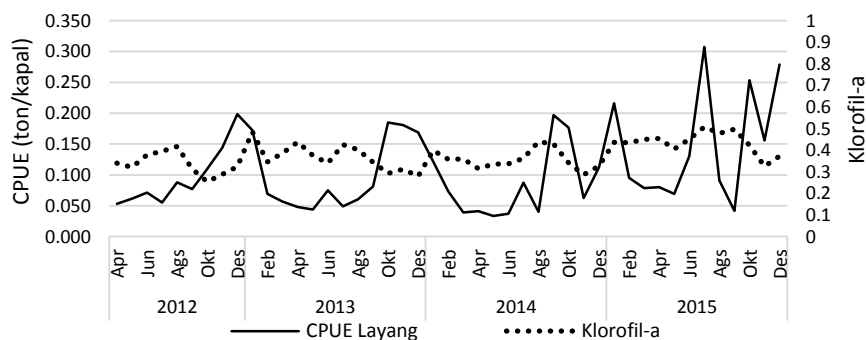


Gambar 80. (lanjutan)

Jenis pelagis kecil umumnya merupakan ikan *filter feeder*, yaitu jenis ikan pemakan plankton. Jenis Layang, Lemuru, Banyar dan jenis Bentong merupakan pelagis kecil yang makanan utamanya plankton, dan keberadaan plankton sebagai makanan utama sangat mempengaruhi keberadaan jenis ini pada suatu perairan. Kandungan klorofil-a pada perairan sangat erat kaitannya dengan rantai makanan, dimana klorofil-a yang tinggi dapat meningkatkan produktifitas plankton, sehingga tercipta suatu rantai makanan yang dapat menunjang produktifitas sumberdaya pada perairan dan tingginya konsentrasi klorofil-a juga dapat mengindikasikan perairan tersebut kaya oleh sumberdaya ikan (Nontji 2008). Naiknya konsentrasi klorofil-a pada perairan umumnya diiringi dengan kenaikan nilai CPUE jenis pelagis kecil, namun naiknya konsentrasi klorofil-a tersebut bisa saja tidak langsung berdampak pada naiknya nilai CPUE, tapi membutuhkan beberapa waktu sehingga fitoplankton yang mengandung klorofil-a telah dimanfaatkan oleh zooplankton dan selanjutnya zooplankton akan dimanfaatkan oleh ikan kecil sebagai bahan makanan atau dapat dimakan langsung oleh jenis pelagis kecil. Hal ini biasa disebut rentang waktu (*time lag*), dan *time lag* tersebut bisa sekitar satu sampai empat bulan antara mulai naiknya konsentrasi klorofil-a maksimum di perairan dengan meningkatnya nilai CPUE jenis pelagis kecil tersebut. Seperti dinyatakan oleh Wangi *et al.* (2019) bahwa korelasi konsentrasi klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan pelagis bisa saja sangat kecil atau negatif, hal ini karena ada jeda waktu (*time lag*) antara ketersediaan klorofil-a pada suatu perairan dengan jenis ikan pelagis kecil tersebut.

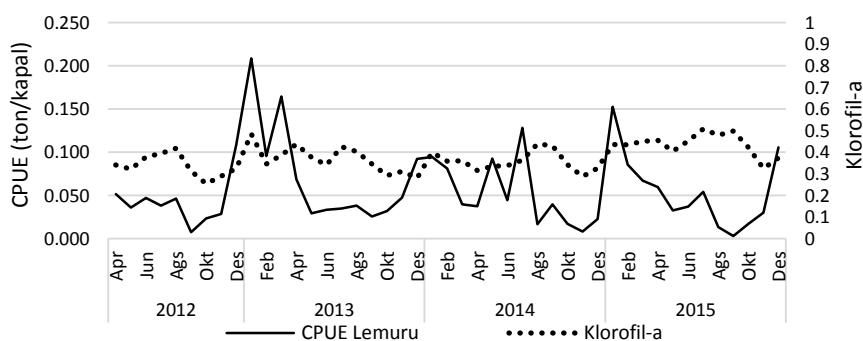
Jenis Layang hidup pada perairan dengan salinitas tinggi, dimana salinitas itu adalah faktor pembatas dalam penyebaran jenis ini di perairan *JMF triangle*. CPUE jenis Layang akan meningkat pada musim timur dan peralihan II dimana perairan *JMF triangle* mendapat masukkan massa air dari Laut Flores. Massa air tersebut memiliki salinitas yang tinggi bila dibandingkan massa air yang masuk pada musim barat, dan konsentrasi klorofil-a pada musim timur relatif lebih rendah dibandingkan dengan musim barat. Keberadaan jenis Layang tidak secara langsung dipengaruhi oleh klorofil-a, dan jenis ini menunjukkan kecenderungan dimana nilai CPUE akan naik saat konsentrasi klorofil-a rendah saat musim timur dan musim peralihan II,

sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa musim timur merupakan musim angin yang membawa massa air bersalinitas tinggi dan bersuhu rendah masuk ke perairan *JMF triangle*. Kondisi ini merupakan kondisi yang sangat mendukung keberadaan jenis Layang, dan secara umum dapat dilihat pada Gambar 81 dimana kenaikan CPUE jenis Layang diiringi dengan rendahnya nilai konsentrasi klorofil-a terutama pada musim timur dan musim peralihan II.



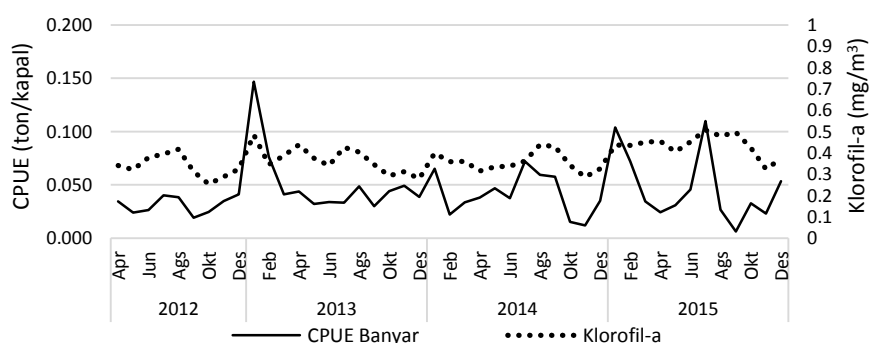
Gambar 81. Grafik hubungan CPUE jenis Layang dengan Klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2012-2015

Jenis Lemuru merupakan ikan pelagis kecil yang dikenal dengan istilah ikan sardin (Nontji 1987), keberadaan plankton sebagai makanan utama jenis ini sangat mempengaruhi keberadaannya pada suatu perairan. Nilai CPUE jenis Lemuru akan meningkat pada musim barat dan musim peralihan I dimana pada periode tersebut memiliki konsentrasi klorofil-a yang tinggi. Kenaikkan konsentrasi klorofil-a di perairan akan diiringi dengan kenaikan nilai CPUE jenis ini. Walaupun naiknya konsentrasi klorofil-a tidak langsung berdampak pada naiknya nilai CPUE karena membutuhkan beberapa waktu sampai klorofil-a yang ada telah dimanfaatkan oleh zooplankton sebagai sumber makanan, namun pada jenis Lemuru terlihat kenaikan konsentrasi klorofil-a relatif langsung diiringi dengan kenaikan nilai CPUE seperti dapat dilihat terjadi pada bulan bulan Januari dan Juli 2014. Selanjutnya penurunan konsentrasi klorofil-a pada periode musim timur dan peralihan II juga diiringi dengan penurunan nilai CPUE jenis Lemuru seperti yang terlihat pada bulan September-Oktober 2012, September-Oktober 2013 dan Oktober-November 2014, serta bulan Agustus-September 2015. Hubungan CPUE jenis Lemuru dengan nilai klorofil-a di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 82 berikut ini.



Gambar 82. Grafik hubungan CPUE jenis Lemuru dengan Klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2012-2015

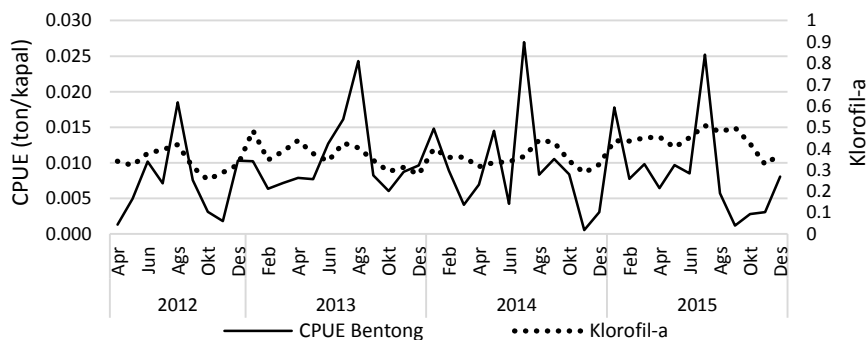
Jenis Banyar sama halnya dengan jenis Layang, dimana keberadaanya pada suatu perairan tidak secara langsung dipengaruhi oleh klorofil-a. Jenis Banyar juga merupakan jenis pelagis kecil yang hidup pada perairan dengan salinitas tinggi, yang merupakan faktor pembatas dalam penyebaran jenis ini di perairan *JMF triangle*. CPUE jenis Banyar terlihat meningkat pada musim timur dan peralihan II dimana perairan *JMF triangle* mendapat masukkan massa air dari utara Selat Makassar dan Laut Flores. Konsentrasi klorofil-a pada musim timur terindikasi relatif lebih rendah bila dibandingkan musim barat, dan keberadaan jenis Banyar tidak secara langsung dipengaruhi oleh klorofil-a, dan jenis ini menunjukkan kecenderungan dimana nilai CPUE akan naik saat konsentrasi klorofil-a rendah saat musim timur dan musim peralihan II. Kondisi ini sangat mendukung keberadaan jenis Banyar, hal ini terlihat pada periode bulan Januari-Februari (musim barat) yang merupakan masa dimana CPUE jenis Banyar mencapai maksimum seperti yang terjadi pada periode bulan Januari 2012, 2013, 2014 dan pada bulan Januari dan Juli 2015, sedangkan periode bulan September-Oktober (musim peralihan II) merupakan masa dimana CPUE jenis Banyar hanya mencapai nilai minimum seperti yang terjadi pada periode bulan September-Oktober 2012, September 2013, Oktober-November 2014 dan September 2015. Pada Gambar 83 terlihat kenaikan nilai CPUE jenis Banyar diiringi dengan rendahnya nilai konsentrasi klorofil-a terutama pada musim timur dan peralihan II.



Gambar 83. Grafik hubungan CPUE jenis Banyar dengan Klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2012-2015

Sama dengan jenis Layang dan Banyar, keberadaan jenis Bentong pada suatu perairan tidak secara langsung dipengaruhi oleh klorofil-a, dan jenis Bentong juga merupakan jenis pelagis kecil yang hidup pada perairan dengan salinitas tinggi, yang merupakan faktor pembatas dalam penyebaran jenis ini di perairan *JMF triangle*. CPUE jenis Bentong terlihat meningkat pada musim timur dan peralihan II dimana perairan *JMF triangle* mendapat masukkan massa air dari utara Selat Makassar dan Laut Flores. Konsentrasi klorofil-a pada musim timur terindikasi relatif lebih rendah bila dibandingkan musim barat, dan keberadaan jenis Bentong tidak secara langsung dipengaruhi oleh klorofil-a, dan CPUE jenis Bentong cenderung naik saat konsentrasi klorofil-a rendah saat musim timur dan musim peralihan II. Kondisi ini mendukung keberadaan jenis Banyar, hal ini terlihat pada periode bulan Juni-Agustus (musim timur) yang merupakan masa dimana CPUE jenis Bentong mencapai maksimum seperti yang terjadi pada periode bulan Agustus 2012 dan 2013, serta pada Juli 2014 dan 2015, sedangkan pada periode bulan Oktober-November (musim peralihan II) merupakan masa dimana CPUE jenis Bentong hanya mencapai nilai minimum seperti yang terjadi pada periode bulan Oktober-November 2012, November 2013,

November-Desember 2014, serta pada bulan September-November 2015. Grafik hubungan CPUE jenis Bentong dengan klorofil-a di perairan *JMF triangle* disajikan pada Gambar 84 berikut ini.



Gambar 84. Grafik hubungan CPUE jenis Bentong dengan Klorofil-a di perairan *JMF triangle* 2012-2015

Simpulan

Dinamika yang terjadi pada daerah penangkapan ikan menunjukkan bahwa nilai rata-rata SPL akan mempengaruhi keberadaan ikan pelagis kecil, namun respon ikan pelagis kecil terhadap SPL bisa berbeda-beda antara satu jenis dengan jenis lainnya. Hal ini terlihat pada periode musim peralihan I yang memiliki nilai rata-rata SPL paling hangat, jenis Lemuru terlihat sangat mendominasi, sedangkan jenis Layang justru terlihat mengalami penurunan yang cukup signifikan. Pada periode musim peralihan I nilai rata-rata SPL di perairan *JMF triangle* merupakan yang paling maksimum dibandingkan musim lainnya, dan ikan pelagis kecil pada musim tersebut didominasi oleh jenis Lemuru.

Perairan dengan tingkat konsentrasi klorofil-a yang tinggi juga diiringi dengan meningkatnya hasil tangkapan ikan pelagis kecil. Pada periode musim barat dimana nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a pada perairan *JMF triangle* merupakan yang paling maksimum bila dibandingkan musim lainnya, dan hasil tangkapan ikan pelagis kecil sangat tinggi pada musim ini yang didominasi oleh jenis Layang.

Jenis Layang, Banyar dan Bentong merupakan jenis ikan *stenohalin*, hidup optimal pada salinitas perairan yang tinggi sehingga pada periode musim timur dimana masuknya massa air dengan suhu yang rendah dan bersalinitas tinggi dari perairan Laut Flores diduga menyebabkan meningkatnya jenis Layang, Banyar dan Bentong, sebaliknya pada musim barat dan musim peralihan I kondisi SPL naik dan salinitas perairan turun diduga menyebabkan jenis Layang, Banyar dan Bentong cenderung menurun. Jenis Lemuru cenderung naik pada musim barat dan musim peralihan I bahkan mendominasi pada musim peralihan I, dimana SPL cenderung hangat, dan jenis Lemuru cenderung turun pada periode musim timur dan musim peralihan II dimana kondisi SPL cenderung lebih dingin.

Hubungan SPL dan konsentrasi klorofil-a dengan CPUE jenis pelagis kecil menunjukkan respon yang berbeda-beda antara satu jenis dengan jenis lainnya. Jenis Layang, Banyar dan Bentong memiliki respon yang negatif terhadap SPL terutama pada musim timur, sedangkan jenis Lemuru menunjukkan tidak adanya hubungan langsung antara SPL dengan nilai CPUE.

Respon jenis pelagis kecil terhadap konsentrasi klorofil-a menunjukkan adanya respon positif pada jenis Lemuru dimana kenaikan konsentrasi klorofil-a diikuti dengan kenaikan nilai CPUE, sedangkan jenis Layang, Banyar dan Bentong kenaikan nilai konsentrasi klorofil-a tidak langsung berdampak pada naiknya nilai CPUE ketiga jenis tersebut.

@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

6 VARIASI TEMPORAL IKAN PELAGIS BERDASARKAN OBSERVASI HIDROAKUSTIK DI LAUT FLORES BAGIAN BARAT

Pendahuluan

Perkembangan di bidang perikanan memerlukan informasi yang akurat agar dapat dikelola dengan baik, dan informasi mengenai keberadaan atau sebaran ikan sangat penting sebagai gambaran dari kondisi perikanan di suatu tempat dan waktu tertentu. Metode hidroakustik merupakan metode yang secara langsung mampu mengkuantifikasi aspek perikanan, salah satunya mengenai sebaran ikan (Widodo 1989). Prinsip yang digunakan pada metode akustik adalah adanya perambatan suara, yang kemudian suara tersebut dipancarkan dan diterima kembali sehingga dapat dianalisis yang kemudian dapat digunakan dalam berbagai bidang keilmuan. Metode hidroakustik umumnya digunakan untuk menduga target yang terdapat di perairan laut, seperti pendugaan sebaran ikan, plankton dan sebagainya.

Potensi sumberdaya ikan sangat perlu untuk diketahui agar pemanfaatan sumberdaya yang ada dapat secara optimal dan berkelanjutan. Informasi mengenai ketersediaan sumberdaya ikan sangat berguna dan diperlukan untuk pengelolaan sumberdaya perikanan, pengambilan keputusan, masyarakat, akademika dan swasta perikanan dalam pembangunan kelautan dan perikanan yang berkesinambungan.

Metode hidroakustik merupakan metode yang memanfaatkan gelombang suara untuk mendeteksi objek pada kolom hingga dasar perairan. Metode ini dapat digunakan untuk mengatasi berbagai tujuan ilmiah dan manajemen perikanan dan kelautan secara objektif. Salah satunya di bidang perikanan, ilmuwan dunia mulai menggunakan wahana kapal dalam mengumpulkan data akustik untuk tujuan bidang perikanan dan berhasil memberikan manfaat, misalnya dalam survei penentuan estimasi sumberdaya perikanan di suatu perairan.

Metode hidroakustik memiliki beberapa keunggulan apabila dibandingkan dengan metode lainnya, antara lain: informasi mengenai kelimpahan serta distribusi sumberdaya ikan pada daerah yang diteliti dapat diperoleh secara *real time* (cepat), *in situ* (langsung), tidak merusak dan mengganggu objek yang diteliti, serta memiliki selang dinamik yang cukup lebar sehingga informasi yang diperoleh cukup akurat. Sistem split-beam dari *transducer* memungkinkan perolehan nilai *target strength* dan posisi dari objek secara langsung.

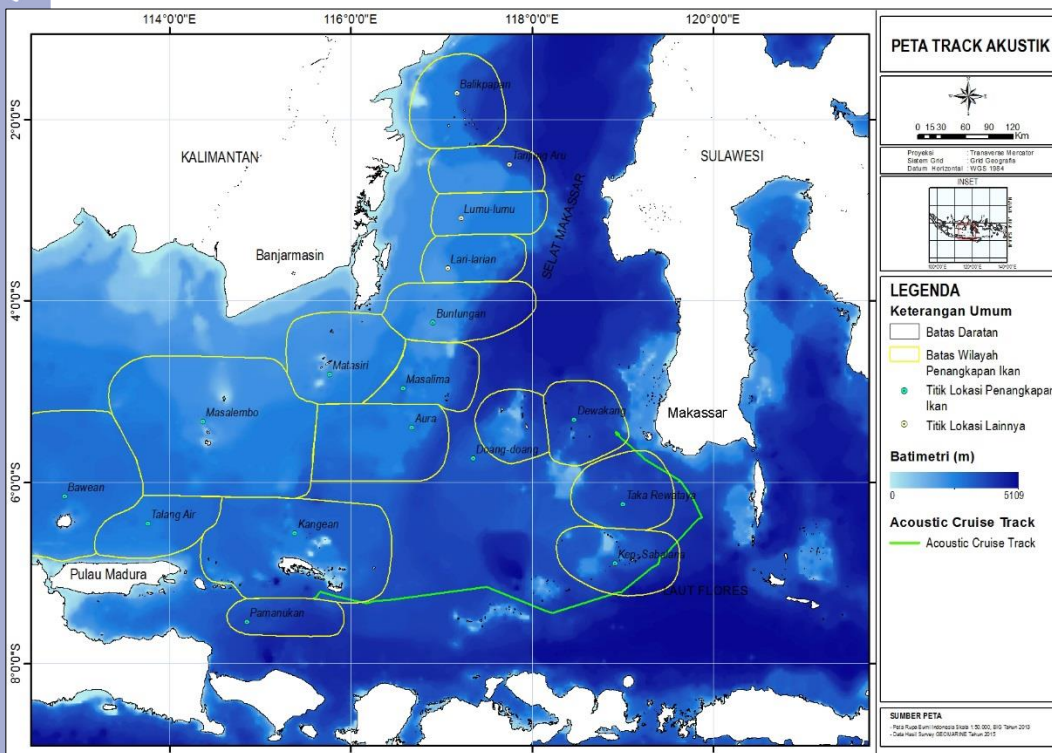
Tersedianya data dan informasi mengenai potensi sumberdaya ikan pada suatu perairan dapat menjadi salah satu dasar pertimbangan bagi pengembangan (termasuk juga bagi investasi) pada wilayah tersebut. Estimasi potensi sumberdaya ikan (*fish stock assessment*) untuk seluruh wilayah perairan Indonesia harus terus ditingkatkan agar ketersediaan informasi bagi pembangunan sektor perikanan serta program pemanfaatan kedepannya. Pembangunan bagi pencapaian ketahanan dan kedaulatan pangan dari sektor perikanan yang terus dipacu oleh rezim pemerintah saat ini tentu sangat perlu didukung dengan kajian-kajian terukur dan komprehensif mengenai keberadaan ikan pelagis kecil yang juga merupakan sumberdaya paling melimpah di perairan Indonesia. Tujuan dari kajian ini adalah untuk memetakan distribusi sumberdaya ikan pelagis di perairan Laut Flores bagian barat (yang juga merupakan bagian dari perairan *JMF triangle*) melalui pendekatan hidroakustik.

Metode Penelitian

Bahan, Lokasi dan Waktu Penelitian

Instrumen akustik yang digunakan dalam melakukan perekaman data mengenai kelimpahan dan distribusi ikan pelagis kecil adalah *scientific echosounder* SIMRAD EK60, *transducer* 120 kHz. Desain alur pelayaran (*cruise track*) untuk perekaman data akustik dapat dilihat seperti pada Gambar 85, dimana lokasi survei akustik dilakukan pada perairan Laut Flores bagian barat.

Wahana penelitian yang digunakan adalah Kapal Riset GEOMARIN III milik Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Laut (P3GL) dengan ukuran 1300 GT, L x B x D = 61,70 x 12,00 x 6,00 meter. Instrumen akustik digunakan untuk mengumpulkan data berupa: *target strength* (TS), *backscattering area* (SA) dan *backscattering volume* (SV), posisi geografis serta posisi kedalaman ikan target. Selain itu juga digunakan perangkat komputer dengan *software* ER60 dan *Sonar* 4 untuk akuisisi dan *post processing* data akustik.



Gambar 85. Peta jalur pelayaran (*cruise track*) perekaman akustik

Akuisisi data akustik dilakukan secara kontinyu siang-malam dan *real time*, rata-rata kecepatan kapal adalah 8-9 knot, dan perekaman data akustik dimulai dari permukaan perairan hingga kedalaman 200 meter. Untuk melakukan akuisisi data akustik digunakan *software* ER60, dimana echogram secara otomatis tersimpan di dalam *harddisk* dalam bentuk file digital (.raw, .bot, .idx). Pengaturan parameter pada *echosounder* dilakukan sebelum akuisisi data dilaksanakan dan sebelum akuisisi data akustik tersebut dimulai, terlebih dahulu juga dilakukan kalibrasi *echosounder* SIMRAD EK60. Kalibrasi dilakukan pada sisi lambung kapal sebelum pelayaran dimulai dan sistem kalibrasi akustik dilakukan dengan menempatkan target referensi yaitu bola *sphere* 120 kHz tepat di bawah *transducer* sehingga akan terdeteksi pada

semua kuadran *beam transducer*. Setelah proses kalibrasi memenuhi syarat, maka dilakukan *update beam* data seperti yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. *Setting* parameter instrumen EK60

Menu	Parameter	Value
Operation menu	<i>Pulse Duration</i>	1.024 ms
	<i>Transmit power</i>	250 watt
	<i>Sound speed</i>	1548 m/s
Transceiver menu	<i>Transducer depth</i>	4 m
	<i>Absorption Coef.</i>	42.1 dB/km
	<i>2-way beam angle</i>	-21.00 dB
	<i>Sv transducer gain</i>	27.00 dB
	<i>Ts transducer gain</i>	27.00 dB
	<i>Angle sensitivity</i>	23.00
	<i>3 dB beamwidth</i>	7.00 deg
	<i>Alongship offset</i>	0.00 deg
	<i>Athw.ship offset</i>	0.00 deg
TS detection menu	<i>min. value</i>	-70 dB
	<i>min. echo length</i>	0.8
	<i>max. echo length</i>	1.8
	<i>max. gain comp.</i>	6.0 dB
	<i>max. phase dev.</i>	8.0

Akuisisi data akustik dilakukan mulai stasiun 1 - 9, dan panjang trek akustik yang diperoleh dalam pelayaran sekitar 389 nmi, dan pada survei penelitian ini ada dua bentuk akuisisi data akustik, yaitu dengan *stationary sampling* yang dilakukan pada stasiun 1, 5, dan 9, masing-masing selama 24 jam. Bentuk akuisisi data akustik lainnya dan pengumpulan data akustik, mengikuti transek antar stasiun yang telah ditentukan.

Analisis Data

Data akustik diolah dengan menggunakan *software SONAR ver.4*. Analisis untuk estimasi ikan pelagis dilakukan mulai dari permukaan 10 m sampai 200 m dengan pembagian strata tiap 50 m. *Elementary Sampling Distance Unit* (ESDU) adalah 1 nmi, sementara ESDU untuk *stationary sampling* adalah 100 ping. Hasil ekstraksi berupa nilai *area back-scattering coefficient* (s_A , m^2/nmi^2) dan distribusi nilai *target strength* (TS) ikan tunggal dalam satuan *decibel* (dB) sebagai indeks refleksi ukuran ikan tunggal.

Hubungan TS dan σ_{bs} (*backscattering cross-section*, m^2) dihitung menurut persamaan MacLennan dan Simmonds (1992) yaitu:

$$TS = 10 \log \sigma_{bs} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Persamaan untuk densitas ikan (ρ_A , individu/ nmi^2) adalah:

$$\rho_A = s_A/\sigma_{bs} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Panjang ikan (L) berhubungan dengan σ_{bs} yaitu:

$$\sigma_{bs} = aL^b \quad \dots\dots\dots (5)$$

Konversi nilai TS menjadi ukuran panjang (L) diperoleh dari persamaan:

$$TS = 20 \log L + A \quad \dots\dots\dots (6)$$

A adalah nilai TS untuk 1 cm panjang ikan (*normalized TS*)

Untuk ikan pelagis kecil digunakan persamaan:

$$TS = 20 \log L - 73,97 \text{ (Hannachi et al. 2004)} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Dalam estimasi kelimpahan dan biomassa ikan, ukuran ikan pelagis yang dihitung didasarkan pada komposisi ukuran panjang ikan di setiap lokasi survei. Untuk ikan pelagis kecil dilakukan pada jenis ikan yang paling dominan, yaitu jenis Layang (*Decapterus russelli*) yang terdistribusi pada ukuran panjang 5-32 cm atau pada ukuran TS -60 sampai -44 dB. Menurut Hile (1936) dalam Effendi (2002), hubungan panjang (L) dan bobot (W) dari suatu spesies ikan yaitu $W = aL^b$.

Menurut Mac Lennan dan Simmonds (1992) persamaan panjang dan bobot untuk mengkonversi panjang dugaan menjadi bobot dugaan adalah:

$$Wt = a \left[\sum_{i=1}^n \{ni(L_i + \Delta L/2)^{b+1} - (L_i - \Delta L/2)^{b+1}\} / \{(b+1) \Delta L\} \right] \quad \dots\dots\dots (8)$$

dimana:

- Wt = bobot total (gram)
- ΔL = selang kelas panjang (cm)
- L_i = nilai tengah dari kelas panjang ke-i (cm)
- n_i = jumlah individu pada kelas ke-i
- a, b = konstanta untuk spesies tertentu

Data dan informasi utama yang dihasilkan berupa estimasi nilai biomassa sumberdaya ikan pelagis kecil dan pelagis besar di setiap lokasi yang tersampling, kepadatan stok dan potensinya berdasarkan sebaran ukuran maupun berdasarkan nilai total potensi stoknya.

Hasil analisis disajikan dalam bentuk sebaran densitas dan komposisi rata-rata ukuran ikan. Sebaran spasial sumberdaya ikan pelagis kecil dan kepadatan dinyatakan dalam nilai densitas relatif (jumlah individu per luasan area). Sebaran komposisi ukuran ikan dinyatakan sebagai estimasi ukuran rata-rata dalam cm. Pembahasan dilakukan dengan metode analisis deskriptif yang didukung dengan karakteristik atau kondisi lingkungan perairan, kemudian disajikan dalam bentuk peta tematik berdasarkan kedalaman perairan, dimana terlihat bahwa sebaran sumberdaya ikan pelagis lebih dominan tersebar pada kedalaman berapa di perairan tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Deteksi Ikan

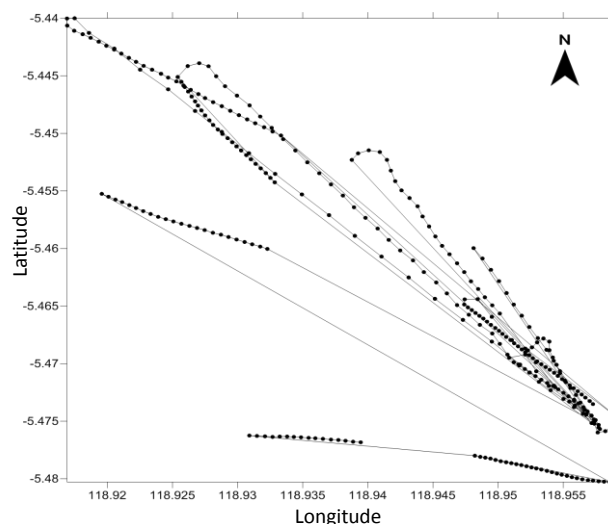
Berdasarkan teknik akuisisi data akustik yang telah dilakukan, terdapat dua bentuk hasil analisis data, yaitu pertama adalah kajian akustikan di stasiun-stasiun sampling dengan teknik stasionari, dimana kapal *drifting* kurang lebih selama 24 jam. Kedua, hasil analisis akustikan sepanjang transek antar stasiun.

Stasionary Sampling 1

Akuisisi data akustik dengan teknik stasionari dilakukan pada tiga lokasi stasiun, yaitu stasiun 1, 5, dan 9. Pada stasionari pertama yaitu pada stasiun 1, hanya diperoleh data akustik selama 15 jam pengamatan, yaitu mulai pukul 06.00 - 21.00. Gambar 86 memperlihatkan perubahan posisi kapal selama *drifting* 15 jam. Terlihat bahwa selama *drifting* kapal selalu bergerak ke arah Barat Laut dengan rata-rata

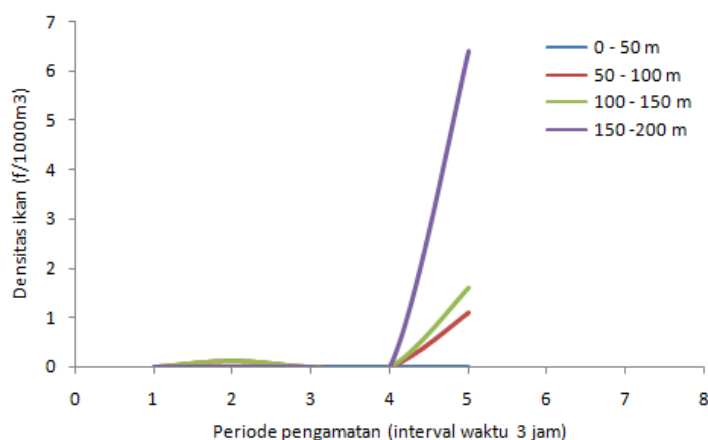
pergerakan kapal mencapai 2-3 knot, ini disebabkan karena pengaruh dorongan angin dari arah tenggara (angin musim timur) yang cukup kuat selama dilakukan stasionari sampling di stasiun tersebut.

Selama 15 jam stasionari akusisi data akustik pada stasiun 1, diperoleh estimasi kelimpahan ikan pelagis. Kajian stasionari di stasiun 1 difokuskan untuk melihat dinamika kelimpahan ikan pelagis tiap strata kedalaman (*layer*) terhadap perubahan waktu selama pengamatan dengan interval waktu setiap 3 jam. Di lokasi stasiun 1, selama dilakukannya pengamatan stasionari tidak diperoleh fluktuasi kelimpahan ikan pelagis berdasarkan strata kedalaman tiap perubahan waktu.



Gambar 86. Peta arah *drifting* kapal selama 15 jam *stationary sampling* di stasiun 1

Secara umum, kelimpahan ikan pelagis pada lokasi stasiun 1 relatif sangat rendah. Kelimpahan ikan pelagis dengan volume yang tidak signifikan terdeteksi berada pada kedalaman 150 - 200 meter pada periode waktu interval ke-5 yaitu malam hari pukul 18.00 - 21.00 (Gambar 87). Bila dijustifikasi dengan ukuran *target strength* (TS) ikan pelagis yang terdeteksi pada strata dan waktu tersebut, maka target yang terdeteksi merupakan ikan berukuran besar (TS = -30 dB) seperti jenis tuna dengan jumlah yang tidak terlalu banyak.

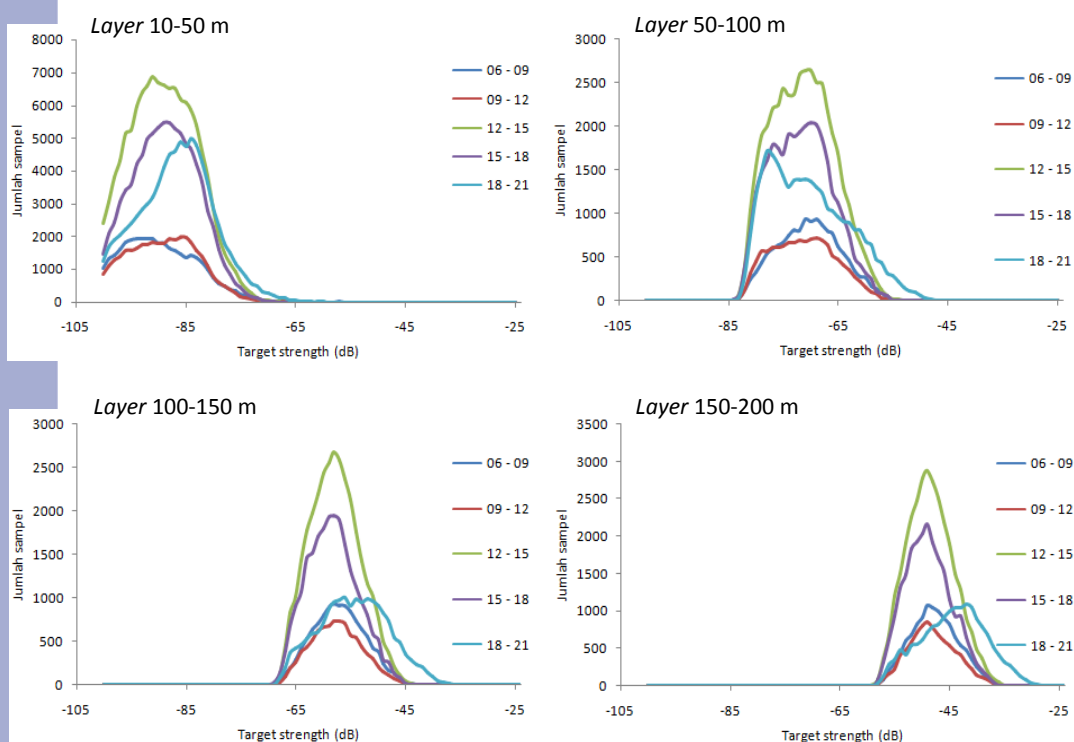


Gambar 87. Grafik sebaran densitas ikan pelagis tiap strata kedalaman dengan interval waktu setiap 3 jam (pukul 06.00-21.00) di *stationary sampling*-1

Berdasarkan ukuran *target strength* (TS) yang terdeteksi selama periode pengamatan stasionari di stasiun 1, diperoleh dinamika perubahan ukuran target yang menempati setiap kolom perairan berdasarkan perubahan waktu pengamatan (interval 3 jam). Berdasarkan data TS akustik yang diperoleh, maka ukuran target dibagi dalam kelompok ukuran plankton (-100 dB – -80 dB), *juvenile* (-80 dB – -60 dB), ikan pelagis kecil (-60 dB – -44 dB), ikan pelagis besar (-44 dB – -34 dB) dan tuna (-34 dB – -24 dB).

Gambar 88 menunjukkan bahwa secara umum tiap strata kedalaman (tiap 50 meter) didominasi oleh biota dengan kelompok ukuran yang berbeda, dan terjadi hampir sepanjang waktu pengamatan. Berdasarkan perubahan warna masing-masing grafik, pola pergerakan atau migrasi vertikal dari tiap kelompok ukuran biota belum terlihat.

Kelompok plankton dan juvenil ikan terlihat menempati strata kedalaman permukaan sampai dengan kedalaman 50 meter, *juvenile* dan kelompok ikan pelagis kecil menempati strata 50 - 100 meter, sedangkan pada kedalaman 100 - 150 meter lebih didominasi oleh ikan pelagis kecil dan sedikit dari kelompok ikan pelagis besar. Pada kedalaman 150 - 200 meter masih terdapat ikan pelagis kecil, sebagian besar kelompok pelagis besar, dan sedikit kelompok ukuran tuna.

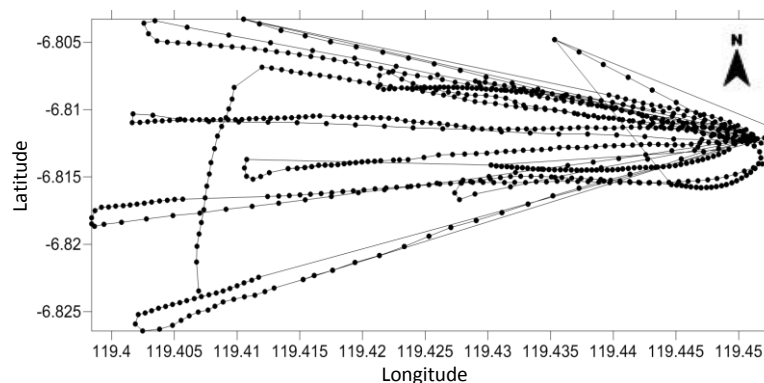


Gambar 88. Grafik sebaran ukuran *target strength* tiap strata kedalaman pada interval waktu setiap 3 jam (pukul 06.00-21.00) di *stationary sampling*-1

Stationary Sampling 2

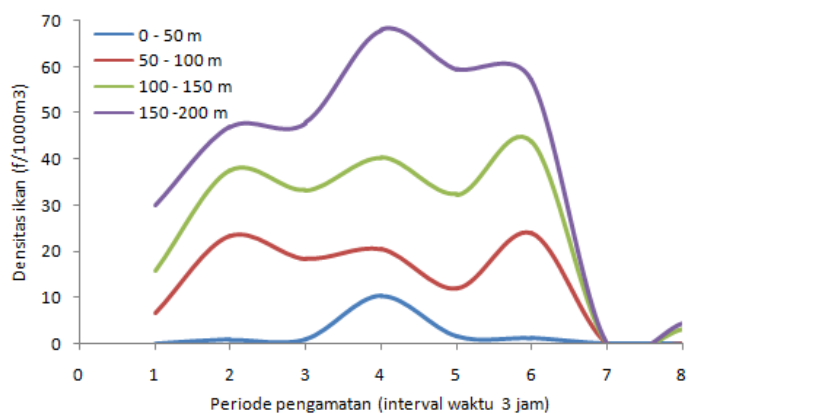
Pada stasionari kedua yaitu pada stasiun 5, diperoleh data akustik selama 24 jam pengamatan, yaitu dari pukul 06.00 sampai dengan 06.00. Pada Gambar 89 menunjukkan perubahan posisi kapal selama *drifting* 24 jam. Terlihat bahwa selama *drifting* kapal selalu bergerak ke arah barat dengan rata-rata pergerakan kapal yang

mencapai 2-3 knot, ini disebabkan pengaruh dorongan angin dari arah timur (angin musim timur) yang cukup kuat selama dilakukan stasionari sampling di stasiun 5.



Gambar 89. Peta arah *drifting* kapal selama 24 jam *stationary sampling* di stasiun 5

Selama 24 jam stasionari akusisi data akustik pada stasiun 5, diperoleh estimasi kelimpahan ikan pelagis. Kajian stasionari di stasiun 5 difokuskan untuk melihat dinamika kelimpahan ikan pelagis pada setiap strata kedalaman terhadap perubahan waktu selama pengamatan dengan interval waktu setiap 3 jam. Berbeda dengan stasiun 1, selama dilakukannya pengamatan stasionari di lokasi stasiun 5 dapat dilihat adanya dinamika vertikal kelimpahan ikan pelagis berdasarkan strata kedalaman tiap perubahan waktu (Gambar 90).



Gambar 90. Grafik sebaran densitas ikan pelagis tiap strata kedalaman dengan interval waktu setiap 3 jam (pukul 06.00-06.00) di *stationary sampling-2*

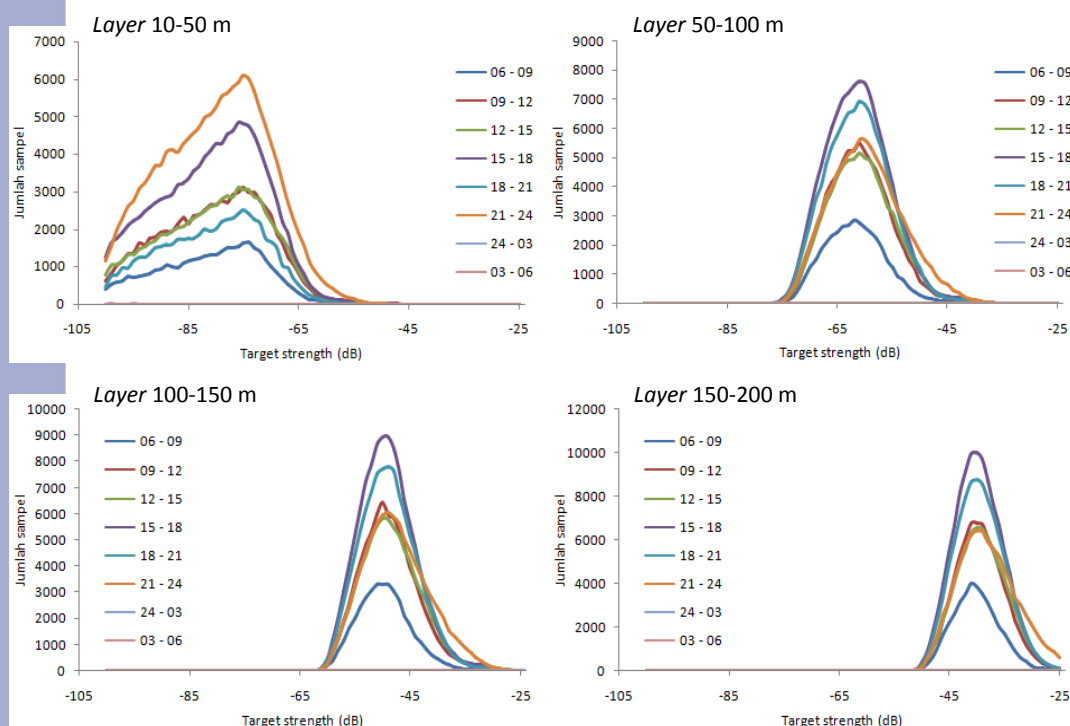
Kelimpahan ikan pelagis di lokasi stasiun 5 relatif lebih tinggi dibanding kelimpahan ikan pelagis di stasiun 1. Volume kelimpahan ikan pelagis cenderung meningkat dengan bertambahnya kedalaman. Pola pergerakan nilai kelimpahan tiap strata kedalaman berdasarkan perubahan waktu memperlihatkan adanya migrasi vertikal harian di lokasi stasiun 5. Migrasi harian terjadi setiap interval waktu 3 jam. dari permukaan perairan sampai 50 meter, kelimpahan ikan pelagis mulai terdeteksi pada periode malam hari. Diduga hal ini ada keterkaitan ikan pelagis kecil yang bermigrasi ke permukaan perairan pada malam hari untuk mengikuti plankton yang merupakan sumber makanannya, terlihat kelimpahan plankton pada permukaan terdeteksi meningkat ketika periode malam hari.

Pada strata kedalaman di bawahnya, terlihat bahwa fluktuasi kelimpahan ikan pelagis terjadi setiap interval 3 jam. Kelimpahan terendah terjadi pada periode dini hari sampai pagi hari. Sementara kelimpahan ikan pelagis terlihat meningkat pada waktu pagi hari, menjelang malam dan pada malam hari. Diduga hal ini terjadi karena waktu makan ikan pelagis besar adalah pada pagi hari dan pada sore hari, sehingga ikan tersebut naik ke permukaan. Sementara jenis tuna terlihat cenderung mengikuti ikan pelagis kecil pada waktu pagi dan menjelang sore/malam hari, hal ini dapat dilihat dari keberadaan nelayan tonda dan *hand line* yang pada umumnya melakukan aktivitas penangkapan di waktu pagi dan sore hari.

Berdasarkan ukuran target yang terdeteksi selama pengamatan stasionari di lokasi stasiun 5, diperoleh dinamika perubahan ukuran target yang menempati setiap kolom perairan berdasarkan perubahan waktu pengamatan (interval 3 jam). Dari data TS akustik yang diperoleh, ukuran target dibagi dalam kelompok ukuran plankton (-100 dB – -80 dB), *juvenile* (-80 dB – -60 dB), ikan pelagis kecil (-60 dB – -44 dB), ikan pelagis besar (-44 dB – -34 dB) dan tuna (-34 dB – -24 dB).

Gambar 91 menunjukkan bahwa secara umum tiap strata kedalaman (tiap 50 meter) ditempati atau didominasi biota dengan kelompok ukuran yang berbeda, dan terjadi hampir sepanjang waktu pengamatan. Berdasarkan perubahan warna masing-masing grafik, terlihat bahwa terjadi pola pergerakan atau migrasi vertikal dari tiap kelompok ukuran biota terhadap perubahan waktu selama 24 jam.

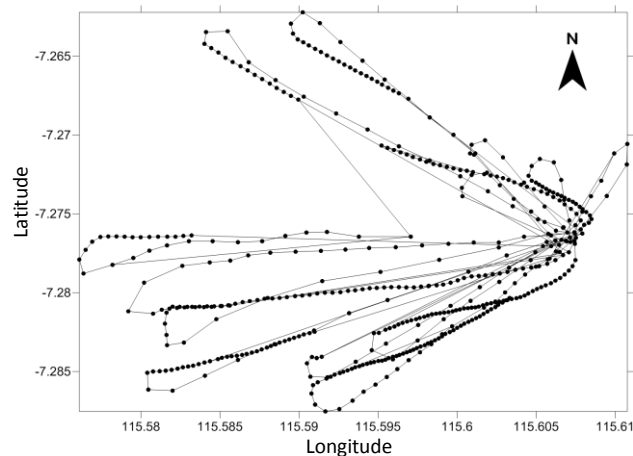
Kelompok plankton dan juvenil ikan cenderung menempati strata kedalaman permukaan sampai 50 meter, *juvenile* dan kelompok ikan pelagis kecil bersama-sama menempati strata 50 - 100 meter, kedalaman 100 - 150 meter lebih didominasi oleh ikan pelagis kecil dan sedikit ikan pelagis besar. Pada kedalaman 150 - 200 meter masih terdapat ikan pelagis kecil, sebagian besar kelompok pelagis besar dan sedikit dari kelompok ukuran tuna.



Gambar 91. Grafik sebaran ukuran *target strength* tiap strata kedalaman pada interval waktu setiap 3 jam (pukul 06.00-06.00) di *stationary sampling-2*

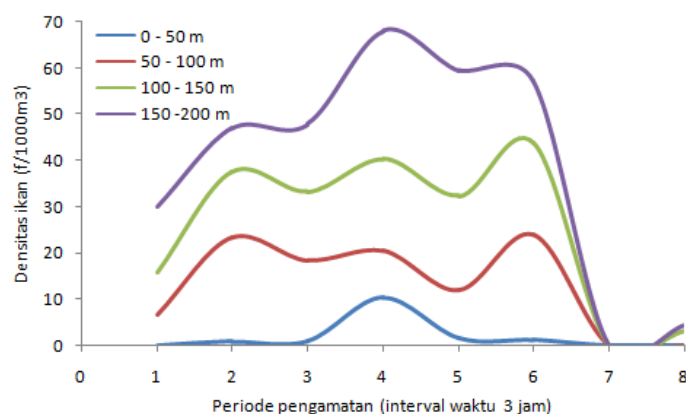
Stationary Sampling 3

Pada stasionari ketiga yaitu pada stasiun 9, diperoleh data akustik selama 24 jam pengamatan, mulai dari pukul 06.00 sampai 06.00. Gambar 92 menunjukkan perubahan posisi kapal selama *drifting* 24 jam. Terlihat bahwa selama *drifting* kapal selalu bergerak ke arah barat dengan rata-rata pergerakan kapal mencapai 2-3 knot, hal ini disebabkan karena pengaruh dorongan angin dari arah timur (angin musim timur) yang cukup kuat selama dilakukan stasionari sampling pada stasiun 9.



Gambar 92. Peta arah *drifting* kapal selama 24 jam *stationary sampling* di stasiun 9

Selama 24 jam stasionari akusisi data akustik pada stasiun 9, diperoleh estimasi kelimpahan ikan pelagis. Kajian stasionari di stasiun 9 difokuskan untuk melihat dinamika kelimpahan ikan pelagis pada setiap strata kedalaman terhadap perubahan waktu selama pengamatan dengan interval waktu setiap 3 jam. Seperti halnya di stasiun 5, selama dilakukannya pengamatan stasionari di lokasi stasiun 9 terlihat adanya dinamika vertikal dari kelimpahan ikan pelagis berdasarkan strata kedalaman tiap perubahan waktu (Gambar 93).



Gambar 93. Grafik sebaran densitas ikan pelagis tiap strata kedalaman dengan interval waktu setiap 3 jam (pukul 06.00-06.00) di *stationary sampling-3*

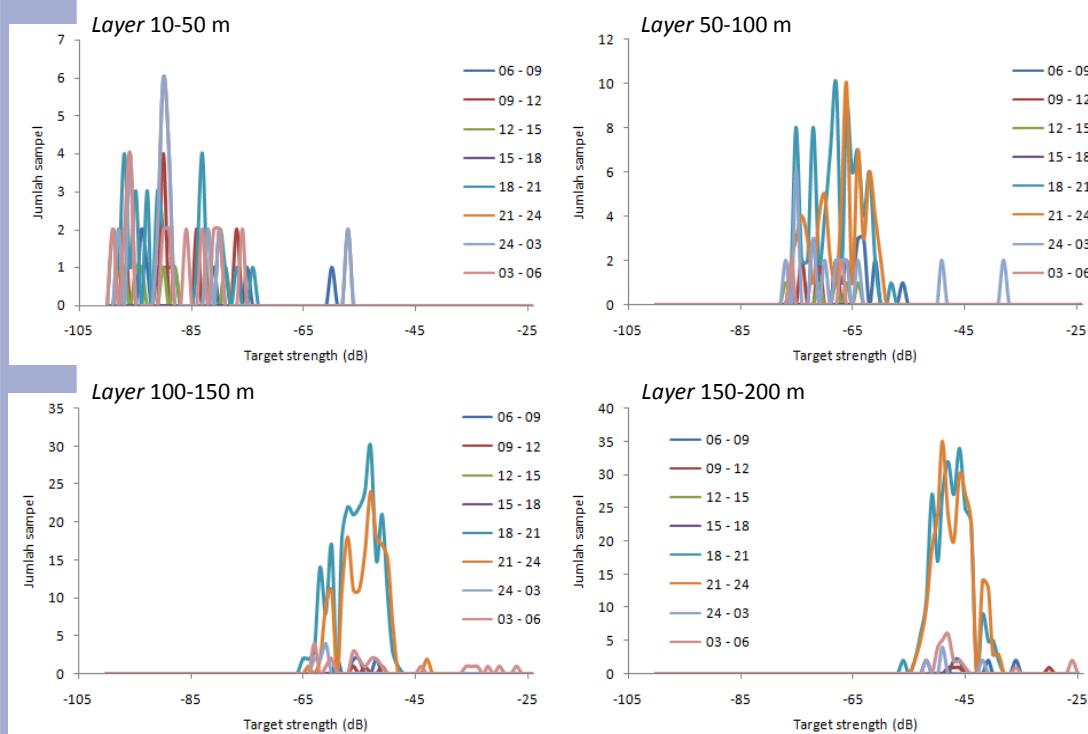
Kelimpahan ikan di stasiun 9 relatif sama dengan kelimpahan ikan pada stasiun 5. Volume kelimpahan ikan pelagis cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pola pergerakan nilai kelimpahan tiap strata kedalaman

berdasarkan perubahan waktu menunjukkan adanya migrasi vertikal harian di stasiun 9, dimana migrasi harian terjadi pada setiap interval waktu 3 jam. Pada kedalaman permukaan sampai 50 meter, kelimpahan ikan pelagis mulai terlihat pada periode malam hari. Diduga hal ini ada keterkaitan ikan pelagis kecil yang bermigrasi ke permukaan pada malam hari untuk mengikuti plankton sebagai sumber makanan, dimana kelimpahan plankton dipermukaan meningkat ketika periode malam hari.

Pada strata kedalaman di bawahnya, fluktuasi kelimpahan ikan pelagis terjadi setiap interval 3 jam. Kelimpahan terendah terjadi pada periode dini hari hingga pagi hari, sementara kelimpahan ikan pelagis meningkat pada pagi hari, menjelang malam dan malam hari. Diduga hal ini terjadi karena waktu makan ikan pelagis besar adalah pada pagi hari dan sore hari, sehingga naik ke permukaan. Sementara ikan tuna cenderung mengikuti ikan pelagis kecil pada waktu pagi dan menjelang sore dan malam hari. Hal ini dapat dilihat dari kebiasaan nelayan tonda dan *hand line* yang melakukan aktivitas penangkapan pada waktu pagi dan sore hari.

Berdasarkan ukuran *target strength* (TS) yang terdeteksi selama pengamatan stasionari di stasiun 26, diperoleh dinamika perubahan ukuran target yang menempati setiap kolom perairan berdasarkan perubahan waktu pengamatan (interval 3 jam). Dari data TS akustik yang diperoleh, ukuran target dibagi dalam kelompok ukuran plankton (-100 dB – -80 dB), *juvenile* (-80 dB – -60 dB), ikan pelagis kecil (-60 dB – -44 dB), ikan pelagis besar (-44 dB – -34 dB) dan tuna (-34 dB – -24 dB).

Gambar 94 menunjukkan bahwa secara umum tiap strata kedalaman (tiap 50 meter) ditempati atau didominasi oleh biota dengan kelompok ukuran yang berbeda dan terjadi hampir sepanjang waktu pengamatan. Berdasarkan perubahan warna masing-masing grafik, terlihat bahwa terjadi pola pergerakan atau migrasi vertikal dari tiap kelompok ukuran biota terhadap perubahan waktu selama 24 jam.

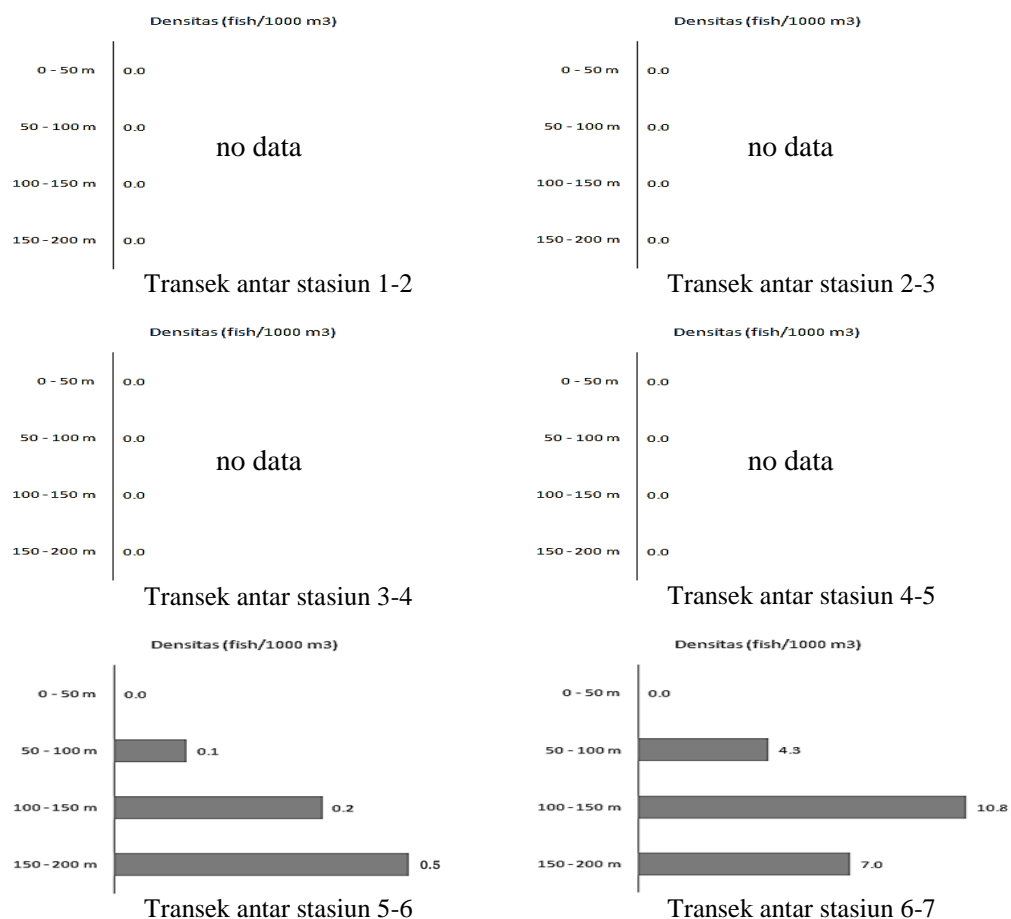


Gambar 94. Grafik sebaran ukuran *target strength* tiap strata kedalaman pada interval waktu setiap 3 jam (pukul 06.00-06.00) di *stationary sampling-3*

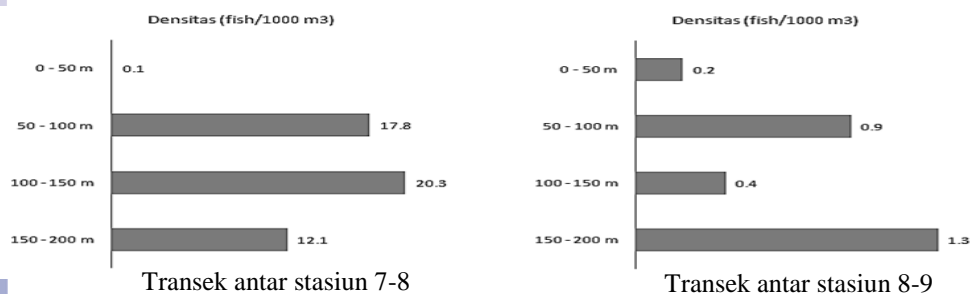
Kelompok plankton dan juvenil terdeteksi menempati strata kedalaman permukaan sampai kedalaman 50 meter, *juvenile* dan kelompok ikan pelagis kecil bersama-sama menempati strata 50 - 100 meter. Pada kedalaman 100 - 150 meter lebih didominasi oleh ikan pelagis kecil dan sedikit ikan pelagis besar dan pada kedalaman 150 - 200 meter masih terdeteksi ikan pelagis kecil, kelompok pelagis besar dan sedikit kelompok ukuran ikan tuna.

Transek Antar Stasiun

Sejalan dengan hasil pengamatan akustik di tiga stasiun *stationary sampling* (stasiun 1, 5 dan 9), terlihat kelimpahan ikan pelagis di stasiun 1, yaitu di sekitar Dewakang sangat rendah, sementara kelimpahan ikan di dua stasiun lainnya (stasiun 5 dan 9) relatif lebih tinggi. Hasil pendeteksian akustik pada transek antar stasiun menunjukkan kondisi yang sama, dimana pada transek mulai dari stasiun 1 sampai stasiun 5, yaitu mulai dari perairan Dewakang sampai ke bagian timur perairan Takarewataya hampir tidak ditemukan kelimpahan ikan pelagis dengan densitas yang signifikan, pada sepanjang transek tersebut hanya terdeteksi target ikan tunggal saja (Gambar 95).



Gambar 95. Grafik rata-rata kelimpahan ikan pelagis tiap transek berdasarkan kedalaman



Gambar 95. (lanjutan)

Nilai rata-rata kelimpahan seperti yang disajikan pada Gambar 95 tersebut belum mencerminkan kondisi penyebaran sumberdaya ikan yang sebenarnya secara *insitu*, sehingga perlu untuk menggambarkan pola distribusi spasialnya. Distribusi spasial-horizontal untuk melihat kelimpahan sumberdaya ikan pelagis selanjutnya disajikan pada sub-Bab Distribusi Kelimpahan Ikan Pelagis. Melalui penggambaran pola sebaran spasial atau pengelompokkan sumberdaya ikan pelagis tersebut diharapkan dapat diketahui pola agregasi dari sumberdaya ikan pada perairan yang diamati, sehingga dapat memperoleh gambaran mengenai kondisi dari keberadaan sumberdaya ikan pelagis yang mendekati sebenarnya di perairan tersebut.

Distribusi Kelimpahan Ikan Pelagis

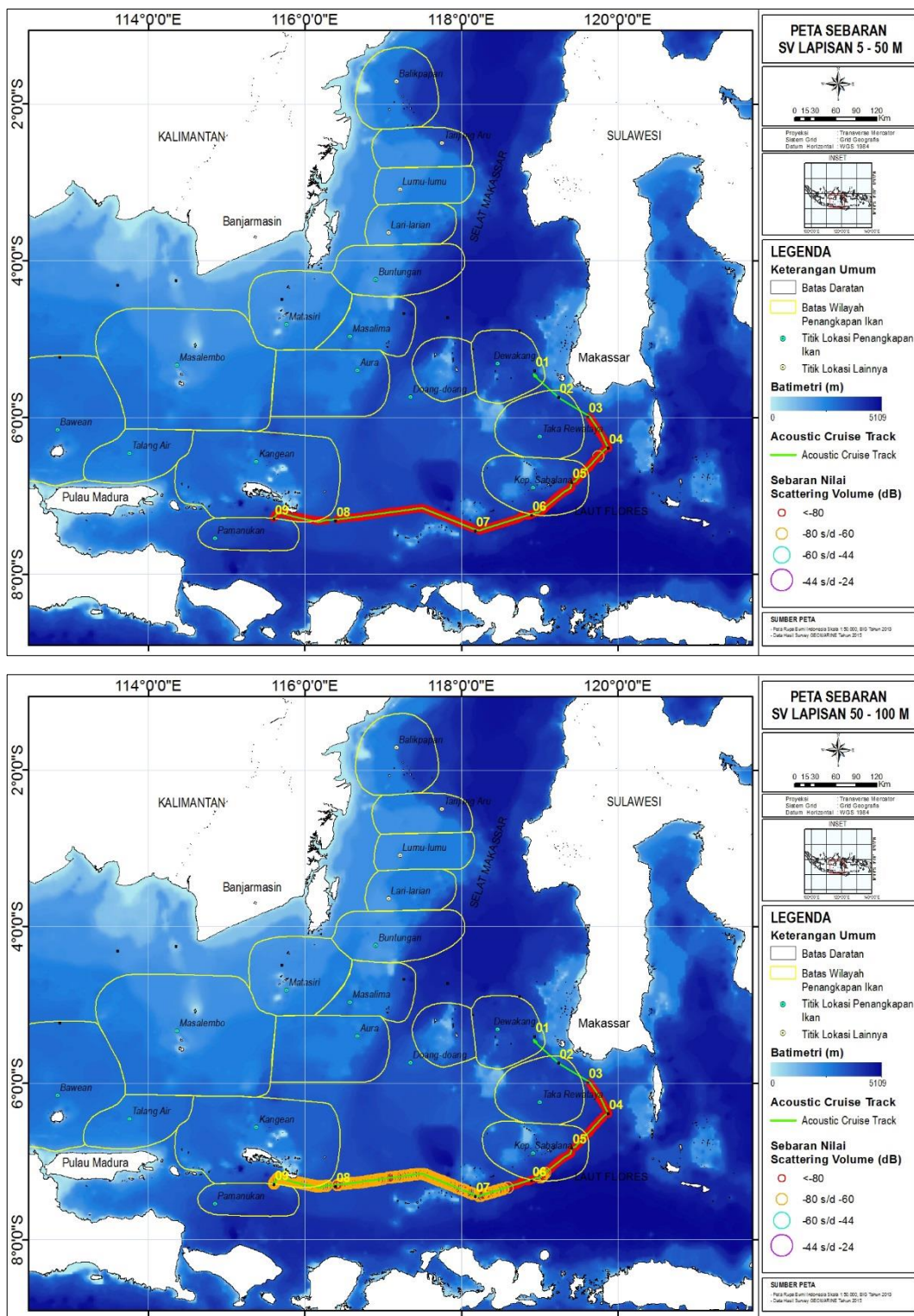
Distribusi ikan hasil deteksi akustik selanjutnya dipetakan dalam empat strata kedalaman (*layer*), yaitu 10 - 50 meter, 50 - 100 meter, 100 - 150 meter dan 150 - 200 meter (Gambar 96). Secara umum, distribusi kelimpahan ikan pelagis dari hasil pendeteksian akustik di lokasi kajian menunjukkan bahwa ikan pelagis kecil lebih banyak terkonsentrasi pada kedalaman 50 hingga 150 meter. Pada transek antar stasiun 1-2, 2-3, 3-4, dan 4-5 yaitu mulai dari perairan Dewakang hingga sekitar perairan bagian timur Takarewataya menunjukkan bahwa kelimpahan ikan pelagis kecil yang terdeteksi sangat rendah dan sangat tidak signifikan.

Pada transek antar stasiun 5-6, yaitu di perairan bagian timur Kepulauan Sabalana, kelimpahan ikan pelagis kecil yang terdeteksi cukup tinggi dan signifikan, kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada kedalaman 150-200 meter. Pada transek antar stasiun 6-7, 7-8 dan 8-9 yaitu di bagian barat dari Kepulauan Sabalana, kelimpahan ikan pelagis kecil yang terdeteksi juga cukup signifikan, dan pada saat pelaksanaan survei di lokasi ini secara visual dapat dilihat banyak sekali kumpulan burung di atas perairan tersebut, dan ini dapat mengindikasikan bahwa lokasi tersebut merupakan kawasan *fishing ground*.

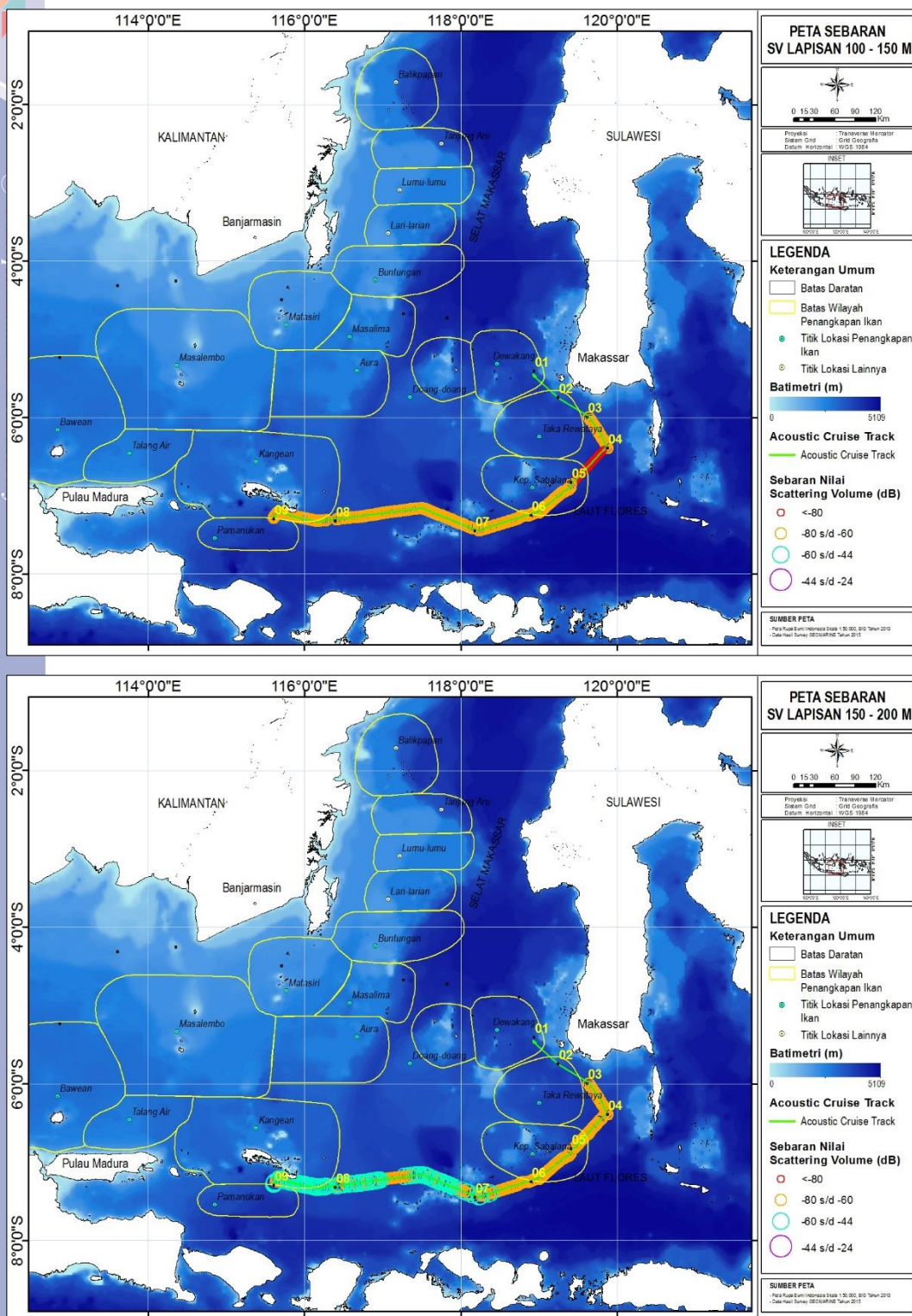
Pada transek antar stasiun 6-7, terdeteksi kawanan ikan pelagis cenderung berada pada kedalaman di bawah 50 meter, dan kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada kedalaman 100-200 meter.

Pada transek antar stasiun 7-8, hampir sama dengan transek sebelumnya dimana terdeteksi kawanan ikan pelagis yang cenderung berada pada kedalaman di bawah 50 meter, dan kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada kedalaman 100-200 meter. Rata-rata kelimpahan ikan pada transek antar stasiun 7-8 ini lebih tinggi dibandingkan pada transek antar stasiun 6-7, dimana lokasi ini diduga merupakan daerah penangkapan (*fishing ground*) armada *purse seine*, *handline*, *pole and line* dan *longline*.

Pada transek antar stasiun 8-9, terdeteksi kawanan ikan pelagis yang lebih cenderung berada pada seluruh strata kedalaman, dan kelimpahan paling tinggi yang terdeteksi adalah pada kedalaman 100-200 meter.



Gambar 96. Peta sebaran spasial kelimpahan sumberdaya ikan pelagis kecil per layer



Gambar 96. (lanjutan)

Perairan Selat Makassar dan Laut Flores sejak lama dikenal sebagai daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) yang potensial dan diduga juga sebagai daerah pemijahan (*spawning ground*) jenis ikan tertentu. Berbagai jenis ikan pelagis, baik pelagis besar maupun pelagis kecil banyak ditangkap nelayan di perairan ini. Ikan

pelagis besar dari kelompok jenis tuna misalnya, oleh nelayan selain ditangkap yang sudah berukuran dewasa juga banyak yang tertangkap ketika masih berukuran kecil (*baby tuna*). Penangkapan ikan jenis tuna seperti Madidihang dan Cakalang umumnya dilakukan nelayan di lokasi rumpon (Nugraha dan Rahmat 2008).

Simpulan

Distribusi dan kelimpahan sumberdaya ikan pelagis hasil dari deteksi akustik menunjukkan bahwa ikan pelagis lebih terkonsentrasi pada strata kedalaman (*layer*) 100 hingga 200 meter. Pada transek antar stasiun 1-2, 2-3, 3-4, dan 4-5 yaitu mulai dari sekitar perairan Dewakang hingga sekitar perairan bagian timur Takarewataya menunjukkan bahwa kelimpahan ikan pelagis yang terdeteksi sangat rendah dan tidak signifikan.

Pada transek antar stasiun 5-6, yaitu pada sekitar perairan bagian timur Kepulauan Sabalana, kelimpahan ikan pelagis kecil yang terdeteksi cukup tinggi dan signifikan, kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada kedalaman 150-200 meter. Pada transek antar stasiun 6-7, 7-8 dan 8-9 yaitu di sekitar bagian barat Kepulauan Sabalana, kelimpahan ikan pelagis kecil yang terdeteksi juga sangat signifikan. Pada saat pelaksanaan survei di lokasi tersebut secara visual dapat dilihat banyak sekali kumpulan burung di atas perairan, hal ini dapat mengindikasikan dan memperkuat dugaan bahwa lokasi tersebut memang merupakan kawasan *fishing ground*.

7 PEMBAHASAN UMUM

Informasi komprehensif dan menyeluruh (holistik) mengenai sumberdaya perikanan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* tidak terlepas dari pentingnya pemahaman tentang pola spasial dan variabilitas temporal yang terjadi pada suatu perairan. Mengapa hal ini menjadi penting tidak lain adalah karena pola spasial dan variabilitas temporal saat ini merupakan suatu keniscayaan untuk dapat melakukan estimasi (pendugaan) ketersediaan sumberdaya ikan tersebut pada suatu perairan, sebab segala bentuk pengelolaan dan segala bentuk upaya pemanfaatan sumberdaya perikanan pastinya memerlukan estimasi yang tepat mengenai lokasi (dimana) dan waktu (kapan) dalam melakukan suatu kegiatan eksploitasi (operasi penangkapan). Apabila hal tersebut dipenuhi, tentunya akan berdampak positif bagi manajemen penangkapan ikan, antara lain tercapainya efisiensi biaya operasi, efisiensi waktu operasi serta efektifitas operasi penangkapan ikan.

Dinamika dan perubahan yang terjadi pada lingkungan laut yang merupakan habitat sumberdaya ikan tersebut juga harus dapat dikaji secara mendalam dan komprehensif, serta mampu menjelaskan pengaruhnya bagi ketersediaan sumberdaya ikan pelagis kecil tersebut. Dalam hal ini lingkungan laut yang dikaji adalah SPL dan klorofil-a, karena pola sebaran spasial dan temporalnya mampu menggambarkan hubungannya dengan sumberdaya ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle*.

Perairan Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores cukup dikenal sebagai daerah penangkapan ikan yang memiliki kepadatan tinggi, namun dieksploitasi dengan tingkat yang tinggi pula (Nugroho 2006). Di sisi lain, perairan *JMF triangle* juga memiliki produktivitas yang sangat baik karena adanya proses sirkulasi massa air berkaitan dengan dua komponen kunci yang memegang peranan penting yaitu sirkulasi Arlindo dan Armondo yang melintasinya dan sangat dominan (Ilahude dan Gordon 1996; Sadhotomo dan Durrand 1996; Ilahude dan Nontji 1999; Morey 1999). Pengaruh angin muson sangat kuat berperan pada perairan *JMF triangle*, kondisi tersebut secara nyata tergambarkan dari pola yang terbentuk pada periode musiman. Pola spasial maupun temporal yang terbentuk juga menunjukkan fluktuasi SPL dan klorofil-a dalam suatu periode bulanan dan periode tahunan. Dengan demikian, pencapaian puncak maksimum dan minimum serta tingkat fluktuasinya menjadi hal yang penting untuk dijadikan fokus perhatian dalam karakterisasi suatu perairan serta dalam mendeskripsikan dampaknya bagi keberadaan dan ketersediaan sumberdaya ikan pelagis kecil.

Fluktuasi rata-rata SPL musiman memperlihatkan peningkatan dari periode musim barat menuju musim peralihan I, kemudian mengalami penurunan pada saat memasuki musim barat dan selanjutnya mengalami peningkatan lagi saat memasuki musim peralihan II. Nilai rata-rata SPL berkisar antara 27,43 °C - 31,47 °C, dimana nilai rata-rata SPL tertinggi ada pada musim peralihan I dan yang terendah pada musim timur. Variabilitas bulanan SPL menunjukan dinamika yang dinamis sejak bulan Januari hingga Desember, dimana nilai rata-rata SPL terendah berada pada bulan Agustus dengan nilai 27,43 °C dan rata-rata tertinggi pada bulan April dengan nilai 31,47 °C. Secara keseluruhan nilai rata-rata bulanan SPL berkisar antara 28,02 °C - 30,53 °C. Variabilitas tahunan SPL menunjukan adanya perubahan yang dinamis dari tahun 2006 hingga 2015, dimana nilai rata-rata SPL terendah terjadi pada tahun 2015 dengan nilai 27,43 °C dan rata-rata tertinggi pada tahun 2007 dengan nilai

31,47 °C. Secara keseluruhan nilai rata-rata tahunan SPL berkisar antara 29,10 °C - 30,06 °C. Nilai SPL maksimum terjadi pada bulan April dan minimum pada bulan Agustus, dimana fluktuasi tertinggi terjadi pada perairan bagian selatan Sulawesi Selatan dan perairan bagian timur Laut Jawa.

Pengaruh angin munson tenggara mengakibatkan terjadinya *upwelling* di bagian selatan perairan Sulawesi Selatan yang ditandai dengan SPL yang mencapai minimum dibanding perairan di sekitarnya, hal ini disebabkan oleh hembusan angin yang kuat sejajar pantai dan pembentukan arus divergen yang mendekati pantai. Pada periode ini juga terjadi pembentukan juluran suhu dingin di perairan Laut Jawa dengan arah sebaran dari timur menuju ke bagian barat yang mengalami peningkatan secara berangsur-angsur. Fluktuasi rata-rata konsentrasi klorofil-a periode musiman menunjukkan nilai konsentrasi yang tinggi pada musim barat, kemudian mengalami penurunan pada musim peralihan I, selanjutnya mengalami peningkatan di musim barat dan kembali mengalami penurunan lagi saat memasuki musim peralihan II. Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a berkisar 0,25 mg/m³ - 0,62 mg/m³, dimana nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada musim barat dan yang terendah pada musim timur. Rata-rata konsentrasi klorofil-a tertinggi diperoleh pada bulan Januari dengan nilai 0,49 mg/m³ dan terendah pada bulan November dengan nilai 0,31 mg/m³. Secara umum konsentrasi klorofil-a memiliki nilai yang tinggi pada periode bulan Januari hingga April bila dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya. Berdasarkan hasil analisis variasi tahunan, rata-rata kandungan klorofil-a tertinggi diperoleh pada tahun 2015 dengan nilai 0,44 mg/m³ dan terendah pada tahun 2014 dengan nilai 0,36 mg/m³. Konsentrasi kandungan klorofil-a selama periode 2006-2015 berkisar antara 0,25 mg/m³ - 0,62 mg/m³.

Secara umum distribusi spasial jenis ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* menunjukkan pola yang mengikuti distribusi kapal penangkapan ikan yang melakukan operasi penangkapan. Hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan capaian maksimum terjadi pada musim peralihan II yang terkonsentrasi pada bagian Selat Makassar yaitu di perairan Matasiri, Aura dan Lumu-lumu, serta pada bagian Laut Jawa yaitu di perairan Kangean, sedangkan pada bagian Laut Flores tidak terlihat hal yang serupa. Periode bulanan menunjukkan bahwa hasil tangkapan ikan pelagis kecil paling tinggi terjadi pada bulan Oktober dengan total 17.218,28 ton, kemudian pada bulan November sebesar 16.019,10 ton, bulan Desember sebesar 15.850,48 ton, bulan September sebesar 13.832,41 ton dan pada bulan Januari sebesar 12.729,99 ton. Periode tahunan menunjukkan hasil tangkapan ikan pelagis kecil tertinggi terjadi pada tahun 2015 dengan total hasil tangkapan mencapai 21.136,36 ton, selanjutnya pada tahun 2007 sebesar 21.096,27 ton, dan pada tahun 2006 sebesar 19.319,20 ton, dan terlihat jenis Layang mendominasi pada seluruh tahun penangkapan. Selama periode tahun 2006-2015 daerah penangkapan ikan dengan total hasil tangkapan paling tinggi adalah perairan Matasiri dengan hasil tangkapan mencapai 29.234,50 ton, kemudian perairan Lumu-lumu sebesar 22.043,12 ton, perairan Aura sebesar 18.400,74 ton, Lari-larian sebesar 12.839,45 ton dan perairan Kangean sebesar 10.152,05 ton. Secara umum dapat disimpulkan bahwa bagian dari perairan *JMF triangle* yang merupakan daerah penangkapan ikan paling potensial adalah perairan Matasiri, Lumu-lumu, Aura, Lari-larian dan perairan Kangean.

Distribusi serta kelimpahan ikan pelagis dari hasil pendeteksian akustik menunjukkan bahwa ikan pelagis lebih banyak terkonsentrasi pada strata kedalaman (*layer*) 100 hingga 200 meter. Pada transek antar stasiun 1-2, 2-3, 3-4, dan 4-5 yaitu

dari sekitar perairan Dewakang hingga sekitar perairan bagian timur Takarewataya menunjukkan bahwa kelimpahan ikan pelagis kecil yang terdeteksi sangat rendah dan sangat tidak signifikan.

Pada transek antar stasiun 5-6, yaitu pada sekitar perairan bagian timur Kepulauan Sabalana kelimpahan ikan pelagis kecil yang terdeteksi cukup tinggi dan signifikan, kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada strata kedalaman 150-200 meter. Pada transek antar stasiun 6-7, 7-8 dan 8-9 yaitu di sekitar bagian barat Kepulauan Sabalana, kelimpahan ikan pelagis kecil yang terdeteksi juga sangat signifikan, dan saat pelaksanaan survei di lokasi tersebut secara visual dapat dilihat banyak sekali kumpulan burung di atas perairan, hal ini dapat mengindikasikan dan memperkuat dugaan bahwa lokasi tersebut merupakan kawasan *fishing ground*.

Kondisi perairan dengan konsentrasi klorofil-a yang tinggi juga diiringi dengan meningkatnya hasil tangkapan ikan pelagis kecil. Pada periode musim barat nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a di perairan *JMF triangle* paling maksimum bila dibandingkan musim lainnya, dan terlihat bahwa hasil tangkapan ikan pelagis kecil yang paling tinggi terjadi pada periode musim ini dan didominasi oleh jenis Layang. Jenis Layang, Banyar dan Bentong merupakan jenis ikan *stenohalin*, hidup optimal pada salinitas perairan tinggi, sehingga pada periode musim timur dimana terjadi proses masuknya massa air bersuhu rendah dan bersalinitas tinggi dari bagian Laut Flores diduga menyebabkan meningkatnya hasil tangkapan jenis Layang, Banyar dan Bentong, sebaliknya pada periode musim barat dan musim peralihan I dimana nilai SPL meningkat dan salinitas perairan menurun, menyebabkan hasil tangkapan ketiga jenis tersebut cenderung menurun. Hasil tangkapan jenis Lemuru terlihat naik pada periode musim barat dan mendominasi pada musim peralihan I dimana kondisi SPL cenderung lebih hangat, dan sebaliknya hasil tangkapan jenis Lemuru terlihat menurun pada periode musim timur dan musim peralihan II dimana kondisi SPL cenderung lebih dingin. Dinamika daerah penangkapan ikan menunjukkan bahwa pada periode musim peralihan I dengan nilai rata-rata SPL paling hangat, terlihat jenis Lemuru mendominasi, sedangkan jenis Layang mengalami penurunan yang cukup signifikan. Pada periode musim peralihan I nilai rata-rata SPL di perairan *JMF triangle* paling maksimum dibandingkan musim lainnya, dan hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim ini didominasi oleh jenis Lemuru.

Hubungan SPL dan konsentrasi klorofil-a dengan CPUE ikan pelagis kecil menunjukkan respon yang berbeda antara satu jenis dengan jenis lainnya. Jenis Layang, Banyar dan Bentong terlihat memiliki respon yang negatif terhadap SPL terutama pada periode musim timur, sedangkan jenis Lemuru menunjukkan tidak adanya hubungan langsung antara SPL dengan nilai CPUE. Respon ikan pelagis kecil terhadap konsentrasi klorofil-a menunjukkan adanya respon positif pada jenis Lemuru dimana kenaikan konsentrasi klorofil-a juga diikuti dengan kenaikan nilai CPUE, sedangkan jenis Layang, Banyar dan Bentong menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi klorofil-a tidak langsung berdampak pada naiknya nilai CPUE ketiga jenis tersebut.

8 SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan pada Bab sebelumnya, serta untuk menjawab empat poin utama dari tujuan penelitian ilmiah ini, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

- 1) Pembentukan pola spasial SPL dengan nilai rata-rata yang tinggi diindikasikan dengan karakteristik yang hangat di perairan bagian timur hingga selatan Pulau Kalimantan dan di bagian utara Selat Makassar. Ditinjau dari variasi temporal, perairan *JMF triangle* didominasi oleh siklus satu tahunan yaitu SPL maksimum terjadi pada bulan April dan minimum pada bulan Agustus dimana fluktuasi tertinggi terjadi pada bagian selatan Sulawesi Selatan (Laut Flores) dan bagian timur Laut Jawa. Pembentukan pola spasial klorofil-a dengan nilai rata-rata tinggi diindikasikan dengan karakteristik konsentrasi tinggi di perairan bagian selatan Pulau Sulawesi dan di bagian selatan Pulau Kalimantan. Ditinjau dari variasi temporal, perairan *JMF triangle* juga didominasi oleh siklus satu tahunan klorofil-a yaitu klorofil-a maksimum terjadi pada bulan Januari dan minimum pada bulan November dimana fluktuasi tertinggi terjadi pada perairan Laut Flores (bagian selatan Sulawesi Selatan) dan bagian timur Laut Jawa.
- 2) Hasil tangkapan ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle* diurutkan sesuai angka tertinggi adalah jenis Layang, yang mencapai 77.288,16 ton (54,48 %), Lemuru 32.612,77 ton (22,99 %), Banyar 25.339,36 ton (17,86 %) dan jenis Bentong 6.619,22 ton (4,67 %). Distribusi ikan pelagis kecil berdasarkan pola musiman menunjukkan jenis Layang mendominasi pada tiga periode musim, sedangkan jenis Lemuru hanya mendominasi satu periode musim yaitu musim peralihan I dimana jenis Layang terlihat sangat signifikan menurun pada musim tersebut. Secara umum jenis Layang sangat mendominasi dengan tingkat kategori tinggi terjadi pada bagian Selat Makassar dan Laut Jawa, sedangkan pada bagian Laut Flores tidak menunjukkan hal tersebut.
- 3) Korelasi menunjukkan nilai positif antara SPL dengan jenis Lemuru, yaitu nilai korelasi (r) 0,53 dan ini dapat menjelaskan adanya hubungan yang kuat antara SPL dengan jenis Lemuru. Korelasi SPL dengan jenis Layang menunjukkan korelasi negatif walaupun sangat kecil dan tidak signifikan yaitu dengan nilai korelasi (r) -0,19, dan jenis Banyar serta Bentong juga menunjukkan korelasi negatif dengan nilai korelasi (r) -0,23 dan (r) -0,13, ini dapat menjelaskan bahwa hubungan SPL dengan jenis Layang, Banyar dan Bentong sangat rendah dan berbanding terbalik. Kondisi tersebut dapat menjelaskan bahwa jenis Lemuru merespon SPL lebih kuat bila dibandingkan jenis Layang, Banyar dan Bentong. Jenis Lemuru menunjukkan nilai korelasi positif dengan klorofil-a, yaitu dengan nilai korelasi (r) 0,24, ini mengindikasikan adanya hubungan antara klorofil-a dengan jenis Lemuru walau tidak terlalu signifikan. Jenis Banyar dan Bentong juga menunjukkan nilai korelasi yang positif, namun nilainya sangat kecil dan tidak signifikan yaitu (r) 0,04 dan (r) 0,06. Jenis Layang justru menunjukkan sebaliknya, dimana jenis ini memperlihatkan nilai korelasi negatif yaitu dengan nilai korelasi (r) -0,23, ini dapat mengindikasikan bahwa hubungan klorofil-a

dengan hasil tangkapan jenis Layang rendah dan berbanding terbalik, walaupun tidak terlalu signifikan.

- 4) Daerah penangkapan ikan dengan hasil tangkapan paling tinggi adalah perairan Matasiri dengan total hasil tangkapan sebesar 29.234,50 ton, kemudian Lumu-lumu sebesar 22.043,12 ton, Aura 18.400,74 ton, Lari-larian 12.839,45 ton dan perairan Kangean sebesar 10.152,05 ton. Perairan Matasiri, Aura, Lumu-lumu dan Lari-larian yang berada pada bagian Selat Makassar merupakan lokasi daerah penangkapan ikan yang sangat potensial dibandingkan dengan lokasi lainnya yang berada pada bagian Laut Jawa dan Laut Flores, namun beberapa lokasi lainnya juga memiliki potensi cukup besar sebagai daerah penangkapan ikan pelagis kecil, yaitu perairan Kangean yang berada pada bagian Laut Jawa dan perairan Kepulauan Sabalana yang berada pada bagian Laut Flores. Secara umum dapat disimpulkan bahwa daerah penangkapan ikan pelagis kecil yang sangat potensial pada perairan *JMF triangle* adalah di perairan Matasiri, Lumu-lumu, Aura, Lari-larian dan perairan Kangean.

Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan pada Bab sebelumnya, maka beberapa saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

- 1) Hasil penelitian ini dapat ditingkatkan menjadi suatu aplikasi pintar mengenai daerah penangkapan ikan yang di muktahirkan secara musiman, dimana peta-peta tematik jenis ikan pelagis dan prediksi waktu ketersediaan ikan tersebut di perairan *JMF triangle* dapat dibangun dan kemudian disebarkan kepada para stakeholder yang memiliki kepentingan/kebutuhan di sektor perikanan tangkap.
- 2) Penelitian selanjutnya untuk menambah khazanah pengetahuan bagi dinamika daerah penangkapan ikan diperairan *JMF triangle* adalah dengan menambahkan data dan informasi faktor lingkungan lainnya yaitu pH, salinitas dan kesuburan perairan, serta menambahkan juga data hasil tangkapan ikan pelagis kecil dari armada *purse seine* < 30 GT serta dari alat tangkap lainnya selain *purse seine* sehingga hasil penelitian tersebut tentunya akan semakin mendekati kondisi sebenarnya mengenai sumberdaya ikan pelagis kecil di perairan *JMF triangle*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdal dan Riyono SH. 2004. Sebaran Klorofil-a Kaitannya dengan Kondisi Hidrologi di Selat Makassar. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36:69-82.
- Almuas dan Jaya I. 2006. Studi Penentuan Daerah Penangkapan Potensial Ikan Pelagis di Perairan Laut Cina Selatan Bagian Selatan Pada Musim Timur. *Buletin PSP* X(3): 102-120.
- Amin ME dan Suwarso. 1990. Perubahan Intensitas Penangkapan Ikan Pelagis Kecil di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* 56:69-78.
- Amri K, Suwarso dan Awaludin. 2006. Kondisi Hidrologis dan Kaitannya Dengan Hasil Tangkapan Ikan Malalugis (*Decapterus macarellus*) di Perairan Teluk Tomini. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 12 (3): 183-193.
- Amri K. 2008. Analisis Hubungan Kondisi Oseanografi dengan Fluktuasi Hasil Tangkapan Ikan Pelagis di Selat Sunda. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 14 (1): 51-61.
- Amri K, Mutoharoh AA dan Ernaningsih D. 2015. Sebaran Larva Ikan dan Kaitannya Dengan Kondisi Oseanografi Laut Sulawesi. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 21 (2): 103-114.
- Anggraini I. 2008. Penentuan Zona Penangkapan Potensial dan Pola Migrasi Ikan Layang (*Decapterus sp*) di Perairan Kecamatan Liukang Tupabbiring Kabupaten Pangkep [Tesis]. Makassar, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. 151 hal.
- Anwar N. 2008. Karakteristik Fisika Kimia Perairan dan Kaitannya dengan Distribusi serta Kelimpahan Larva Ikan di Teluk Pelabuhan Ratu [Tesis]. Bogor, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Ara R, Arshad A, Musa L, Amin SMN and Kuppan P. 2011. Feeding Habits of Larval Fishes of the Famili Clupeidae (*Actinopterygii: Clupeiformes*) in the Estuary of River Pendas, Johor, Malaysia. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 6:816-821.
- Arief D and Murray SP. 1996. Low-frequency Fluctuations in the Indonesian Throughflow through Lombok Strait. *Journal of Geophysical Research*. 101:12455-12464.
- Arinardi OH, Sutomo AB, Yusuf SA, Trimaningsih, Asnaryanti A dan Riyono SH. 1997. Kisaran kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Perairan Kawasan Timur Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 140 hlm.
- Atmadipoera AS and Widyastuti P. 2014. A Numerical Modeling Study on Upwelling Mechanism in Southern Makassar Strait. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 6(2):355-371.
- Atmaja SB. 1983. Matang Seksual dan Pola Penambahan Anggota Baru Ikan Layang (*Decapterus meruadsi*, *Temminck and Schlegel*) di Laut Jawa. *Laporan Penelitian Perikanan Laut*. 29:39-58.
- Atmaja SB dan Sadhotomo B. 1985. Aspek Operasional Kapal Pukat Cincin di Laut Jawa. *Laporan Penelitian Perikanan Laut*. 32:65-71.
- Atmaja SB, Suwarso dan Nurhakim S. 1986. Hasil Tangkapan Pukat Cincin Menurut Musim dan Daerah Penangkapan di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut (Journal of Marine Fisheries Research)*. 36:57-65.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Atmaja SB dan Nugroho D. 1995. Aspek Reproduksi Ikan Layang Deles (*Decapterus macrosoma*) dan Ikan Siro (*Amblygaster sirm*) sebagai Pertimbangan dalam Pengelolaannya di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 1(3):1-9.
- Atmadja SB dan Sadhotomo B. 2000. Variasi geografis hasil tangkapan pukat cincin di bagian selatan Paparan Sunda. Prosiding Seminar Keanekaragaman Hayati Ikan. Pusat Studi Ilmu Hayati IPB-Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi LIPI. hal. 221-218.
- Atmaja SB, Nugroho D, Suwarso, Hariati T dan Mahisworo. 2003. Pengkajian Stok Ikan di WPP Laut Jawa. Forum Pengkajian Stok Ikan Laut Indonesia; 2003 Juli 23-24; Jakarta, Indonesia. Jakarta (ID):67-49. Pusat Riset Perikanan Tangkap - Badan Riset Kelautan dan Perikanan.
- Bakun A. 1984. Report of The Working Group on Environmental Studies and Monitoring. Di dalam: Csirke J, Sharp GD, editor. *Reports of the Expert Consultation to Examine Changes in Abundance and Species Composition of Neritic Fish Resources*. Rome. FAO Fisheries Report 291 Vol. 1. p 41-54.
- Bakun A. 1996. *Pattern in the oceans. Ocean processes and marine population dynamics*. California Sea Grant College System. National Oceans and Atmospheric Administration in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz. BCS, México. 323p.
- Basmi J. 1999. Planktonologi: Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Basuki W. 2002. Analisis Hubungan Faktor Oseanografi Dengan Kwartal dan Pola Pencarian Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Kecil di Tujuh Kabupaten Sulawesi Selatan [Tesis]. Bogor, Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 68 hal.
- Bernal D. 2011. Pelagic Fishes. Chapter 112 In *Encyclopedia of Fish Physiology*. (Eds. Cech J, Farrell A). *Elsevier Publishers*.
- Birowo S. 1982. Sifat Oseanografi Permukaan Laut. Di dalam: Romimohtarto K, Thayib SS, redaksi. *Kondisi Lingkungan Pesisir dan Laut di Indonesia*. Proyek Penelitian Masalah Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pencemaran Laut. Jakarta. Lembaga Oseanologi Nasional, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LON-LIPI). hal.1-96.
- Brown E, Colling A, Park D, Philips J, Rothery D and Wright J. 2001. *Ocean Circulation: Second Edition*. Oxford (GB): The Open University. 286 p.
- Chícharo MA, Amaral A, Faria A, Morais P, Mendes C, Piló D, Ben-Hamadou and Chícharo L. 2012. Are Tidal Lagoons Ecologically Relevant to Larval Recruitment of Small Pelagic Fish? An Approach Using Nutritional Condition and Growth Rate. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 1123:265-279.
- Chodriyah U dan Hariati T. 2010. Musim Penangkapan Ikan Pelagis Kecil di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 16 (3): 217-223.
- Crec'hriou, Bonhomme RP, Criquet G, Cadiou G, Lenfant P, Bernard G, Roussel E, Diréach LL and Planes S. 2008. Spatial patterns and GIS habitat modelling of fish in two French Mediterranean coastal areas. *Hydrobiologia* 612:135-153.
- Csirke J. 1988. Small Shoalading Fish Stock. In J.A. Gulland, ed. *Fish Population Dynamics*. 2nd ed. Jhon Wiley and Sons, Chichester: 271-302.
- Cury P, Bakun A, Robert J, Crawford M, Jarre A, Renato A, Quinñones, Lynne J, Shannon L and Verheye HM. 2000. Small Pelagics in Upwelling Systems:

Pattern of Interaction and Structural Changes in “Wasp-Waist” Ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57:603-618.

- [DKP-LIPI] Departemen Kelautan dan Perikanan-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2001. Pengkajian Stok Ikan di Perairan Indonesia. Pusat Riset Perikanan Tangkap, Badan Riset Kelautan dan Perikanan-DKP. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI. 125 hal.
- Dwiponggo A. 1983. Pengkajian Sumberdaya Perikanan Laut di Laut Jawa. *Laporan Penelitian Perikanan Laut (Marine Fisheries Research Report)*. 28.
- Effendi MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nustama. Yogyakarta. 163 hal.
- Eisma D, Kalf J, Karmini M, Mook WG, Van Put A, Bernard P and Van Grieken R. 1989. Dispersal of Suspended Matter in Makasar Strait and the Flores Basin. *Netherlands Journal of Sea Research* 24(4): 383-398.
- Fieux M, Andrie C, Charriaud E, Ilahude AG, Metzl N, Molcard R and Swallow J. 1996a. Hydrological and chlorofloromethane measurements of the Indonesian throughflow entering the Indian Ocean, *J. Geop. Res.*, 101(C5), 12433-12454.
- Freitas V, Cardoso JFMF, Lika K, Peck MA, Campos J, Kooijman SALM and van der Veer HW. 2010. Temperature tolerance and energetics: a dynamic energy budget-based comparison of North Atlantic marine species. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 365, 3553-3565 doi:10.1098/rstb.2010.0049.
- Fréon P, Cury P, Shannon L and Roy C. 2005. Sustainable Exploitation of Small Pelagic Fish Stocks Challenged by Environmental and Ecosystem Changes: A Review. *Bulletin of Marine Science*, 76(2): 385-462.
- Gafa B, Bahar S dan Karyana. 1993. Potensi Sumber Daya Perikanan di Perairan Laut Flores dan Selat Makassar. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* No.72: 43-53.
- Gaol JL, Wudianto, Pasaribu BP, Manurung D and Endriani R. 2004. The Fluctuation of Chlorophyll-a Concentration Derived From Satellite Imagery and Catch of Oily Sardine (*Sardinella lemuru*) in Bali Strait. *Remote Sensing and Earth Sciences* 1 (1): 24-30.
- Gaol JL dan Sadhotomo B. 2007. Karakteristik dan Variabilitas Parameter Oseanografi Laut Jawa Hubungannya dengan Distribusi Hasil Tangkapan Ikan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Vol.13. No.3: 1-12.
- Gaol JL dan Siregar VP. 2012. Hubungan Konsentrasi Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut dengan Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Utama di Perairan Laut Jawa dengan Citra Satelit MODIS. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. Vol. 3. No. 2 Nov 2012. hal 1-10.
- Garcia SM, Cochrane K, Van Santen G and Christy F. 1999. Towards Sustainable a Strategy for FAO and The World Bank. *Ocean & Coastal Management* 42: 369-378.
- Gillis DM. 2003. Ideal Free Distribution in Fleet Dynamics: a Behavioral Perspective on Vessel Movement in Fisheries Analysis. *Can.J.Zool.* 81:177-187.
- Gordon AL, Giulivi CF and Ilahude AL. 2003a. Deep Topographic Barriers within the Indonesian Seas. *Deep Sea Research*. 2(50):2205-2228.
- Gordon AL, Susanto RD and Vranes K. 2003b. Cool Indonesian Throughflow as a Consequence of Restricted Surface Layer Flow. *Nature*. 425:824-828.
- Gordon A. 2005. Oceanography of the Indonesian Seas and Their Throughflow. *Oceanography* 18 (4): 15-27.

- Gordon AL, Sprintall J, Van Aken HM, Susanto D, Wijffels S, Molcard R, Ffield A, Pranowo W and Wirasantosa S. 2010. The Indonesian Throughflow during 2004-2006 as Observed by INSTANT Program. *Dyn.Atmos. Ocean*. doi:10.1016/j.dynatmocea.2009.12.002.
- Grahame J. 1987. Plankton and Fisheries. Great Britain. Edward Arnold (Publisher) Ltd. 140p.
- Gulland JA. 1982. Fish Stock Assessment: A Manual of Basic Methods. John Wiley and Sons. Chichester (GB).
- Hadikusumah. 2008. Karakteristik Parameter Fisika dan Kandungan Klorofil-a di Laut Jawa. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 13 (2): 103-112.
- Hafiz MF, Triarso I dan Wibowo BA. 2017. Analisis Hubungan Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Terhadap Hasil Tangkapan Teri (*Stolephorus spp.*) Menggunakan *Purse Seine* Waring di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Tawang, Kabupaten Kendal. *JFRUMT*. 6(4):92-102.
- Hannachi MS, Abdallah LB and Marrakchi O. 2004. Acoustic identification of small-pelagic fish species: target strength analysis and school descriptor classification. ResearchGate. *MedSudMed Technical Documents* No.5 90-99p.
- Hannesson R. 2007. Geographical Distribution of Fish Catches and Temperature Variations in The Northeast Atlantic since 1945. *Marine Policy* 31: 32-39.
- Hariati T, Suwarso MM, Wahyono dan Merta GS. 2003. Aktivitas Pukat Cincin Mini di Perairan Pantai Utara Jawa dan Selat Sunda. *Prosiding Hasil-hasil Riset*. Pusat Riset Perikanan Tangkap, BRKP-DKP: 1-8.
- Hariati T. 2006. Hasil Tangkapan dan Upaya Penangkapan Ikan Pelagis Kecil yang Tertangkap Dengan Pukat Cincin di Selat Malaka Tahun 2003-2004. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* vol. 12 (2): 105-115.
- Harrison PJ and Parsons TR. 2000. Fisheries Oceanography: An Integrative Approach to Fisheries Ecology and Management. (US): Fish and Aquatic Resources Series 4. Blackwell Science Ltd.
- Hasanuddin M. 1998. Arus lintas Indonesia (ARLINDO). *Oseana* vol. XXIII (2): 1-9.
- Hendiarti N, Siegel H and Ohde T. 2004. Investigation of Different Coastal Process in Indonesia Waters Using SeaWIFS data. *Deep-Sea Research II*. 51:85-97.
- Hendiarti N, Suwarso, Aldrian E, Amri K, Andiastuti R, Sachoemar SI and Wahyono IB. 2005. Seasonal Variation of Pelagic Fish Catch around Java. *Oceanography* vol. 16, No. 4: 112-121.
- Heryati H, Pranowo WS, Purba NP, Rizal A and Yuliadi LPS. 2018. Java Sea Surface Temperature Variability during ENSO 1997-1998 and 2014-2015. *Journal Omni-Akuatika*, 14 (1): 96-107, 2018.
- Hidayat S, Purba M, and Waworuntu J. 2013. Variabilitas Suhu Di Perairan Senunu, Sumbawa Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 5(2): 243-259.
- Hilborn R. 1985. Fleet Dynamics and Individual Variation: Why some People Catch More Fish than Others. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 2-13.
- Hsu FC, Elvidge CD, Baugh K, Zhizhin M, Ghosh T, Kroodsma D, Susanto A, Wiryawan B, Riyanto M, Nurzeha R and Sudarja Y. 2019. Cross-Matching VIIRS Boat Detections with Vessel Monitoring System Tracks in Indonesia. *Remote Sens.* 2019, 11, 995; doi:10.3390/rs11090995.
- Hughes JM, Stewart J, Lyle JM, and Suthers IM. 2014. Top- down Pressure on Small Pelagic Fish by Eastern Australian Salmon *Arripis trutta*; Estimation of

- Daily Ration and Annual Prey Consumption using Multiple Techniques. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 459: 190-198.
- Hutabarat S dan Evans SM. 1986. Pengantar Oseanografi. Universitas Indonesia Press, Jakarta cet ke 3.
- Ilahude AG. 1970. On The Occurance of Upwelling in Southern Makassar Strait. *Marine Research in Indonesia*. 10:81-107.
- Ilahude AG. 1978. On The Effecting The Productivity of The Southern Makassar Strait. *Marine Research in Indonesia*. 21:81-107.
- Ilahude AG and Gordon A. 1996. Thermocline Stratification within Indonesian Seas. *Journal of Geophysics Research*. 101(C5):401-409.
- Ilahude AG dan Nontji A. 1999. Oseanografi Indonesia dan Perubahan Iklim Global (*El Nino* dan *La Nina*), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta, hlm 1-4.
- Jennings S, Kaiser MJ and Reynolds JD. 2001. *Marine Fisheries Ecology*. Oxford. Blackwell Science. 417 pp.
- Jones R. 1982. Ecosystem, Food Chains and Fish Yields. Di dalam: Pauly D, Nurphy GI, editors. Theory and Management of Tropical Fisheries. Manila. ICLARM Conference Proceeding 9. International Center for living Aquatic Resources Management and Division of Fisheries Research, Commonwealth Scienctific and Industrial Research Organisation, Cronulla, Australia. p.195-239.
- Jury MR. 2005. Marine Environmental Conditions in the SW Indian Ocean and Sympathetic Trends of Coastal Fish Catch. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* 4 (2): 199-206.
- Kawasaki T. 1991. Long-term Variability in The Pelagic Fish Populations. Di dalam: Kawasaki T, Tanaka S, Toba Y, Taniguchi A, editor. *Long-term Variability of Pelagic Fish Population and Their Environment*. Tokyo. Pergamon Press. p. 47-60.
- Kenchington TJ. 1996. Long Term Stability and Change in The Commercial Groundfish Longline Fishing Grounds of the Northwest Atlantic. *Fisheries Research*. 25: 139-154.
- Kida S and Wijffels S. 2012. The Impact of the Indonesian Throughflow and Tidal Mixing on the Summertime Sea Surface Temperature in the Western Indonesian Seas. *J. Geophys. Res.* 117:C09007. doi:10.1029/2012JC008162.
- Kuswanto TD, Syamsuddin ML dan Sunarto. 2017. Hubungan Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tongkol di Teluk Lampung. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 8(2):90-102.
- Laevastu T and Hayes ML. 1981. Fisheries Oceanography and Ecology. Fishing News (Book) Ltd. Farnham, Surrey. London. 199p.
- Latumeten J. 1996. Studi tentang In Situ Target Strength dengan Sistem Akustik Bim Ganda di Selat Makassar [Tesis]. Bogor, Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 102 hal.
- Linsley BK, Rosenthal Y and Oppo DW. 2010. Holocene Evolution of the Indonesian Throughflow and The Western Pacific Warm Pool. *Nature Geoscience*, 3, pp 578-583.
- Longhurst AR and Pauly D. 1987. Ecology of Tropical Oceans. New York. Academic Press, Inc. 407p.



- Lowe RH and McConnel. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. New York. Cambridge University Press. 382p.
- MacLennan DN and Simmonds EJ. 1992. *Fisheries Acoustic*. Chapman and Hall. London-New York-Tokyo-Melbourne-Madras. 325p.
- Mallawa A. 2006. Pengelolaan Sumberdaya Ikan Berkelanjutan dan Berbasis Masyarakat. Lokakarya agenda penelitian program COREMAP II Kabupaten Selayar, 9-10 September 2006, Benteng.
- Mann KH. 1993. Physical Oceanography, Food Chains, and Fish Stocks: A Review. *ICES Journal of Marine Science* 50: 105-119.
- Martosubroto P, Naamin N dan Malik BBA. 1991. Potensi dan Penyebaran Sumberdaya Ikan di Perairan Indonesia. Direktorat Jenderal Perikanan, Puslitbang Perikanan dan puslitbang Oseanologi-LIPI. Jakarta.
- Masriat JAN, Jaya I, Iskandar BH dan Soedharma D. 2009. Estimasi Standing Stock Sumberdaya Ikan Berdasarkan Kandungan Klorofil-a. *JPPI* 15 (3):257-266.
- Masumoto Y and Yamagata T. 1993. Simulated Seasonal Circulation in the Indonesian Seas. *Journal of Geophysical Research* 98 (C7): 12.501-12.509.
- McElroy JK. 1991. The Java Sea Purse Seine Fishery: A Modern-day 'Tragedy of the Commons'. *Marine Policy*. 256-271.
- Merta IGS, Nurhakim S dan Widodo J. 1998. Sumberdaya Perikanan Pelagis Kecil. Di dalam: Widodo J, Azis KA, Priyono BE, Tampubolon GH, Naamin N, Djamali A, editor. Potensi dan Penyebaran Sumberdaya Ikan Laut di Perairan Indonesia. Jakarta. Komisi Nasional Pengkajian Stok Sumberdaya Ikan Laut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. hal. 89-106.
- Morey SL, Shiver JF and O'Brien JJ. 1999. Effect of Halmahera on Indonesia Throughflow. *Journal of geophysi research*. Vol 104. No. C10. 1999.
- Nababan B, Rosyadi N, Manurung J, Natih NM and Hakim R. 2015. The seasonal variability of sea surface temperature and chlorophyll-a concentration in the south of Makassar Strait. *The 2nd International Symposium on LAPAN-IPB Satellite for Food Security and Environmental Monitoring 2015, LISAT-FSEM 2015*. 17 p.
- Najamuddin. 2004. Kajian Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Layang (*Decapterus spp.*) Berkelanjutan di Perairan Selat Makassar [Disertasi]. Makassar, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. 245 hal.
- Nelwan, A.F.P. 2010. Dinamika Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di Perairan Pantai Barat Sulawesi Selatan [Disertasi]. Bogor, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 302 hal.
- Nontji A, Praseno DP dan Arinardi OH. 1982. Plankton. Di dalam: Romimohtarto K, Thayib SS, redaksi. Kondisi Lingkungan Pesisir dan Laut di Indonesia. Proyek Penelitian Masalah Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pencemaran Laut. Jakarta. Lembaga Oseanologi Nasional, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LON-LIPI). hal. 115-147.
- Nontji A. 1987. Laut Nusantara. Jakarta. Penerbit Djambatan. 367 hal.
- Nontji A. 2008. Plankton Laut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Press. Jakarta. 331 hal.
- Nugraha B dan Rahmat E. 2008. Status Perikanan Huhate (*Pole and Line*) di Bitung Sulawesi Utara. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 14(3): 311-318.

- Nugroho D. 2006. Kondisi Trend Biomassa Ikan Layang (*Decapterus spp.*) di Laut Jawa dan Sekitarnya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 12(3):167-174.
- Nurhakim S, Sadhotomo B and Potier M. 1995. Composite Model on Small Pelagic Resources. Di dalam: Potier dan Nurhakim S (Scientific editors). Biodynex. Biology, Dynamics, Exploitation of the Small Pelagic Fishes in the Java Sea. *PELFISH project*. Jakarta. p 145-153.
- Nurhakim S, Nikijuluw VP, Nugroho D dan Prisantoso BI. 2007. WPP (Wilayah Pengelolaan Perikanan). Status Perikanan Menurut Wilayah Pengelolaan. Informasi Dasar Pemanfaatan Berkelanjutan. Buku 2. Jakarta. Pusat Riset Perikanan Tangkap, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan. 47 hal.
- Nybakken JW. 1982. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. Eidman M, Koesoebiono, Bengen DG, Hutomo, M, Sukardjo S, penerjemah. Jakarta PT. Gramedia. Terjemahan dari: Marine Biology: An Ecological Approach. 459 hal.
- Odum EP. 1994. Dasar-Dasar Ekologi. Ed ke-8. Samingan T, Penerjemah; Srigandono B, editor. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: Fundamentals Of Ecology. Ed ke-3. 697 hal.
- O'Reilly JE, Maritorea S, Mitchell BG, Siegel DA, Carder KL, Garver SA, Kahru M and McClain C. 1998, Ocean Color Algorithms for SeaWiFS. *J. Geophys. Res.*, 103: 24,937-24,953.
- Palacios DM, Bograd SJ, Foley DG and Schwing FB. 2006. Oceanographic Characteristics of Biological Hot Spots in the North Pacific: A Remote Sensing Perspective. *Deep-Sea Research II*. 53:250-269
- Panggabean D. 2011. Analisis Swimming Layers dan Sebaran Densitas Ikan Pelagis Kecil di Selat Makassar dengan Pendekatan Hidroakustik [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 80 hal.
- Parsons TR, Maita Y and Lalli CM. 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press, Oxford, 173 pp.
- Pasaribu RA, 2013. Potensi dan Pemanfaatan Citra Satelit Memantau Dinamika Massa Air Permukaan di Selat Makassar [Tesis]. Bogor, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 56 hal.
- Pedrosa-Gerasmio IR, Agmata AB and Santos MD. 2015. Genetic Diversity, Population Genetic Structure and Demographic History of *Auxis thazard* (Perciformes), *Selar crumenophthalmus* (Perciformes), *Rastrelliger kanagurta* (Perciformes) and *Sardinella lemuru* (Clupeiformes) in Sulu-Celebes Sea by Mitochondrial DNA Sequences. *Fisheries Research*. 162:64-74.
- Petit D, Gerlotto F and Petitgas P. 1995. Data Stratification and Pelagic Fish Density Evaluation in the Java Sea. *Fourth Asian Fisheries Forum*, 1995 October 16-20. Beijing: 5p.
- Pet-Soede C, Machiels MAM, Stam MA and van Densen WLT. 1999. Trends in an Indonesian coastal fishery based on catch and effort statistics and implications for perception of the state of the stocks by fisheries officials. *Fish. Res.* 42: 41-56.
- Prasetyo AP dan Suwarso. 2010. Produktifitas Primer dan Kelimpahan Ikan Layang (*Decapterus spp*) Hubungannya dengan Fenomena ENSO di Selat Makassar Bagian Selatan. *Marine Fisheries Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Laut*. 1(2).

- Prawirowardoyo S. 1996. Meteorologi. (ID). Penerbit ITB. Bandung.
- Priatna A dan Natsir M. 2007. Distribusi Kepadatan Ikan Pelagis di Perairan Pantai Utara Jawa Bagian Timur, Pulau-Pulau Sunda dan Laut Flores. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 13(3): 223-232.
- Purba M. 2009. Dynamics of south Java-Sumbawa waters during south east monsoon. International Symposium of Marine Science, Technology and Policy. *World Ocean Conference*. Manado, 12-14 Mei 2009.
- Purwanto. 1990. Bioekonomi Perubahan Teknologi Penangkapan Ikan. *Oseana*, vol. XV(3): 115-26.
- Putra E, Gaol JL dan Siregar VP. 2012. Hubungan Konsentrasi Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut dengan hasil Tangkapan Ikan Pelagis Utama di Perairan Laut Jawa dari Citra Satelit MODIS. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. Vol. 3. No. 2 Nov 2012: hal 1-10.
- Qiu, B, Chen S and Schneider N. 2017. Dynamical links between the decadal variability of the Oyashio and Kuroshio Extensions. *Journal of Climate* 30: 9591-9605.
- Qiu Y, Wang Y and Chen Z. 2008. Run-off and Monsoon-driven Variability of Fish Production in East China Seas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 77:23-34.
- Qiu Y, Lin Z and Wang Y. 2010. Responses of Fish Production to Fishing and Climate Variability in Northern South China Sea. *Progress in Oceanography*. 85:197-212.
- Qu T, Du Y, Strachan J, Meyer GS and Slingo J. 2005. Sea Surface Temperature And Its Variability In The Indonesian Region Sea Surface Temperature And Its Variability In The Indonesian Region. *Journal Oceanography* Vol. 18, No. 4. Page 51-61.
- Rasyid A, Nurjannah N, Iqbal B dan Hatta M. 2014. Karakteristik oseanografi perairan Makassar terkait zona penangkapan ikan pelagis kecil pada musim timur. *Jurnal IPTEKS PSP*, Vol. 1 (1): 69-80.
- Ridha U, Muskananfolo MR dan Hartoko A. 2013. Analisa sebaran tangkapan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) berdasarkan data satelit suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Selat Bali. *Diponegoro Journal of Maquares*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang. 2(4): 53-60.
- Rizkawati R. 2009. Pengaruh suhu permukaan laut terhadap hasil tangkapan ikan tenggiri di perairan Indramayu, Jawa Barat [Skripsi]. Bogor, Institut Pertanian Bogor. 65 hal.
- Robinson IS. 1985. Satellite Oceanography: An Introduction for Oceanographers and Remote Sensing Scientist. Ellis Harvard Limied, Chicester, England. 59p.
- Robinson IS. 2010. Discovering the Ocean from space : the Unique applications of satellite oceanography. Chicester: Springer.
- Rochman F, Pranowo WS and Jatmiko I. 2016. The Influence of Swimming Layer and Sub-Surface Oceanographic Variables on Catch of Albacore (*Thunnus alalunga*) in Eastern Indian Ocean. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 22(2): 69-76.
- Romimohtarto K dan Juwana S. 1998. Plankton Larva Hewan Laut. Pusat Penelitian Oseanografi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 205 hal.
- Rosdiana A, Prartono T, Atmadipoera AS and Zuraida R. 2017. Nutrient and chlorophyll-a distribution in Makassar Upwelling Region: From MAJAFLOX

CRUISE 2015. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 54 (2017) 012087. 10p.

Rounsefell GA. 1975. Ecology, Utilization, and Management of Marine Fisheries. United States. The C.V. Mosby Company. 516p.

Sadhotomo B. 1991. Dampak Perkembangan Upaya Penangkapan Pukat Cincin Besar Terhadap Produktivitas Perikanan Pelagis Kecil di Laut Jawa. *Laporan Penelitian Perikanan Laut* No.63: 73-81.

Sadhotomo B and Durrand JR. 1996. General Features of Java Sea Ecology. Di dalam: *Seminar Akustikan 2*. Bandung, Indonesia (ID).

Sadhotomo B dan Nurhakim S. 2000. Keterkaitan Faktor Oseanografi dengan Sumberdaya Ikan Pelagis. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 6 (3-4): 1-8.

Setiawan AN, Yayat D dan Noir PP. 2013. Variasi Sebaran Suhu dan Klorofil-a Akibat Arlindo terhadap Distribusi Ikan Cakalang di Selat Lombok. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Bandung. *Depik*. 2(2): 58-69.

Shulman GE and Love RM. 1999. *The Biochemical Ecology of Marine Fishes, Advances in Marine Biology*. San Diego: Acad. Press, vol. 36. 351 pp.

Siregar S, Barus TA dan Harahap ZA. 2016. Analisis konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut menggunakan data satelit Aqua-MODIS serta hubungannya dengan hasil tangkapan ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*) di Selat Malaka. *Jurnal Aquacoastmar*. 11(1): 37-48.

Siregar VP and Pasaribu BP. 1997. Detection of Fish Stock and Distribution using Satellite Remote Sensing and Hydroacoustic Techniques. *Proceeding of Acoustics seminar*. AKUSTIKAN 2. EEC-CRIFI-ORSTOM. p265-274.

Subani W dan Barus HR. 1988. Alat Penangkapan Ikan dan Udang Laut di Indonesia. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* No. 50 edisi khusus. 248 hal.

Sundermeyer MA, Rothschild BJ and Robinson AR. 2005. Using Commercial Landings Data to Identify Environmental Correlates With Distributions of Fish Stocks. *Fish. Oceanogr.* 14(1): 47-63.

Suryandari A. 2012. Komposisi Kelimpahan dan Distribusi Larva Ikan pada Estuaria Pelawangan Timur Segara Anakan Cilacap. [Tesis]. Bogor, Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 80 hal.

Suwarso, Atmaja SB dan Wahyono M. 1987. Perkembangan Komposisi Ikan Layang (*Decapterus spp.*) dari Hasil Tangkapan Pukat Cincin Menurut Daerah Penangkapan di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*. 38.

Suwarso dan Hariati T. 2003. Biologi dan Ekologi Ikan Pelagis Kecil di Pantai Utara Jawa Barat dan Selat Sunda. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 9 (7): 29-36.

Syahdan M. 2015. Pola Spasial dan Variabilitas Temporal Data Satelit Multisensor Hubungannya dengan Distribusi Ikan Pelagis Kecil di Selat Makassar-Laut Jawa [Disertasi]. Bogor, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 111 hal.

Syahdan M, Atmadipoera AS, Susilo SB and Gaol JL. 2015. Variability of Surface Chlorophyll-a in the Makassar Strait - Java Sea, Indonesia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research* (2014) Volume 14, No 2, pp 103-116.

- Sugiarta. 2011. Rencana Strategis Indonesia Global Observing System (INAGOOS). Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Sudjastani T. 1978. Perhitungan Stok Sumberdaya Perikanan di Laut Jawa Berdasarkan Data Statistik Regional. *Simp. Modern Perik. Rakyat*. 27-30 Juni 1978. LPPL Jakarta.
- Utama FG, Atmadipoera AS, Purba M, Sudjono EH and Zuraida R. 2017. Analysis of upwelling event in Southern Makassar Strait. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 54 (2017) 012085. 9 p.
- Valiela I. 1984. Marine Ecological Processes. Springer-Verlag. New York. USA.
- Wahyuni BG. 2008. Pengembangan Teknologi Penangkapan Ikan Tepat Guna untuk Sumberdaya Ikan Pelagis di Kota Sorong [Tesis]. Bogor, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Walton CC, Pichel WG, Sapper FJ and May DA. 1998. The Development and Operational Application of Nonlinear Algorithms for the Measurement of Sea Surface temperatures with NOAA Polar-Orbiting Environmental Satellites. *J. Geophys. Res.*, 103 : 27,999-28,012.
- Wangi DAP, Sunardi dan Rahman MA. 2019. Pendugaan Daerah Potensi Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Berdasarkan Parameter Oseanografi di Perairan Selat Makassar. *Journal of Fisheries and Marine Research* Vol.3 No.1 (2019) 86-92.
- Webster PJ. 1987. The Elementary Monsoon. Di dalam: Fein JS, Sthephens PL, editor. *Monsoons*. New York (US):3-32.
- Widodo J. 1986. Surplus Production Models and Analysis of Exploited Population in Fisheries. *Oseana* 3: 119-130.
- Widodo J. 1988. Dynamic Pool Analysis of the “Ikan Layang” (*Decapterus spp.*) Fishery in the Java Sea. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*. 47:39-58.
- Widodo J. 1989. Prinsip Dasar Hidroakustik Perikanan. *Jurnal Oseana*. 14 (3): 81-92.
- Widodo J. 1997. Review of The Small Pelagic Fisheries of Indonesia. Di dalam: Devaraj M, Martosubroto P, editor. Small Pelagic Resources and Their Fisheries in The Asia-Pacific region. Proceeding of The APFIC Working Party on Marine Fisheries, First Session, 13-16 May 1997, Bangkok, Thailand. RAP Publication 1997/31. p199-226.
- Widodo J, Sumadhiharga OK dan Djamali A. 2001. Pengkajian Sumberdaya Perikanan Laut (*Fisheries Stock Assessment*) Di dalam: Asikin D, Sumadhiharga OK, Sumiono B, Sulistijo, editor. Penuntun Pengkajian Stok Sumberdaya ikan Perairan Indonesia. Jakarta. Proyek riset dan Eksplorasi Sumberdaya Laut. Pusat Riset Perikanan Tangkap- Badan Riset Kelautan dan Perikanan (BRKP)-DKP dan Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. hal. 1-20.
- Widodo J. 2001a. Model-Model Surplus untuk Mengestimasi Hasil Tangkapan Maksimum Lestari (*Maximum Sustainable Yield, MSY*). Di dalam: Asikin D, Ono KS, Bambang S, Sulistijo, editor. Penuntun Pengkajian Stok Sumberdaya Ikan Perairan Indonesia. Jakarta. Proyek Riset dan Eksplorasi Sumberdaya Laut, Pusat Riset Perikanan Tangkap-Badan Riset Kelautan dan Perikanan (BRKP)-DKP dan Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. hal 49-61.
- Widodo J dan Suadi. 2006. Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Laut. Yogyakarta Gadjah Mada University Press. 252 hal.

- Wyrтки K. 1961. Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters, *Naga Report Vol.2*. California (US): The University of California. 195p.
- Yahya MA, Jaya I, Kaswadi RF dan Hanggono A. 2001. Hubungan Karakteristik Laut Dengan Hasil Tangkapan Ikan Terbang (*Cypselurus spp*) di Selat Makassar. *MARITEK* vol. 1(1): 29-46.
- Yunita NF and Zikra M. 2017. Variability of Sea Surface Temperature in Indonesia Based on Aqua Modis Satellite Data. *IPTEK, Journal of Engineering*, Vol. 3, No. 3, 2017.
- Zainuddin M, Kiyofuji H, Saitoh K and Saitoh S. 2006. Using Multi-sensor Satellite Remote Sensing and Catch Data to Detect Ocean Hot Spots for Albacore (*Thunnus alalunga*) in the Northwestern North Pacific. *Deep-Sea Res. II*, 53: 419-431.
- Zainuddin M, Safruddin, Farhum SA, Nelwan A, Selamat MA, Hidayat S dan Sudirman. 2014. Karakteristik daerah potensial penangkapan Ikan Cakalang di Teluk Bone-Laut Flores berdasarkan data satelit suhu permukaan laut dan klorofil-a pada periode Januari-Juni 2014. *Jurnal IPTEKS PSP*, Vol.2 (3): 228-237.
- Zamroni A, Suwarso dan Mukhlis NA. 2008. Biologi Reproduksi dan Genetik Populasi Ikan Kembung (*Rastrelliger brachysoma*, Family Scombridae) di Pantai Utara Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 14(2):137-225.
- Zamroni A dan Suwarso. 2009. Perkembangan Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di Sekitar Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 15(4): 307-312.
- Zarochman F dan Nasrudin S. 1996. Klasifikasi Alat Penangkap Ikan yang Disesuaikan Untuk Perairan Indonesia. Ed ke-2. Semarang. Bagian Proyek Pengembangan Teknologi Penangkapan Ikan. Balai Pengembangan dan Penangkapan Ikan. 49 hal.
- Zen M. 2006. Pengkajian Zona Potensial Penangkapan Ikan Kembung (*Rastrelliger spp.*) di Kabupaten Asahan, Sumatera Utara [Tesis]. Bogor, Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.

RIWAYAT HIDUP



'Aku bersyukur kepada-Mu karena kejadianku dahsyat dan ajaib!' (Mazmur 139:14a). Penulis lahir pada tengah hari bolong Sabtu 20 November 1976 di Tembilahan, Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau. Penulis anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan keluarga M. Panggabean dan R. M. Lumban Tobing, S.Pd (†).

Mulai pendidikan tahun 1983-1989 di SD Negeri 02 Tembilahan, 1989-1992 di SMP Negeri 1 Tembilahan, dan 1992-1995 di SMA Negeri 1 Tembilahan.

Pada tahun 1995, 1996 dan 1997 diutus Provinsi Riau ke Akademi Militer (AKMIL) Magelang sebagai Calon Taruna AKABRI, namun 3 kali gagal di Pantukhir. Pada tahun 1995 beruntung penulis masih sempat mengikuti Ujian Masuk Perguruan Tinggi Negeri (UMPTN), diterima di program studi Ilmu Kelautan Universitas Riau. Penulis menyelesaikan studi pada 29 Januari 2002 dengan judul Skripsi "Struktur Komunitas Mangrove di Kecamatan Khairiah Mandah Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau".

Agustus 2002 penulis melanjutkan studi Magister dengan biaya pribadi pada program studi Teknologi Kelautan Pascasarjana IPB. Selama menempuh pendidikan, penulis aktif menulis pada beberapa surat kabar nasional dan jurnal nasional, serta aktif dalam kegiatan dan riset survei pada sektor kelautan dan perikanan di Indonesia. Oktober 2003 sebagai peneliti akustik, penulis mengikuti ekspedisi *Census of Marine Life* di Selat Makassar yang dilaksanakan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI). Desember 2003-Januari 2004 sebagai peneliti akustik, mengikuti ekspedisi *International Nusantara Stratification AND Transport* (INSTANT) di Selat Makassar, Selat Lombok, Selat Ombai dan Laut Timor, yang diprakarsai oleh 6 lembaga riset kelautan dari 5 negara (BRKP-Indonesia, LDEO-USA, SIO-USA, CSIRO-Australia, LODYC-Perancis dan NIOZ-Belanda) untuk mengetahui serta mempelajari aliran massa air dari Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia yang melintasi perairan Indonesia. Penulis menyelesaikan studi dan meraih gelar Master pada 14 Februari 2011 dengan judul Tesis "Analisis *Swimming Layers* dan Distribusi Densitas Ikan Pelagis Kecil di Perairan Selat Makassar dengan Pendekatan Hidroakustik".

Juli 2013 menikah dengan Erina Nelly Sitorus, S.Pi, M.Si, dan pada Agustus 2013 melanjutkan studi Doktorat dengan biaya pribadi pada program studi Teknologi Kelautan Pascasarjana IPB, namun baru setahun berjalan penulis tidak melanjutkan karena satu dan lain hal. Agustus 2014 penulis mendaftar kembali dan diterima pada program studi Teknologi Perikanan Laut Pascasarjana IPB. Pada 26 Mei 2014 penulis membentuk Sustainable Fisheries Center Indonesia, dan 20 Mei 2015 membentuk Agro Garuda Sakti Jaya. Agustus 2015 sebagai peneliti akustik, penulis mengikuti ekspedisi *JMF Triangle Seas Experiment*: Riset Dinamika Laut sebagai Landasan Pengembangan dan Kejayaan Kelautan Indonesia di Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Flores yang dilaksanakan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL) Kementerian ESDM. Judul Disertasi "Dinamika Daerah Penangkapan Ikan: Kasus Perikanan Pelagis Kecil di Laut Jawa-Selat Makassar-Laut Flores" penulis ajukan untuk memperoleh gelar Doktor. Bagian dari Disertasi ini diajukan untuk publikasi jurnal nasional dan internasional. Artikel "Distribusi Ikan Pelagis Kecil di Perairan *JMF Triangle*: Hubungannya dengan Kondisi Lingkungan (SPL dan Klorofil-a) masih proses review di Jurnal Saintek Perikanan (*Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*) Universitas Diponegoro, dan artikel "Variability of Sea Surface Temperature and Chlorophyll-a Concentration in the *JMF Triangle Waters* (Java Sea-Makassar Strait-Flores Sea), Indonesia" masih proses review di *International Journal of Science: Basic and Applied Research*. Penulis menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Doktor pada 16 Januari 2020.

Photo: Penulis dengan kaos hitam Led Zeppelin, berlayar dari Larantuka ke Lembata. 11 Mei 2019