



ISBN: 978-602-18153-7-3

Prosiding **Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII ISOI 2016**

Surabaya
1 - 2 Desember 2016



Ekowisata Mangrove Wonorejo, Surabaya
sumber: www.pergipiknik.com

Ketua Tim Editor:
Bisman Nababan

Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia
Jakarta, November 2017

**Prosiding
PERTEMUAN ILMIAH NASIONAL
TAHUNAN XIII ISOI 2016**

Surabaya
1 - 2 Desember 2016

Ketua Tim Editor:

Bisman Nababan

Tim Editor:

Suhartati M. Natsir, Lukijanto, Viv Djanat P., Susilohadi, Muclisin Z.A., Nani Hendiarti, Mufti P. Patria, Gentio Harsono, Nirmala I. Wijaya, Nurul D.M. Syafrie, Aida Sartimbul, Hagi Y. Sugeha, Irma S. Arlyza, Udrek, Wahyu W. Pandoe, Chomariah, Agus Setiawan, Agus Sudaryanto, Alimuddin Alsani, Anastasia R. T D. Kuswardani, Yeti Darmayati, Dwi Hindarti, Arief B. Purwanto, Domu Simbolon, Fadli Samsudin, Ivonne Radjawane, Mutiara R. Putri, Suntoyo, Totok Surpijo, dan Widodo S. Pranowo

Penyunting Pelaksana:

M. Subkhan



**Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia
Jakarta, November 2017**

Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII ISOI 2016

Surabaya
1 – 2 Desember 2016

Ketua Tim Editor:
Bisman Nababan

Tim Editor:

Suhartati M. Natsir, Lukijanto, Viv Djanat P., Susilohadi, Muclisin Z.A., Nani Hendiarti, Mufti P. Patria, Gentio Harsono, Nirmala I. Wijaya, Nurul D.M. Syafrie, Aida Sartimbul, Hagi Y. Sugeha, Irma S. Arlyza, Udrek, Wahyu W. Pandoe, Chomariah, Agus Setiawan, Agus Sudaryanto, Alimuddin Alsani, Anastasia R.T.D. Kuswardani, Yeti Darmayati, Dwi Hindarti, Arief B. Purwanto, Domu Simbolon, Fadli Samsudin, Ivonne Radjawane, Mutiara R. Putri, Suntoyo, Totok Surpijo, dan Widodo S. Pranowo.

2017

Diterbitkan oleh:
Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI)

Sekretariat
d/a. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI
Jl. Pasir Putih I No.1, Ancol Timur
Jakarta 14430
sekretariat@isoi.or.id
www.isoi.or.id
publikasi.isoi.or.id

Nababan *et al.* (Editor). 2017. Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII ISOI 2016, Surabaya, 1 - 2 Desember 2016, 501h.

Foto kulit muka : Ekowisata mangrove Wonorejo, Surabaya; profil pola arus; morfologi dasar laut; docking kapal, *Premnas biaculatus*; *Echinotrix diadema*; dan rumput laut
Keterangan foto : Foto memperlihatkan sebagian dari obyek dan hasil penelitian yang diseminarkan
Tata letak : M. Subkhan
ISBN : 978-602-18153-7-3

SAMBUTAN

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas rahmat-Nya sehingga Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII ISOI 2016, Surabaya dapat terbit. Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII ISOI 2016 ini merupakan salah satu kegiatan rutin tahunan ISOI dengan tema ” Peran Asosiasi ISOI dalam Mewujudkan Indonesia sebagai Poros Maritim Dunia”.

Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII ISOI 2016 ini dihadiri oleh berbagai pemangku kepentingan seperti instansi pemerintah, swasta, perguruan tinggi, lembaga penelitian, lembaga swadaya masyarakat dan industri dari dalam dan luar negeri. Makalah yang dipresentasikan terdiri dari sembilan belas bidang yang berkaitan dengan kelautan. Seperti tahun sebelumnya, saya sebagai Ketua Umum ISOI sangat senang dan bangga pada penerbitan Prosiding ini karena makalah yang diterbitkan disini telah melalui seleksi *peer review* oleh Tim Editor yang telah bekerja keras disela-sela kesibukannya untuk *me-review* makalah yang masuk.

Ucapan terima kasih disampaikan secara khusus kepada pengurus ISOI Komisariat Daerah Surabaya dan Universitas Hang Tuah yang telah membantu pelaksanaan PIT XIII ISOI ini. Penghargaan sebesar-besarnya juga saya sampaikan kepada Ketua dan Anggota Tim Editor beserta staf pendukungnya yang telah bekerja keras untuk dapat menyelesaikan proses penerbitan Prosiding ini. Tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada instansi pemerintah dan swasta yang telah turut serta membantu dalam penyelenggaraan Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII ISOI ini. seperti Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman, PUSHIDROS TNI-AL, P2O-LIPI, KKP, Puslitbang Geologi Kelautan, BIG, BPPT, BMKG, Pemprov Jawa Timur, Pemkot Surabaya, Universitas Hang Tuah, FITB-ITB, FPIK-IPB, ITS, Universitas Indonesia, Universitas Brawijaya, UNDIP, INSA, COREMAP-CTI, PT. Pelindo III, PT. Dumas, DRU Shipyard, AKKII, PKSPKL-IPB, Taman Impian Jaya Ancol, Garuda Indonesia.

Jakarta, November 2017

ttd

Dr. Ridwan Djamaluddin
Ketua Umum ISOI

KATA PENGANTAR

Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII ISOI 2016 ini merupakan salah satu hasil dari Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII 2016 yang diselenggarakan di Surabaya, pada tanggal 1-2 Desember 2016. Kegiatan ini bertema "Peran Asosiasi ISOI dalam Mewujudkan Indonesia sebagai Poros Maritim Dunia" dan dihadiri oleh berbagai peserta baik dari instansi pemerintah, perguruan tinggi maupun swasta.

Panitia pelaksana seminar menerima sebanyak 296 abstrak makalah yang semuanya dipresentasikan baik secara oral maupun dalam bentuk *full presentation*, *flash presentation* dan poster. Melalui *peer group review*, makalah tersebut di-review dan diseleksi untuk dapat diterbitkan dalam Prosiding dan jurnal yang dikelola maupun yang berafiliasi dengan ISOI.

Selaku Ketua Tim Editor, saya mengucapkan terima kasih banyak dan penghargaan sebesar-besarnya kepada anggota Tim Editor yang sudah bekerja keras untuk *review* makalah dibidangnya dan memberikan masukan atau komentar untuk perbaikan makalah tersebut. Tidak lupa saya ucapkan terima kasih kepada panitia seminar yang telah membantu dan bekerja keras dalam proses pengumpulan makalah, proses *editing*, sampai proses penerbitan Prosiding PIT XIII ISOI 2016 ini.

Semoga Prosiding Pertemuan Tahunan ISOI XIII 2016 ini dapat menambah, melengkapi, dan memajukan ilmu dan teknologi di bidang perikanan dan kelautan.

Jakarta, November 2017

ttd

Dr. Bisman Nababan
Ketua Tim Editor

DAFTAR ISI

Sambutan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v

BIODIVERSITAS DAN EKOLOGI LAUT

Keanekaragaman Ikan Pada Komunitas Padang Lamun di Perairan Kepulauan Kei Kecil, Maluku Tenggara. Teddy Triandiza	1
Biomassa dan Karbon Tersimpan Lamun <i>Syringodium isoetifolium</i> Pantai Kondang Merak, Malang. Tholi'atul Badriyah, Citra Satrya Utama Dewi, dan Guntur	15
Keragaman dan Kepadatan Ekinodermata di Perairan Liang dan Suli, Pulau Ambon, Maluku Tengah, Maluku Abd. Wahab Radjab	23
Ekologi dan Struktur Komunitas Lamun di Perairan Pantai Teluk Sepi, Lombok Barat. Yayuk Sugianti dan Sri Endah Purnamaningtyas	35
Komposisi dan Sebaran Ikan Petek (Leiognathidae) di Perairan Aceh Timur, Provinsi Aceh. Dimas Angga Hediando, Astri Suryandari, dan Didik Wahyu Hendro Tjahjo	45
Keanekaragaman Jenis Ikan di Perairan Pesisir Kabupaten Aceh Timur, Provinsi Aceh. Indriatmoko, Astri Suryandari, dan Didik Wahyu Hendro Tjahjo	59
Biodiversitas Ikan Karang di Perairan Pulau Gangga dan Sekitarnya, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Petrus C. Makatipu	69
Pengamatan Kepiting Brachyura di Pulau Tikus, Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Rianta Pratiwi	85
Keanekaragaman Ekinodermata (Asteroidea, Echinoidea, dan Holothuroidea) di Pantai Perairan Airlong, Merpas dan Sikunyt Kabupaten Kaur, Bengkulu. Eddy Yusron	95
Komunitas Siput Laut (Mollusca: Gastropoda) di Pantai Berbatu, Teluk Prigi, Trenggalek, Jawa Timur. Mudjiono	108
Distribusi Foraminifera Bentik di Perairan Pulau Pari dan Ancol, Jakarta. Suhartati M. Natsir, Yeti Darmayati, dan Singgih P.A. Wibowo	119

BIOGEOKIMIA, PENCEMARAN, DAN EKOTOKSIKOLOGI LAUT

Eutrofikasi, Asidifikasi, Hipoksia dan Foraminifera Bentik di Perairan Pesisiri Teluk Jakarta. Ricky Rositasari	127
Indeks Pencemaran Logam Berat Tembaga (Cu), Seng (Zn) dan Kromium (Cr) di Pelabuhan Benoa dan Pulau Serangan. Dika Madyawan dan Elok Faiqoh	138
Konsentrasi Logam Timbal (Pb) pada Perakaran Mangrove <i>Rhizophora</i> sp. dan Sedimen Dengan Tingkatan Densitas Mangrove yang Berbeda di Dusun Ampallas, Mamuju, Sulawesi Barat. Akbar Tahir, Shinta Werorilangi, Rantih Isyari, Supriadi, Rastina Rachim, dan Ahmad Faiza	145

BIOTEKNOLOGI KELAUTAN

Aktivitas Antibakteri, Golongan Metabolit Sekunder dan Komposisi Senyawa Yang Terkandung dalam Ekstrak Teripang <i>Stichopus Noctivagus</i> . Abdullah Rasyid	155
Senyawa-Senyawa Bioaktif Dari Kekayaan Biodiversitas Spons Indonesia. Joko Tri Wibowo, Rahmat, Masteria Yunovilsa Putra, Ardi Ardiansyah, Ratih Pangestuti, Tutik Murniasih, dan Abdullah Rasyid	165
<i>Analysis of Carbohydrate Content Obtained From Demineralization of White Snapper Scales (Lates Sp.)</i> . Anggelia Indah Berliana, Agung Amirul Fanani, dan Noverita Dian Takarina	184

BUDIDAYA PERIKANAN

Infeksi <i>Cryptocaryon irritans</i> Pada Benih Kerapu Hibrid Cantik dan Penanggulangannya. Zafran	189
Ciri Eksternal Jenis Kelamin Lobster Batik (<i>Panulirus longipes</i>). Yusnaini, Andi Irwan Nur, dan Inriyani Nur	195
Pertumbuhan dan Sintasan Benih Ikan Bandeng, <i>Chanos-Chanos</i> Forskall Hasil Seleksi yang Dibesarkan di Tambak. Anak Agung Alit dan Tony Setiadharna	201
Studi Histologi Pada Perkembangan Awal Jaringan Gonad Ikan Kerapu Sunu (<i>Plectropomus leopardus</i>). Ketut Mahardika, Mujimin, dan Zafran	208
Pemeliharaan Larva Kerapu Sunu (<i>Plectropomus Leopardus</i>) Dengan Sumber Kopepoda Yang Berbeda. Ketut Maha Setiawati, Ni Wayan Widya Astuti, dan Regina Melianawati	216

GEOLOGI/GEOFISIKA LAUT DAN REKAYASA KELAUTAN; DAN SUMBERDAYA MINERAL, PERTAMBANGAN LAUT DAN ENERGI

Data Geologi dan Geofisika Kelautan untuk Menunjang Batas Wilayah Negara: sebuah studi kasus survei Landas Kontinen perairan Utara Papua. Mustafa Hanafi	227
Endapan dan Umur Lapisan Sedimen di Dasar Permukaan Serta Kandungan Kosentrasi Logam Berat di Sekitar Perairan Gresik Jawa Timur. Helfinalis dan Lestari	238
Proses Geologi Pesisir Timur Sumatera Bagian Tengah dan Kaitannya Dengan Pembentukan Lahan Gambut di Kepulauan Meranti. Yatin Suwarno, Turmudi, dan Jaka Suryanta	254
Identifikasi Potensi Energi Pasang Surut Menggunakan Alat <i>Floating Dam</i> di Perairan Kalimantan Barat, Indonesia. Inovasita Alifdini, Adrian Bela Widodo, Denny Nugroho Sugianto, dan Yochi Okta Andrawina	262

HIDRO-OSEANOGRAFI

<i>The Effects of Stem Density on Wave Damping Through Artificial Vegetation</i> . Indra Kurniawan, Hwung-Hweng Hwung, dan Sri Ardhyastuti	271
Variasi Musiman dan Tren Jangka Panjang (1950-2013) Eksistensi Eddies di Laut Banda. Farrah Hanifah dan Nining Sari Ningsih	278

Pemodelan Pasang Surut di Perairan Brebes, Jawa Tengah. Edwin A. Winardi, Sulskania N., Gries E. Noor, Mutiara R. Putri, dan Wisnu A. Gemilang	289
<i>Seasonal Mechanisms of Nutrient Input and Its Potential Impacts on Productivity and Pollution in Arafura Sea: A Review.</i> Gerry G. Salamena, Augy Syahailatua dan Zainal Arifin	296
Hubungan Variabilitas Fluks Panas dengan Kedalaman Lapisan Percampuran di Perairan Barat Sumatera hingga Selatan Jawa. Dessy Teliandi, Ivonne M. Radjawane	307
Karakteristik Perairan Laut di Kabupaten Sumenep. Aries Dwi Siswanto dan Wahyu Andy Nugraha	317
Eksistensi Gelombang Kelvin Antar Tahunan dan Gelombang Rossby Dekadal di Perairan Selatan Jawa. Hanah Khoirunnisa, Nining Sari Ningsih, dan Fadli Syamsudin	329
HUKUM LAUT, TATA RUANG DAN KEWILAYAHAN	
Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Melalui Citra Satelit Resolusi Tinggi Kawasan Pesisir Kota Palopo, Sulawesi Selatan. Maslahatun Nashiha dan Niendyawati	343
Implikasi Kebijakan Dari Konsep Science & Technology Park Bagi Rencana Pembangunan National Science & Technology Park (NSTP) Maritim di Kabupaten Penajam Paser Utara. Imam Mudita	354
IKLIM MARITIM DAN MITIGASI BENCANA KELAUTAN	
Variabilitas Suhu Permukaan Dan Bawah Permukaan Laut Di Perairan Laut Banda Saat <i>El Niño</i> . Budi Prasetyo, Nikita Pusparini, dan Ivonne M. Radjawanne	365
Pengaruh Sebaran PM10 Terhadap Konsentrasi Klorofil-A di Perairan Timur Provinsi Riau dan di Pantai Barat Provinsi Bengkulu. Yosafat Donni Haryanto, Rezfiko Agdialta, Agus Hartoko, Sutrisno Anggoro, dan Muh. Zainuri	377
Kajian Persebaran Tumpahan Minyak Dengan Pemodelan Numerik, Studi Kasus: Tumpahan Minyak di Pesisir Cilacap. Mardi Wibowo	386
PENGINDERAAN JAUH DAN GIS KELAUTAN; DAN PERIKANAN TANGKAP	
Pendugaan Daerah Potential Penangkapan Ikan Pacific Saury (<i>Cololabis saira</i>) Menggunakan Dua Pendekatan. Achmad Fachruddin Syah	399
Deteksi Perubahan Luas Pulau Putri, Batam dengan Teknologi Inderaja. Tri Muji Susantoro, Tombayu A. Hidayat, Ketut Wikantika, dan Agung B. Harto	410
Jenis dan Sebaran Ukuran Hiu yang Didaratkan di Tanjung Luar, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Agus Arifin Sentosa dan Dimas Angga Hedianto	423

TERUMBU KARANG DAN MANAJEMEN SUMBERDAYA LAUT

Struktur Komunitas dan Kondisi Terumbu Karang di Teluk Maumere, Nusa Tenggara Timur, Indonesia. Giyanto	437
Analisis Karakteristik Hidrodinamika dan Sifat Fisik Air Laut serta Kaitannya dengan Transplantasi Karang di Kepulauan Seribu. Wiwin Windupranata, Aulia Aninditya Rangsang, dan Dinna Amelia	448
Keanekaragaman Karang Batu (<i>Stony Coral</i>) di Perairan Kabupaten Kaur, Bengkulu. Rikoh Manogar Siringoringo	460
Jasa Ekosistem Lamun Di Pulau Bintan Dari Perspektif Energi. Nurul D.M.Sjafrie, Luky Adrianto, Ario Damar dan Mennofatria Boer	475

JASA EKOSISTEM LAMUN DI PULAU BINTAN DARI PERSPEKTIF ENERGI

SEAGRASS ECOSYSTEM SERVICES OF BINTAN ISLAND BASED ON ENERGY PERSPECTIVE

Nurul D.M.Sjafrie^{1*}, Luky Adrianto², Ario Damar² dan Mennofatria Boer²

¹Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, Jl Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta 14430

²Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK-IPB

Email: ndhewani@yahoo.com

Abstract

Seagrass ecosystem in Bintan Island provide ecosystem services for local traditional fishermen. The energy flows phenomenon becomes important to consider the role of ecosystem services. This study aimed to determine at the energy flow of the biota associated with ecosystem services seagrass in Bintan Island. The research location was situated in seagrass ecosystem at Teluk Bakau, Malang Rapat, Berakit and Pengudang villages. Data was collected on the north season (December 2014-February 2015) and east season (March-May 2015). Parameters measured were seagrass, plankton, fish, crab, squid and mollusck. Seagrass biomass was taken using transect quadrat, plankton with a plankton net while fish, crab, squid and mollusck known from the catches of 10-15 fishermen which were recorded daily. Energy of biota obtained by converting biomass into energy units (Joule), then each biota were classified into tropic level. The results showed that the role of supporting services, regulating services and cultural services in good condition, it can be seen from the percentage of seagrass energy 78.8% (East season) and 84.4% (North season). Provisioning services decreased in the North season, reflected from the percentage of consumer energy 15.53% - 21.67%. The seagrass role as primary producers were reflected by energy flow from seagrass to herbivores, while the role of seagrass as a feeding ground reflected by a large of energy flow from herbivores to carnivores.

Keywords: energy flows, seagrass ecosystem services, Bintan Island.

Abstrak

Ekosistem lamun di Pulau Bintan memberikan jasa ekosistem bagi nelayan tradisional setempat. Fenomena aliran energi menjadi penting untuk melihat peran jasa ekosistem tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk melihat aliran energi dari biota yang berhubungan dengan jasa ekosistem lamun di Pulau Bintan. Lokasi penelitian terletak di ekosistem lamun Desa Teluk Bakau, Malang Rapat, Berakit dan Pengudang. Pengambilan data dilakukan pada musim utara (Desember 2014-Februari 2015) dan musim timur (Maret-Mei 2015). Parameter yang diamati adalah lamun, plankton, ikan, rajungan, sotong, dan kekerangan. Biomasa lamun diambil dengan transek kuadrat, plankton dengan plankton net sedangkan ikan, rajungan, sotong dan kekerangan diketahui dari hasil tangkapan 10-15 orang nelayan yang dicatat setiap hari. Energi masing-masing biota diperoleh dengan mengkonversi biomasa kedalam satuan energi (Joule), kemudian masing-masing biota diklasifikasikan kedalam tingkatan tropic. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peran jasa pendukung (*supporting services*), jasa pengaturan (*regulating services*) dan jasa budaya (*cultural services*) dalam kondisi baik terlihat dari persentase energi lamun sebesar 78.8% (musim Timur) dan 84,4% (musim utara). Jasa penyedia (*provisioning services*) berkurang di musim utara terlihat dari persentase energi konsumen 15,53% - 21,67%. Peran lamun sebagai produsen primer terlihat dari aliran energi dari lamun ke herbivora, sedangkan peran lamun sebagai *feeding ground* terlihat dari aliran energi yang besar dari herbivor ke karnivor.

Kata kunci: aliran energi, jasa ekosistem lamun, Pulau Bintan.

I. PENDAHULUAN

Pesisir Timur Pulau Bintan memiliki empat desa yang telah ditetapkan sebagai Kawasan Konservasi Padang Lamun berdasarkan Surat Keputusan Bupati No 267/VI/2010 yaitu Desa Teluk Bakau, Malang Rapat, Berakit dan Pengudang. Kawasan ini dikenal dengan sebutan Trismades (*Trikora Seagrass Management Demonstration Site*), merupakan daerah percontohan pengelolaan padang lamun berbasis masyarakat pertama di Indonesia yang digagas oleh P2O LIPI pada tahun 2007. Luas ekosistem lamun di empat desa tersebut adalah 3012.88 ha (Sjafrie *et al.*, 2015) dengan hamparan lamun seluas 2500 hektar (Anonim, 2009). Jumlah jenis lamun yang dijumpai tercatat 9 spesies dari 12 spesies lamun yang ada di Indonesia, *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* merupakan jenis dominan (Sjafrie *et al.*, 2015).

Ekosistem lamun memiliki peran sebagai pemberi jasa ekosistem (Cullen-Unsworth dan Unsworth, 2013). Jasa ekosistem adalah manfaat yang diambil manusia dari ekosistem (Costanza *et al.* 1997). Jasa ekosistem dibedakan menjadi empat, yaitu jasa pendukung /*supporting services*, jasa pengaturan/*regulating services*, jasa penyedia/*provisioning services*, dan jasa budaya/*cultural services* (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; TEEB, 2010; Burkhard *et al.* 2012). Jasa pendukung adalah jasa yang tidak langsung digunakan oleh manusia, Jasa ini merupakan jasa yang mendukung kehidupan dalam ekosistem misalnya peran ekosistem lamun sebagai tempat memijah, membesarkan anak bagi biota yang hidup di dalamnya. . Jasa pengaturan jasa penyedia, dan jasa budaya adalah jasa yang manfaatnya dapat langsung dirasakan oleh manusia. Berikut adalah beberapa dari jasa ekosistem yang langsung dimanfaatkan manusia, sebagai peredam arus dan pemerangkap sedimen (jasa pengaturan), penyedia ikan, invertebrate, sotong, rajungan (jasa penyedia), tempat wisata (jasa budaya).

Sejauh ini, jasa ekosistem lebih dibicarakan secara deskriptif. Misalnya, manfaat ekosistem mangrove, terumbu karang, dan lamun bagi kehidupan nelayan. Burkhard *et al.* (2012) telah memetakan jasa ekosistem di daratan Jerman. Dalam analisis mereka, jasa ekosistem digambarkan dalam bentuk matriks, dengan maksud agar lebih mudah dipahami oleh pengambil keputusan. Dalam konteks jasa ekosistem lamun, Sjafrie *et al.* (2015) telah memetakan jasa ekosistem lamun di pesisir timur Pulau Bintan dengan mengadopsi apa yang telah dilakukan oleh Burkhard *et al.* Hasil analisis mereka memperlihatkan bahwa terjadi surplus beberapa komponen pada jasa pengaturan, jasa persediaan dan jasa budaya. Sebaliknya, terjadi deficit pada jasa persediaan. Dalam penelitian tersebut telah diketahui keseimbangan jasa ekosistem lamun secara semi-kualitatif. Oleh karena itu analisis secara kuantitatif perlu dilakukan.

Aliran energi merupakan salah satu pendekatan kuantitatif yang dilakukan untuk melihat peran jasa ekosistem. Selain itu aliran energi juga dapat menggambarkan rantai makanan dalam suatu ekosistem. Rantai makanan di ekosistem lamun dibedakan menjadi rantai makanan merumput dan rantai makanan detritus (Fortes, 1990). Rantai makanan merumput adalah pemanfaatan langsung produsen oleh konsumen, beberapa biota yang mempunyai kemampuan untuk mencerna selulosa dan langsung memakan daun lamun diantaranya dugong, penyu hijau, bulu babi dan beberapa jenis ikan. Rantai makanan detritus adalah pemanfaatan detritus (hasil penguraian bakteri dari tumbuhan lamun yang mati) oleh *detritus feeder*. Detritus memberikan makanan bagi cacing, ketimun laut, kepiting dan hewan penyaring lainnya seperti: anemon dan ascidian. Hasil penguraian bakteri berupa nutrient (Nitrat

dan Phosphat) yang terlarut dalam air dan dimanfaatkan kembali oleh lamun dan fitoplankton.

Dalam rantai makanan di ekosistem lamun terjadi perpindahan energi antara satu tingkatan trofik ke tingkatan trofik berikutnya. Tingkatan trofik pertama dimulai dari produsen (Odum 1988). Produsen primer dalam ekosistem lamun adalah biota yang dapat melakukan proses fotosintesa, yaitu lamun, makroalgae dan fitoplankton. Produsen primer menangkap karbondioksida dan merubahnya menjadi senyawa organik melalui proses fotosintesa. Selanjutnya senyawa organik yang dibentuk akan dikonsumsi secara langsung atau sebagai serasah oleh tingkatan trofik berikutnya, yaitu hewan herbivora, omnivora dan detritivora, yang selanjutnya dimanfaatkan oleh tingkatan trofik di atasnya. Secara teoritis perpindahan energi dari satu tingkatan trofik ke tingkatan trofik di atasnya adalah sebesar 10%.

Ekosistem lamun di pesisir Timur Pulau Bintan telah dimanfaatkan sejak tahun 1970-an. Ekosistem ini merupakan sumber mata pencaharian masyarakat setempat yang umumnya merupakan nelayan tradisional. Mereka menangkap ikan, rajungan, teripang dan kerang-kerang dari ekosistem tersebut, artinya, jasa penyedia ekosistem ini telah digunakan oleh nelayan tradisional. Berbicara mengenai jasa ekosistem timbul pertanyaan bagaimana kondisi jasa pendukung, jasa pengaturan, jasa penyedia dan jasa budaya dari perspektif energi? Pertanyaan berikutnya, bagaimana perpindahan energi antara biota yang satu dengan yang lain? Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jasa ekosistem lamun dari perspektif energi dan menggali lebih detail bagaimana perpindahan energi dalam tingkatan trofik dari biota ekonomis yang dimanfaatkan secara langsung oleh nelayan tradisional dari sudut pandang aliran energi. Informasi yang diperoleh bermanfaat untuk pengelolaan ekosistem tersebut.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di pesisir timur Kabupaten Bintan, tepatnya di ekosistem lamun yang ada di Desa Malang Rapat, Teluk Bakau, termasuk kedalam kecamatan Gunung Kijang dan Desa Pengudang dan Berakit termasuk kedalam kecamatan Teluk Sebong. Pengambilan data dilakukan bulan September 2014 – Mei 2015 mewakili musim utara (Desember-Februari) dan musim timur (Maret-Mei). Pembagian musim yang penulis lakukan berdasarkan atas kondisi musim lokal yang teruang dalam Rencana Pengelolaan Terumbu Karang Desa Malang Rapat (2008) dan Rencana Pengelolaan Desa Teluk Bakau (2008) sebagai berikut: musim utara (Desember-Februari), musim timur (Maret-Mei), musim selatan (Juni-Agustus), musim barat (September-November).

2.2. Pengumpulan Data dan Analisis Data

Untuk memperoleh energi yang ada dalam ekosistem lamun, data yang diambil adalah data biomasa biota. Biota yang diamati meliputi produsen (lamun dan fitoplankton) dan konsumen (zooplankton, ikan, rajungan, sotong dan kekerangan). Ikan, rajungan, sotong dan kekerangan merupakan biota ekonomis yang dimanfaatkan oleh masyarakat setempat, baik untuk dijual maupun untuk dikonsumsi.

2.2.1. Lamun

Pengambilan data biomasa lamun diambil menggunakan transek kuadrat di setiap desa. Penarikan transek kuadrat mengikuti McKenzie (2003). Pada masing-masing desa dilakukan 2 ulangan, sehingga jumlah total kuadrat adalah 80 kuadrat.

Di laboratorium/basecamp, contoh lamun dibersihkan dan dipisahkan menurut jenisnya, dikeringkan dalam oven merk Single Wall Transite pada suhu 60°C selama 24 jam dan ditimbang dengan timbangan elektrik untuk mendapatkan berat kering setiap jenis.

$$B_{\text{lamun}} = \sum_{i=1}^n b_i A^{-1} \dots \dots \dots (1)$$

B_{lamun} adalah total biomasa lamun (gram/m²);

b_i adalahbiomasa lamun jenis ke-i dan

A adalah luas area total pengambilan contoh (m²)

Selanjutnya biomasa jenis lamun dikonversi menjadi biomasa dalam luasan kawasan lamun. Energi lamun diperoleh dengan mengalikan biomasa dengan nilai energi masing-masing jenis (Setyati *et al.* 2003; El-Din dan El-Sherif, 2013), dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$E_{\text{lamun}} = B_{\text{lamun}} K_{\text{jmf}} 4.184 \text{ Joule} \dots \dots \dots (2)$$

E_{lamun} adalah energi lamun (cal/luasan area);

B_{lamun} adalah berat kering lamun (gram/ha) dari persamaan (1);

K_{jmf} adalah nilai kalori jenis/marga/famili lamun (kcal/gram berat kering)



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2.2. Plankton

Biomasa fitoplankton diukur melalui kandungan klorofil-a. Sampel air diambil pada 23 stasiun pada musim utara dan 27 stasiun pada musim Timur. Sampel air disaring dengan Glass Microfibre Filter merk Whatman yang berukuran 0.47 μm , selanjutnya sampel dibawa dengan *ice box* ke laboratorium. Biomasa fitoplankton diukur melalui kandungan klorofil-a. Di laboratorium, sampel fitoplankton diekstraksi menggunakan larutan etanol, kemudian dimasukkan dalam *centrifuge* dan diputar. Supernatan yang diperoleh dianalisis dengan Spektrofotometer untuk mengetahui kandungan klorofil-a (Strickland dan Parson 1968). Setelah diketahui berapa jumlah klorofil dalam kolom air maka nilai tersebut dikonversi menjadi biomasa. Kandungan klorofil dihitung mengikuti Strickland dan Parson (1968). Biomasa fitoplankton dihitung sebagai berikut:

$$B_{\text{fito}} = 15.45 B_{\text{Chl-a}} V \dots\dots\dots (3)$$

B_{fito} adalah biomasa fitoplankton (mg/volume air);

$B_{\text{Chl-a}}$ adalah konsentrasi klorofil a (mg/l);

15.45 adalah angka konversi dari klorofil ke biomasa (Cushing, 1958);

V adalah volume air laut di area lamun, diperoleh dari *Mean Sea Water Level* (MSWL dalam satuan meter) dikalikan dengan luas area (meter persegi).

MSWL yang diperoleh dari daftar pasang surut perairan Selat Kijang (Dinas Hidrooseanografi TNI-AL 2014; 2015) selama setahun (September 2014-Agustus 2015).

Energi fitoplankton diperoleh sebagai berikut:

$$E_{\text{fito}} = 11.40 B_{\text{fito}} 4.184 \text{ Joule} \dots\dots\dots (4)$$

E_{fito} adalah energi fitoplankton (cal/volume air);

B_{fito} adalah biomasa fitoplankton (mg/volume air) dari persamaan (3);

11.40 adalah angka konversi biomasa ke energi (Platt dan Irwin, 1972).

Contoh zooplankton diambil menggunakan plankton net dengan ukuran 300 mm (Wickstead 1965; Nontji 2008), ditarik sepanjang 100 meter, mengikuti pola transek lamun. Sampel air berisi zooplankton diawetkan dalam larutan formalin 4% dan dibawa ke laboratorium. Di laboratorium sampel zooplankton disaring, dikeringkan dan dihitung beratnya.

$$B_{\text{zoo}} = BK_{\text{zoo}} V \dots\dots\dots (5)$$

B_{zoo} adalah bobot kering zooplankton (gram/volume air)

BK_{zoo} adalah bobot kering zooplankton (gram/l).

V adalah volume air laut di area lamun (sama dengan volume air untuk fitoplankton).

Energi zooplankton diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$E_{\text{zoo}} = 2.3 B_{\text{zoo}} 4.184 \text{ Joule} \dots\dots\dots (6)$$

E_{zoo} adalah energi zooplankton (cal/volume air);

B_{zoo} adalah berat kering zooplankton persamaan (5);

2.3 adalah angka konversi biomasa ke energi (Mi et al., 2014)

2.2.3. Ikan, Rajungan, Sotong dan Kekerangan

Biomasa ikan, rajungan, sotong dan kerang-kerangan, diketahui dari data tangkapan nelayan. Sebanyak 10-15 orang nelayan diambil data tangkapan mereka

setiap harinya. Data yang terkumpul, ditabulasikan dalam aplikasi MS. Excel. Informasi yang disimpan adalah nama responden, jenis ikan, berat, tanggal dan bulan penangkapan. Selanjutnya data dikelompokkan kedalam 4 jenis tangkapan. Ikan 20 spesies, mengacu pada nilai *Seagrass Residensi Index* (Anggraini *et al.* 2015) dan informasi dari nelayan setempat. Rajungan satu spesies, yaitu *Portunus pelagicus*, sotong dua jenis (*Sephia* sp.), yaitu sotong karang dan sotong batu dan kekerangan yaitu kerang darah (*Anadara granosa*) dan gorap (*Trachycardium* sp.).

Tabel 1. Jenis ikan ekonomis di ekosistem lamun.

No	Famili	Spesies	Nama lokal	SRI*
1	Siganidae	<i>Siganus</i> sp 1.	deduh	0.98
2	Siganidae	<i>Siganus</i> sp 2.	lingkis	**
3	Siganidae	<i>Siganus caniculatus</i>	dingkis	0.43
4	Siganidae	<i>Siganus doliatus</i>	lambai	0.61
5	Siganidae	<i>Siganus guttatus</i>	lebam	0.23
6	Scaridae	<i>Scarus</i> sp.	jampung	0.99
7	Pomacentridae	<i>Abudefduf</i> sp.	inggu	**
8	Holocentridae	<i>Sargocentron rubrum</i>	ire-ire	**
9	Elopidae	<i>Elops hawaiiensis</i>	bandeng	**
10	Mugilidae	<i>Valamugil b Buchanan</i>	belanak	**
11	Soleidae	<i>Dexillichthys</i> sp.	idip/sebelah	**
12	Monacanthidae	<i>Monachantus chinensis</i>	kerosok	**
13	Labridae	<i>Choerodon anchorago</i>	tokak	0.99
14	Centropomidae	<i>Psammoperca waigiensis</i>	gelam	0.56
15	Nemiptheridae	<i>Scolopsis</i> sp.	mempasir	**
16	Lethrinidae	<i>Lethrinus</i> sp.	mempinang	0.99
17	Lutjanidae	<i>Lutjanus</i> sp.	mentimun	0.99
18	Kyphosidae	<i>Kyphosus</i> sp.	lunjuk	**
19	Haemulidae	<i>Plectorhinchus</i> sp.	kaci	**
20	Serranidae	<i>Epinephelus</i> sp.	kerapu	**

Keterangan: *Seagrass Recidency Index; **wawancara dengan nelayan tradisional

Energi ikan, rajungan, sotong dan kerang-kerangan diperoleh dengan mengalikan biomasa dengan nilai energi masing-masing jenis mengikuti Gokodlu dan Yerlikaya(2003); Nurjanah *et al.* (2005); Nurjanah *et al.* (2012) dan Palani *et al.* (2014.).

$$E_{irsm} = BK_{irsm} K_{f-irsm} 4.184 \text{ Joule} \dots \dots \dots (7)$$

E_{irsm} adalah energi ikan/rajungan/sotong/kerang-kerangan (cal/luasan area);

BK_{irsm} adalah berat kering ikan/rajungan/sotong/kerang-kerangan (gram/ha) dari persamaan (4);

K_{f-irsm} adalah nilai kalori jenis/genus/famili ikan/rajungan/sotong/kerang-kerangan (kcal/gram berat kering).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Biomasa Biota Ekosistem Lamun

Biomasa biota dibedakan menjadi biomasa produsen dan biomasa konsumen. Biomasa produsen adalah biomasa lamun dan fitoplankton, sedangkan biomasa konsumen adalah biomasa biota yang dimanfaatkan oleh nelayan tradisional, yaitu ikan, rajungan, sotong dan kerang-kerangan. Biomasa produsen dan konsumen di ekosistem lamun disajikan dalam Tabel 2.

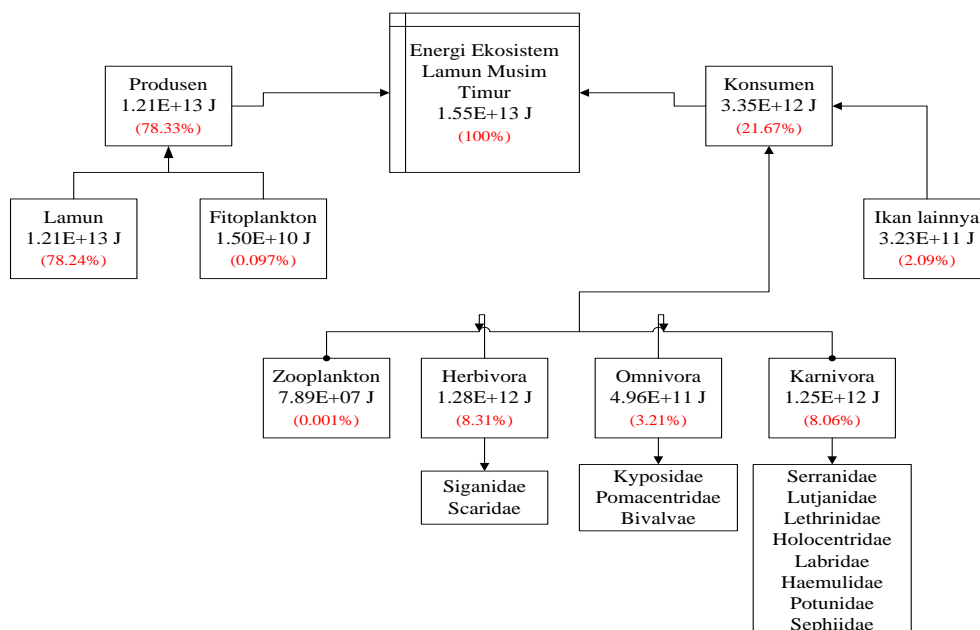
Tabel 2. Berat biota dalam ekosistem lamun di lokasi penelitian.

Biota	Berat biota musim timur (gram /ha)	Berat biota musim utara (gram /ha)
Lamun	$3,85 \times 10^6$	$3,85 \times 10^6$
Fitoplankton*	$3,14 \times 10^6$	$2,43 \times 10^6$
Zooplankton**	$4,60 \times 10^5$	$2,01 \times 10^4$
Ikan	$3,60 \times 10^3$	$2,32 \times 10^3$
Rajungan	$3,81 \times 10^2$	$2,67 \times 10^2$
Sotong	$1,82 \times 10^2$	$2,03 \times 10^2$
Kerang-kerangan	$3,45 \times 10^2$	$4,07 \times 10^2$

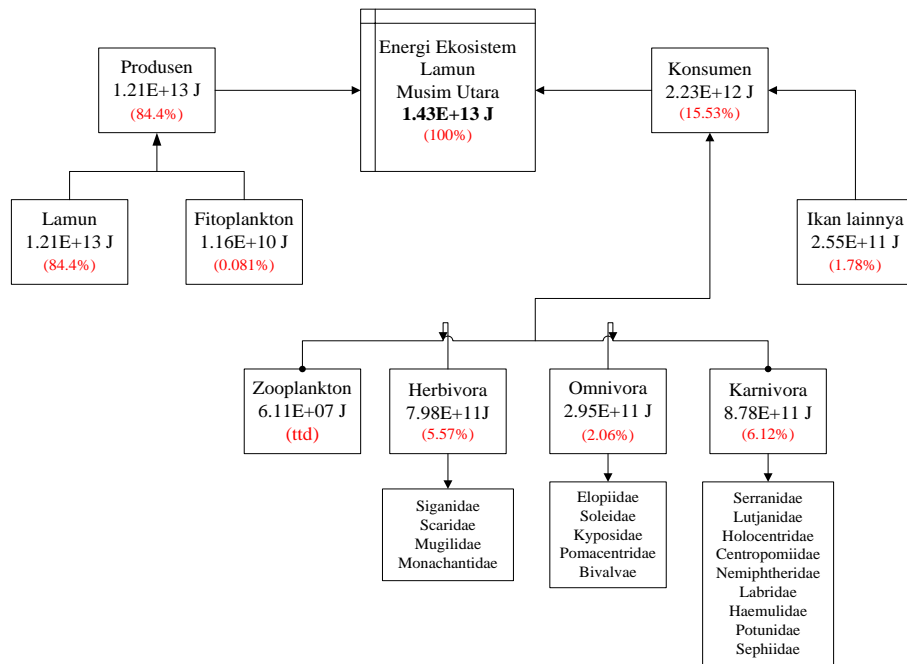
Keterangan: *gram Carbon dalam volume air; dalam volume air

3.2. Energi Biota di Ekosistem Lamun

Energi masing-masing biota yang ada di ekosistem lamun direpresentasikan dalam Gambar 2a dan 2b. Secara umum terlihat bahwa energi pada musim utara lebih kecil dari pada musim timur atau berkurang sebesar 6,14%. Pengurangan energi yang terjadi disebabkan oleh berkurangnya energi kelompok konsumen. Pengurangan ini terjadi pada semua komponen konsumen. Energi herbivora berkurang sebesar 2,74%, omnivora 1,15%, karnivora (termasuk ikan lainnya) 1,93% dan ikan lainnya sebesar 0,31%. Sebaliknya, energi produsen yang tersedia pada musim utara (84,47%) lebih besar dibandingkan dengan musim Timur (78,88%).



Gambar 2a. Energi ekosistem lamun pada musim timur. Warna merah adalah nilai persentase terhadap total energi.



Gambar 2b. Energi ekosistem lamun pada musim utara. Warna merah adalah nilai persentase energi biota terhadap total energi)

3.3. Pembahasan

3.3.1. BiomasaLamun

Senyawa organik yang dibentuk atau terkandung oleh biota direpresentasikan dalam bentuk biomasa atau energi. Biomasa umumnya dalam bentuk berat basah atau berat kering individu dalam luasan area dan waktu tertentu. Dalam konteks penelitian ini diperoleh nilai biomasa lamun sebesar 385,14 gram berat kering m⁻². Beberapa publikasi yang memuat biomasa jenis lamun di perairan Indonesia disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Biomasa beberapa spesies lamun di perairan Indonesia.

Spesies lamun	Biomasa (gram berat kering/m ²)	Lokasi	Sumber
<i>Enhalus acoroides</i>	844,2	Pantai Gerupuk, Lombok	Kiswara dan Winardi 1999
	2 479,9	Pantai Kuta, Bali	Kiswara dan Winardi 1999
	20,31	Desa Teluk Bakau	Hasil penelitian 2015
	65,56	Desa Malang Rapat	Hasil penelitian 2015
	32,45	Desa Berakit	Hasil penelitian 2015
	41,95	Desa Pengudang	Hasil penelitian 2015
<i>Thalassia hemprichii</i>	92,8	Pantai Gerupuk, Lombok	Kiswara dan Winardi 1999
	262,9	Pantai Kuta, Bali	Kiswara dan Winardi 1999
	18,87	Desa Teluk Bakau	Hasil penelitian 2015
	35,10	Desa Malang Rapat	Hasil penelitian 2015
	33,16	Desa Berakit	Hasil penelitian 2015
	26,21	Desa Pengudang	Hasil penelitian 2015
<i>Thalassia</i>	15-1500 gr bk/m ² /thn		Hutomo dan Azkab 1987
<i>Cymodocea rotundata</i>	243,4	Pantai Gerupuk, Lombok	Kiswara dan Winardi 1999

Spesies lamun	Biomassa (gram berat kering/m ²)	Lokasi	Sumber
<i>Cymodocea serrulata</i>	110,8	Pantai Kuta, Bali	Kiswara dan Winardi 1999
	9,27	Desa Pengudang	Hasil penelitian 2015
	110,8	Pantai Kuta, Bali	Kiswara dan Winardi 1999
<i>Syringodium isoetifolium</i>	7,57	Desa Malang Rapat	Hasil penelitian 2015
	1,82	Desa Pengudang	Hasil penelitian 2015
	160	Pantai Gerupuk, Lombok	Kiswara dan Winardi 1999
<i>Halophila ovalis</i>	262,7	Pantai Kuta, Bali	Kiswara dan Winardi 1999
	15,42	Desa Teluk Bakau	Hasil penelitian 2015
	10,76	Desa Malang Rapat	Hasil penelitian 2015
	13,30	Pulau Barang Lompo	Hendra 2011
	5,88	Desa Pengudang	Hasil penelitian 2015
	14,5	Pantai Gerupuk, Lombok	Kiswara dan Winardi (1999)
<i>Halodule uninervis</i>	3,9	Pantai Kuta, Bali	Kiswara dan Winardi (1999)
	3,42	Pulau Barang Lompo	Hendra, 2011
	72,2	Pantai Gerupuk, Lombok	Kiswara dan Winardi (1999)
	34,5	Pantai Kuta, Bali	Kiswara dan Winardi (1999)
<i>Halodule pinifolia</i>	2,78	Pulau Barang Lompo	Hendra 2011
	0,85	Desa Pengudang	Hasil penelitian 2015
	4,20	Desa Pengudang	Hasil penelitian 2015
<i>Thalassodendron ciliatum</i>	1,65	Desa Malang Rapat	Hasil penelitian 2015
	54,11	Desa Teluk Bakau	Hasil penelitian 2015

3.3.2. Jasa Ekosistem Lamun dari Perspektif Energi

Ekosistem lamun memberikan jasa ekosistem berupa jasa pendukung, jasa pengatur, jasa penyedia dan jasa budaya (MEA, 2005; TEEB, 2010). Berikut akan dibahas peran masing-masing jasa ekosistem lamun dari perspektif energi.

3.3.2.1. Jasa Pendukung

Jasa pendukung (*supporting services*) diartikan sebagai semua yang diperlukan untuk memproduksi jasa ekosistem lainnya. Dalam konteks dengan penelitian ini, jasa pendukung adalah lamun. Mengapa, karena lamun memiliki fungsi sebagai penyedia nutrisi, *nursery* dan *feeding ground*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa energi produsen berkisar antara 78.33 – 84.47% dari total energi yang ada. Dari persentase tersebut, diketahui bahwa 78.24% adalah energi lamun (Gambar 2a; 2b.). Artinya bahwa energi lamun jauh lebih besar dibandingkan dengan energi biota lainnya. Keadaan ini memberikan gambaran bahwa energi lamun berperan sebagai *nursery ground*, *feeding ground* (Unsworth et al., 2007). Belum ada acuan yang mengatakan berapa energi lamun yang ideal untuk dapat dikatakan berperan sebagai jasa pendukung. Namun berdasarkan hasil penelitian ini energi lamun yang besar mengindikasikan bahwa jasa pendukung (*supporting services*) di lokasi penelitian dalam kondisi baik.

3.3.2.2. Jasa Pengaturan

Jasa pengaturan (*regulating services*) ekosistem lamun diartikan sebagai sesuatu yang digunakan untuk mengatur kegiatan yang berhubungan dengan kepentingan manusia. Unsworth *et al.* (2007) menyatakan bahwa lamun memiliki fungsi sebagai peredam arus. Selanjutnya Manca *et al.* (2012) membuktikan pertanyaan tersebut dengan melakukan percobaan di laboratorium. Jasa ini memberikan kemudahan nelayan pada saat mencari ikan. Di Desa Teluk Bakau, Malang Rapat, Berakit dan Pengudang, nelayan menggunakan lamun untuk memprediksi pasang-surut air laut. Hal tersebut terkait dengan kapan waktu meletakkan dan mengangkat jaring (Sjafrie *et al.*, 2015). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa energi lamun adalah 78,88%-84,4% adalah energi lamun (Gambar 2a; 2b.), artinya jasa pengaturan (*regulating services*) di lokasi penelitian dalam kondisi baik.

3.3.2.3. Jasa Penyedia

Jasa penyedia (*provisioning services*), diartikan sebagai sesuatu yang bisa diambil dan dimanfaatkan langsung oleh nelayan dari ekosistem lamun. Dalam konteks penelitian ini, jasa penyedia yang dimaksudkan dibatasi oleh tangkapan ekonomis nelayan, yaitu ikan, rajungan, sotong dan kekerangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi jasa penyedia pada musim timur sebesar 1.57×10^{12} Joule, sedangkan pada musim utara sebesar 1.13×10^{12} Joule. Keadaan ini memberikan gambaran bahwa pada musim utara, kemampuan nelayan tradisional untuk memanfaatkan energi yang tersedia menjadi berkurang. Pada musim utara cuaca buruk, keadaan ini memacu aktivitas nelayan tradisional mengakses sumber daya di ekosistem lamun lebih tinggi. Menurut informasi setempat, musim utara merupakan musim paceklik bagi nelayan laut lepas yang bekerja di atas 4 mil, namun bagi nelayan tradisional cuaca buruk bukan merupakan kendala untuk bisa melakukan aktivitas penangkapan. Sesuai dengan pernyataan Torre-Castro *et al.* (2014) bahwa hasil tangkapan dari ekosistem lamun relatif stabil dan ekosistem lamun merupakan daerah tangkapan yang terbaik, dengan demikian musim bukan merupakan hambatan bagi nelayan untuk mengeksploitasi sumber daya ekosistem lamun. Famili *Siganidae*, *Scaridae*, *Lethrinidae*, *Serranidae*, *Lutjanidae*, dan *Mullidae* merupakan jenis ikan yang selalu tertangkap di ekosistem lamun (Unsworth *et al.*, 2014; Torre-Castro *et al.*, 2014) dan ini mirip dengan hasil yang diperoleh dari penelitian ini. Hasil penelitian Sjafrie *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa terjadi *deficit* pada jasa penyedia, artinya jumlah energi yang dihitung dalam penelitian ini menunjukkan kekurangan jasa penyedia pada ekosistem lamun di lokasi penelitian. Belum ada acuan yang mengatakan berapa energi lamun yang ideal untuk dapat dikatakan berperan sebagai jasa penyedia. Namun berdasarkan hasil penelitian mengindikasikan bahwa jasa pendukung (*provisioning services*) di lokasi penelitian dalam kondisi kurang baik.

3.3.2.4. Jasa Budaya

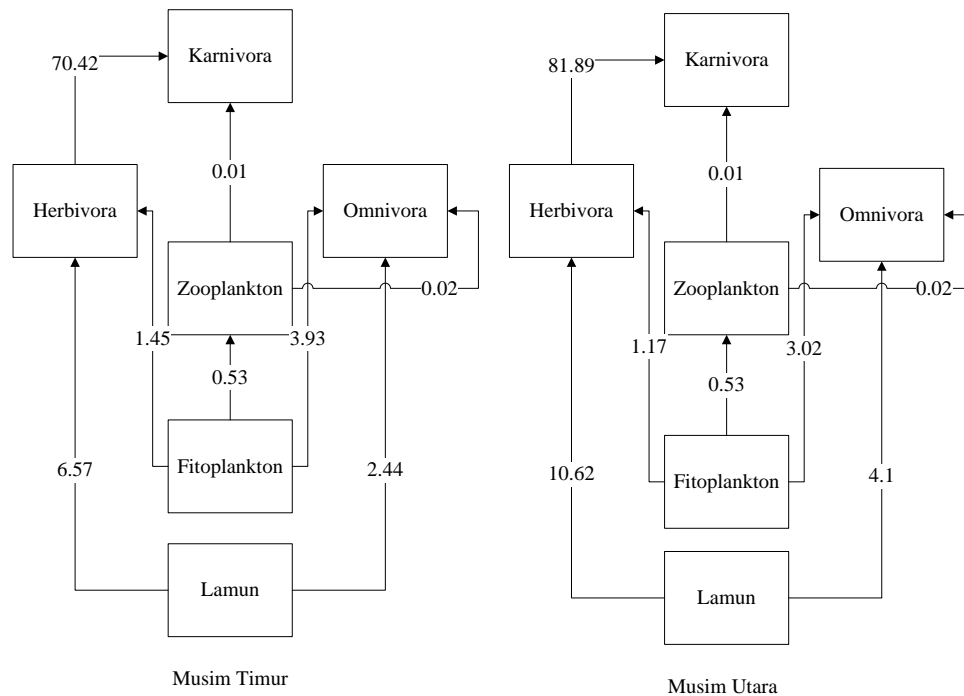
Jasa budaya (*cultural services*) diartikan sebagai jasa ekosistem lamun yang dapat memberikan manfaat dari sisi budaya (misalnya sebagai tempat rekreasi) dan pendidikan (sebagai daerah penelitian). Lokasi penelitian memiliki garis pantai sepanjang 50,14 km dengan pantai berpasir putih yang potensial sebagai tempat untuk rekreasi pantai. Pengamatan penulis, pantai di lokasi penelitian (terutama Desa Teluk Bakau dan Malang Rapat) kerap dikunjungi oleh wisatawan, baik wisatawan domestik, maupun mancanegara (Malaysia, Singapore). Wisatawan domestik datang ke pantai tersebut terutama pada akhir minggu. Mereka tidak hanya menikmati pemandangan pantai, akan tetapi juga berjalan di kawasan lamun dan mencari kekerangan. Diketahui bahwa ekosistem lamun merupakan habitat yang baik untuk hidup dan berkembangnya kekerangan. Hasil penelitian Kusnadi *et al.* (2008) tercatat 103 jenis moluska yang hidup di ekosistem lamun Kepulauan Kei Kecil dan 72 jenis diantaranya bernilai ekonomis. Demikian pula manfaat ekosistem lamun sebagai daerah untuk penelitian terlihat dari banyaknya publikasi P2O LIPI, Universitas Raja Ali Haji dan Universitas Riau yang melakukan penelitian di kawasan tersebut. Dengan adanya energi lamun sebesar $1,21E+13$ Jolue atau berkisar antara 78,8%-84,4% dari total energi ekosistem lamun, artinya memberikan ruang untuk jasa budaya tetap terjaga. Jasa budaya yang menarik lainnya adalah munculnya *Dugong dugon*. Mamalia laut ini sering dijumpai sedang mencari makan di perairan sekitar desa Berakit dan Pengudang atau terperangkap oleh jaring nelayan pada musim utara (Desember - Februari) (Boncit Desa Berakit; Khususnya Desa Pengudang, komunikasi pribadi). Hasil penelitian Sjafrie *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa terjadi *surplus* pada jasa budaya, artinya jumlah energi yang dihitung dalam penelitian ini dapat digunakan untuk pengembangan wisata. Belum ada acuan yang mengatakan berapa energi lamun yang ideal untuk dapat dikatakan berperan sebagai jasa budaya. Akan tetapi berdasarkan hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa jasa budaya (*culturalservices*) di lokasi penelitian dalam kondisi baik.

3.3.3. Aliran Energi Tingkatan Tropik di Ekosistem Lamun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi produsen lebih banyak pada musim utara dan didominasi oleh energi lamun, yaitu sebesar 84,47% dari total energi yang ada. Keadaan ini mungkin dapat dijelaskan oleh energi ikan herbivor di kedua musim. Pada musim timur energi ikan herbivor sebesar 8,31% sedangkan pada musim utara 5,57% dari total energi yang ada. Artinya pengurangan energi lamun dapat disebabkan oleh jumlah energi ikan herbivor yang lebih banyak di musim timur.

Dari sudut pandang rantai makanan dalam ekosistem lamun, terjadi interaksi antara biota dengan biota lainnya. Di dalam rantai makanan tersebut terjadi transfer energi, yaitu perpindahan energi dari satu tingkatan tropik ke tingkatan tropik berikutnya. Menurut Nontji (1993) pada dasarnya tingkatan tropik merupakan urutan tingkat pemanfaatan energi yang digambarkan dalam rantai makanan, dengan kata lain tingkatan tropik adalah setiap tingkatan dari transfer energi atau setiap stadia dari rantai makanan. Di alam, tiap individu berkaitan satu dengan lainnya dalam jejaring makanan yang kompleks (*food web*). Didalam jejaring makanan terdapat mekanisme

saling mempengaruhi antara tingkatan trofik tertinggi terhadap tingkatan trofik di dan sebaliknya.



Gambar 3. Persentase aliran energi dalam kelompok tingkatan trofik

Pemanfaatan energi dari tingkatan trofik yang satu ke tingkatan trofik berikutnya direpresentasikan dalam Gambar 3. Perpindahan energi dari produsen ke kelompok herbivora pada musim timur adalah 10.62% dan pada musim utara 6.57%. Akan tetapi perpindahan energi dari kelompok herbivora ke karnivora adalah 81.89% pada musim timur, sedangkan pada musim utara sebesar 70.42%. Dalam konteks penelitian ini perpindahan energi sebesar 10% dari tingkatan trofik ke tingkatan trofik di atasnya tampaknya hanya terlihat pada hubungan lamun-herbivora, sedangkan pada kelompok tingkatan trofik lainnya persentase perpindahan energi sangat fluktuatif. Sesuai dengan pernyataan Rice (Sriati, 2012) yang mengatakan bahwa beberapa spesies ikan memangsa lebih dari satu tingkatan trofik.

Perpindahan energi dari kelompok herbivora ke karnivora lebih tinggi pada musim utara, keadaan ini dapat menggambarkan bahwa pada musim utara hubungan *predator-prey* lebih tinggi dibandingkan pada musim timur. Keadaan ini lebih menjelaskan bahwa ekosistem lamun merupakan *feeding ground* bagi ikan karnivora.

IV. KESIMPULAN

Jasa ekosistem lamun di Pulau Bintan memperlihatkan bahwa peran jasa pendukung (*supporting services*), jasa pengaturan (*regulating services*) dan jasa budaya (*cultural services*) dalam kondisi baik terlihat dari persentase energi lamun sebesar 78.8%- 84.4% pada kedua musim. Jasa penyedia (*provisioning services*) berkurang di musim utara terlihat dari persentase energi konsumen 15.53% - 21.67%. Aliran energi pada ekosistem lamun memperlihatkan bahwa peran lamun sebagai produsen primer sangat jelas. Peran lamun sebagai *feeding ground* diperlihatkan oleh aliran energi yang besar antara herbivor ke karnivor yang

mencerminkan hubungan *prey-predator*. Dari sudut pandang jasa ekosistem, konservasi kawasan padang lamun di Pulau Bintan perlu dijalankan dengan baik untuk mempertahankan peran jasa ekosistem tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih Sumidjo Hadi Riyono, Arifin, Muhammad Nur Arkam, MSi dan Fitriyah Anggraini, MSi yang telah membantu pengambilan data di lapangan. Kepada Pak Jamil (Desa Teluk Bakau), Pak Bujang (Desa Malang Rapat), Pak Khusaeni (Desa Pengudang) dan Pak Boncit (Desa Berakit) penulis ucapkan terima kasih atas informasi mengenai ekosistem lamun di lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, F., L. Adrianto, R. Kurnia, and H. Malikusworo. 2015. Seagrass ecosystem and small scale fisheries connectivity. Paper presented on SCESAP Biodiversity Symposium, Bangkok 3-7 Juli 2015: 8p.
- Anonim. 2009. Riset untuk penyusunan rencana pengelolaan sumberdaya lamun dan ekosistem terkait di wilayah pesisir Bintan Timur, Kepulauan Riau. Laporan Penelitian. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.
- Burkhard, B., F. Kroll, S. Nedkov, and F. Müller. 2012. Mapping ecosystem service supply, demand, and budgets. *Ecological Indicators*, 21:17-29.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farberk, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387:253-260
- Cullen-Unsworth, L.C. and R.K.F. Unsworth. 2013. Seagrass meadows, ecosystem services and sustainability. *Environment Science and Policy for Sustainable Development Magazine* 55 (3):14-26 [doi 10.1080_00139157.2013.785864]
- Cushing, D.H. 1958. The estimation of carbon in phytoplankton. *Rappr. Proc. Verb. Reunion, Conseil Perm Int. Explor Mer* 144:32-33.
- De la Torre-Castro, M; G. di Carlo, N.S. Jiddawi. 2014. Seagrass importance for small-scale fishery in the tropics: The need for seascape management. *Marine Pollution Bulletin*. In press
- Dinas Hidro-Oseanografi TNI-AL. 2014. Daftar Pasang Surut Kepulauan Indonesia.
- Dinas Hidro-Oseanografi TNI-AL. 2015. Daftar Pasang Surut Kepulauan Indonesia.
- El Din S.N.G and Z. M. El-Sherif. 2013. Nutritional value of *Cymodocea nodosa* and *Posidonia oceanica* along the western Egyptian Mediterranean coast. *Egyptian Journal of Aquatic Research* 39:153-165.
- Fortes, M.D., 1990. *Seagrasses: A resource unknown in the ASEAN Region*. ICLARM, Manila, Philippines, pp:46.
- Gokodlu, N. and P. Yerlikaya. 2003. Determination of proximate composition and mineral content of blue crab (*Callinectes sapidus*) and swim crab (*Portunus pelagicus*) caught off the Gulf of Antalya. *Food Chemistry* 80:495-498.

- Kiswara, W. dan Winardi. 1999. Sebaran Lamun di Teluk Kuta dan Teluk Gerupuk, Lombok. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Kusnadi, A., T. Triandiza dan U.E. Hernawan. 2008. Inventarisasi jenis dan potensi moluska padanglamun di Kepulauan Kei Kecil, Maluku Tenggara. *Biodiversitas* 9 (1):30-34.
- Manca, E., I. Caceres, J.M. Alsina, V. Stratigaki, I. Towned and C.L. Amos. 2012. Wave energy and wave induced flow reduction by full-scale model *Posidonia oceanica* seagrass. *Continental Shelf Research* (50-51):100-116.
- McKenzie, L.J. 2003. *Guidelines for the rapid assessment of seagrass habitats in the western Pasific*. The State of Queensland, Department of Primary Industries. 43pp.
- Mi Sun Yun, Doo Boul Lee, Bo Kyung Kim, Jae Jung Kang, Jang Han Lee, Eun Jin Yang, Won Gyu Park, Kyung Ho Chung and Shang H. Lee. 2014. Comparison of phytoplankton macromolecular composition and zooplankton proximate compositions in the northern Chukchi Sea. *Deep-Sea Res II*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2014.05.018>.
- Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and well-human being synthesis*. Island Press. Washington DC. 137 p.
- Nontji, A. 2008. *Plankton Laut*. LIPI Press. Jakarta. 331 hal.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Jakarta. PT Djambatan. 367 hal.
- Nurjanah, A., M. Jacoeb, R. Nugraha, S. Sulastrri, Nurzakiah dan S. Karmila. 2012. Proximate, nutrient and mineral composition of cuttlefish (*Sepia recurvirostra*). *Advance Journal of Food Science and Technology* 4(4):220-224.
- Nurjanah, Zulhamsyah dan Kustiyariyah. 2005. Kandungan mineral dan proksimat kerang darah (*Anadara granosa*) yang diambil dari Kabupaten Boalemo, Gorontalo. *Bulletin Teknologi Hasil Perikanan* VIII(2):15-24.
- Odum, H.T. 1988. Energy, environment and public policy a guide to the analysis of systems. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 95. 108p.
- Palani, K.M., R. Annanthai, J. Shakila R and Shanmugam SA. 2014. Proximate and major mineral composition of 23 medium sized marine fin fishes landed in the Thoothukudi Coast of India. *J Nutr Food Sci* 4: 259. Doi: 10.4172/2155-9600.1000259.
- Platt, T and B. Irwin. 1972. Caloric content of phytoplankton. *Limnology and Oceanography* 18(2): 306-310. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.4319/lo.1973.18.2.0306/pdf>
- Rencana Pengelolaan Terumbu Karang Desa Malang Rapat. 2008.
- Rencana Pengelolaan Terumbu Karang Desa Teluk Bakau. 2008.
- Setyati, W.A., Subagiyo dan A. Ridlo. 2003. Studi potensi berbagai jenis lamun sebagai sumber makanan kesehatan: Analisis proksimat. *Laporan*. Fakultas Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.
- Sjafrie, N.D.M, L. Adrianto, A. Damar, dan M. Boer. 2015a. Analisis keseimbangan jasa ekosistem lamun. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 41(3):305-326.

- Sriati. 2012. Struktur tropik dan biologi populasi ikan di perairan pulau Semak Daun, Kepulauan Seribu. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB. 115hlm.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1968. A practical hand book of seawater analysis. *Fish.Sea.Res.Bulletin*, 167:311 p.
- The Economics of Ecology and Biodiversity (TEEB). 2010. Chapter 1: Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. *TEEB Document*. 37p.
- Unsworth, R.K., J. D. Taylor, A. Powell, J. J. Bell and D. J. Smith. 2007. The contribution of scarid herbivory to seagrass ecosystem dynamics in the Indo-Pacific. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 20:1-10.
- Wickstead, J.H. 1965. An introduction to the study of tropical plankton. Hutchinson dan CO. LTD. London. 158p.

ISBN 978-602-18153-7-3



2017

Diterbitkan oleh:

Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia