

# DAERAH PENANGKAPAN IKAN

## Perencanaan, Degradasi, dan Pengelolaan



Prof Dr Ir Domu Simbolon, MSi

# DAERAH PENANGKAPAN IKAN

## Perencanaan, Degradasi, dan Pengelolaan

---

---

Zona potensial penangkapan ikan, sistem informasi daerah penangkapan ikan sebagai solusi dalam perencanaan operasi penangkapan ikan, hingga konsep pengelolaan dan strategi untuk mereduksi degradasi daerah penangkapan ikan



# DAERAH PENANGKAPAN IKAN

Perencanaan, Degradasi, dan Pengelolaan

---

---

**Domu Simbolon**



**Penerbit IPB Press**  
Jalan Taman Kencana No. 3  
Bogor - Indonesia

**C.1/11.2019**

**Judul Buku:**

Daerah Penangkapan Ikan: Perencanaan, Degradasi, dan Pengelolaan

**Penulis:**

Domu Simbolon

**Editor:**

Bayu Nugraha

**Desain Sampul:**

Angeline Claudia

**Penata Isi:**

Alfyandi

**Korektor:**

Wudianto

**Jumlah Halaman:**

246 + 20 halaman romawi

**Edisi/Cetakan:**

Cetakan 1, November 2019

**PT Penerbit IPB Press**

Anggota IKAPI

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: penerbit.ipbpress@gmail.com

www.ipbpress.com

ISBN: 978-602-440-915-9

Dicetak oleh Percetakan IPB, Bogor - Indonesia

Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2019, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh

isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit

# Prakata

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan atas segala kasihNya, hingga buku yang berjudul “Daerah Penangkapan Ikan: Perencanaan, Degradasi, dan Pengelolaan” ini dapat dirampungkan dan diterbitkan.

Penulis merasa tertantang untuk mewujudkan penulisan buku ini karena terdapat indikasi kegagalan perikanan dalam meningkatkan efisiensi operasi penangkapan, dan maraknya degradasi daerah penangkapan ikan dewasa ini. Paradigma baru tentang zona potensial penangkapan ikan dan sistem informasi daerah penangkapan ikan yang ditawarkan menjadi rujukan dalam perencanaan operasi penangkapan ikan. Konsep pengelolaan daerah penangkapan ikan dalam tulisan ini dimaksudkan untuk mencegah degradasi daerah penangkapan ikan sebagai akibat adanya *over exploitation*, *growth overfishing*, *recruitment overfishing*, dan pencemaran. Strategi kebijakan yang direkomendasikan cukup relevan untuk mencegah praktik *destructive fishing*, pencemaran, dominasi tangkapan kategori *illegal size*, dan pertumbuhan jumlah unit penangkapan ikan yang tidak terkendali.

Apresiasi dan rasa terima kasih dihaturkan kepada istri dan putri-putri tersayang atas doa, kasih sayang, dan pengertiannya sehingga Penulis dapat lebih fokus dalam menyelesaikan buku ini. Terima kasih juga disampaikan kepada teman sejawat dosen di Departemen PSP-FPIK-IPB dan Prof Dr Wudianto atas segala dukungan, motivasi, dan saran yang diberikan kepada Penulis.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, Penulis menyampaikan rasa terima kasih apabila ada masukan dan kritikan yang konstruktif dari para pembaca yang budiman sehingga kelemahan pada buku ini dapat diperbaiki pada masa yang akan datang. Akhir kata, Penulis berharap agar buku ini dapat memberi manfaat kepada pembacanya, dan sekaligus dapat menginspirasi penulis lainnya untuk membagikan pengetahuannya melalui tulisan yang lebih kreatif.



# Pengantar Penulis

Usaha penangkapan ikan dewasa ini masih menerapkan “sistem berburu” dalam operasi penangkapan ikan karena keterbatasan dan ketidakakuratan informasi daerah penangkapan ikan. Usaha penangkapan juga cenderung hanya berorientasi pada aspek finansial atau komersial semata dalam pemanfaatan sumberdaya ikan sehingga menimbulkan degradasi daerah penangkapan ikan. Sebagai konsekuensi logisnya, produktivitas tangkapan rendah dan usaha penangkapan kurang efisiensi, bahkan dapat mengancam kelestarian sumberdaya ikan dan berlanjutan usaha perikanan tangkap.

Buku ini merupakan hasil elaborasi dari berbagai penelitian yang dilakukan oleh Penulis, baik yang dilakukan sendiri maupun bersama-sama (berkolaborasi) dengan para kolega peneliti lain, serta diperkaya oleh referensi yang diterbitkan orang lain, namun masih sangat relevan dengan topik tulisan ini. Pada Bab 1 dijelaskan betapa pentingnya informasi daerah penangkapan ikan dalam mengatasi kegagalan usaha penangkapan ikan dalam meningkatkan efisiensi operasi penangkapan ikan dan produktivitas tangkapan. Pada bagian ini juga, disajikan formulasi permasalahan secara umum hingga perumusan suatu *novelty* (kebaruan) yang diperoleh dari tulisan ini.

Bab 2 menjelaskan berbagai konsep teori tentang keberadaan dan penyebaran ikan di laut dalam kaitannya dengan kondisi parameter oseanografi yang bersifat dinamis. Selanjutnya pada Bab 3, disajikan berbagai hasil penelitian terkait dengan pendugaan daerah penangkapan ikan. Hal ini dimaksudkan untuk membuktikan konsep teoritis bahwa keberadaan dan penyebaran ikan sangat dipengaruhi oleh variabilitas parameter oseanografi sehingga menyebabkan karakteristik daerah penangkapan ikan menjadi sangat dinamis.





Bab 4 menjelaskan berbagai pengalaman penelitian dan pemikiran Penulis yang berkaitan dengan sumber dan proses terjadinya degradasi daerah penangkapan ikan. Pada bagian ini, Penulis menyampaikan berbagai gagasan pemikiran bahwa cara berpikir para *stakeholders* dalam pemanfaatan sumberdaya ikan sebanyak-banyaknya perlu direformasi karena hasil tangkapan ikan sering kali didominasi oleh kategori tidak layak tangkap secara biologis (*illegal size*) sehingga berpeluang besar menyebabkan degradasi daerah penangkapan ikan. Oleh karena itu, Penulis merekomendasikan paradigma baru dalam menentukan Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI) yang lebih mengutamakan kualitas hasil tangkapan berupa ikan kategori layak tangkap secara biologis (*legal size*).

Pada Bab 5, Penulis mencoba mengelaborasi seluruh isi Bab 2, 3, dan 4 untuk menformulasikan suatu konsep pengelolaan daerah penangkapan ikan yang berbasis ekosistem atau *Ecosystem Approach Fishing Ground Management* (EAFGM). Fokus upaya pengelolaan tersebut adalah untuk perencanaan operasi penangkapan ikan melalui pendugaan ZPPI, pengembangan sistem informasi daerah penangkapan ikan, dan pencegahan terjadinya degradasi ZPPI. Kebaruan atau *novelty* yang dihasilkan dari tulisan ini, yaitu 1) paradigma baru tentang kriteria zona potensial penangkapan ikan yang berorientasi pada keberlanjutan perikanan dan pencegahan degradasi daerah penangkapan ikan; dan 2) pola pengelolaan ZPPI berbasis tiga pilar utama ZPPI, yaitu aspek biologi sumberdaya ikan, lingkungan perairan, dan teknologi penangkapan ikan.

Pada akhirnya, Penulis sangat berharap semoga isi buku ini dapat bermanfaat untuk meningkatkan pemahaman para pembacanya akan pentingnya daerah penangkapan ikan dikelola secara bijaksana dalam rangka mewujudkan perikanan tangkap yang tangguh dan berkelanjutan. Selain itu, buku ini juga diharapkan dapat memperkaya referensi bagi perkembangan ilmu pengetahuan tentang daerah penangkapan ikan yang masih sangat minim di Indonesia.

Bogor, Oktober 2019

**Prof Dr Ir Domu Simbolon (IPB Bogor)**

# Daftar Isi

Prakata.....	v
Pengantar Penulis.....	vii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Gambar .....	xv
<b>Bab 1 Urgensi Daerah Penangkapan Ikan dalam Perencanaan Operasi Penangkapan Ikan .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	8
1.4 Kerangka Pemikiran .....	9
1.5 Metode .....	11
1.6 <i>Novelty</i> .....	12
<b>Bab 2 Keberadaan dan Penyebaran Ikan Kaitannya dengan Parameter Oseanografi .....</b>	<b>15</b>
2.1 Latar Belakang .....	15
2.2 Formulasi Masalah.....	18
2.3 Tujuan .....	18
2.4 Metode .....	19
2.5 Keberadaan dan Penyebaran Ikan Kaitannya dengan Suhu Perairan .....	19
2.5.1 Deskripsi suhu perairan .....	19
2.5.2 Proses terbentuknya daerah penangkapan ikan.....	24



## **Daerah Penangkapan Ikan** Perencanaan, Degradasi, dan Pengelolaan

2.6	Penyebaran Ikan Kaitannya dengan Salinitas .....	29
2.6.1	Deskripsi salinitas .....	29
2.6.2	Proses terbentuknya daerah penangkapan ikan.....	33
2.7	Penyebaran Ikan Kaitannya dengan Pasang Surut.....	36
2.8	Penyebaran Ikan Kaitannya dengan Gelombang.....	38
2.8.1	Deskripsi gelombang.....	38
2.8.2	Proses terbentuknya daerah penangkapan ikan.....	43
2.9	Penyebaran Ikan Kaitannya dengan Arus .....	45
2.9.1	Deskripsi arus.....	45
2.9.2	Proses terbentuknya daerah penangkapan ikan.....	50
2.10	Penyebaran Ikan Kaitannya dengan Klorofil dan Kesuburan Perairan .....	54
2.10.1	Klorofil dan produktivitas primer .....	54
2.10.2	Proses terbentuknya daerah penangkapan ikan.....	60
Bab 3	Pendugaan Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI).....	65
3.1	Latar Belakang.....	65
3.2	Formulasi Masalah .....	66
3.3	Tujuan .....	67
3.4	Metode .....	67
3.5	Penentuan ZPPI Melalui Analisis Hasil Tangkapan dan Suhu Perairan .....	74
3.6	Penentuan ZPPI Melalui Analisis Hasil Tangkapan dan Klorofil-a.....	86
3.7	Penentuan ZPPI Melalui Analisis Hasil Tangkapan, Suhu, dan Klorofil-a .....	91
3.8	Penentuan ZPPI melalui Analisis Bio-Teknologi dan Bio-Ekologi .....	96



3.9	<i>Upwelling</i> dan <i>Thermal Front</i> Sebagai Indikator Daerah Penangkapan Ikan .....	104
3.9.1	<i>Upwelling</i> (Umbalan) .....	104
3.9.2	<i>Thermal front</i> .....	112
3.10	Pendugaan ZPPI Melalui Indikator <i>Upwelling</i> dan <i>Thermal Front</i> .....	114
Bab 4	Degradasi Daerah Penangkapan Ikan .....	123
4.1	Latar Belakang.....	123
4.2	Formulasi Masalah.....	127
4.3	Tujuan .....	129
4.4	Metode .....	129
4.5	Degradasi Daerah Penangkapan Ikan Akibat Pencemaran .....	130
4.5.1	Degradasi daerah penangkapan ikan akibat pencemaran logam berat merkuri dan sianida .....	133
4.5.2	Degradasi daerah penangkapan ikan akibat limbah logam berat timbal (Pb) dan ferum (Fe).....	138
4.5.3	Degradasi daerah penangkapan ikan akibat limbah aktivitas penambangan nikel .....	143
4.6	Degradasi Daerah Penangkapan Ikan Akibat Aktivitas Penangkapan Ikan .....	146
4.6.1	<i>Destructive fishing</i> .....	146
4.6.2	Overfishing akibat tingkat pemanfaatan daerah penangkapan ikan secara berlebihan di kawasan pantai .....	149
4.6.3	Dominasi tangkapan kategori <i>illegal size</i> akibat penggunaan alat tangkap yang tidak selektif .....	155
4.6.4	Degradasi akibat penggunaan <i>artificial fishing ground</i> .....	159



Bab 5 Pengelolaan Daerah Penangkapan Ikan .....	169
5.1 Latar Belakang .....	169
5.2 Formulasi Masalah .....	170
5.3 Tujuan .....	171
5.4 Metode .....	171
5.5 Karakteristik Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI).....	172
5.6 Pengelolaan Daerah Penangkapan Ikan .....	178
5.6.1 Perencanaan operasi penangkapan melalui pendugaan ZPPI .....	183
5.6.2 Pengembangan sistem informasi daerah penangkapan ikan.....	190
5.6.3 Pencegahan degradasi daerah penangkapan ikan.....	195
Bab 6 Kesimpulan.....	203
Daftar Pustaka .....	209
Glosarium .....	221
Indeks .....	233
Profil Penulis.....	245

# Daftar Tabel

Tabel 1	Komposisi penggunaan radiasi matahari (Wirahadikusumah 1985).....	20
Tabel 2	Penyebaran lapisan renang ikan akibat perubahan suhu terhadap tingkah laku migrasi diurnal ikan .....	28
Tabel 3	Tipe dan karakteristik pasang surut .....	37
Tabel 4	Klasifikasi gelombang berdasarkan kedalaman perairan (CERC 1984) .....	40
Tabel 5	Perbandingan karakteristik antara laut terbuka dan daerah <i>upwelling</i> (Barnabe dan Barnabe 2000).....	56
Tabel 6	Klasifikasi kelas untuk kandungan klorofil-a (Arsjad <i>et al.</i> 2004).....	58
Tabel 7	Contoh penentuan sampel armada penangkapan secara <i>purposive sampling</i> dalam kegiatan eksplorasi ZPPI di berbagai lokasi studi.....	69
Tabel 8	Metode analisis data untuk mengetahui korelasi antara variabel dependen (hasil tangkapan) dengan variabel independen (SPL dan klorofil-a) .....	72
Tabel 9	Kriteria setiap indikator ZPPI, contoh penentuan skor dari kriteria dan bobot dari indikator ZPPI.....	73
Tabel 10	Sebaran SPL dominan dan rata-rata SPL di perairan Sumatera Barat, periode tahun 2001–2003 (Simbolon dan Halim 2006) .....	83
Tabel 11	Penilaian indikator daerah penangkapan ikan lemuru di perairan Muncar dan Selat Bali pada bulan Februari–Maret 2015 (Simbolon <i>et al.</i> 2017).....	96
Tabel 12	Perbandingan <i>thermal front</i> pada Musim Barat dan Musim Peralihan Barat-Timur di perairan Wakatobi.....	120



Tabel 13	Kandungan Hg dan CN pada bagian hati dan daging ikan yang tertangkap dari spot penangkapan ikan di Teluk Kao, Halmahera Utara (Simbolon <i>et al.</i> 2010).....	136
Tabel 14	Bioakumulasi logam berat Pb dan Fe pada sedimen, plankton dan insang cumi-cumi di sekitar area penambangan timah (Febrianto <i>et al.</i> 2015).....	143
Tabel 15	Perbandingan antara nelayan tradisional dengan nelayan industri (dimodifikasi dari Kesteven 1973).....	152
Tabel 16	Komposisi jenis dan ukuran panjang, kategori legal/ <i>illegal size</i> tangkapan <i>purse seine</i> dan pancing ulur di sekitar rumpon di perairan Kabupaten Pacitan (Prayitno <i>et al.</i> 2017).....	164
Tabel 17	Kriteria penilaian ZPPI berdasarkan pilar sumberdaya ikan, teknologi, dan lingkungan perairan .....	184
Tabel 18	Perbandingan antara komponen SIDPI dengan SIG .....	192
Tabel 19	Rekomendasi strategi kebijakan pengelolaan berdasarkan proses terjadinya degradasi daerah penangkapan ikan .....	198

# Daftar Gambar

Gambar 1	Parameter oseanografi yang memengaruhi proses terbentuknya daerah penangkapan ikan secara alamiah.....	3
Gambar 2	Kerangka pemikiran dalam pengelolaan daerah penangkapan ikan .....	11
Gambar 3	Faktor-faktor yang memengaruhi keberadaan dan jumlah stok ikan di perairan.....	16
Gambar 4	Ilustrasi penurunan suhu secara eksponensial: (A) dan stratifikasi suhu (B) seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan .....	22
Gambar 5	Ilustrasi perbandingan suhu perairan secara horizontal dan vertikal di kawasan tropis, lintang, dan kutub .....	24
Gambar 6	Proses terbentuknya daerah penangkapan ikan secara alamiah akibat pengaruh suhu terhadap penyebaran dan kelimpahan ikan .....	27
Gambar 7	Ilustrasi stratifikasi salinitas secara vertikal.....	30
Gambar 8	Proses perubahan salinitas pada Musim Barat (atas) dan Musim Timur (bawah) di perairan Indonesia .....	32
Gambar 9	Proses terbentuknya daerah penangkapan ikan secara alamiah akibat pengaruh salinitas terhadap kelimpahan ikan .....	35
Gambar 10	Deskripsi umum gelombang laut .....	39
Gambar 11	Ilustrasi perbedaan tipe gelombang pecah yang terdiri atas <i>spilling</i> , <i>plunging</i> , dan <i>surgin breakers</i> (Sumber: CERC 1984, dimodifikasi).....	42
Gambar 12	Fenomena <i>long shore current</i> (A) dan <i>rip current</i> (B) dalam sistem arus pantai .....	43
Gambar 13	Perubahan arah arus akibat pengaruh posisi matahari dan tekanan udara (arah tiupan Angin Muson) .....	47





Gambar 14	Jalur ARLINDO (dimodifikasi dari Gordon 2005) .....	49
Gambar 15	Pengaruh arus terhadap parameter oseanografi lain, dan proses terbentuknya daerah penangkapan ikan .....	51
Gambar 16	Proses terjadinya <i>upwelling</i> dan zona potensial penangkapan ikan tuna di Laut Flores dan Laut Banda akibat ARLINDO (Gordon 2005) .....	52
Gambar 17	Jejaring makanan yang dimulai dari fitoplankton hingga karnivor-3 .....	60
Gambar 18	Piramida makanan .....	61
Gambar 19	Hubungan antara SPL dengan jumlah tangkapan ikan tongkol di perairan Pameungpeuk (A) dan Palabuhanratu (B) (Simbolon 2009) .....	76
Gambar 20	Dinamika ZPPI tongkol di perairan Pameungpeuk, Juli–September 2004 (Simbolon 2007) .....	77
Gambar 21	Penyebaran ZPPI tongkol di Teluk Palabuhanratu, Agustus–September 2005 (Simbolon 2009) .....	78
Gambar 22	Hubungan antara SPL dengan jumlah tangkapan (A) dan hubungan antara SPL dengan ukuran panjang tongkol (B) di perairan Binuangeun (Simbolon 2009a) .....	79
Gambar 23	Hubungan antara SPL dengan tangkapan kembang lelaki (A) dan kembang perempuan (B) di perairan Asahan, tahun 2000–2004 (Zen <i>et al.</i> 2006) .....	80
Gambar 24	SPL optimum untuk penangkapan ikan kembang lelaki (A) dan kembang perempuan (B) (Zen <i>et al.</i> 2006) .....	81
Gambar 25	Penyebaran ZPPI kembang di perairan Asahan, Mei–Juni 2005 (Zen <i>et al.</i> 2006) .....	82
Gambar 26	Hubungan antara SPL dengan jumlah tangkapan (A) dan hubungan antara SPL dengan ukuran panjang cakalang (B) di Teluk Palabuhanratu (Simbolon dan Limbong 2012) .....	84
Gambar 27	Penyebaran ZPPI cakalang di Teluk Palabuhanratu, Agustus–Oktober 2007 (Simbolon dan Limbong 2012) .....	85



- Gambar 28 Fluktuasi kandungan klorofil-a dan jumlah tangkapan tongkol (A), dan korelasi silang antara klorofil-a dengan jumlah tangkapan tongkol (B) di Teluk Palabuhanratu, Maret–Mei 2007 (Simbolon dan Satriyanson 2009) ..... 87
- Gambar 29 Penyebaran ZPPI tongkol di perairan Palabuhanratu, Maret–Mei 2007 (Simbolon dan Satriyanson 2009) ..... 88
- Gambar 30 Keterkaitan antara konsentrasi klorofil-a dan CPUE cakalang di perairan Binuangeun (Simbolon 2009)..... 89
- Gambar 31 Penyebaran ZPPI cakalang di perairan Binuangeun (Simbolon 2009)..... 90
- Gambar 32 Sebaran ZPPI cakalang di perairan Mentawai (Simbolon (2017), diolah dari Simbolon dan Halim (2006)) ..... 92
- Gambar 33 Sebaran ZPPI cakalang di perairan bagian timur Sulawesi Tenggara, Maret–Juni 2004 (Syahdan *et al.* 2007) ..... 93
- Gambar 34 Sebaran spasial ZPPI lemuru di perairan Muncar dan Selat Bali berdasarkan analisis suhu, salinitas, produktivitas tangkapan, dan ukuran ikan pada bulan Februari–Maret 2015 (Simbolon *et al.* 2007)..... 94
- Gambar 35 Sebaran spasial ZPPI bagi alat tangkap rawai dan *gillnet* di Perairan Enggano berdasarkan analisis produktivitas (A), jumlah spesies hasil tangkapan (B), dan ukuran ikan (C) (Wulandari *et al.* 2017) ..... 97
- Gambar 36 Alokasi zona pemanfaatan perikanan tradisional (ZPPT) di Karimunjawa sebagai ZPPI menurut jenis alat tangkap (Simbolon *et al.* 2016) ..... 101
- Gambar 37 Bobot kriteria dan bobot alternatif dalam penentuan kesesuaian alat tangkap yang dapat dioperasikan di kedalaman  $\leq 50$  m di ZPT Misool, Raja Ampat (Sala *et al.* 2018) ..... 103
- Gambar 38 Bobot kriteria dan bobot alternatif dalam penentuan kesesuaian alat tangkap yang dapat dioperasikan di kedalaman  $> 50$  m di ZPT Misool, Raja Ampat (Sala *et al.* 2018) ..... 103



Gambar 39	Proses terjadinya <i>coastal upwelling</i> .....	105
Gambar 40	Proses terjadinya <i>upwelling</i> akibat rintangan terhadap arus dalam ( <i>deep current</i> ) .....	106
Gambar 41	Ilustrasi proses terjadinya <i>equatorial upwelling</i> .....	107
Gambar 42	Lokasi <i>upwelling</i> di perairan Indonesia (Nontji 1993) .....	108
Gambar 43	Proses terjadinya <i>upwelling</i> di Selat Makassar (dimodifikasi dari Gordon 2005). .....	109
Gambar 44	Ilustrasi proses terjadinya <i>upwelling</i> di Laut Flores .....	109
Gambar 45	Proses terjadinya <i>upwelling</i> di Laut Banda (Gordon 2005).....	110
Gambar 46	Pola pergerakan massa air, hubungannya dengan anomali tinggi muka laut dan <i>upwelling</i> di belahan bumi utara.....	112
Gambar 47	Pola arus sebagai proses awal terjadinya <i>upwelling</i> (A), sebaran spasial SPL (B), sebaran spasial klorofil-a dan tinggi muka laut (C) pada saat <i>upwelling</i> (Diolah dari Alimina dan Simbolon 2007) .....	116
Gambar 48	<i>Thermal front</i> yang ditandai dengan adanya kantong-kantong air hangat yang dikelilingi oleh massa air yang lebih dingin di sekitarnya (Alimina dan Simbolon 2007).....	117
Gambar 49	<i>Thermal front</i> akibat pertemuan massa air panas dan dingin .....	118
Gambar 50	<i>Thermal front</i> yang terbentuk di sekitar daerah <i>upwelling</i> .....	118
Gambar 51	Kandungan klorofil-a, CPUE madidihang ukuran kecil (A) dan ukuran besar (B) di sekitar <i>upwelling</i> dan thermal front perairan bagian selatan Sulawesi Tenggara (diolah dari Alimina dan Simbolon 2007).....	121
Gambar 52	Batasan zona pesisir dan komponen pembentuk sistem zona pesisir .....	125



Gambar 53	Bagian dari subsistem alam dan subsistem sosial ekonomi .....	125
Gambar 54	Formulasi permasalahan terjadinya degradasi daerah penangkapan ikan .....	128
Gambar 55	Dampak run off pencemaran terhadap aspek teknis, ekologis, sosial, dan ekonomi perikanan tangkap di zona pesisir .....	131
Gambar 56	Rata-rata kandungan Hg (A) dan kandungan CN (B) pada bagian daging ikan yang tertangkap dari Tanjung Taolas dan Akesone, Teluk Kao (Simbolon <i>et al.</i> 2010).....	135
Gambar 57	Kandungan logam berat Pb (atas) dan Fe (bawah) pada air laut di area penambangan timah dan luar area penambangan timah (Febrianto <i>et al.</i> 2015) .....	139
Gambar 58	Kandungan logam berat Pb (atas) dan Fe (bawah) pada sedimen dasar perairan di area penambangan timah dan luar area penambangan timah (Febrianto <i>et al.</i> 2015) .....	141
Gambar 59	Kandungan logam berat Pb (kiri) dan Fe (kanan) pada plankton di area penambangan timah dan luar area penambangan timah (Febrianto <i>et al.</i> 2015) .....	142
Gambar 60	Kandungan Ni rata-rata hasil observasi Nov–Des 2015 (A), dan laporan perusahaan tambang nikel tahun 2013–2015 (B) di perairan Halmahera Timur (Sariato <i>et al.</i> 2016) ....	144
Gambar 61	Nilai MPT rata-rata di perairan Halmahera Timur berdasarkan laporan penambangan nikel (A) dan hasil deteksi satelit Landsat 8 TM (B), tahun 2013–2015 (Sariato <i>et al.</i> 2016).....	145
Gambar 62	Proses terjadinya degradasi daerah penangkapan ikan sebagai akibat ketidakseimbangan ekosistem pantai .....	148



Gambar 63 Hubungan antara total penerimaan, total biaya, rente ekonomi dan *effort* pada berbagai kondisi pengelolaan sumberdaya ikan layang di perairan Kota Ambon (Sangadji *et al.* 2014) ..... 153

Gambar 64 Komposisi kategori legal & *illegal size* untuk tongkol di Palabuhanratu dan Binuangeun (A) dan cakalang di Palabuhanratu (B) (Simbolon 2007) ..... 157

Gambar 65 Sebaran kategori *legal size* dan *illegal size* untuk cakalang di perairan Teluk Bone (Jamal *et al.* 2008) ..... 159

Gambar 66 Proses terbentuknya *artificial fishing ground* dengan rumput ..... 161

Gambar 67 Komposisi tangkapan layang dan tongkol antara kategori legal size dengan illegal size di perairan Kei Kecil, Agustus–Oktober 2007 (Simbolon *et al.* 2011) ..... 163

Gambar 68 Ukuran cakalang pertama kali matang gonad Lm (A), sebaran temporal kategori legal/illegal size di sebelah barat (B) dan selatan (C) perairan Maluku Utara (Karman *et al.* 2016) ..... 165

Gambar 69 Proses terbentuknya *artificial fishing ground* dalam perikanan light fishing..... 166

Gambar 70 Pilar utama ZPPI dan bagian-bagian (turunannya)..... 174

Gambar 71 Faktor-faktor yang memengaruhi dinamika dan degradasi daerah penangkapan ikan ..... 177

Gambar 72 Konsep pengelolaan daerah penangkapan ikan dalam pengembangan perikanan tangkap berkelanjutan (Modifikasi dari Simbolon 2018 dalam Susilo 2018)..... 182

Gambar 73 Konsep pengembangan sistem informasi daerah penangkapan ikan ..... 193

Gambar 74 Kebutuhan data/informasi dalam perencanaan dan pengelolaan ZPPI..... 199

# Daftar Pustaka

- Ahmad F. 2009. Tingkat pencemaran logam berat dalam air laut dan sedimen di perairan Pulau Muna, Kabaena dan Buton, Sulawesi Tenggara. *Makara* 13(2): 117–124.
- Ali M, Mihardja DK, Hadi S. 1994. *Pasang surut laut*. Bandung (ID): Institut Teknologi Bandung.
- Alimina N, Simbolon D. 2007. *Front* dan *upwelling* di perairan selatan Sulawesi Tenggara. *Prosiding: Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan “Pengembangan IPTEK Perikanan dan Kelautan Berkelanjutan dalam Mendukung Pembangunan Nasional”*. Semarang. Hal 23–29.
- Anggraini N. 2003. Hubungan suhu permukaan laut terhadap pola musim penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di perairan Mentawai, Sumatera Barat. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Barnabe G, Barbane R. 2000. *Ecology and Management of Coastal Waters; The Aquatic Environment*. Chichester (UK): Praxis Publishing. 396p.
- Birowo S. 1979. Kemungkinan terjadinya *upwelling* di Laut Flores dan Teluk Bone. *Oseanologi ernabIndonesia* 12: 1–12.
- Brandt VA. 1984. *Fish catching methods of the world*. Farnham-Surrey (UK): FAO Fishing News Books, Ltd.
- Bubun RL, Simbolon D, Nurani TW, Wisudo SH. 2015. Terbentuknya daerah penangkapan ikan dengan *light fishing*. *Jurnal Airaha* 4(1): 27–36.
- Burhanuddin R, Moelyanto M, Sularso, Asakin D. 1984. *Tinjauan mengenai ikan tuna, cakalang dan ikan tongkol*. Jakarta (ID): LON-LIPI. 65 hal.
- Calabrese A, McInnes JR, Nelson DA, Miller JE. 1977. Survival and growth of bivalve larvae under heavy metal stress. *Marine Biology* 41(2): 179–184.
- CERC. 1984. *Shore protection manual volume I. Fourth edition*. Washington (US): US Army Coastal Engineering Research Center.



- Dajan A. 1984. *Pengantar metode statistik, Jilid 1*. Jakarta (ID): LP3ES. 424 hal.
- Darmono. 2001. *Lingkungan hidup dan pencemaran: hubungannya dengan toksikologi senyawa logam*. Jakarta (ID): UI Press. 145 hal.
- Davis RA Jr. 1991. *Oceanography: An introduction to the marine environment*. New Jersey(US): WBC Publisher International Pub.
- DKP [Departemen Kelautan dan Perikanan]. 2006. *Statistik kelautan dan perikanan tahun 2005*. Jakarta(ID): Departemen Kelautan dan Perikanan. 314 hlm.
- Edward. 2008. Pengamatan kandungan merkuri di perairan Teluk Kao (Halmahera) dan perairan Anggai (Pulau Obi) Maluku Utara. *Jurnal Makara Sains* 12(2): 97–101.
- Effendi MI. 1997. *Biologi perikanan*. Yogyakarta (ID): Yayasan Pustaka Nusantara. 112 hal.
- Erlangga. 2007. Efek pencemaran perairan Sungai Kampar di Propinsi Riau terhadap ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 192 hal.
- Everarts JM, Boon JP, Kastoro W, Fischer CV, Razak H, Sumanta I. 1989. Copper, zinc and cadmium in benthic organisms from the Java Sea and estuarine and coastal areas around East Java. *Netherlands Journal of Sea Research* 23(4): 415–426.
- FAO. 1983. *Species identification for fishery purposes*. Food and Agriculture Organization of United Kingdom. 25-33.
- Fauziah, Saleh K, Hadi, Supriyadi F. 2012. Respon perbedaan cahaya intensitas cahaya lampu petromak terhadap hasil tangkapan bagan tancap di perairan Sungsang Sumatera Selatan. *Maspari Journal* 4(2): 215–224.
- Febrianto A, Baskoro MS, Simbolon D, Haluan J. Mustaruddin. 2015. The impact of tin mining activities on squid (*Uroteuthis chinensis*) fishing ground in South Bangka. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)* 23(1): 283–293.
- Gabric AJ, Parslow J. 1989. Effect of physical factor on the vertical distribution of phytoplankton eutrophyc coastal water. *Aus Journal Mar Freshwater Res* 189(40): 559–569.



- Gordon A. 2005. Oceanography of the Indonesian seas and their throughflow. *Oceanography* 18(4): 15–27.
- Gunarso W. 1985. *Tingkah laku ikan dalam hubungannya dengan alat, metode dan taktik penangkapan*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hatta M. 2010. Struktur dan dinamika tropik level di daerah penangkapan perikanan bagan rambo Kabupaten Barru Sulawesi Selatan [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 268 hal.
- Henny C. 2011. Bioakumulasi beberapa logam pada ikan di kolong bekas tambang timah di Pulau Bangka. *Jurnal Limnotek* 18(1): 83–95.
- Hutagalung HP. 1991. *Pencemaran laut oleh logam berat. Dalam: status pencemaran laut di Indonesia dan teknik pemantauannya*. Jakarta (ID): P3O-LIPI. Hal 45–59.
- Ingmanson DE, Wallace WJ. 1973. *Oceanology : an introduction*. Belmont (CA): Wadsworth. 325 hal.
- Jamal M, Sondita MFA, Haluan J, Wiryawan B. 2008. Pemanfaatan data biologi ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dalam rangka pengelolaan perikanan bertanggung jawab di perairan Teluk Bone. *JNI* 14: 107–113.
- Karman A, Martasuganda S, Sondita MFA, Baskoro MS. 2016. Basis biologi cakalang sebagai landasan pengelolaan perikanan berkelanjutan di Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 8(1): 159–173.
- Kennish MJ. 1994. *Practical handbook of marine science. Second edition*. CTC. Press.
- Kepmen LH. 2004. *Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan. Kantor Menteri Negara Kependudukan Lingkungan Hidup 2004. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Kep-51/MENEGLH/2004. Sekretaris Negara, Jakarta*.
- Kesteven GL. 1973. *Manual of fisheries science. Part 1-an introduction to fisheries science*. Rome (IT): FAO Fisheries Technical Paper No. 118. Food and Agriculture Organization of The United Nation.





- King CAM. 1996. *An introduction to oceanography*. New York (US): Mc Graw Hill Book Company, Inc.
- Kumar HD, Hader. 1999. *Global aquatic and atmospheric environment*. 1<sup>st</sup> ed. Berlin (DE): Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 393 p.
- Laevastu T, Hayes ML. 1981. *Fisheries oceanography and ecology*. London (UK): Fishing News Books. 119 p.
- LAPAN. 2003. *Pelatihan remote sensing dan GIS untuk pembangunan daerah*. Jakarta.
- Mann KH, Lazier JRN. 1991. *Dynamics of marine ecosystems. Biological-physical interaction in the ocean. Second edition*. Massachusetts (US): Blackwell Scient Public. 446 p.
- Makridakis S, McGee VE, Wheelwright SC. 1999. *Metode dan aplikasi peramalan. Edisi kedua. Jilid I*. Penerjemah: Andriyanto US, Basith A editor. Jakarta (ID): Penerbit Erlangga. 532 hal.
- Marasabessy MD, Edward, Valenyin FL. 2010. Pemantauan kadar logam berat dalam air laut dan sedimen di perairan Pulau Bacan, Maluku Utara. *Makara Sains* 14(1): 32–38.
- Marizal D, Yales VJ, Henky I. 2012. Aplikasi SIG untuk kesesuaian kawasan budidaya teripang (*Holothuria scabra*) dengan metode *penculture* di Pulau Mantang, Kabupaten Bintan. *Jurnal Penelitian Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan*. Universitas Maritim Raja Ali Haji, Riau.
- Martosubroto P, Naamin N, Malik BBA. 1991. *Potensi dan penyebaran sumberdaya ikan laut di perairan Indonesia*. Jakarta (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI Jakarta.
- Matsumoto WM. 1984. Distribution, relative abundance and movement of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*). In: The Pacific Ocean based on javanes tuna longline catches. 1964 - 67. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-965, 30p.
- McMillin LM, Crosby DS. 1984. Theory and validation of the multiple windows sea surface temperature technique. *Journal of Geophysical Research* 89(03): 3655–3661.



- Miyama T, Awaji T, Akimoto K, Imasato N. 1996. A lagrangian approach to the seasonal variation of salinity in the mixed layer of the Indonesian seas. *Journal of Geophysical Res* 101(C5): 12.265–12.286.
- Monintja DR, Simbolon D, Purwanto. 2001. *Industri review penangkapan ikan cakalang*. Bogor (ID): PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) dan Lembaga Manajemen Agribisnis Agroindustri (LMAA) IPB, Bogor.
- Moore SJ, Norris JD, Ho IK. 1986. The efficacy of ketoglutaric acid in the antagonism of cyanide intoxication. *Toxicol Appl Pharmacol Journal* 82: 40–44.
- Murniati AS. 2004. *Ikan laut ekonomis penting di Indonesia*. Jakarta (ID): Pusdiklat Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan. 186 hal.
- Mustaruddin. 2013. Pola pencemaran Hg dan Pb pada fishing ground dan ikan yang tertangkap nelayan: Studi kasus di Teluk Jakarta. *Jurnal Bumi Lestari* 13(2): 214–224.
- Mustaruddin, Saeni MS, Hardjoamidjodjo S, Sanim B. 2005. Model pencemaran perairan umum dan ikan air tawar oleh logam berat limbah industri. *Buletin PSP* 14: 45–53.
- Nomura, Yamazaki T. 1977. *Fishing techniques (1)*. Tokyo (JP): Japan International Cooperation Agency. p 1-7.
- Nontji A. 1993. *Laut nusantara*. Cetakan kelima. Jakarta (ID): Penerbit PT. Djambatan. 372 hal.
- Nybakken JW. 1992. *Biologi laut: Suatu pendekatan ekologis*. Ahli bahasa: E. H. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukarjo. Jakarta (ID): PT. Gramedia.
- Ongkosongo OSR, Suyarso. 1989. *Pasang surut*. Jakarta (ID): Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Pusat Pengembangan Oseanografi.
- Pamenan RA, Sunarto S, Nurruhwati I. 2017. Selektivitas alat tangkap purse seine di pangkalan pendaratan ikan Muara Angke Jakarta. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan* 6: 100–105.
- Pauly, Martosubroto P. 1996. *Baseline studies of biodiversity*. The Fish Resources of Indonesia.



- Pond S, Pickard GL. 1983. *Introduction dynamical oceanography*. Second edition. New York (US): Pergamon Press.
- Prasetya GS. 1999. Significant indicators of ecological change in a coastal environment. *Oceanic Journal of Marine Science and Technology*. No. 05, 5<sup>th</sup>.
- Prayitno MRE, Simbolon D, Yusfiandayani R, Wiryawan B. 2017. Produktivitas alat tangkap yang dioperasikan di sekitar rumpon laut dalam. *Marine Fisheries, Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Laut* 8(1): 101–112.
- Purba M, Nurjaya W, Utaminingsih S. 1992. Variasi SPL yang diukur dengan satelit NOAA dan kaitannya dengan proses *upwelling* di perairan Selatan Jawa. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 15 hal.
- Reddy MP. 1993. Influence of the various oceanographic parameters on the abundance of fish catch. Proceeding of Internasional Workshop on Application of Satellite Remote Sensing For Identifying and Forecasting Potential Fishing Zones in Developing Countries. India, 7–11 Desember 1993. P 1–14.
- Ridha U, Muskananfola MR, 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* 2(4): 53–60.
- Ritchie JC, Schiebe FR, McHenry JR. 1976. *Remote sensing of suspended sediments in surface water*. Photogrammetric Engineering and Remote.
- Rosyidah IN, Farid A, Nugraha WA. 2011. Efektivitas alat tangkap mini purse seine menggunakan sumber cahaya berbeda terhadap hasil tangkapan ikan kembung (*Rastrelliger* sp.). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* Vol 3(1): 41–45.
- Sala R, Simbolon D, Wisudo SH, Haluan J, Yusfiandayani R. 2018. Kesesuaian jenis alat penangkapan ikan pada zona pemanfaatan tradisional Misool, Raja Ampat. *Marine Fisheries. Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Laut* 9(1): 25–40.



- Sangadji J, Tridoyo K, Sahat MHS. 2014. Analisis depresiasi dan kebijakan pengelolaan sumberdaya ikan layang di wilayah perairan Kota Ambon. *Journal of Agriculture, Resource and Environmental Economic* 1: 43–60.
- Santosa RW. 2013. Dampak pencemaran lingkungan laut oleh perusahaan pertambangan terhadap nelayan tradisional. *Jurnal Lex Administratum* 1(2): 1–14.
- Santoso S. 2001. *Statistik non parametrik: Buku latihan SPSS*. Jakarta (ID): PT. Alex Media Komputindo, Kelompok Gramedia.
- Satriadi A, Widada S. 2004. Distribusi muatan padatan tersuspensi di Muara Sungai Bodri, Kabupaten Kendal. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences* 9(2): 101–107.
- Shabrina N, Sunarto, Hamdani H. 2017. Penentuan daerah penangkapan ikan tongkol berdasarkan pendekatan distribusi suhu permukaan laut dan hasil tangkapan ikan di perairan utara Indramayu Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 8: 139–145.
- Soegiarto T, Birowo S. 1975. Atlas oseanografi perairan Indonesia dan sekitarnya, No. 1. Jakarta (ID): Lembaga Oseanologi Indonesia-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Simbolon D. 2003. Pengembangan perikanan pole and line yang berkelanjutan di perairan Sorong: Suatu pendekatan sistem [Disertasi]. Bogor (ID): Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Simbolon D. 2007. Pendugaan daerah penangkapan ikan tongkol berdasarkan pendekatan suhu permukaan laut deteksi satelit dan hasil tangkapan di perairan Teluk Palabuharatu. *Jurnalitbangda, Kupang-NTT* 4: 23–30.
- Simbolon D. 2007. Variabilitas hasil tangkapan dan daerah penangkapan ikan tongkol, kaitannya dengan suhu permukaan laut di perairan Pameungpeuk. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan (Pengembangan IPTEK Perikanan dan Kelautan Berkelanjutan dalam Mendukung Pembangunan Nasional)*. Semarang. Hal. 23–29.



- Simbolon D. 2009. Analisis hasil tangkapan ikan cakalang, hubungannya dengan konsentrasi klorofil-a di perairan Binuangeun, Banten. *Buletin SWIMP*, Akademik Perikanan Sorong 10: 28–32.
- Simbolon D. 2009. Analisis hasil tangkapan dan suhu permukaan laut, kaitannya dengan daerah penangkapan ikan tongkol (*Auxis thazard*) di perairan Binuangeun, Banten. *Jurnal Ilmiah Satya Negara Indonesia*, LPPM Univ. SNI. Jakarta 2(2): 41–48.
- Simbolon D. 2009. Pemanfaatan suhu permukaan laut hasil deteksi satelit dalam pendugaan daerah penangkapan ikan. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Tangkap*. Dept. PSP FPIK IPB. Bogor. Hal. 127–138.
- Simbolon D. 2010. Eksplorasi daerah penangkapan ikan cakalang melalui analisis suhu permukaan laut dan hasil tangkapan di perairan Teluk Palabuhanratu. *Jurnal Mangrove & Pesisir* 10(1): 29–42.
- Simbolon D. 2010. Komposisi jumlah dan ukuran panjang ikan cakalang dan tongkol hasil tangkapan payang di perairan Palabuhanratu dan Binuangeun. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 13(1): 37–48.
- Simbolon D. 2011. Bioekologi dan dinamika daerah penangkapan ikan. Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FPIK. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 222 hal.
- Simbolon D. 2018. Daerah penangkapan ikan dalam pengembangan perikanan tangkap berkelanjutan, *Dalam*: Setio Budi Susilo (editor). Kumpulan Naskah Orasi Ilmiah Guru Besar Institut Pertanian Bogor (Hampan Mutiara di Laut Khatulistiwa). Bogor (ID): IPB Press. Hal 71–94.
- Simbolon D, Halim A. 2006. Suhu permukaan laut kaitannya dengan hasil tangkapan ikan cakalang dan madidihang di perairan Sumatera Barat. *Buletin PSP*. 15(3): 121–138.
- Simbolon D, Irnawati R, Wiryawan B, Murdiyanto B, Nurani TW. 2016. Zona penangkapan ikan di Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 8(1): 129–143.



- Simbolon D, Jeujan B, Wiyono ES. 2011. Efektivitas pemanfaatan rumpon pada operasi penangkapan ikan di perairan Kei Kecil, Maluku Tenggara. *Marine Fisheries. Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Laut* 2(1): 19–28.
- Simbolon D, Limbong M. 2012. Exploration of skipjack fishing ground through sea surface temperature and catches composition analyzes in Palabuhanratu Bay waters. *Journal of Coastal Development* 15 (2): 225–233.
- Simbolon D, Nurfaqih L, Sala R. 2017. Analysis of oil sardine (*Sardinella lemuru*) fishing grounds in the Bali Strait waters, Indonesia. *AAFL Bioflux* 10(4): 830-843.
- Simbolon D, Satriyanson H. 2009. Hubungan antara kandungan klorofil-a dengan hasil tangkapan tongkol di daerah penangkapan ikan perairan Pelabuhanratu. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 15 (4): 297–305.
- Simbolon D, Simange SM, Wulandari SY. 2010. Kandungan merkuri dan sianida pada ikan yang tertangkap dari Teluk Kao, Halmahera Utara. *Indonesian Journal of Marine Science* 15(3): 126–134.
- Simbolon D, Sondita MFA, Amiruddin. 2010. Komposisi isi saluran pencernaan ikan teri (*Stolephorus spp*) di Perairan Barru, Selat Makassar. Ilmu Kelautan Indonesia. *Journal of Marine Science* 15(1): 7–16.
- Simbolon D, Tadjuddah M. 2008. Pendugaan *front* dan *upwelling* melalui intepretasi citra suhu permukaan laut dan clorofil-a di perairan Wakatobi, Sulawesi Tenggara. *Buletin PSP (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap)* 17(3): 362–371.
- Sorensen RM. 1991. *Basic Coastal Engineering*. New York(US): John Waley and Sons, Ltd.
- Sudirman, Baskoro MS, Purbayanto A, Monintja DR, Jufri M, Arimoto T. 2003. Adaptasi retina mata ikan layang (*Decapterus ruselli*) terhadap cahaya dalam proses penangkapan pada bagan rambo di Selat Makassar. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan* 10(2): 85–92.



- Sugiyono. 2011. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung (ID): Alfabeta.
- Surwagana N, Muchlisin A, Hamzah S. 2000. Penentuan suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a untuk pengembangan model prediksi SST atau fishing ground dengan menggunakan data MODIS. Jakarta (ID): LAPAN.
- Syahdan M, Sondita MFA, Atmadipoera A, Simbolon D. 2007. Hubungan suhu permukaan laut dan klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di perairan bagian timur Sulawesi Tenggara. *Buletin PSP* 16(2): 246–259.
- Talakana S, Manoppo L, Manu L. 2017. Komposisi dan distribusi hasil tangkapan pukat cincin KM. Grasia 04 di Perairan Laut Maluku. *Jurnal Teknologi Perikanan Tangkap* 5: 181–186.
- Tomascik T, Nontji A, Mah AJ, Moosa MK. 1997. *The ecology of the Indonesian seas part 2. The Ecology of Indonesian Series*. Singapore (SG): Periplus Editions (HK) Ltd. Vol.VII.
- Tubawalony S. 2007. Kajian klorofil-a dan nutrien serta interaksinya dengan dinamika massa air di perairan barat Sumatera dan selatan Jawa-Sumbawa [disertasi]. Bogor (ID): Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 161 hal.
- UU Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta (ID): Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia.
- Wahyuningrum PI, Simbolon D, Rizkawati R. 2011. Pengaruh suhu permukaan laut terhadap hasil tangkapan ikan tenggiri di perairan Indramayu, Jawa Barat. *Buletin PSP* 19(2): 59–67.
- WALHI. 2007. Dua teluk di Maluku Utara tercemar tailing. *Dalam: Antara New*, 27/03/07.
- Walpole RE. 1995. *Pengantar statistika : Edisi ketiga*. Jakarta (ID): PT. Gramedia Pustaka Utama. 515 hal.
- WHO. 2004. *Hydrogen cyanide and cyanides: Human health aspects*. Geneva (CH): Conicies Internatonal Chemical Assesment dokumen 61.



- Widodo J. 1999. Aplikasi teknologi penginderaan jauh untuk perikanan di Indonesia. *Prosiding Seminar Validasi Data Indraja untuk Bidang Perikanan*. Jakarta (ID): Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Wirahadikusumah M. 1985. *Biokimia: Metabolisme Energi, Karbohidrat, dan Lipid*. Bandung (ID): Institut Teknologi Bandung.
- Wulandari U, Simbolon D, Wahyu RI. 2017. Analisis daerah penangkapan ikan potensial di Pulau Enggano, Bengkulu Utara. *Jurnal penelitian perikanan Indonesia* 23(4): 253–260.
- Wyrski K. 1961. Physical oceanography of southeast Asian waters. Naga Report, Vol. 2. The University of California. California (US): Scripps Institution of Oceanography La Jolla.
- Yuda LK, Iriana D, Khan AMA. 2012. Tingkat keramahan lingkungan alat tangkap bagan di perairan Palabuhanratu Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3(3): 7–13.
- Zen M, Simbolon D, Gaol JL, Hartoyo W. 2006. Pengkajian zona potensial penangkapan ikan kembung (*Rastrelliger spp*) di Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Tangkap “Menuju Paradigma Teknologi Perikanan Tangkap yang Bertanggung Jawab”*. Bogor. Hal. 303–314.



