



HUBUNGAN ANTARA KONDISI OSEANOGRAFI DAN DISTRIBUSI SPASIAL IKAN PELAGIS DI WILAYAH PENGELOLAAN PERIKANAN NEGARA REPUBLIK INDONESIA (WPP NRI) 712 LAUT JAWA

THE RELATIONSHIP BETWEEN OF OCEANOGRAPHIC CONDITIONS AND SPATIAL DISTRIBUTION PELAGIC FISH IN THE FISHERIES MANAGEMENT AREA OF THE REPUBLIC INDONESIA (FMA) 712 OF JAVA SEA

Asep Ma'mun^{*1}, Asep Priatna¹, Khairul Amri¹ dan Erfind Nurdin¹

¹Balai Riset Perikanan Laut, Kompl. Raiser Jl. Raya Bogor KM. 47 Nanggewer Mekar, Cibinong, Bogor, Indonesia
Teregistrasi 1 tanggal: 22 Januari 2019; Diterima setelah perbaikan tanggal: 29 Maret 2019;
Disetujui terbit tanggal: 24 April 2019

ABSTRAK

Kepadatan dan penyebaran sumber daya ikan di perairan banyak dipengaruhi oleh variasi kondisi oseanografinya. Untuk mengkaji interaksi antara kondisi oseanografi dengan sebaran spasial ikan pelagis di Laut Jawa, telah dilakukan penelitian *hydro acoustic* dilakukan pada periode 17 Oktober-11 November 2017. Akuisisi data akustik menggunakan multi *beam* Simrad ME (70-120 kHz). Parameter lingkungan (oksigen, pH, salinitas, klorofil, suhu) diukur menggunakan CTD SBE 19 *plus* V2 dan parameter oseanografi fisik (arah dan kecepatan arus) menggunakan ARM *current meter*, keduanya diturunkan secara vertikal sesuai kedalaman pada 48 stasiun. Analisa korelasi antara parameter oseanografi dengan kelimpahan ikan dan distribusi spasial menggunakan analisis statistik PCA (*Principal Component Analysis*). Hasil penelitian menunjukkan densitas ikan pelagis dipengaruhi secara berturut-turut oleh salinitas, oksigen, klorofil, pH dan suhu. Komponen lingkungan yang memiliki interaksi langsung dengan kelimpahan ikan pelagis adalah salinitas dan oksigen. Kedua faktor ini merupakan faktor utama dalam kegiatan osmoregulasi dan pembentukan energi untuk tubuh ikan, sementara keempat faktor lingkungan lainnya (klorofil pH, suhu dan kecepatan arus) berkorelasi secara parsial terhadap keberadaan ikan pelagis.

Kata Kunci: Kondisi oseanografi; hidroakustik; distribusi spasial; ikan pelagis; dan Laut Jawa

ABSTRACT

The density and distribution of fish resources depend on the variations of oceanographic conditions. This research aims to examine the interaction between oceanographic condition with spatial distribution of pelagic fish in the Java Sea. The hydroacoustic survey was conducted on 17 October 2017 to 11 November 2017. Simrad ME multi beam (70-120 kHz) used for acoustic data acquisition. The Environmental parameters (oxygen, pH, salinity, chlorophyll, temperature) were measured using the SBE 19 plus V2 CTD and physical oceanographic parameter (current direction and speed) using the ARM current meter, both are lowered vertically according to depth at 48 station. PCA (Principal Component Analysis) statistical analysis used to investigate the correlation between oceanographic parameter and abundance and spatial distribution of the fishes. The results showed that the density of pelagic fish was influenced by salinity, oxygen, chlorophyll, pH and temperature. Salinity and oxygen have a direct interaction to the abundance of pelagic fish. Since those factors are crucial for osmoregulation and energy formation, while the other four

Korespondensi penulis:
asepmamun@gmail.com

environmental factors (chlorophyll pH, temperature and current velocity) partially correlated to the presence of pelagic fishes.

Keyword: Oceanographic condition; hydroacoustic; spatial distribution; pelagic fishes; Java Sea

PENDAHULUAN

Distribusi dan kelimpahan kelompok jenis atau spesies ikan di suatu perairan perlu diketahui agar dapat melakukan pengelolaan sumber daya ikan pelagis secara berkelanjutan. Menurut Gaol & Sadhotomo, (2007) distribusi dan kelimpahan sumber daya hayati di suatu perairan dipengaruhi oleh kondisi dan variasi parameter oseanografi. Oleh karena itu, informasi yang lengkap dan akurat tentang karakter oseanografi suatu perairan, sangat berguna untuk memahami keterkaitannya dengan distribusi dan kelimpahan sumber daya ikan (Cahya *et al.*, 2016).

Laut Jawa (Wilayah Pengelolaan Perikanan/WPP 712) merupakan salah satu perairan yang sangat potensial dan merupakan habitat kelompok jenis ikan pelagis ekonomis penting di Indonesia. Ikan pelagis sudah sejak lama menjadi target utama penangkapan nelayan di perairan ini dan didaratkan di beberapa lokasi di sepanjang pantai utara Jawa (Suwarso *et al.*, 2008). Kasim *et al.* (2014) menyebutkan ikan pelagis di Laut Jawa umumnya ditangkap nelayan menggunakan pukat cincin (*purse seine*) dan jaring insang (*gill net*).

Jenis-jenis ikan pelagis yang dominan tertangkap nelayan di Laut Jawa terdiri dari pelagis besar dan pelagis kecil. Jenis-jenis ikan pelagis besar yang dominan terutama tongkol komo (*Euthynnus affinis*), tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) dan tenggiri (*Scomberomorus sp*). Kasim *et al.* (2014) menyebutkan terdapat 16 jenis sumber daya ikan pelagis kecil yang tertangkap di Laut Jawa di mana enam jenis diantaranya memberikan kontribusi lebih dari 90% total hasil tangkapan, yaitu layang (*Decapterus russelli*), layang deles (*Decapterus macrosoma*), selar (*Selaroides leptolepis*), bentong (*Selar crumenophthalmus*), banyar/kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*), siro/lemuru (*Amblygaster sirm*) dan tembang/juwi (*Sardinella fimbriata*).

Faktor utama yang paling menentukan keberhasilan penangkapan ikan adalah ketepatan dalam penentuan atau pencarian daerah penangkapan ikan. Menurut Kasim *et al.* (2014) daerah penangkapan ikan di Laut Jawa mengalami pergeseran sepanjang tahun dan dipengaruhi oleh musim, yakni ikan layang deles lebih banyak tertangkap pada September - Februari, sementara ikan banyar melimpah pada Desember hingga Mei. Ikan pelagis besar jenis tenggiri

(*Scomberomorus commerson*) umumnya melimpah pada April dan November (Syukron, 2000). Pada periode musim timur massa air bergerak dari Samudera Hindia ke barat membawa massa air yang lebih dingin, sedangkan pada musim barat massa air dari Samudera Pasifik melalui Laut Cina Selatan mengisi Laut Jawa dan mendorong massa air ke arah timur sesuai arah pergerakan angin dan arus (Wyrki, 1961). Pertukaran massa air secara musiman ini yang menentukan pola penyebaran kelimpahan dan keberadaan ikan pelagis (Priatna & Natsir, 2007).

Laevastu & Hayes, (1981) menyatakan suhu dan salinitas merupakan parameter fisika yang penting artinya dalam mempelajari kehidupan biota laut, perubahan kedua faktor tersebut akan mempengaruhi keadaan organisme di suatu perairan. Suhu yang disukai ikan pelagis khususnya ikan pelagis besar jenis cakalang (*Katsuwonus pelamis*) berkisar antara 16-26°C, dengan suhu optimum 28-29°C dengan kadar salinitas 33-35 per mil. Ikan pelagis kecil seperti ikan sardine (*Sardinella aurita*) melakukan pemijahan pada kisaran suhu 23-25°C (Baskoro *et al.*, 2011). Priatna & Natsir (2007) mengatakan bahwa penerapan metode akustik dapat digunakan untuk memetakan densitas dan distribusi spasial ikan pelagis berdasarkan kedalaman perairan.

Tulisan ini menjelaskan pola distribusi ikan pelagis dan hubungannya dengan kondisi oseanografi perairan Laut Jawa dalam upaya menunjang penangkapan yang efektif dan efisien. Bahasan difokuskan pada hubungan antara faktor lingkungan oseanografi fisik, kimia dan biologi terhadap distribusi ikan hasil pengukuran *hydro acoustic* dan menentukan faktor yang paling mempengaruhi terhadap keberadaan ikan.

BAHAN DAN METODE

Pengumpulan Data

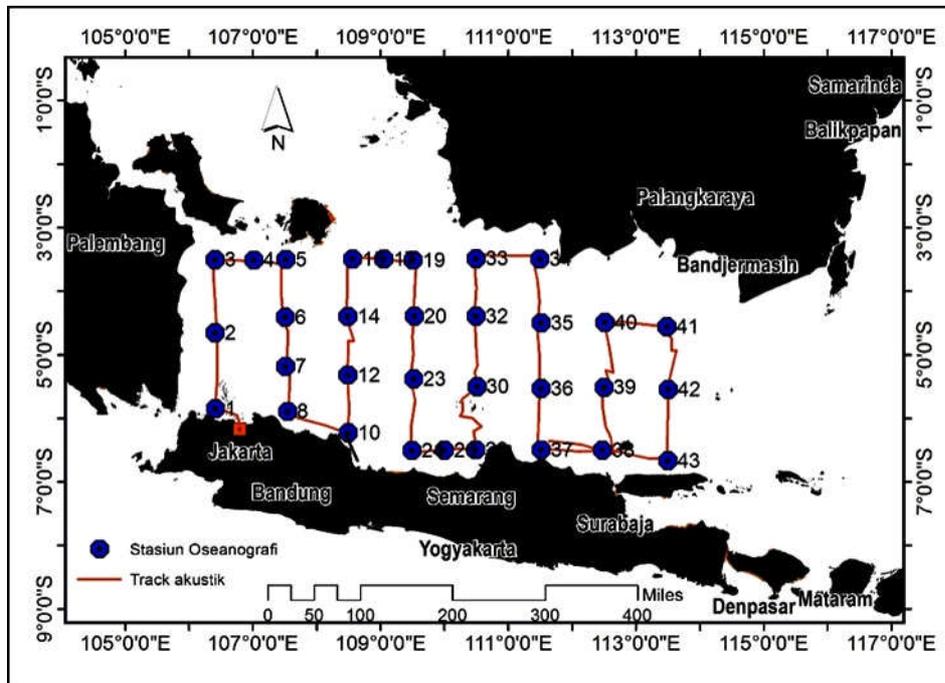
Penelitian lapangan dilakukan pada 17 Oktober - 11 November 2017 dengan menggunakan kapal riset KR. Bawal Putih III yang dilengkapi dengan peralatan hidroakustik Simrad ME (70-120 kHz). Lintasan kapal untuk pengumpulan data hidroakustik menggunakan transek *systematic paralel* transek dengan panjang lintasan total mencapai 3.462 km, kecepatan rata-rata kapal antara 5-6 knot. Jalur akuisisi data dan stasiun oseanografi ditampilkan pada Gambar 1. Akuisisi data akustik dilakukan melalui alat transduser yang ditempatkan pada lunas kapal. Konfigurasi yang

digunakan selama proses akusisi data menggunakan 5 beam pada rentang frekuensi minimal 70 kHz dan maksimal 120 kHz. Durasi pulsa yang digunakan adalah 384 μ s. Lebar sudut bukaan (*opening beam angle*) pada beam utama adalah 4,6 (*athwart side*) dan 4,7 (*along side*), sedangkan untuk keseluruhan bukaan sudut beam adalah 98 $^{\circ}$.

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data hidroakustik frekuensi 116 kHz, dianggap memberikan gambaran yang jelas dengan perairan laut Jawa yang tidak terlalu dalam. Proses filtrasi nilai *target strength* (TS) dan *area back-scattering coefficient* (s_A) sebagai data dasar untuk proses kuantifikasi nilai densitas menggunakan *echo integrator* (Lee et al., 1995; Ma'mun et al., 2017; Ma'mun et al., 2018).

Hasil akusisi data hidroakustik dalam bentuk file-file digital yaitu *.raw. Keluaran data akustik yaitu

berupa distribusi data *target strength* (TS) dalam satuan desibel (dB) sebagai indeks ukuran ikan, serta data *volume backscattering strength* (SV) sebagai indeks kepadatan dari suatu kumpulan target ikan yang terdeteksi. Pengukuran parameter lingkungan di setiap stasiun menggunakan alat CTD Sea bird SBE 19 plus V2 yang diturunkan hampir mendekati dasar perairan. (Gambar 1). Data dikumpulkan setiap perubahan tekanan terhadap kedalaman. Jenis parameter lingkungan yang dapat diukur CTD Sea bird SBE 19 plus V2 antara lain: suhu ($^{\circ}$ C) salinitas (PSU), Disolved oxygen (mg/l), densitas (kg/m^3), klorofil (mg/m^3), intensitas cahaya (nanometer(nm)), pH (tidak memiliki satuan) dan kekeruhan (NTU). Untuk pengukuran parameter oseanografi fisik menggunakan ARM *current meter* dengan cara diturunkan hingga mendekati dasar perairan. Data yang diperoleh alat tersebut yaitu arah arus (dalam bentuk derajat) dan kecepatan arus (cm/s) perairan.



Gambar 1. Jalur transek hidroakustik dan stasiun oseanografi yang dinyatakan dalam nomor.
Figure 1. Hydroacoustic track transects and oceanography station which indicated by numbers.

Pengolahan dan Analisis Data

Untuk mengetahui komposisi ukuran ikan dilakukan pembagian strata kedalaman dengan selang 25 meter, yang dimulai dari kedalaman 5 m dari permukaan air. Hal ini dilakukan untuk mengurangi terjadinya bias suara (noise) dari mesin kapal pada kedalaman 0-5 m. Data akustik diolah dengan menggunakan software SONAR ver.5 dengan *Elementary Distance Sampling Unit* (EDSU) sekitar 1 *nautical mile* (nm) Sebaran komposisi berdasarkan ukuran ikan dinyatakan dalam *target strength* (TS) dengan

satuan decibel (dB) yang dapat dikonversikan sebagai ukuran panjang ikan (Simmonds & MacLennan, 2005; Ma'mun et al., 2017; Ma'mun et al., 2018). Dari hasil tersebut, nilai TS terhadap nilai s_A (nilai hambur balik akustik dari suatu kolom perairan) secara matematis dapat dihitung menjadi densitas ikan. Konversi nilai TS menjadi ukuran panjang ikan menggunakan formula hubungan panjang ikan terhadap nilai TS ikan sarden (*Sardina pilchardus*) yang diasumsikan memiliki karakteristik tidak jauh berbeda dengan ikan pelagis kecil pada ukuran yang sama, sedangkan untuk ikan pelagis besar digunakan formulasi dari ikan

tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) yang diasumsikan memiliki karakteristik tidak jauh berbeda pada ukuran yang sama (Hannachi *et al.*, 2004); (Bertrand & Edward, 2000; Ma'mun *et al.*, 2017; Ma'mun *et al.*, 2018).

Sebaran komposisi berdasarkan ukuran ikan dinyatakan sebagai estimasi ukuran rata-rata didasarkan pada nilai TS yang dinyatakan dalam satuan cm (Mun *et al.*, 2006; Lee & Shin, 2005; Yoon & Ha, 1998; Ma'mun *et al.*, 2017; Ma'mun *et al.*, 2018). Nilai TS pada setiap individu memiliki karakteristik nilai *backscattering strength* akustik yang berbeda-beda (Korneliussen *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 1998; Lee, 2012; Ma'mun *et al.*, 2017; Ma'mun *et al.*, 2018).

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini yaitu adanya perbedaan spesies ikan dianggap tidak berpengaruh terhadap dan selang kelas ukuran ikan pelagis memiliki kisaran ukuran antara 5 - 54 cm (TS -60 s/d -37 dB). Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk grafik dan peta sebaran spasial Densitas (D) ikan pelagis per satuan luas area (Jumlah ikan/m²) berdasarkan posisi geografis. Peta sebaran yang akan digambarkan adalah peta sebaran densitas rata-rata dari kedalaman 5-100 m. Rentang nilai kepadatan ikan dinyatakan dengan gambar lingkaran berskala, dengan kategori ikan sedikit (0,3-0.5 ikan/m²), sedang (1-3 ikan/m²) dan banyak (5-14 ikan/m²). Pembagian kategori ini didasarkan kepada banyaknya ikan hasil tangkapan dan berat ikan rata-rata yang diperoleh. Sebagai bahan validasi struktur ukuran digunakan data hasil tangkapan nelayan *purse seine* saat survei dilakukan. Ukuran ikan hasil tangkapan yang diperoleh nelayan dikonversi menjadi nilai TS dengan menggunakan formulasi $TS=20 \text{ Log } L-73,97$ untuk ikan pelagis kecil (Hannachi *et al.*, 2004) dan pelagis besar menggunakan formulasi $TS = 25,26 \text{ log } FL - 80,62$ (Bertrand & Edward, 2000). Nilai yang dihasilkan dari kedua formulasi ini digunakan untuk validasi nilai TS.

Data hidrologi perairan diambil dengan menggunakan CTD SBE 19 *plus* yang diturunkan secara vertikal sesuai kedalaman perairan pada titik-titik stasiun yang telah ditentukan, yang meliputi suhu, salinitas, dissolved oxygen, densitas, klorofil, intensitas cahaya, pH dan kekeruhan. File digital hasil pengukuran tercatat dalam bentuk (.HEX). Pengolahan data CTD dilakukan dengan software SBE Data Processing. Analisis dan visualisasi data CTD dilakukan dengan software ArcGis 10.1, digambarkan secara horizontal. Data arah dan kecepatan arus yang diperoleh dari data ARM current meter adalah data dalam bentuk raw data pada setiap lapisan kedalaman

dengan interval data 1 m yang kemudian dirata-ratakan terhadap kedalaman perairan.

Data sebaran densitas ikan hasil interpolasi antar titik kemudian dizonasikan dengan radius 1km dari titik penurunan CTD, kemudian ditumpang tindihkan (*overlay*) terhadap masing-masing data parameter lingkungan dan oseanografi fisik. Data lingkungan yang bertumpang tindih dengan data densitas ikan kemudian ditabulasikan untuk masing-masing parameter yang dihasilkan. Kondisi oseanografi yang digunakan adalah hasil rata-rata parameter lingkungan dalam satu kolom perairan antara lain (suhu, salinitas, pH, oksigen, klorofil dan kecepatan arus) dan densitas ikan. Parameter kecerahan tidak diikuti dalam pengujian karena waktu pengambilan tidak sama yaitu pada malam dan siang hari, sehingga dianggap bias karena matahari memiliki peranan penting dalam hal ini. Sensor kekeruhan dalam kondisi tidak berfungsi. Densitas air laut erat hubungannya dengan pergerakan air laut karena adanya perbedaan densitas, sehingga penulis menasumsikan hal tersebut cukup diwakilkan oleh kecepatan arus laut.

Untuk menentukan keterkaitan parameter oseanografi yang mempengaruhi densitas ikan pelagis yaitu menggunakan metode analisis statistik PCA (*Principal Component Analysis*). Penggunaan analisis PCA dapat memberikan gambaran kekuatan korelasi antar parameter oseanografi terhadap ikan pelagis (Glor & Warren, 2010; Novak *et al.*, 2010; Faucon *et al.*, 2011; Grenouillet *et al.*, 2011) Hipotesis awal terhadap kesignifikan variabel-variabel tersebut adalah: H0 = korelasi antar variabel tidak signifikan; H1 = setidaknya terdapat satu korelasi antar variabel yang signifikan.

Pada prinsipnya PCA menggunakan pengukuran jarak *eclidean* (sudut), yaitu jumlah kuadrat perbedaan antara data parameter oseanografi untuk kelimpahan ikan yang sesuai. Semakin kecil jarak *eclidean* antar parameter oseanografi maka semakin mirip karakteristiknya dan sebaliknya. Hasil dari proses analisis PCA diperoleh juga peta teritorial yang berguna untuk menentukan penempatan sebuah data kelimpahan ikan pada faktor oseanografi. Untuk melihat faktor yang layak digunakan untuk analisis komponen dengan melihat nilai KMO (*Kaiser Meyer Olking statistic*) dengan ketentuan nilai KMO > 0,5. Setelah diketahui beberapa faktor oseanografi yang memenuhi untuk analisa komponen, kemudian data tersebut dijadikan pembentuk hipotesis awal pada analisis lanjutan yaitu analisis regresi linear berganda dengan menggunakan Uji-t dan Uji F. Uji ini digunakan untuk melihat hubungan antara komponen utama terhadap variabel terikat dan menentukan faktor yang

paling mempengaruhi keberadaan ikan pelagis. Berikut hipotesisnya; H0=komponen utama tidak berpengaruh signifikan terhadap variable terikat, H1=ada satu atau lebih komponen utama berpengaruh signifikan terhadap variable terikat, H2=secara bersama-sama komponen utama secara signifikan mempengaruhi variable terikat. Untuk mengetahui berapa persen pengaruh komponen utama terhadap variable terikat dengan cara melihat koefisien determinasi.

HASIL DAN BAHASAN

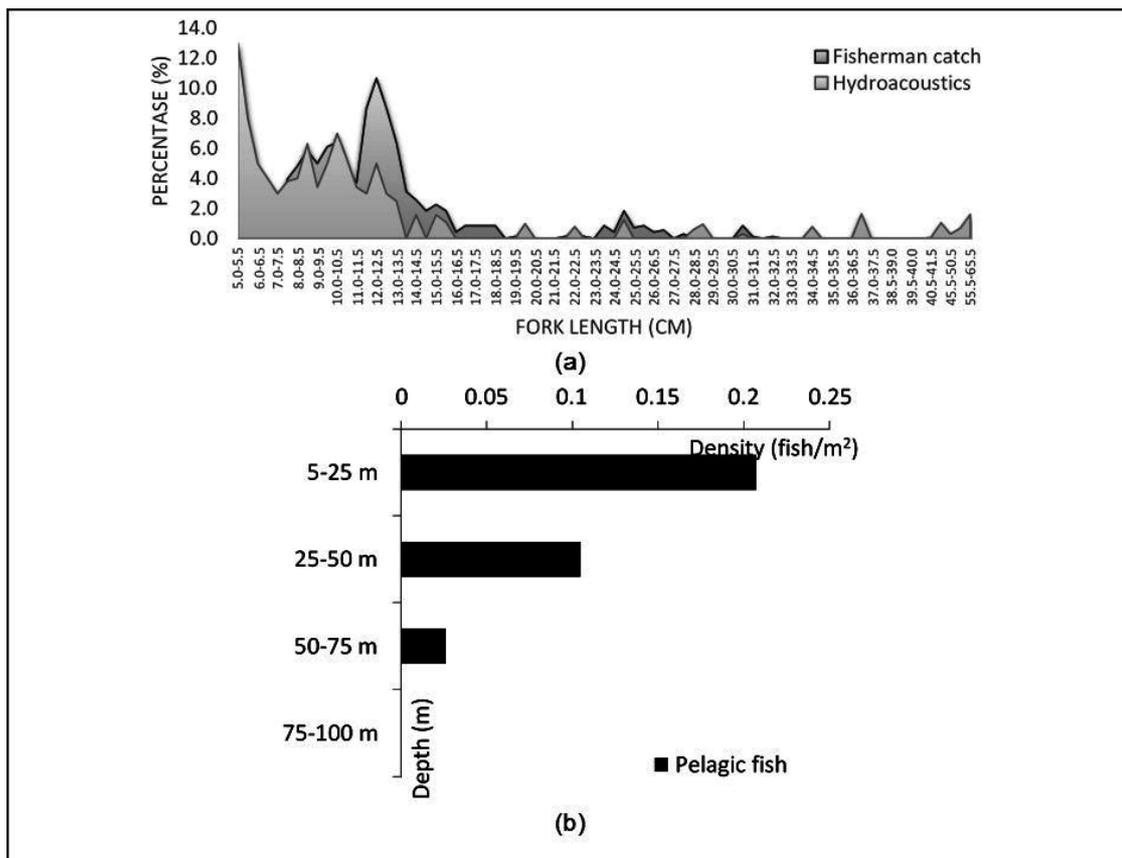
Hasil

Stuktur Ukuran dan Distribusi Ikan Pelagis

Hasil pengamatan akustik terhadap nilai *target strength* (TS) ikan pelagis menunjukkan bahwa ukuran ikan terkecil yang terdeteksi adalah 5 cm, sedangkan terbesar 64 cm, dengan kisaran modulus selang kelas tertinggi pada ukuran 5-5,5 cm (13 %) (Gambar 2a). Hasil sebaran ukuran ikan berdasarkan hasil tangkapan nelayan juga berukuran kecil berkisar antara 5 -32 cm dengan dominasi modulus selang kelas

tertinggi pada ukuran 12,5-13,0 cm (10,7%) (Gambar 2a). Sebaran ikan pada selang ukuran ikan kecil yang dihasilkan hampir sama antara hasil tangkapan nelayan dan pengukuran akustik. Beberapa perbedaan karena adanya selektifitas dari alat tangkap *pure seine* dimana tidak bisa menangkap ukuran ikan kecil dan untuk ukuran ikan besar tidak tertangkap oleh nelayan.

Pada Gambar 2 b ditampilkan densitas ikan (D) rata-rata per satuan volume (jumlah ikan/m²). Gambar ini menunjukkan bahwa D rata-rata per satuan volume tertinggi berada pada lapisan permukaan antara kedalaman 5-25m (D= 0.2 ikan/m²), D rata-rata semakin menurun dengan semakin bertambahnya kedalaman, pada kedalaman 25-50 m D rata-rata sekitar 0,1 ikan/m², sedangkan pada kedalaman > 50 m, D rata-rata hanya sekitar- 0,02 ikan/m². D rata-rata pada kedalaman (5->50m) yaitu 0,11 ikan/ m². Jika dibandingkan dengan hasil survei akustik KR.Madidihang 2 (Tahun 2015) dengan D rata-rata ikan (5->50m) yaitu 0,019 ikan/m² (BRPL, 2015) mengalami peningkatan.



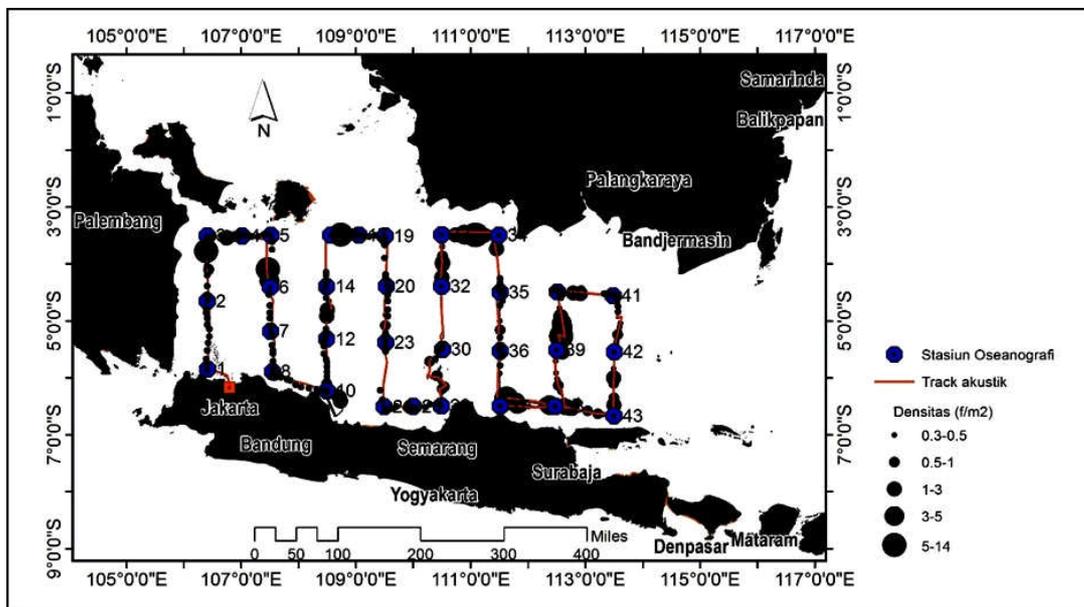
Gambar 2. (a). Komposisi ukuran ikan pelagis hasil analisa akustik dan hasil tangkapan nelayan, (b). Densitas ikan pada setiap 25 m kisaran kedalaman.

Figure 2. (a). Size composition of pelagic fishes resulted from acoustic analysis and based on fisherman catches; (b). Density fish of pelagic fishes in each 25 m ranges of depth layer.

Distribusi Spasial Ikan Pelagis

Distribusi jenis ikan pelagis secara spasial digambarkan dengan lingkaran berskala berwarna hitam berdasarkan kriteria dari kisaran densitas rata-rata ikan pelagis yang telah ditentukan. Semakin

besar ukuran lingkaran menunjukkan semakin besar densitas ikan pelagis (Gambar 3). Ikan pelagis dengan densitas besar di temukan perairan Lampung, selatan perairan Taman Nasional Tanjung Puting, utara Rembang, Tuban dan Madura. Beberapa lokasi lainnya ditemui di daerah kepulauan Karimun Jawa.



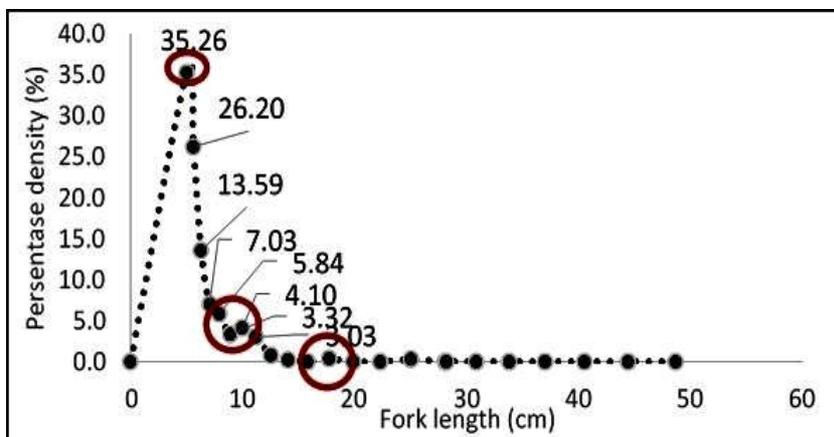
Gambar 3. Sebaran mendatar densitas ikan pelagis (5-100 m).

Figure 3. The horizontal distribution of the density of pelagic fish (5-100 m).

Stasiun-stasiun di WPP NRI 712 yang memiliki densitas ikan pelagis yang besar mencakup perairan Lampung Timur dengan densitas rata-rata > 5 ikan/m³ disusul perairan selatan Taman Nasional Tanjung Puting, utara Rembang, Madura, Tuban dan di perairan kepulauan Karimun Jawa dengan kisaran densitas rata-rata 3-5 ikan/m³. (Gambar 3).

Berdasarkan persentase frekuensi kemunculan ikan hasil hidroakustik ada tiga kelompok ukuran ikan dominan di WPP NRI 712 dapat dilihat dari kohort

(lingkaran merah) yang terbentuk (Gambar 4). Banyak kohort yang terbentuk sesuai dengan komposisi jenis hasil tangkapan nelayan *purse seine* pada saat survei dilakukan yaitu layang (38,4%), Selar (37,2%) dan tongkol (7,5%), dengan panjang ikan rata-rata berturut-turut 7-8cm, 10-11 cm dan 23-24cm. Ukuran panjang ikan yang tertangkap hampir sama dengan rentang ukuran panjang ikan hasil analisis data hidroakustik yaitu pada ukuran (5-54 cm) atau pada rentang nilai *target strength* (-60 s/d -37 dB). (Gambar 4).



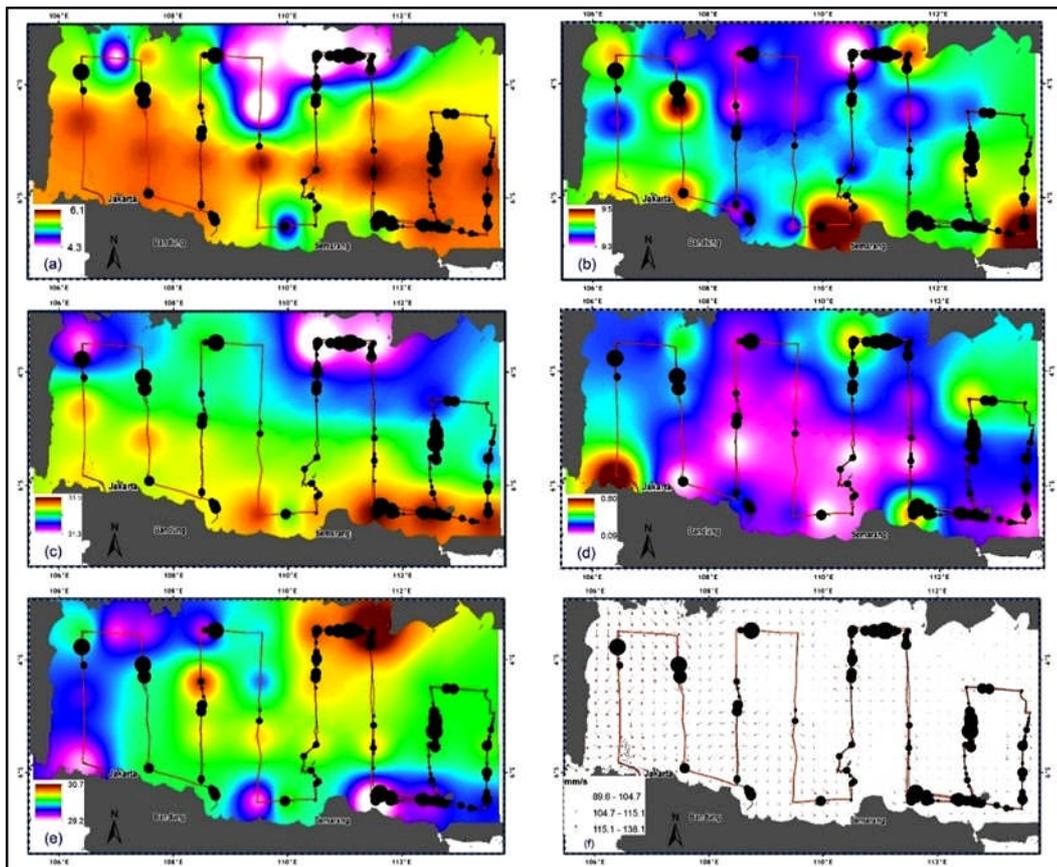
Gambar 4. Kelompok densitas ikan pelagis di WPP NRI 712.

Figure 4. Group of the density of pelagic fish in FMA 712.

Hubungan Parameter Oseanografi dan Distribusi Ikan Pelagis

Distribusi ikan pelagis yang ditumpang tindihkan dengan kondisi oseanografi lingkungan (suhu, salinitas, klorofil-a, oksigen terlarut, pH, arah dan kecepatan arus) divisualisasikan pada Gambar 5. Sebaran spasial densitas dan keberadaan ikan dengan kategori besar ditemukan di beberapa lokasi

seperti pada daerah perairan Lampung, Taman Nasional Tanjung Puting, Rembang, Tuban dan bagian utara Madura. Beberapa lokasi seperti di bagian selatan pulau Kalimantan, memiliki kadar oksigen perairan yang lebih rendah (4-4,3 mg/l) tetapi suhu yang hangat (30-30,5°C). Di lokasi utara Jakarta klorofil-a yang tinggi (0,3-0,5 mg/m³) namun memiliki suhu yang rendah (29,7-29,9°C). Pergerakan arus di Laut Jawa berkisar antara 0,8-1,3 m/s.



Gambar 5. Sebaran horizontal ikan pelagis terhadap oseanografi lingkungan (a).Oksigen, (b).pH, (c).Salinitas, (d).Klorofil-a, (e). Suhu, dan (f). Arah dan kecepatan arus.

Figure 5. Horizontal distribution of pelagic fish to Environmental oceanography (a).Oxygen, (b). PH, (c). Salinity, (d). Chlorophyl-a, (e). Temperature and (f). Flow and velocity of current.

Hasil analisis PCA (Gambar 6) menunjukkan bahwa keeratan hubungan antar variable (suhu, salinitas, pH, oksigen, klorofil-a dan kecepatan arus) dapat dilihat pada matrik korelasi. Sebagian besar koefisien korelasi antar parameter oseanografi yang terlibat dalam kondisi ikan pelagis adalah < 0,5 (Tabel 1), namun nilai KMO (*Kaiser Meyer Olking statistic*) diperoleh sebesar 0,66 dengan signifikansi < 0,05 sehingga semua parameter hasil pengukuran layak

untuk analisis komponen.

Berdasarkan nilai akar ciri (*eigenvalue*) untuk komponen yang > 1 (Tabel 2), maka terbentuk 2 faktor bersama yaitu F1 dan F2 dengan persentase kumulatif keragaman sebesar 65,40% dan sisanya 34,59% terdiri atas 4 faktor bersama lainnya. Hanya faktor F1 dan F2 yang digunakan untuk melihat korelasi, karena persentase kumulatif ragam yang memenuhi (Tabel 2).

Tabel 1. Matrik korelasi antar parameter oseanografi
 Table 1. Correlation matrix between variables

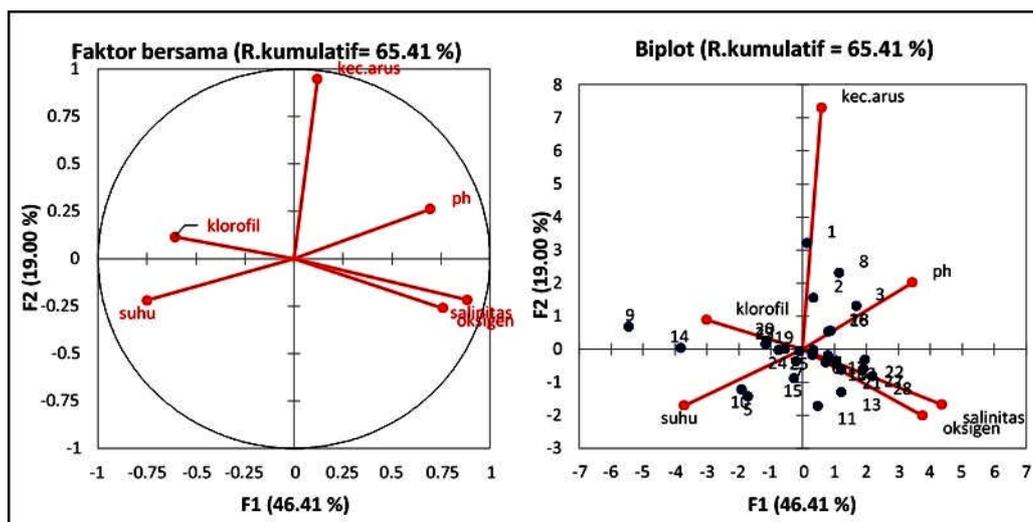
| Parameter | suhu | salinitas | ph | oksigen | klorofil | kec.arus |
|------------|---------|-----------|---------|---------|----------|----------|
| suhu | 1 | | | | | |
| salinitas | -0,6483 | 1 | | | | |
| ph | -0,3652 | 0,4638 | 1 | | | |
| oksigen | -0,4840 | 0,6976 | 0,2843 | 1 | | |
| klorofil-a | 0,1926 | -0,4017 | -0,5199 | -0,3013 | 1 | |
| kec.arus | -0,2379 | -0,0706 | 0,2012 | -0,0335 | 0,0298 | 1 |

Tabel 2. Nilai akar ciri dan persentase keragaman masing-masing parameter
 Table 2. Root values and percentage diversity of each parameters

| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Eigenvalue | 2,7844 | 1,1401 | 0,9936 | 0,4765 | 0,3977 | 0,2077 |
| Variability (%) | 46,4059 | 19,0024 | 16,5594 | 7,9423 | 6,6277 | 3,4622 |
| Cumulative % | 46,4059 | 65,4083 | 81,9677 | 89,9101 | 96,5378 | 100,0000 |

Parameter oseanografi yang memiliki keterkaitan langsung satu sama lain adalah salinitas dan oksigen dengan sudut (*eclidean*) antar keduanya sangat dekat dibanding komponen lainnya (Gambar 6a).

Sementara keempat parameter oseanografi yaitu klorofil, pH, suhu dan kecepatan arus berkorelasi secara parsial terhadap keberadaan ikan pelagis (Gambar 6b).



Gambar 6. (a). Korelasi komponen faktor F1 dan F2 terhadap parameter oseanografi (b). Peta territorial parameter oseanografi dan densitas ikan pelagis.

Figure 6. (a). Correlation of components factor F1 and F2 towards oceanography parameters (b). Territorial maps of oceanography parameters and the density of pelagic fish.

Dari hasil korelasi spasial antara parameter oseanografi terhadap keberadaan ikan pelagis, maka diperoleh kesimpulan dari hipotesis terima H1 (setidaknya terdapat satu korelasi antar variabel yang signifikan), dimana dapat dilihat pada (Gambar 6b) densitas ikan pelagis berkorelasi secara spasial dan dominan secara berturut-turut dengan parameter oseanografi salinitas, oksigen, klorofil, pH dan suhu. Urutan ini didasarkan kepada jarak dan kedekatan terhadap garis yang dibentuk faktor lingkungan terhadap titik pusat korelasi.

Dari kelima faktor yang diuji menggunakan Uji-t dengan selang kepercayaan 95% dari hipotesis yang telah dibentuk diperoleh bahwa, hasil uji statistik menyatakan terima H1 dimana ada tiga komponen utama lingkungan yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap densitas ikan pelagis yaitu salinitas ($t\text{-hit}=4,415$), oksigen ($t\text{-hit}=2,620$) dan klorofil-a ($t\text{-hit}=2,179$) dengan nilai $\text{sig}<0,05$ dan $t\text{-hit}>t\text{-tabel}$ (2,074) (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil Uji-t komponen utama dominan terhadap komponen terikat
 Table 3. Results of dominant t-test main component to the bound component

| | | Coefficients ^a | | | | | | |
|-------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|---------------------------------|-------------|
| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. | 95,0% Confidence Interval for B | |
| | | B | Std. Error | Beta | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | (Constant) | 553,121 | 138,454 | | 3,995 | ,001 | 265,984 | 840,258 |
| | Salinitas | 11,467 | 2,597 | ,916 | 4,415 | ,000 | 16,854 | 6,080 |
| | Oksigen | 3,446 | 1,315 | ,659 | 2,620 | ,016 | 6,173 | ,718 |
| | Klorofil-a | 9,559 | 8,105 | ,202 | 2,179 | ,001 | 26,369 | 7,250 |
| | pH | ,525 | 1,550 | ,073 | ,339 | ,738 | 3,738 | 2,689 |
| | Suhu | 1,629 | 3,368 | ,082 | ,484 | ,633 | 8,613 | 5,355 |

a. Dependent Variable: Densitas ikan

Untuk melihat secara simultan ketiga komponen utama mempengaruhi keberadaan dan densitas ikan dilakukan Uji-F dengan selang kepercayaan 95% (Tabel 4). Hasil dari Uji-F diperoleh nilai F-hit sebesar 4,109 > F-tabel (2,64) dengan sig<0,05 sebesar 0,009. Dari nilai-nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa hipotesis H2 (Secara bersama-sama komponen utama secara signifikan mempengaruhi variable terikat) dapat diterima, artinya ketiga komponen utama

parameter oseanografi tersebut secara bersama-sama mempengaruhi keberadaan ikan di WPP NRI 712 Laut Jawa.

Besarnya pengaruh komponen-komponen tersebut dinyatakan dalam nilai keeratan hubungan antar komponen (R-square) yaitu sebesar 0,793 atau dapat dinyatakan dengan kisaran persentase sebesar 79%.

Tabel 4. Hasil Uji-F komponen utama dominan terhadap komponen terikat
 Table 4. F-Test results from dominant main componen to bound componen

| ANOVA ^b | | | | | | |
|--------------------|------------|----------------|----|-------------|-------|-------------------|
| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| 1 | Regression | 91,473 | 5 | 18,295 | 4,109 | ,009 ^a |
| | Residual | 97,956 | 22 | 4,453 | | |
| | Total | 189,429 | 27 | | | |

a. Predictors: (Constant), Salinitas, Oksigen, Klorofil-a
 b. Dependent Variable: Densitas ikan

Bahasan

Ukuran ikan pelagis dari hasil pengamatan hidroakustik didominasi oleh ikan pelagis berukuran kecil (5-5,5 cm). Sesuai dengan hasil tangkapan nelayan pureseine di lokasi penelitian dengan komposisi hasil tangkapan layang (38,4%), Selar (37,2%) dan tongkol (7,5%), dengan panjang ikan rata-rata berturut-turut 7-8 cm, 10-11 cm dan 23-24 cm. Densitas rata-rata ikan pelagis menurun dengan semakin bertambahnya kedalaman, hal ini bergantung kepada kemampuan ikan untuk beradaptasi terhadap lingkungan dan perubahan tekanan yang akan semakin besar seiring pertambahan kedalaman (Stickney & Rust, 2000).

Keberadaan ikan pelagis di Laut Jawa menyebar pada beberapa lokasi, kelimpahan ikan paling banyak ditemukan di daerah perairan Lampung, perairan Taman Nasional Tanjung Puting, Rembang, Tuban dan Madura. Selain itu, keberadaan ikan pelagis dengan kelimpahan sedang ditemui di daerah kepulauan Karimun Jawa. Kelimpahan ikan pelagis sedikit ditemukan di perairan karawang dan utara Jakarta. Penyebaran densitas ikan diduga karena dipengaruhi oleh pergerakan massa air dari Samudera Pasifik dan Samudera Hindia yang masuk ke Laut Jawa dan merupakan salah satu daerah yang dipengaruhi Arus Lintas Indonesia (ARLINDO), khususnya yang berdekatan dengan Selat Makassar (Rajawane & Paudra, 2014). Iklim muson merupakan faktor yang

menentukan sifat-sifat perairan Laut Jawa. Pada periode muson tenggara (musim timur) angin dan arus bergerak dari timur (Samudera Hindia) ke barat membawa massa air yang lebih dingin, sedangkan pada musim barat massa air dari Laut Cina Selatan (Samudera Pasifik) mengisi Laut Jawa dan mendorong massa air ke arah timur sesuai arah pergerakan angin dan arus (Wyrki, 1961). Selama musim timur salinitas tinggi dari Laut Flores masuk ke laut Jawa dan keluar melalui Selat Gasper, Selat Karimata dan Selat Sunda. Pada tahap permulaan layang kecil berasal dari Laut Flores bermigrasi ke arah barat dan sampai ke pulau Bawean. Pada musim timur pada bulan Juni sampai September banyak terdapat layang di Laut Jawa (disebut populasi layang timur). Pada musim barat ikan layang muda masuk dari Laut Cina Selatan mengikuti pergerakan massa air dan arus (Nontji, 2002). Oleh karena itu, kelompok ikan pantai (layang (*Decapterus macrosoma*) cenderung tinggal di Laut Jawa sepanjang tahun (Sadhotomo & Durand, 1997).

Keberadaan ikan pelagis banyak ditemukan di perairan selatan Taman Nasional Tanjung Puting, utara Rembang, Madura, Tuban dan di perairan kepulauan Karimun Jawa dengan besarnya kawanan rata-rata antara 3-5 ikan/m². Pada daerah perairan Lampung timur nilai densitas ikan cukup besar pada beberapa lokasi yaitu dengan nilai > 5 ikan/m². Rembang, Tuban dan Karimun Jawa merupakan daerah tangkapan dari nelayan pukat cincin di Laut Jawa (Suwarso *et al.*, 2008); (Chodriyah & Hariati, 2010).

Dari nilai densitas ikan yang diperoleh terhadap ukuran panjang ikan diperoleh bahwa terdapat dua kelompok sumber daya ikan yaitu ikan pelagis besar dan ikan pelagis kecil, dimana didominasi oleh kelompok pelagis kecil (layang, selar) dan ikan pelagis besar (tongkol). Hal ini sesuai dengan banyaknya kohort (yang terbentuk pada Gambar 4 dimana dua kohort dominan termasuk pelagis kecil (Ikan layang) dan sisanya kohort pelagis besar (ikan tongkol) hasil survei hidroakustik, kemudian divalidasi dari hasil tangkapan nelayan. (Potier & Sadhotomo, 1995) menyatakan di Laut Jawa sumber daya ikan pelagis kecil dari hasil tangkapan umumnya terbagi menjadi 3 populasi yaitu populasi oseanik sekitar Selat Maksasar dan Laut Flores, populasi neritik berdekatan dengan Laut Cina Selatan dan populasi pesisir di area pertengahan Laut Jawa.

Jika dilihat dari hasil tumpang tindih beberapa parameter oseanografi yang diperoleh, daerah potensi ikan pelagis terdapat pada dua zona yaitu bagian barat (Lampung timur dan selatan pulau Belitung), sedangkan bagian timur yaitu (Taman Nasional Tanjung Puting, Rembang, Tuban, Madura,

Kep.Karimun Jawa). Ikan pelagis besar dominan banyak ditemukan di bagian barat WPP NRI 712 sedangkan ikan pelagis kecil dominan banyak ditemukan di bagian timur dari hasil pengukuran hidroakustik. Frcon *et al.*, (1992) menjelaskan bahwa schooling ikan secara umum dipengaruhi oleh rangsangan dari faktor luar seperti menghindari dari predator, mencari lingkungan yang sesuai dan rangsangan dari faktor dalam tubuh seperti memijah, mencari makan dan tingkah laku ikan tersebut.

Keberadaan densitas ikan pelagis ditemukan pada beberapa lokasi di utara Rembang, Madura, Tuban dengan salinitas (32-33,5 PSU) lebih tinggi dari lokasi lainnya, di selatan pulau Kalimantan dengan kisaran klorofil yaitu 0,6-0,7 kg/m³, kadar oksigen perairan 4-4,3 mg/l dan suhu berkisar 30-30,5°C (Gambar 5), rentang tersebut banyak disukai oleh ikan-ikan pelagis seperti layang, kembung, tongkol dan cakalang (Baskoro *et al.*, 2011). Tingginya kandungan oksigen, suhu, klorofil-a dan salinitas dapat dijadikan indikasi sedikitnya ikan berada pada lokasi tersebut, hal ini berkaitan dengan sumber makanan ikan dan metabolisme (Hendiarti *et al.*, 2005; Baskoro *et al.*, 2011).

Suhu perairan berperan mempengaruhi aktifitas dan metabolisme tubuh ikan, sehingga suhu berpengaruh terhadap penyebaran ikan perairan. Pada beberapa lokasi seperti di selatan Tanjung puting dan perairan Lampung kelimpahan ikan besar ditemukan pada kisaran suhu 29-30°C, kisaran ini sangat disukai jenis ikan pelagis besar seperti cakalang dan tongkol. Salinitas dalam tubuh ikan berperan dalam penyesuaian tekanan osmotik antara sitoplasma dari sel-sel dalam tubuh ikan dengan keadaan salinitas disekelilingnya. Ikan akan memilih perairan yang sesuai dengan tekanan osmotiknya untuk berada pada suatu perairan (Baskoro *et al.*, 2011). Beberapa lokasi seperti di utara Rembang, Madura, Tuban ditemukan beberapa ikan pelagis pada salinitas lebih tinggi dari lokasi lainnya (Gambar 5). Dengan kisaran salinitas 32-33,5 PSU di perairan sangat sesuai untuk ikan-ikan kelompok pelagis besar seperti cakalang dan tongkol (Baskoro *et al.*, 2011).

Fitoplankton merupakan produsen utama, dimana memiliki zat klorofil untuk melakukan fotosintesis. Banyaknya fitoplankton akan meningkatkan kadar oksigen perairan, karena hasil dari fotosintesis. Fitoplankton merupakan sumber makanan dari zooplankton, banyaknya keberadaan organisme ini menjadi sumber makanan sebagian ikan pelagis. Banyaknya ikan pelagis yang berukuran lebih kecil merupakan salah satu sumber makanan ikan pelagis lainnya (Nontji, 2002).

Kandungan klorofil-a di Laut Jawa memiliki pola fluktuasi musiman yang sama dengan kosentrasi ikan pelagis kecil (layang, banyar, selar, bentong dan juwi) serta ikan pelagis besar (tongkol dan tenggiri) (Kasim *et al.*, 2014). Klorofil-a memiliki hubungan yang erat dengan keberadaan ikan pelagis, khususnya ikan layang (Kasim *et al.*, 2014). Hasil fotosintesis dari fitoplankton yaitu oksigen juga digunakan ikan dalam osmoregulasi (proses fisiologi yang terjadi dalam tubuh ikan untuk mengontrol kosentrasi larutan dalam tubuh agar seimbang dengan lingkungan) (Pamungkas, 2012) dan pembentukan energi untuk bergerak (Stickney & Rust, 2000).

Pergerakan arus yang terukur saat penelitian tidak begitu cepat (0,8-1 m/s) dan banyak ditemukan keberadaan ikan pelagis kecil dan beberapa ikan ditemukan pada kecepatan arus yang lebih cepat terutama untuk ikan-ikan pelagis besar. Adanya pergerakan massa air akibat arus perairan dari pengaruh musim kerap diikuti oleh penetrasi beberapa sumber daya ikan (Gaol & Sadhotomo, 2007). Hal ini salah satunya dapat dilihat dari kecepatan arus di perairan di mana pada wilayah barat cenderung lebih besar dari pada wilayah timur pada saat survei dilaksanakan. Adanya pergerakan dan pengaruh massa air dari Samudera Pasifik melalui Laut Cina Selatan menuju bagian timur melalui Laut Jawa turut memperkuat arus pada sisi bagian barat perairan Laut Jawa dan mengalami pelemahan kekuatannya mengarah ke bagian Timur (Daruwedho, 2016).

Arus yang kuat lebih disukai ikan-ikan kelompok pelagis besar yang memiliki karakteristik perenang-perenang cepat. Suhu perairan yang lebih dingin lebih disukai kelompok ikan pelagis besar untuk mendinginkan tubuhnya (Putra, 2016). Jalil (2013) menyatakan ikan pelagis kecil akan memberikan respon pasif bila berada dalam arus yang memiliki kecepatan sedang artinya mengikuti arah arus, sedangkan bila kecepatan arus rendah, maka ikan pelagis kecil akan bereaksi secara aktif (melawan arus). Sedangkan kecepatan arus yang cepat, maka ikan pelagis kecil cenderung untuk menghindari (Jalil, 2013). Ikan pelagis besar seperti cakalang dalam aktifitas gerak mereka mencari makan umumnya dengan kecepatan 6,4-6,7 m/s untuk mencari makan, 5-10 m/s atau sekitar 14,4 kali panjang tubuhnya (Baskoro *et al.*, 2011).

Hasil analisis PCA menunjukkan bahwa keeratn hubungan antar variabel yang digunakan dapat dilihat pada matrik korelasi. Berdasarkan nilai akar ciri (*eigenvalue*) untuk komponen yang > 1 , maka terbentuk 2 faktor bersama yaitu F1 dan F2 dengan persentase kumulatif keragaman sebesar 65,40% dan sisanya

34,59%. Komponen lingkungan yang memiliki keterkaitan langsung satu sama lain adalah salinitas dan oksigen dengan sudut (*eclidean*) antar keduanya sangat dekat dibanding komponen lainnya (Gambar 6). Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa kandungan oksigen memberikan pengaruh lebih besar (65,40%) dari pada salinitas (34,59%) terhadap keberadaan ikan pelagis. Hal sesuai dengan peta overlapng antara parameter lingkungan dengan kelimpahan ikan (Gambar 5).

Dari hasil korelasi spasial antara faktor lingkungan terhadap keberadaan ikan pelagis, maka diperoleh kesimpulan densitas ikan pelagis berkorelasi secara spasial serta dominan secara berturut-turut dengan faktor lingkungan salinitas, oksigen, klorofil, pH dan suhu. Dari kelima faktor yang diuji dengan menggunakan Uji-t, diperoleh tiga komponen utama lingkungan yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap densitas ikan pelagis yaitu salinitas, oksigen dan klorofil. Kombinasi dari ketiga faktor ini akan mempengaruhi distribusi dan sebaran ikan diperairan, secara tidak langsung akan mengelompokkan ikan berdasarkan jenis sesuai dengan kemampuan beradaptasi dengan lingkungannya. Salinitas dalam tubuh ikan berperan sebagai unsur yang digunakan untuk menyesuaikan tubuh dengan lingkungannya dengan cara mengatur tekanan osmotik. Ikan pelagis diperairan sangat bergantung kepada keberadaan oksigen, adanya perubahan oksigen akan mendorong ikan berpindah/bermigrasi (Okonski, 1969). Tingginya kosentrasi klorofil-a memiliki hubungan lurus dengan banyaknya ikan pelagis kecil ditemukan dilokasi tersebut (Cahya *et al.*, 2016). Ikan pelagis kecil berasosiasi dengan pelagis besar sebagai rantai makanan.

KESIMPULAN

Berdasarkan nilai TS, kisaran panjang tubuh ikan di Laut Jawa 5-64 cm (*target strength* -60 s/d -43 dB) merupakan kelompok ikan pelagis kecil dan pelagis besar. Kisaran panjang didominasi oleh ikan pelagis kecil pada ukuran 5-5.5 cm (13%), sedangkan pelagis besar yaitu 36,5-37 cm (1,6%), jika hasil densitas ikan rata-rata dibandingkan dengan hasil studi sebelumnya pada tahun 2015 terjadi peningkatan jumlah sumberdaya ikan pelagis di WPP NRI 712. Peningkatan ini mengindikasikan terjadinya pemulihan sumberdaya ikan, khususnya ikan pelagis. Daerah potensi ikan pelagis terdapat pada dua zona yaitu bagian barat (Lampung timur dan selatan pulau Belitung), sedangkan bagian timur yaitu (Taman Nasional Tanjung Putting, Rembang, Tuban, Madura, Kep.Karimun Jawa). Ikan pelagis besar banyak ditemukan di bagian barat WPP NRI 712 dengan

kelimpahan > 5 ikan/m², sedangkan ikan pelagis kecil banyak ditemukan di bagian timur dengan kelimpahan 3-5 ikan/m² dari hasil pengukuran hidroakustik dan karakteristik oseanografi fisik. Parameter oseanografi yang memiliki interaksi langsung dengan kelimpahan ikan pelagis adalah salinitas dan oksigen. Kedua faktor ini merupakan faktor utama dalam keberadaan ikan pelagis diperairan, sementara keempat faktor lingkungan lainnya (klorofil pH, suhu dan kecepatan arus) berkorelasi secara parsial terhadap keberadaan ikan pelagis.

PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan kontribusi dari hasil kegiatan tim peneliti BRPL dan teknisi kapal KR. Bawal Putih III pada kegiatan penelitian Karakteristik Biologi Perikanan, Habitat Sumber Daya dan Produksi Sumber Daya Ikan di WPP NRI 712 T.A.2017, Balai Riset Perikanan Laut-Cibinong, Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Baskoro, M. S., Taurusman, A. A., & Sudirman. (2011). *Tingkah laku ikan hubungannya dengan ilmu dan teknologi perikanan tangkap*. Bandung: Lubuk Agung.
- Bertrand, A., & Edward, J. (2000). Tuna target strength related to fish length and swimbladder volume. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 1143–1146.
- BRPL. (2015). Penelitian karakteristik biologi perikanan, habitat Sumberdaya dan potensi produksi sumberdaya ikan di WPP 712 (laut jawa).
- Cahya, C. N., Setyohadi, D., & Surinati, D. (2016). Pengaruh parameter oseanografi terhadap distribusi ikan. *Oseana*, 41(4), 1–14.
- Chodriyah, U., & Hariati, T. (2010). Musim penangkapan ikan pelagis kecil di laut Jawa. *J.Lit.Perik.Ind.*, 16(3), 217–223. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.16.3.2010.217-233>
- Daruwedho, H. et al. (2016). Analisis pola arus laut permukaan perairan Indonesia Dengan Menggunakan Satelit Altimetri Jason-2 Tahun 2010-2014. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(2), 145–148. DOI: <http://dx.doi.org/10.21009/jgu.5.2.2016.145-148>
- Faucon, M. P., Parmentier, I., Colinet, G., Mahy, G., Luhembwe, M. N., & Meerts, P. (2011). May rare metallophytes benefit from disturbed soils following mining activity? The Case of the Crepidorhopalon tenuis in Katanga (D. R. Congo). *Restoration Ecology*, 19, 333–343.
- Frcon, P., Gerlotto, F., & Soria, M. (1992). Changes in school structure according to external stimuli/ : description and influence on acoustic assessment, 15, 45–66.
- Gaol, J. L., & Sadhotomo, B. (2007). Karakteristik dan variabilitas parameter-parameter oseanografi laut Jawa Hubungannya dengan Distribusi Hasil Tangkapan Ikan. *J.Lit.Perik.Ind.*, 13(3), 201–211. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.13.3.2007.201-211>
- Glor, R. E., & Warren, D. (2010). Testing ecological explanations for biogeographic boundaries. *Evolution*, 65, 673–683.
- Grenouillet, G., Buisson, L., Casajus, N., & Lek, S. (2011). Ensemble modelling of species distribution: the effects of geographical and environmental ranges. *Ecography*, 43, 9th17.
- Hannachi, M. S., Abdallah, L. B., & Marrakchi, O. (2004). Acoustic identification of small-pelagic fish species: target strength analysis and school descriptor classification. *MedSudMed Technical Documents*, 5.
- Hendiarti, N., Suwarso, Aldrian, E., Amri, K., Andiasuti, R., Sachoemar, S. I., & Wahyono, I. B. (2005). Seasonal Variation of Pelagic Fish Catch Around Java. *Oceanography I*, 18(4), 112–123. DOI: <https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.12>
- Jalil, A. R. (2013). Distribusi kecepatan arus pasang surut pada muson peralihan barat-timur terkait hasil tangkapan ikan pelagis kecil di perairan Spermonde Distribution of tidal current velocities transition monsoon east-west related to small pelagic fish catches in Spermon. *J Depik*, 2(1), 26–32. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.13170/depik.2.1.583>
- Kasim, K., Triharyuni, S., & Wujdi, A. (2014). Hubungan Ikan Pelagis dengan Konsentrasi Klorofil-a di Laut Jawa. *BAWAL*, 6(1), 21–29. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.6.1.2014.21-29>
- Kim, Z. G., Choi, Y. M., Hwang, K. S., & Yoon, G. D. (1998). Study on the acoustic behavior pattern of fish school and species identification. Shoal behavior pattern of anchovy (*Engraulis japonicus*) in Ko-rean waters and species identification test. *J Kor Soc Fish Techno*, 34, 52–61.

- Korneliussen, R. J., Heggelund, Y., Eliassen, I. K., & Johansen, G. O. (2009). Acoustic species identification of schooling fish. *ICES J Mar Sci*, 66, 1111–1118.
- Laevastu, T., & Hayes, M. L. (1981). *Fisheries oceanography and ecologi*. Fishing New Books Ltd.
- Lee, D. J. (2012). Fish length dependence of target strength for black porgy and fat greenling at two frequencies of 70 and 120 kHz. *J Kor Soc Fish Technol*, 48, 137–146.
- Lee, D. J., & Shin, H. I. (2005). Construction of a data bank for acoustic target strength with fish species, length and acoustic frequency for measuring fish size distribution. *J Kor Fish Soc*, 38, 265–275.
- Lee, D. J., Shin, H. I., & Shin, H. H. (1995). Fish stock assessment by hydroacoustic methods and its applications - I - Estimation of fish school target strength. *J Kor Soc Fish Technol*, 31, 142–152.
- Ma'mun, A. (2018). Di wilayah pengelolaan perikanan Negara Republik Indonesia 715 (WPP NRI 715) Pada Musim Peralihan Barat Distribution Pattern Of Pelagic Fish And Oceanographic Conditions In The Fisheries Management Area Of The Republic Of Indonesia-715 (Ri-Fma 715), 24(September), 197–208.
- Ma'mun, A., Priatna, A. ., & Herlisman. (2018). Distribusi dan potensi sumber daya ikan pelagis di wilayah pengelolaan perikanan Negara Republik Indonesia 573 (WPP NRI 573) Samudera Hindia. *J.Lit.Perik.Ind.*, 24(3), 197–208. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.24.3.2018.197-208>
- Ma'mun, A., Priatna, A., Hidayat, T., & Nurulludin. (2017). Distribusi dan potensi sumber daya ikan pelagis di wilayah pengelolaan perikanan Negara Republik Indonesia 573 (WPP NRI 573) Samudera Hindia. *J.Lit.Perik.Ind.*, 23(1), 47–56. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.23.1.2017.47-56>
- Mun, J. H., Lee, D. J., Shin, H. I., & Lee, Y. W. (2006). Fish length dependence of target strength for black rockfish, goldeye rockfish at 70 kHz and 120 kHz. *J Kor Soc Fish Technol*, 42, 30–37.
- Nontji, A. (2002). *Laut Nusantara* (III). Jakarta: Djambatan.
- Novak, T., Thirion, C., & Janžekovič, F. (2010). Hypogean ecophase of three hymenopteran species in Central European caves. *Italian Journal of Zoology*, 77, 469–475.
- Okonski, S. (1969). The influence of fish behaviour on the choice of the trawl net shape and size. In *FAO conference on fish behaviour in relation to fishing techniques and tactics* (p. 62(2), 389-408).
- Pamungkas, W. (2012). Aktivitas Osmoregulasi, Respons Pertumbuhan, Dan Energetic Cost Pada Ikan Yang Dipelihara Dalam Lingkungan Bersalinitas. *Media Akuakultur*, 7, 44–51. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/ma.7.1.2012.44-51>.
- Potier, M., & Sadhotomo, B. (1995). *Exploitation of the large and medium seiners fisheries*. In: Potier and Nurhakim (eds): *Biodynex* (Seminar Bi). Jakarta.
- Priatna, A., & Natsir, M. (2007). Distribusi Kepadatan Ikan Pelagis di Perairan Pantai Utara Jawa bagian Timur, Pulau-Pulau Sunda dan Laut Flores. *J. Lit. Perikan. Ind.*, 13(3), 223–232. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.13.3.2007.223-232>
- Putra, F, Zahidah H & Noir P, P. (2016). Kondisi Arus Dan Suhu Permukaan Laut Pada Musim Barat Dan Kaitannya Dengan Ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus Albacares*). *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1), 156–163. DOI: <http://dx.doi.org/10.20865/jpk.7.1.2016.156-163>
- Rajawane, I. W., & Paudra, P. H. (2014). Karakteristik masa air di percabangan arus lintas Indonesia Perairan Sangihe Talaud Menggunakan Data INDEX SATAL 2010. *J. Ilmu Kelautan Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(2), 525–536. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v6i2.9027>
- Sadhotomo, B., & Durand, J. R. (1997). General feature of Java Sea ecology. *Proceeding of the Acoustics. Seminar Akustikan, II*, 43–53.
- Simmonds, E. J., & MacLennan, D. N. (2005). *Fisheries acoustic/ : theory and practice 2nd ed*. London, UK: Blackwell Science Ltd.
- Stickney, R. ., & Rust, M. (2000). *Encyclopedia of aquaculture*. The United States of America: A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons, Inc.
- Suwarso, Wudianto, & Atmadja, S.B. (2008). Perubahan upaya hasil tangkapan ikan pelagis kecil di sekitar Laut Jawa. *Kajian pasca kolaps*

perikanan pukat cincin besar. *Bawal*, 2(1), 15–24.
DOI: [http://dx.doi.org/10.15578/
bawal.2.1.2008.17-26](http://dx.doi.org/10.15578/bawal.2.1.2008.17-26)

Wyrki. (1961). *Physical oceanography of the south east Asian waters*.

Yoon, G. D., & Ha, K. L. (1998). Acoustic target strength of pelagic fish species to echo integration in Korea Waters and Measurement of target strength of squid (*Todarodes pacificus*). *J Kor Soc Fish Techno*, 34, 372–377.