

## PENDUGAAN DAERAH POTENSI IKAN PELAGIS DI WPPNRI 711 (STUDI KASUS LAUT NATUNA)

### *Estimating Potential Zones of Pelagic Fish in WPPNRI 711 (Study Case of Natuna Sea)*

Esa Fajar Hidayat<sup>a</sup>, Sri Pujiyati<sup>b</sup>, Ali Suman<sup>c</sup>, Totok Hestirianoto<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknologi Kelautan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB), Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 –esa\_fajarh21@apps.ipb.ac.id

<sup>b</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

<sup>c</sup>Balai Riset Perikanan Laut Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKKP), Komplek Perkantoran Raiser Cibinong, Bogor 16912

**Abstract.** The sea resources is the future for the people of Indonesia, especially the fish as a main commodity. One of the potential fish are pelagic fish are spread throughout the waters of the sea of Indonesia. Pelagic fish is one of his life-cycle patterns of fish that move or migrate to foraging and also spawning. Based on habitat and the distance of the migrated fish, pelagic fish are differentiated into small and large pelagic fish. Therefore, the research on the distribution of pelagic fish is very important for Indonesia's economy and the realization of a sustainable fish resources. WPPNRI 711 has chosen to be research location since known as shallow water which has nutrient wealth of sea water. The research conducted to analyze estimation of potential zones of pelagic fish in WPPNRI 711 sea of Natuna and its relation to pelagic fishing ground. The data taken during research is fish density. Analysis of spatial data is used to display the information of the regional fisheries. The results show that fish density is highest in WPPNRI 711 Natuna Sea waters was in the waters around island of the Tambelan Islands, Anambas and around.

Keywords: Fishing ground, Pelagic fish, Natuna sea.

(Diterima: 18-12-2017; Disetujui: 17-02-2018)

### 1. Pendahuluan

Sebagian besar wilayah Indonesia berupa lautan dengan gugusan pulau-pulau yang menunjukkan ciri bahwa Indonesia merupakan negara maritim. Pengelolaan sumber daya kelautan perlu dilakukan dengan sebaik-baiknya dalam rangka mewujudkan cita-cita Indonesia sebagai negara Poros Maritim Dunia dalam upaya memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi kemakmuran rakyat (PerPres RI Nomor 16 Tahun 2017). Pengelolaan sumber daya laut melalui pengembangan industri perikanan merupakan satu dari lima pilar yang menjadikan Indonesia mewujudkan cita-cita sebagai negara poros maritim dunia. Dalam upaya pengelolaan dan pemanfaatan potensi perikanan laut maka wilayah laut Indonesia dibagi dalam Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI).

Menurut Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 57 Tahun 2014 menyebutkan bahwa perairan Indonesia dan zona ekonomi eksklusif Indonesia (ZEEI) merupakan bagian dari WPPNRI. Terdapat 11 WPPNRI di perairan Indonesia dimana WPPNRI 711 dikenal sebagai lokasi penangkapan ikan pelagis oleh nelayan dari Jawa, Kalimantan, maupun Sumatera. WPPNRI 711 meliputi Laut Cina Selatan, Selat Karimata, dan Laut Natuna. Maraknya penangkapan ikan di WPPNRI 711 mengakibatkan nilai pemanfaatan ikan pelagis kecil di WPPNRI 711 dalam status jenuh (MenKP, 2016).

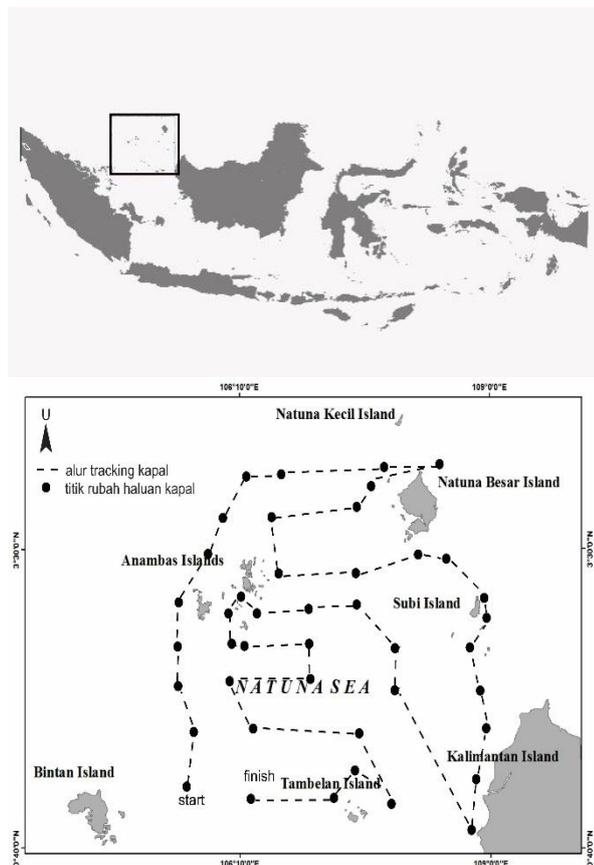
Sumber daya ikan pelagis merupakan salah satu potensi perikanan Indonesia sehingga banyak aktifitas penangkapan dan penelitian terkait ikan pelagis. Ikan pelagis adalah jenis ikan yang sebagian besar dari siklus hidupnya berada di daerah dekat permukaan perairan dan karakteristiknya mengelompok dengan gerombolan yang cukup besar. Ikan pelagis dibagi menjadi dua menurut jenis dan ukurannya, yaitu ikan pelagis besar dan ikan pelagis kecil (Suman *et al.*, 2014). Ikan pelagis kecil memiliki daerah migrasi dan pemijahan yang tidak jauh dari pantai, dimana daerah penyebarannya cukup merata di Indonesia. Jenis sumber daya ikan pelagis kecil yang umum ditemukan di WPPNRI 711 antara lain: ikan layang (*Decapterus ruselli*), lemuru (*Amblygaster sirm*), banyar (*Rastrelliger kanagurta*). Sedangkan untuk sumber daya ikan pelagis besar di WPPNRI 711 antara lain; tenggiri, tongkol komo, tongkol krai (Suman *et al.*, 2014; Suman *et al.*, 2016). Data keanekaragaman hayati yang terkandung dalam perairan terbuka dapat dipergunakan untuk menentukan kebijakan konservasi laut yang strategis (Pino-Del-Carpio *et al.*, 2014)

Hidroakustik adalah suatu sistem yang dibangun dengan memanfaatkan gelombang suara untuk mendeteksi target yang berada di kolom perairan hingga dasar. Kemampuan analisis hidroakustik mampu memberikan nilai berupa *Target Strength* (TS) untuk menentukan ukuran panjang ikan dan dapat dikembangkan untuk mendapatkan nilai densitas ikan.

Mardhatillah *et al.* (2016) menjelaskan bahwa kurangnya pemanfaatan teknologi dapat menyebabkan tidak maksimalnya pemanfaatan sumber daya ikan yang ada. Pengelolaan sumber daya ikan secara optimal dan lestari sangat mendesak untuk dilakukan agar mengurangi degradasi yang terjadi (Biasane *et al.*, 2012). Teknologi hidroakustik diharapkan mampu memberikan tampilan informasi tentang zona potensi penangkapan ikan di WPPNRI 711 demi mendorong terwujudnya pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui zona potensi ikan pelagis secara horisontal dan vertikal di WPPNRI 711 perairan Laut Natuna dan kajiannya sebagai daerah potensi penangkapan ikan pelagis.

**2. Metode**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juni tahun 2016 di WPPNRI 711 perairan Laut Natuna menggunakan Kapal Latih dan Riset Madidihang 02 yang merupakan bagian dari kegiatan Balai Penelitian Perikanan Laut. Perekaman data menggunakan alat hidroakustik jenis *split beam* yang disambungkan dengan GPS untuk mendeteksi lokasi target ikan pelagis yang berada di kolom perairan hingga kedalaman 50 meter. Adapun lokasi penelitian dan peta lintasan penelitian ditunjukkan dalam Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Lokasi dan Lintasan Penelitian di WPPNRI 711 perairan Laut Natuna

Pengambilan data densitas ikan pelagis menggunakan alat *split beam echosounder* SIMRAD tipe EK80 yang ditambatkan pada sisi kapal dan posisi *transducer* pada kedalaman kurang lebih 3 meter dari permukaan laut. *Echosounder* melakukan perekaman data sepanjang lintasan penelitian. Alat penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Alat penelitian

Nama Alat	Keterangan
<i>Echosounder</i> SIMRAD EK-80 <i>Transducer</i>	Mendeteksi objek bawah air
Komputer Lipat	Mengubah energi listrik menjadi suara dan atau sebaliknya Melakukan pengoperasian pengolahan data
GPS	Menentukan titik koordinat
Komputer Lipat	Analisa data dan pencatatan
Kapal Madidihang 02	Wahana survei

Penghitungan densitas ikan dapat dilakukan dengan rumus *Sv*:

$$Sv = n \times TS / m^3 \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

*Sv* = Densitas ikan

*n* = jumlah ikan

*TS* = *Target Strength*

Nilai *Target Strength* digunakan untuk mengetahui ukuran panjang ikan, dan dengan *SED (Single Echo Detector)* maka dapat digunakan untuk mengetahui jumlah ikan di kolom perairan. *TS* ikan pelagis dibagi menjadi dua, yaitu *TS* ikan pelagis kecil (Persamaan 2) dan *TS* ikan pelagis besar (Persamaan 3).

$$TS = 21,63 \log_{10} (L) - 73,80 \dots\dots\dots (2) \text{ (Hashim et al., 2017)}$$

Dimana:

*TS* = *Target Strength*

*L* = panjang ikan

Ambang batas nilai *TS* ditentukan dari -70 dB hingga -37 dB dan dianalisis tiap kenaikan 3 dB dan kemudian digunakan untuk mendapatkan nilai densitas menggunakan Persamaan (1). Data *TS* akan digunakan untuk mengetahui dugaan ukuran ikan dan disajikan dalam bentuk grafik. Selanjutnya dari data jumlah ikan yang di dapat dari pengolahan nilai *TS* dapat diketahui nilai densitas ikan yang disajikan secara vertikal dan spasial (horizontal) dalam bentuk peta di WPPNRI 711 perairan Laut Natuna. Peta akan menampilkan wilayah perairan yang diduga sebagai lokasi zona potensi ikan pelagis di WPPNRI 711 perairan Laut Natuna berdasarkan nilai densitasnya.

**3. Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan nilai *TS* dapat diketahui bahwa ukuran ikan paling kecil yang terdeteksi di WPPNRI 711 Laut Natuna saat penelitian adalah 1,50 cm dan ukuran yang

paling besar adalah 50.27 cm (Tabel 2). Ikan- ikan yang berukuran 1.50 – 26.54 cm diduga adalah ikan pelagis kecil. Sedangkan pada ukuran 36.54 – 50.27 diduga adalah ikan pelagis yang sedang melintasi perairan Natuna. Berdasarkan ukuran, dapat diketahui bahwa ikan pelagis kecil yang berada di Laut Natuna adalah ikan yang pada fase juvenil, muda, dan dewasa.

Menurut Suwarni *et al.* (2015) bahwa ikan pelagis kecil pada 0 tahun hingga 1 tahun memiliki dugaan panjang rata-rata 9.00 cm. Panjang ikan rata-rata mencapai 15.00 cm di tahun kedua dan lebih dari 20,00 cm di tahun ketiga. Dahlan *et al.* (2015) menyebutkan bahwa kematangan gonad ikan pelagis kecil (ikan sudah memasuki masa dewasa) adalah pada panjang rata-rata 20.00 cm (pertama matang gonad) hingga 30.00 cm. Pernyataan tersebut mengindikasikan bahwa pada penelitian ini ikan pelagis kecil yang sudah pada fase dewasa adalah pada rentang nilai TS -46,00 dan -43,00 dB sedangkan panjang ikan dengan TS -70,00 hingga -49,00 merupakan ikan pelagis pada fase muda. Sedangkan ikan dengan ukuran 36.54 – 50.27 cm diduga adalah ikan pelagis besar pada fase muda (belum matang gonad) yang sedang melintasi perairan, menurut hasil penelitian Zudaire *et al.* (2010) bahwa rata-rata panjang ikan pelagis besar saat mulai dewasa adalah 77.80 cm.

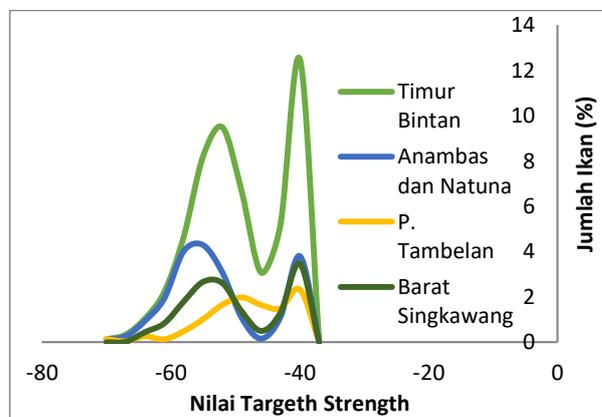
Dugaan variasi sebaran ikan yang berukuran kecil mendominasi perairan Laut Natuna (Gambar 2) dibanding dengan ikan pelagis dengan ukuran yang lebih besar. Hasil hidroakustik yang terekam didukung oleh pernyataan Suman *et al.* (2014) bahwa ikan pelagis kecil sebarannya cukup merata di seluruh WPPNRI 711.

Tabel 2. Dugaan panjang ikan pelagis terhadap nilai *Target Strength* (TS)

Nilai TS (dB)	Dugaan Panjang Ikan (cm) ( $TS=21,63\text{Log}(L) - 73,80$ )
-37	50,27
-40	36,53
-43	26,54
-46	19,29
-49	14,01
-52	10,18
-55	7,40
-58	5,38
-61	3,91
-64	2,84
-67	2,06
-70	1,50

Penyebaran secara spasial menunjukkan densitas ikan terdeteksi dengan besaran yang hampir sama, namun di sekitar lintang 1° terlihat bahwa nilai densitasnya cenderung lebih tinggi (Gambar 3). Hasil Penelitian Safrudin *et al.* (2014) juga menunjukkan bahwa daerah potensi penangkapan ikan di lintang 1° memiliki area yang lebih luas pada musim timur. Hal tersebut disebabkan oleh faktor penyinaran matahari

yang lebih optimum di sekitar ekuator, sehingga timbul pergerakan udara (angin). Faktor intensitas cahaya matahari mempengaruhi proses produksi nutrisi oleh fitoplanton yang memanfaatkan fotosintesis (Nurdin *et al.*, 2015). Kecepatan angin yang berakibat pada arus laut dapat membawa fitoplanton juga nutrisi pada kawasan perairan ikan pelagis (Ho *et al.*, 2013).



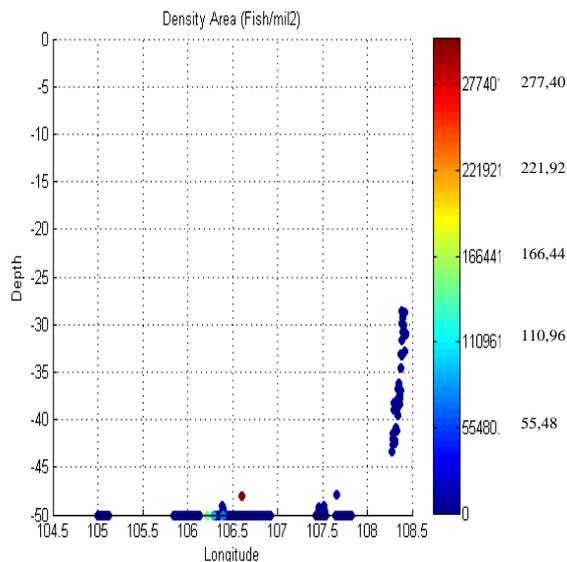
Gambar 2. *Target Strength* terhadap presentase jumlah ikan di WPPNRI 711 perairan Laut Natuna

Faktor yang berkaitan dengan dengan densitas ikan pelagis adalah suhu. Daerah dekat ekuator berpotensi mendapatkan penyinaran matahari yang lebih sehingga memiliki suhu yang lebih optimum. Sesuai dengan pernyataan Nontji (2007) yang mengemukakan bahwa suhu merupakan faktor oseanografi yang berperan dominan terhadap kehidupan ikan.

Hasil analisis spasial menunjukkan bahwa densitas ikan yang terkategori tinggi berada pada perairan sekitar Pulau Tambelan dan perairan antara Pulau Tambelan dengan Anambas (dapat dilihat pada Gambar 3). Terkonsentrasinya ikan pada perairan Anambas dan Pulau Tambelan saat penelitian diduga diakibatkan oleh faktor musim, dimana arus bergerak dari arah Laut Jawa (selatan) yang membawa nutrisi (plankton) dan ikan. Pergerakan ikan berenang mengikuti pola arus yang membawa nutrisi sehingga mempengaruhi migrasi dan distribusi ikan. Perairan yang menjadi pertemuan massa air yang diakibatkan oleh arus merupakan perairan yang terindikasi subur oleh kelimpahan nutrisi dan ikan-ikan yang datang (Chandran *et al.*, 2009). Pengaruh arus terhadap keberadaan ikan juga disampaikan oleh Hobday *et al.* (2009) yang menyebutkan bahwa luasan dan waktu ikan bermigrasi adalah dampak dari skema arus musiman. Arus di musim timur membawa massa air yang bergerak dari Laut Jawa menuju utara hingga Laut Cina Selatan (Akhir, 2012). Alheit *et al.* (2010) mengemukakan umumnya kondisi arus berpotensi untuk menentukan jalur transportasi larva dan menyediakan area produktivitas untuk mencari makanan bagi ikan. Gambar 2 juga menjelaskan bahwa keberadaan ikan-ikan berukuran kecil mendominasi perairan Anambas dan Natuna. Berdasarkan sebaran nilai TS, terdapat tiga kelompok ukuran ikan di perairan Tambelan, yaitu TS -40.00, -52,00, dan -67. Hal tersebut dapat diindikasikan bahwa di Perairan Anambas dan Natuna adalah lokasi bagi ikan-ikan kecil

untuk tumbuh (*nursery ground*), sedangkan perairan Pulau Tambelan selain sebagai *nursery ground* juga sebagai lokasi ikan mencari makan.

Analisis berdasarkan kedalaman terlihat pada Gambar 3 yang menunjukkan bahwa keberadaan ikan dominan di kedalaman 40 m, sedangkan beberapa kelompok ikan bergerombol pada kedalaman 28 hingga 44 meter. Densitas tertinggi terlihat pada kedalaman 48 meter. Hasil penelitian Achmadi *et al.* (2014) menunjukkan bahwa ikan yang mengelompok pada strata kedalaman 0 – 50 meter didominasi oleh ikan yang berukuran kecil.

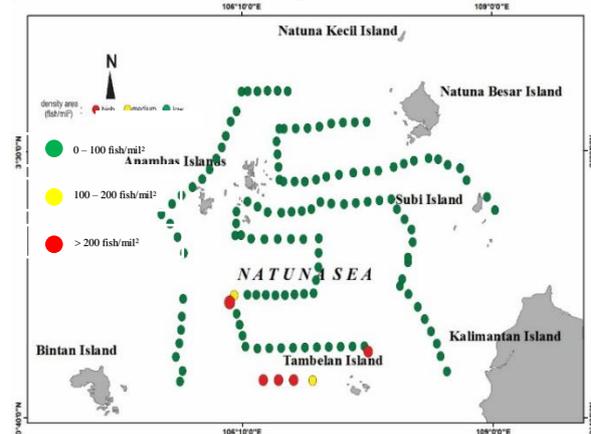


Gambar 3. Sebaran densitas ikan pelagis di WPPNRI 711 perairan Laut Natuna secara vertikal (kedalaman)

Perairan di sekitar Pulau Anambas dan Tambelan memiliki nilai densitas yang tinggi diatas 200 ikan/nmil<sup>2</sup> (Gambar 4) dengan dugaan ikan dewasa yang telah matang gonad pada kisaran nilai TS -43 dB dan -40 dB, ikan muda -55 dan -52 dB, dan ikan juvenil pada -67 dB dan -70 dB. Perairan di Timur Bintan memperlihatkan bahwa ikan pelagis berukuran besar memiliki presentase jumlah ikan yang lebih tinggi dibanding ikan pelagis berukuran kecil, namun nilai densitasnya tergolong kecil (0-100 ikan/nmil<sup>2</sup>). Pernyataan Simbolon (2004) yang menyebutkan bahwa suatu kawasan perairan dapat dikatakan sebagai lokasi potensi penangkapan ikan berdasarkan nilai kualitas dan kuantitasnya. Artinya, zona potensial tidak hanya mempertimbangkan jumlah kelimpahan ikan, tetapi juga mempertimbangkan nilai ekonomi (harga jual) dan layak/tidak layak ikan untuk ditangkap secara biologis. Hal ini mengindikasikan bahwa perairan di Anambas, Tambelan, dan barat Bintan belum terkategori sebagai daerah potensi penangkapan ikan

Hasil penelitian Chodriyah dan Hariati (2010) melaporkan bahwa kapal-kapal nelayan dari Pekalongan banyak melakukan operasi penangkapan ikan di sekitar perairan Pulau Tambelan, Laut Cina Selatan pada musim timur. Pengkonsentrasian armada penangkapan yang terlalu banyak di perairan ini dapat menyebabkan tingkat eksploitasi yang berlebih, dan pada akhirnya berdampak terhadap berkurangnya stok

ikan. Simbolon dan Girsang (2009) mengemukakan bahwa penurunan stok ikan dapat diantisipasi dengan cara berikut: (1) Menghindari tangkapan kategori tidak layak tangkap secara biologis, (2) Penggunaan alat tangkap yang selektif hanya terhadap ikan kategori layak tangkap secara biologis, (3) Perencanaan operasi penangkapan ikan pada musim tertentu ketika ikan kategori layak tangkap dominan di perairan, dan (4) Pengendalian jumlah upaya penangkapan sesuai dengan potensi lestari (*carrying capacity*).



Gambar 4. Sebaran densitas ikan pelagis di WPPNRI 711 perairan Laut Natuna secara horizontal (Hidayat *et al.*, 2017)

#### 4. Kesimpulan

Zona potensi ikan pelagis yang dewasa terkonsentrasi pada perairan barat Pulau Bintan, namun nilai densitasnya rendah. Sedangkan ikan pelagis yang memiliki diatas 200 ikan/nmil<sup>2</sup> terkonsentrasi di perairan Pulau Tambelan dan Anambas dengan dugaan jumlah ikan yang berukuran kecil (*juvenil*) lebih banyak dibandingkan dengan ikan dewasa. Secara vertikal densitas ikan pelagis ditemukan lebih banyak mengelompok di kedalaman 50 meter. Lokasi perairan yang termasuk sebagai kategori daerah potensi penangkapan ikan pelagis secara kuantitas dan kualitas tidak ditemukan di perairan Laut Natuna pada bulan Mei-Juni 2016.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis tujukan kepada Balai Riset Perikanan Laut yang telah memberi kesempatan pada penulis untuk bergabung dalam kegiatan penelitian di WPPNRI 711 Laut Cina Selatan di Bulan Mei hingga Juni 2016. Tak lupa penulis juga sampaikan terima kasih kepada Kapten Sakti Nababan selaku kapten Kapal Madidihang 02 beserta kru yang telah membantu kelancaran kegiatan penelitian.

**Daftar Pustaka**

- Achmadi, A., T. Hestirianto, H.M. Manik. 2014. The Detection Schooling of Pelagic Fish Using Hydroacoustic in Palu Bay, Central Sulawesi. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan* 5(2), pp. 131-139.
- Akhir, M.F., 2012. Surface Circulation and Temperature Distribution of Southern South China Sea from Global Ocean Model (OC-CAM). *Sains Malaysiana* 41(6), pp. 701-714.
- Alheit, J., Beare D, Miguel B, Casini M, Clarke M, Cotano U, Collas MD, Dransfeld L, Harma C, Heino M, Masse J, Mollmann C, Nogueira E, Petitgas P, Reid D, Silva A, Skaret G, Slotte A, Stratoudos Y, Uriarte A, Voss R. 2010. Life-Cycle Spatial Patterns of Small Pelagic Fish in The Northeast Atlantic. Copenhagen (DK): International Council for the Exploration of the Sea.
- Biasane, A.N., A. Fauzi, D.R. Monintja, D. Soedharma, 2012. Pengelolaan Perikanan Pelagis Kecil Berbasis Daya Dukung Lingkungan Perairan di Kepulauan Sangihe. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 2(1), pp. 37-45.
- Chandran, R.V., A. Jayaraman, V. Jayaraman, S. Manoj, K. Rajitha, C.K. Mukherjee, 2009. Prioritization of Satellite Derived Potential Fishery Grounds: An Analytical Hierarchical Approach-Based Model Using Spatial and Non-Spatial Data. *International Journal of Remote Sensing* 30(17), pp. 4479-4491.
- Chodriyah, U., T. Hariati, 2010. Musim Penangkapan Ikan Pelagis di Laut Jawa. *JLPI* 16(3), pp. 217-223.
- Dahlan, M.A., S.B.A. Omar, J. Tresnati, M.T.U. Umar, M. Nur, 2015. Sex Ratio and First Gonadal Maturity Size of Mackerel Fish (*Decapterus macrosoma* Bleeker, 1841) from the Wayers of Bone Strait, South Sulawesi. *Torani* 25(1), pp. 25-29.
- Hashim, M., M.F.H.A Aziz, R.B. Hassan, M.S. Hossain, 2017. Assessing Target Strength, Abundance, and Biomass for Three Commercial Pelagic Fish Species along the East Coast of Peninsular Malaysia Using a Split-Beam Echo Sounder. *Journal of Coastal Research*.
- Hidayat, E.F., S. Pujiyati, A. Suman, T. Hestirianto, 2017. Analisa Daerah Potensi Ikan Pelagis di WPPNRI 711 Laut China Selatan Dengan Memanfaatkan Sistem Informasi Geografis. *Semnas Geomatika, Bogor*.
- Ho, D.J., D.S. Maryam, M. Jafar-Sidik, T. Aung, 2013. Influence of Weather Condition on Pelagic Fish Landings in Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Biology and Conservation*, 10, pp. 11-21.
- Hobday, A.J., S. Griffiths, T. Ward, 2009. *Pelagic Fishes and Sharks*. NCCARF, Australia.
- Jaya, I. N. S., S. Kobayashi, M. B. Saleh, 2006. Feasibility of multiband Landsat-5 data for monitoring forest plantation using principal component algorithm. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 12 (1), pp. 7-17.
- Mardhatillah, N., M.F. Raharjo, M. Olivya, 2016. Sistem Informasi Zona Potensi Penangkapan Ikan Berbasis GIS di Perairan Sulawesi. *SNTEI, Makassar*.
- Matsunuma, M., H. Motomura, K. Matsuura, N.A.M. Shazili, M.A. Ambak, 2011. Fishes of Trenggani East Coast of Malay Peninsula. *National Museum of Natural and Science, Trengganu*.
- Nontji, A., 2007. *Laut Nusantara*. Djambatan, Jakarta
- Nuridin, S., M.A. Mustapha, T. Lihan, M.A. Ghaffar, 2015. Determination of Potential Fishing Grounds of *Rastrelliger kanagurta* Using Satellite Remote Sensing and GIS Technique. *Sains Malaysiana* 44(2), pp. 225-232.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia, 2017. Kebijakan Kelautan Indonesia. *PERPRES-RI Nomor 16 Tahun 2017*.
- Pino-Del-Carpio, A., A.H. Arino, A. Villaroya, J. Puig, R. Miranda, 2014. The Biodiversity Data Knowledge Gap: Assessing Information Loss in the Management of Biosphere Reserves. *Biological Conservation* 173, pp. 74-79.
- Simbolon, D., 2004. Suatu Studi Tentang Potensi Pengembangan Sumber Daya Ikan Cakalang dan Teknologi Penangkapan yang Ramah Lingkungan. *Buletin PSP* 8(1), pp. 48-67.
- Simbolon, D., H.S. Girsang., 2009. Hubungan Antara Kandungan Klorofil-a Dengan Hasil Tangkapan Tongkol di Daerah Penangkapan Ikan Perairan Pelabuhan Ratu. *J Lit Perikan Ind* 15(4), pp. 297-305.
- Suman, A., H.E. Irianto, F. Satria, K. Amri, 2016. Potency and Exploitation Level of Fish Resources 2015 in Fisheries Management Area of Indonesian Republic (FMAs) and Its Management Option. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia* 8(2), pp. 97-110.
- Suman, A., Wudianto, B. Sumiono, Badrudin, D. Nugroho, 2014. Potensi dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPP RI). *Ref Graphika, Jakarta*.
- Suwarni, J. Tresnati, T. Umar, M. Nur, Hikmasari, 2015. Estimation of Population Dynamics Parameters of Mackerel Fish (*Decapterus macrosoma*, Bleeker 1841) di Perairan Teluk Bone, Sulawesi Selatan. *Torani* 25(1), pp. 53-60.
- Zudaire, I., H. Murua, M. Grande, M. Korta, H. Arrizabalaga, J. Areso, A. Delgado-Molina. 2010. Reproductive Biology of Yellowfin Tuna (*Thunnus albaceres*) in the Western and Central Indian Ocean. *Ind Ocean Tun Commis.* 1-25pp.