

MENENTUKAN SWIMMING LAYER DAN DISTRIBUSI IKAN PELAGIS DI LAUT FLORES BAGIAN BARAT DENGAN DETEKSI AKUSTIK

Determining Swimming Layer and Distribution of Pelagic Fish in The Western Flores Sea By Acoustic Detection

Oleh:

Donwill Panggabean^{1*}, Rauzatul Nazzla²

¹ Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka, donwill@ecampus.ut.ac.id

² Sustainable Fisheries Center (SUFIC Indonesia), suficindonesia@gmail.com

* Korespondensi: donwill@ecampus.ut.ac.id

Diterima: 22 September 2022; Disetujui: 12 Desember 2022

ABSTRACT

The purpose of this study determined the swimming layer and distribution of pelagic fish in the waters west of the Flores Sea through acoustic detection. Experimental fishing is a method used with two data analyses: 1) analysis of acoustic data at sampling stations with stationery techniques; and 2) analysis of acoustic data along transects between stations. The detection results at stationery 1 showed a very low abundance of pelagic fish, distributed at layer 4 (150-200 m) at night and suspected to be a large pelagic type of tuna with a small amount. The detection results on stationery 2 and stationery 3 are relatively the same, showing a relatively higher abundance compared to stationery 1. Detection results for transects between stations 1-2, 2-3, 3-4, and 4-5 starting from Dewakang waters to east of Takarawataya waters did not detect schooling fish but only single fish. On transects between stations 5-6 very low abundance, the highest mean abundance of 0.5 fish/1000 m³ was detected at layer 4 (150-200 m). On transects between stations 6-7 the abundance was not too high, the highest mean abundance was detected at layer 3 of 10.8 fish/1000 m³. The transect between stations 7-8 is the highest abundance of all transects, the highest abundance average value detected at layer 3 is 20.3 fish/1000 m³. On transects between stations 8-9 the abundance was not too high, schooling tended to be present in all layers, and the highest mean abundance was detected at layer 4 of 1.3 fish/1000 m³. The results of the study concluded that the abundance of pelagic fish in the western Flores Sea is distributed in layers 3 and 4 (100-200 m).

Keywords: Acoustic, distribution, pelagic fish, Flores Sea, layer

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini menentukan *swimming layer* dan memetakan distribusi ikan pelagis di perairan Laut Flores bagian barat dengan deteksi akustik. *Experimental fishing* adalah metode yang digunakan dengan dua analisis data: 1) analisis data akustik di stasiun-stasiun sampling dengan teknik *stationery*; dan 2) analisis data akustik di sepanjang transek antar stasiun. Hasil deteksi pada *stationery* 1 menunjukkan kelimpahan ikan pelagis sangat rendah, terdistribusi pada *layer* 4 (kedalaman 150-200 m), dan diduga adalah pelagis besar jenis tuna dengan jumlah sedikit. Hasil deteksi pada *stationery* 2 dan *stationery* 3 relatif sama, namun menunjukkan kelimpahan yang relatif lebih tinggi dibandingkan *stationery* 1. Hasil deteksi pada transek antar stasiun 1-2, 2-3, 3-4, dan 4-5 mulai dari perairan Dewakang sampai ke timur perairan Takarewataya tidak mendeteksi *schooling* ikan namun hanya ikan tunggal saja. Pada transek antar stasiun 5-6 kelimpahan sangat rendah, nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi sebesar 0,5 ekor/1000 m³ terdeteksi pada *layer* 4 (150-200 m). Pada transek antar stasiun 6-7 kelimpahan tidak terlalu tinggi, nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada *layer* 3 sebesar 10,8 ekor/1000 m³. Pada transek antar stasiun 7-8 merupakan

kelimpahan yang paling tinggi dari semua transek, nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada *layer* 3 sebesar 20,3 ekor/1000 m³. Pada transek antar stasiun 8-9 kelimpahan tidak terlalu tinggi, *schooling* cenderung berada pada seluruh *layer*, dan nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada *layer* 4 sebesar 1,3 ekor/1000 m³. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa kelimpahan ikan pelagis di perairan Laut Flores bagian barat terdistribusi pada *layer* 3 dan 4 (kedalaman 100-200 meter).

Kata kunci: Akustik, distribusi, ikan pelagis, Laut Flores, *layer*.

PENDAHULUAN

Pelagis adalah jenis ikan ekonomis penting, habitat hidupnya mulai dari permukaan perairan hingga ke lapisan tengah (*mid layer*). Ada dua pengelompokan jenis pelagis, yaitu pelagis kecil dan pelagis besar. Jenis pelagis kecil antara lain adalah ikan Layang (*Decapterus russelli*), Kembung (*Ratrelliger* spp.), Tembang (*Sardinella fimbriata*), dan ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*); dan yang berikutnya adalah pelagis besar terdiri dari: Madidihang (*Thunnus albacares*), Albacore (*Thunnus alalunga*), Mata Besar (*Thunnus obesus*), Sirip Biru Selatan (*Thunnus maccoyii*), dan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) (Nybakken 1992).

Brand (2006) menjelaskan bahwa salinitas, suhu, oksigen terlarut, arus, dan beberapa faktor ekologi lainnya mempengaruhi keberadaan dan ketersediaan ikan di suatu perairan tersebut. Beberapa penelitian terdahulu telah menggambarkan dan menjelaskan adanya pola pergerakan migrasi ikan pelagis pada siang dan malam hari, dan umumnya akan menempati *layer* (kedalaman kolom perairan) yang sesuai dengan kondisi parameter lingkungannya, terutama suhu dan salinitas perairan tersebut (Nugroho 2006; Priatna & Natsir 2007; Panggabean 2011; Zainuddin *et al.* 2015; Syahdan 2015; Sadhotomo & Nurhakim 2017; Manik *et al.* 2018; Panggabean 2021).

Informasi ketersediaan sumberdaya ikan sangat penting sebagai indikator untuk menggambarkan kondisi terkini dan potensi perikanan pada suatu area perairan, dan selanjutnya dapat digunakan untuk pembangunan sektor perikanan. Metode akustik merupakan salah satu pendekatan yang dapat melakukan estimasi potensi dan ketersediaan sumberdaya ikan pada suatu perairan (Widodo & Suadi 2006).

Informasi sumberdaya ikan di suatu wilayah perairan laut merupakan sesuatu yang mutlak untuk dijadikan dasar pertimbangan dan acuan bagi pengelolaan dan pembangunan sektor perikanan di wilayah tersebut. Salah satu wilayah perairan Indonesia yang potensial

dengan hasil tangkapan utamanya Cakalang adalah Laut Flores, yang juga merupakan tujuan utama nelayan *purse seine* dan *pole and line* (Zainuddin *et al.* 2015; Safruddin 2022).

Saat ini penangkapan terukur mulai disosialisasikan oleh pemerintah demi tujuan pengelolaan dan pemanfaatan yang lebih baik dan diharapkan mampu menjaga keberlanjutan sumberdaya perikanan. Kebijakan penangkapan ikan terukur merupakan upaya Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk mewujudkan ekonomi biru. Konsep yang mentransformasikan pengelolaan perikanan yang selama ini sepenuhnya berbasis *input control* ke dalam pengelolaan berbasis *output control*. Tujuan penelitian ini untuk menentukan *swimming layer* dan memetakan sebaran ikan pelagis di perairan Laut Flores bagian barat, dan hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan penting bagi kebijakan penangkapan terukur yang sedang dijalankan di Indonesia.

METODE

Survei laut menggunakan wahana penelitian Kapal Riset GEOMARIN III ukuran 1.300 Gross Tonnage. Instrumen akustik scientific echosounder SIMRAD EK60, frekuensi 120 kHz digunakan untuk melakukan akuisisi data akustik yaitu: nilai target strength (TS), nilai backscattering area (SA) dan nilai backscattering volume (SV), posisi geografis, dan kedalaman ikan (*layer*). Peralatan tambahan lainnya sebagai pendukung survei laut adalah: komputer, software ER60, dan software Sonar 4 untuk akuisisi dan post processing data akustik, hasil perekaman data tersimpan otomatis ke bentuk file digital (.raw, .bot, .idx). Akuisisi data secara real-time dan insitu mulai dari permukaan perairan sampai kedalaman 200 meter, dan kecepatan rata-rata kapal 8-9 knot mengikuti alur pelayaran yang telah ditentukan. Lokasi penelitian dan alur

pelayaran akuisisi data akustik disajikan pada gambar berikut ini.

Akuisisi data akustik dilakukan mulai stasiun 1 - 9, dan panjang alur pelayaran yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sekitar 389 nautical mile (nmi). Kalibrasi instrumen dilakukan sebelum melakukan akuisisi data, dimana kalibrasi tersebut menggunakan bola sphere 120 kHz sebagai target, tegak lurus di bawah transducer. Selanjutnya melakukan setting parameter seperti pada Tabel 1, dan setelah setting tersebut dilakukan, akuisisi data akustik dapat dilakukan di sepanjang alur pelayaran.

Analisis Data

Analisis data dilakukan terhadap 2 (dua) teknik pengambilan data yaitu: 1) analisis data akustik di stasiun-stasiun sampling dengan teknik *stationery*; dan 2) analisis data akustik di sepanjang transek antar stasiun. Teknik *stationery* dilakukan pada tiga lokasi stasiun, yaitu *stationery* 1 pada stasiun 1, *stationery* 2 pada stasiun 5, dan *stationery* 3 pada stasiun 9, masing-masing selama 24 jam. Teknik *stationery* dilakukan untuk memperoleh hasil perekaman data akustik yang lebih lengkap dan komprehensif karena dilakukan di satu titik pengambilan data secara terus-menerus dengan selang waktu yang lama, namun dengan area yang sempit (Ningsih *et al.* 2021). Nurdin & Hufiadi (2009) menjelaskan bahwa selain mendeteksi ikan, teknik *stasioner* juga bertujuan untuk mengetahui pola pengelompokan ikan (*schooling*) pada kolom perairan sedangkan teknik akuisisi sepanjang transek antar stasiun yang mengikuti *cruise track* (alur pelayaran) yang telah ditentukan dapat memperoleh data dengan cakupan area yang luas. Akuisisi sepanjang transek antar stasiun mengikuti alur pelayaran yang telah ditentukan sepanjang kurang lebih 389 *nautical mile*.

Sonar *ver.4* digunakan untuk mengolah dan menganalisis data akustik mulai dari permukaan perairan (5 meter) hingga kedalaman (*layer*) 200 meter. Dilakukan pembagian *layer* setiap 50 meter, dan diperoleh 4 (empat) *layer*, dan dilakukan pembagian jarak untuk setiap sampling penghitungan data akustik dalam satuan *nmi*. Pembagian jarak sampling (*elementary distance sampling unit*) tersebut setiap 1 *nmi* dan 100 ping pulsa akustik. Hasil ekstraksi data akustik berupa nilai *area back-scattering coefficient* (s_A , m^2/nmi^2) dan distribusi nilai *target strength* ikan tunggal dalam satuan *decibel* (dB) sebagai indeks refleksi ukuran ikan tunggal. Hubungan *target strength* dan *obs* (*backscattering cross-section*, m^2)

dihitung menurut persamaan Simmonds & MacLennan (2005) yaitu:

$$TS = 10 \log obs \dots\dots\dots (1)$$

Persamaan untuk densitas ikan (ρ_A , individu/nmi²) adalah:

$$\rho_A = s_A/obs \dots\dots\dots (2)$$

Panjang ikan (L) berhubungan dengan *obs* yaitu:

$$obs = aL^b \dots\dots\dots (3)$$

Konversi nilai *target strength* ke panjang ikan (L) diperoleh melalui:

$$TS = 20 \log L + A \dots\dots\dots (4)$$

A merupakan nilai *target strength* untuk ukuran 1 cm panjang ikan (*normalized target strength*)

Persamaan Hannachi *et al.* (2004) digunakan untuk ukuran ikan pelagis kecil, yaitu:

$$TS = 20 \log L - 73,97 \dots\dots\dots (5)$$

Sedangkan untuk ikan pelagis besar digunakan persamaan Bertrand & Josse (2000) yaitu:

$$TS = 25,26 \log FL - 80,62 \dots\dots\dots (6)$$

Untuk melakukan estimasi densitas, yaitu nilai kelimpahan, biomassa ikan, serta untuk estimasi ukuran ikan pelagis dihitung berdasarkan komposisi ukuran panjang ikan di setiap lokasi penelitian. Pada ikan pelagis kecil dilakukan estimasi dengan mengacu jenis ikan paling dominan, yaitu ikan Layang (*Decapterus russelli*) yang memiliki ukuran TS -60 sampai -44 dB atau setara dengan 5-32 cm. Pada ikan pelagis besar mengacu pada ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang memiliki ukuran TS -44 sampai -34 dB atau setara dengan 28-70 cm. Pada jenis Tuna mengacu pada ikan Madidihang (*Thunnus albacares*) yang memiliki ukuran TS -34 sampai -24 dB atau setara dengan 70-170 cm (Foote 1980; Foote 1987; Bertrand *et al.* 1999; Bertrand & Josse, 2000; Hannachi *et al.* 2004).

Hile (1936) dalam Effendi (2002), menyatakan bahwa hubungan panjang ikan (L) dengan bobot ikan (W) spesies ikan adalah:

$$W = aL^b \dots\dots\dots (7)$$

Simmonds & MacLennan (2005) menyatakan bahwa persamaan panjang dan bobot ikan untuk mengkonversi dugaan panjang menjadi dugaan bobot ikan adalah:

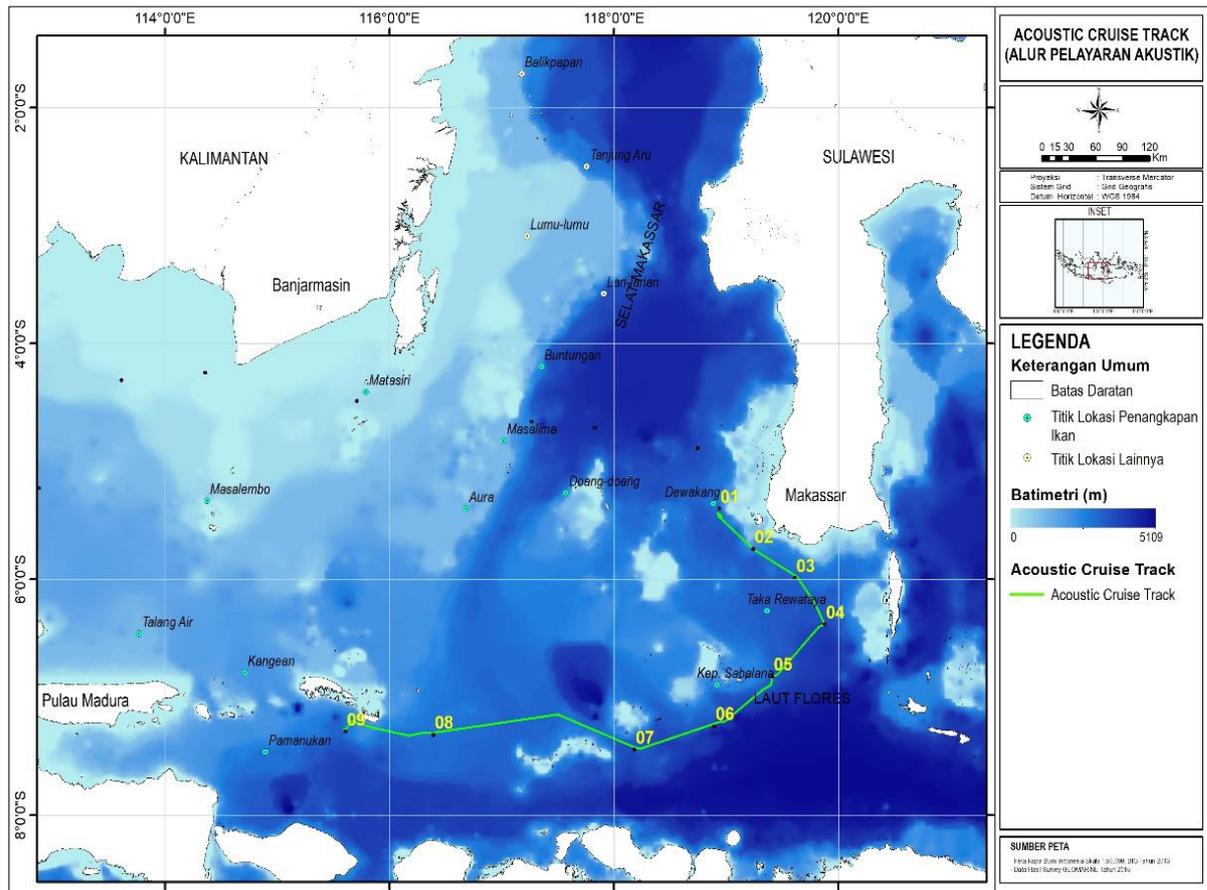
$$Wt = a \sum_{i=1}^j \{ni(Li + \Delta L/2)^{b+1} - (Li - \Delta L/2)^{b+1}\} / \{(b+1) \Delta L\} \dots \dots (8)$$

dengan:

- Wt = bobot ikan total (gram)
- ΔL = selang kelas panjang ikan (cm)
- Li = nilai tengah dari kelas panjang ke-i ikan (cm)
- ni = jumlah individu ikan pada kelas ke-i
- a, b = konstanta untuk spesies ikan tertentu

Nilai kelimpahan, kepadatan serta sebaran ikan pelagis kecil dan pelagis besar yang didapatkan merupakan hasil utama yang didapatkan dari analisis yang dilakukan di setiap lokasi sampling akustik. Selanjutnya hasil tersebut dalam bentuk sebaran rata-rata kelimpahan dan sebaran spasial sumberdaya jenis ikan pelagis kecil, jenis pelagis besar dan jenis tuna. Kelimpahan dinyatakan dalam nilai densitas relatif (jumlah individu per luasan area) dengan satuan ikan/m³. Sedangkan sebaran menurut ukuran ikan (cm) yang dinyatakan sebagai estimasi ukuran rata-rata ikan mengacu

pada nilai *target strength* (Shabangu *et al.* 2014; Ma'mun *et al.* 2017; Ma'mun *et al.* 2018). Nilai *target strength* tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk melakukan pengelompokan sumberdaya, karena nilai *target strength* setiap individu ikan berbeda-beda (Korneliussen *et al.* 2009; Lee 2012). Sebaran komposisi ukuran ikan selanjutnya disajikan dalam bentuk peta tematik berdasarkan *layer*, dimana *layer* dibagi menjadi 4 yaitu *layer* 1 (5-50 m), *layer* 2 (50-100 m), *layer* 3 (100-150 m), dan *layer* 4 (150-200 m), sehingga akan terlihat sebaran ikan pelagis lebih dominan tersebut pada *layer* (kedalaman) berapa di perairan tersebut. Berdasarkan teknik akuisisi data akustik yang dilakukan, maka akan dihasilkan dua analisis data, yaitu: 1) hasil kajian akustik di stasiun-stasiun sampling dengan teknik *stationary*, dimana kapal *drifting* selama 24 jam sambil terus-menerus merekam data; dan 2) hasil kajian data akustik sepanjang transek antar stasiun.



Gambar 1 Lokasi penelitian dan alur pelayaran perekaman data akustik

Tabel 1 *Setting* parameter instrumen *scientific echosounder* SIMRAD EK60

Menu	Parameter	Value
Operation menu	<i>Pulse Duration</i>	1.024 ms
	<i>Transmit power</i>	250 watt
	<i>Sound speed</i>	1548 m/s
Transceiver menu	<i>Transducer depth</i>	4 m
	<i>Absorption Coef.</i>	42.1 dB/km
	<i>2-way beam angle</i>	-21.00 dB
	<i>Sv transducer gain</i>	27.00 dB
	<i>Ts transducer gain</i>	27.00 dB
	<i>Angle sensitivity</i>	23.00
	<i>3 dB beamwidth</i>	7.00 deg
	<i>Alongship offset</i>	0.00 deg
TS detection menu	<i>Athw.ship offset</i>	0.00 deg
	<i>min. value</i>	-70 dB
	<i>min. echo length</i>	0.8
	<i>max. echo length</i>	1.8
	<i>max. gain comp.</i>	6.0 dB
	<i>max. phase dev.</i>	8.0

Sumber: Simrad 2015

HASIL

Hasil Deteksi Ikan Pelagis pada Stationary

Pada saat pelaksanaan akuisisi data akustik dengan teknik *stationary* di *stationary* 1 yaitu pada stasiun 1 selama 15 jam pengamatan, kapal mengalami perubahan posisi selama *drifting* 15 jam, dimana selama *drifting* tersebut kapal selalu bergerak ke arah Barat Laut dengan rata-rata 2-3 knot, hal ini karena dorongan angin tenggara (angin musim timur) yang cukup kuat selama melakukan akuisisi data di *stationary* 1. Nilai kelimpahan ikan pada *stationary* 1 relatif sangat rendah. Kelimpahan ikan pelagis terdeteksi pada *layer* 4 (150-200 m) dengan volume tidak signifikan pada periode interval ke-5 (malam hari pukul 18.00-21.00). Setelah dilakukan analisis dengan mengacu ukuran *target strength* (TS) ikan pelagis, diduga target yang terdeteksi tersebut adalah ikan pelagis besar ukuran TS = -30 dB yaitu jenis tuna, dengan jumlah yang sedikit.

Pada saat pelaksanaan akuisisi data dengan teknik *stationary* di *stationary* 2 yaitu pada stasiun 5 selama 24 jam, kapal juga mengalami perubahan posisi selama *drifting* 24 jam. Selama *drifting* kapal selalu bergerak ke Barat dengan rata-rata 2-3 knot, hal ini karena dorongan angin tenggara (angin musim timur) yang cukup kuat selama melakukan akuisisi data di *stationary* 2. Kelimpahan ikan pelagis pada *stationary* 2 relatif lebih tinggi dari pada *stationary* 1. Seiring bertambahnya kedalaman, terlihat kelimpahan ikan pelagis cenderung meningkat dan dari pergerakan kelimpahan pada setiap *layer* menurut perubahan waktu memperlihatkan terjadinya migrasi secara vertikal harian pada *stationary* 2, dan migrasi terjadi setiap 3 jam. Pada *layer* 1 (5-50 m), kelimpahan ikan pelagis mulai terdeteksi pada

periode malam hari. Hal ini diduga karena ikan pelagis kecil yang bermigrasi ke permukaan perairan pada malam hari mengikuti plankton yang merupakan sumber makanan utamanya, terlihat peningkatan kelimpahan plankton di permukaan pada malam hari. Pada *layer* 2, 3 dan 4 (50-200 m), juga terlihat fluktuasi kelimpahan ikan pelagis setiap 3 jam. Pada dini hari hingga pagi hari terlihat kelimpahan yang rendah, dan terjadi peningkatan menjelang sore dan malam hari.

Pada saat pelaksanaan akuisisi data akustik dengan teknik *stationary* di *stationary* 3 yaitu di stasiun 9 selama 24 jam, kapal mengalami perubahan posisi dan selalu bergerak ke Barat dengan rata-rata 2-3 knot karena dorongan angin arah timur (angin musim timur). Kelimpahan ikan pada *stationary* 3 relatif hampir sama dengan *stationary* 2, dimana kelimpahan cenderung meningkat seiring bertambahnya kedalaman. Migrasi vertikal harian terlihat terjadi di *stationary* 3 setiap 3 jam. Kelimpahan ikan pelagis mulai terlihat pada malam hari di *layer* 1 (5-50 m). Hal ini diduga karena ikan pelagis kecil yang bermigrasi ke permukaan perairan pada malam hari untuk mendapatkan sumber makanan utamanya yaitu plankton yang meningkat di malam hari di permukaan perairan. Pada *layer* 2, 3 dan 4 (50-200 m), terjadi fluktuasi kelimpahan ikan pelagis setiap 3 jam. Pada dini hari hingga pagi hari terlihat kelimpahan yang rendah, namun semakin meningkat menjelang sore dan malam hari.

Distribusi dan Kelimpahan Ikan Pelagis pada Stationary

Pada *stationary* 1 hanya dapat dilakukan pengukuran akustik selama 15 jam dari rencana 24 jam pengamatan, yaitu mulai

06.00 - 21.00. Kajian di *stationary* 1 ini untuk mengetahui kelimpahan ikan pelagis pada setiap *layer* setiap 3 jam. Selama pengamatan tidak terlihat fluktuasi kelimpahan ikan pelagis pada setiap *layer* berdasarkan waktu setiap 3 jam, seperti disajikan pada Gambar 2.

Hasil deteksi di *stationary* 1 memperlihatkan dinamika ukuran *target strength* pada masing-masing *layer* menurut waktu pengamatan setiap 3 jam, dimana target yang terdeteksi dikelompokkan dalam ukuran: plankton (-100 – -80 dB), juvenil (-80 – -60 dB), pelagis kecil (-60 – -44 dB), pelagis besar (-44 – -34 dB) dan tuna (-34 – -24 dB).

Gambar 3 menunjukkan bahwa kelompok plankton dan kelompok juvenil terdeteksi pada *layer* 1 (5-50 m), kelompok juvenil dan pelagis kecil terdeteksi menempati *layer* 2 (50-100 m), sedangkan pada *layer* 3 (100-150 m) didominasi kelompok pelagis kecil dan sedikit pelagis besar. Pada *layer* 4 (150-200 m) masih terdapat kelompok pelagis kecil, namun didominasi oleh pelagis besar dan sedikit tuna.

Pada *stationary* 2 deteksi selama 24 jam pengamatan (06.00-06.00) bertujuan untuk mengetahui kelimpahan ikan pelagis pada setiap *layer* setiap 3 jam. Terlihat perbedaan dengan *stationary* 1, dimana pada *stationary* 2 ini fluktuasi kelimpahan ikan pelagis terlihat jelas pada masing-masing *layer* berdasarkan waktu setiap 3 jam, seperti disajikan pada Gambar 4.

Hasil deteksi di *stationary* 2 memperlihatkan dinamika ukuran *target strength* pada masing-masing *layer* menurut waktu pengamatan setiap 3 jam, dimana target yang terdeteksi dikelompokkan dalam ukuran: plankton (-100 – -80 dB), juvenil (-80 – -60 dB), pelagis kecil (-60 – -44 dB), pelagis besar (-44 – -34 dB) dan tuna (-34 – -24 dB).

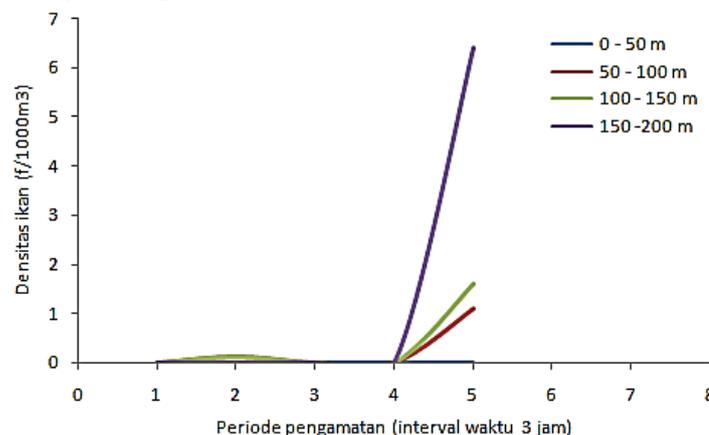
Gambar 5 menunjukkan bahwa secara umum biota menempati setiap *layer* dengan ukuran berbeda, dan terjadi migrasi vertikal

masing-masing kelompok biota setiap 3 jam selama 24 jam pengamatan. Pada *layer* 1 (5-50 m) terlihat ditempati kelompok plankton dan juvenil, pada *layer* 2 (50-100 m) ditempati kelompok juvenil dan pelagis kecil, pada *layer* 3 (100-150 m) didominasi kelompok pelagis kecil dan sedikit pelagis besar, sedangkan pada *layer* 4 (150-200 m) ditempati oleh pelagis kecil, sedikit kelompok tuna namun didominasi oleh pelagis besar.

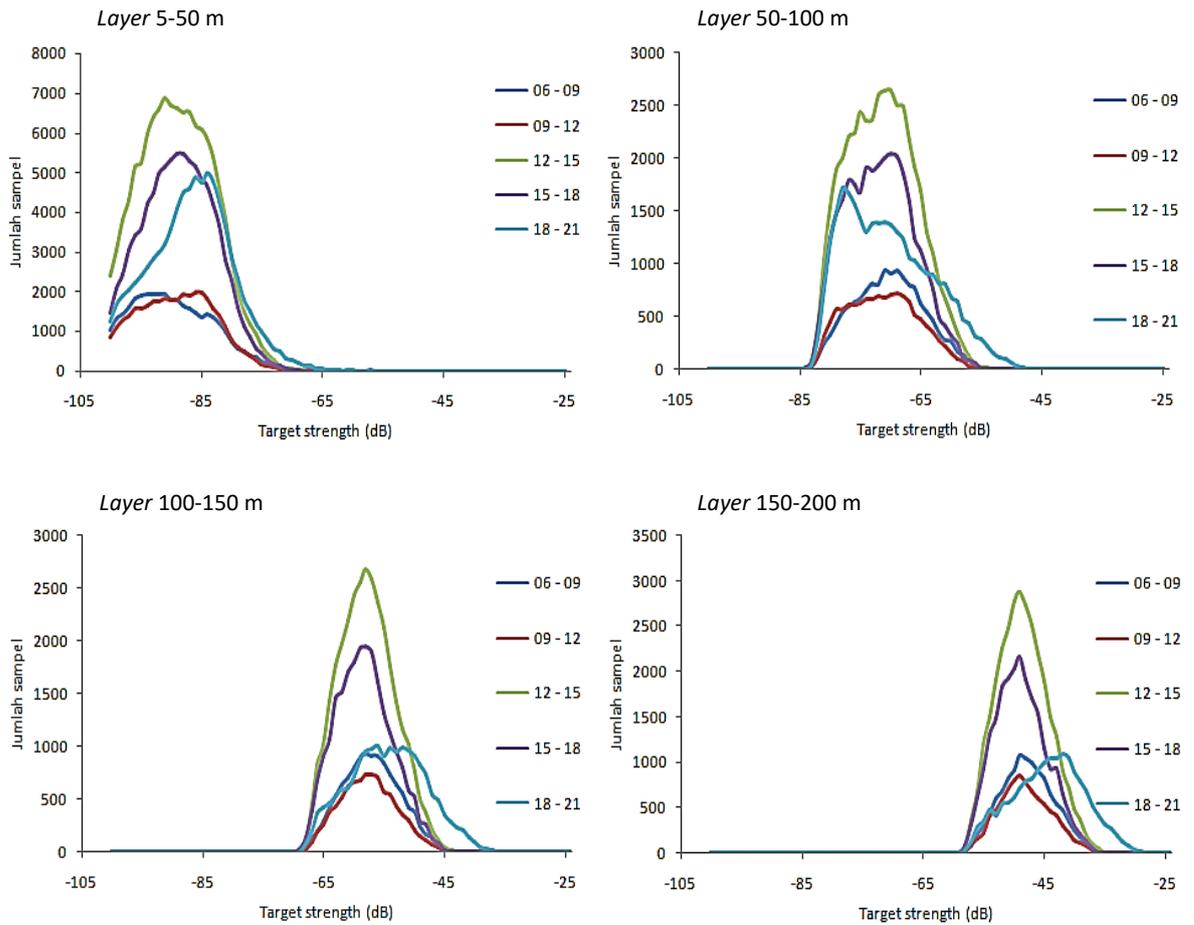
Pada *stationary* 3 deteksi selama 24 jam pengamatan (06.00-06.00) bertujuan untuk mengetahui kelimpahan ikan pelagis pada setiap *layer* setiap 3 jam. Hampir sama dengan *stationary* 2, selama pengamatan di *stationary* 3 ini terjadi fluktuasi kelimpahan ikan pelagis pada masing-masing *layer* berdasarkan waktu setiap 3 jam, seperti disajikan pada Gambar 6.

Hasil deteksi di *stationary* 3 memperlihatkan dinamika ukuran *target strength* pada masing-masing *layer* menurut waktu pengamatan setiap 3 jam, dimana target yang terdeteksi dikelompokkan dalam ukuran: plankton (-100 – -80 dB), juvenil (-80 – -60 dB), pelagis kecil (-60 – -44 dB), pelagis besar (-44 – -34 dB) dan tuna (-34 – -24 dB).

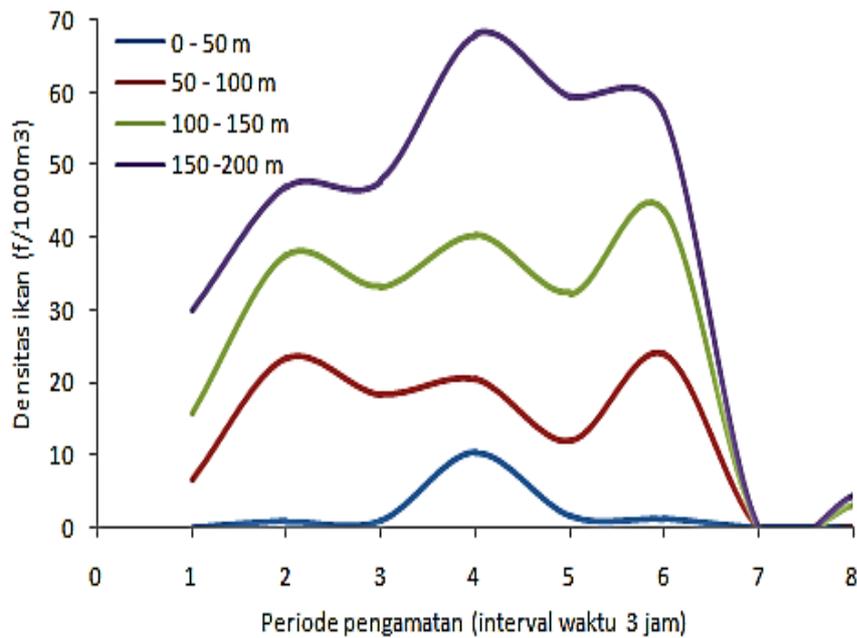
Secara umum pada Gambar 7 memperlihatkan bahwa biota dengan ukuran berbeda menempati masing-masing *layer*, dan terjadi migrasi vertikal masing-masing kelompok biota setiap 3 jam selama 24 jam pengamatan. Pada *layer* 1 (5-50 m) terdeteksi kelompok plankton dan juvenil, pada *layer* 2 (50-100 m) ditempati kelompok juvenil dan pelagis kecil. Pada *layer* 3 (100-150 m) terdeteksi sedikit kelompok pelagis besar, dan didominasi oleh pelagis kecil, sedangkan pada *layer* 4 (150-200 m) masih terdeteksi kelompok pelagis kecil, sedikit kelompok tuna, namun didominasi oleh pelagis besar.



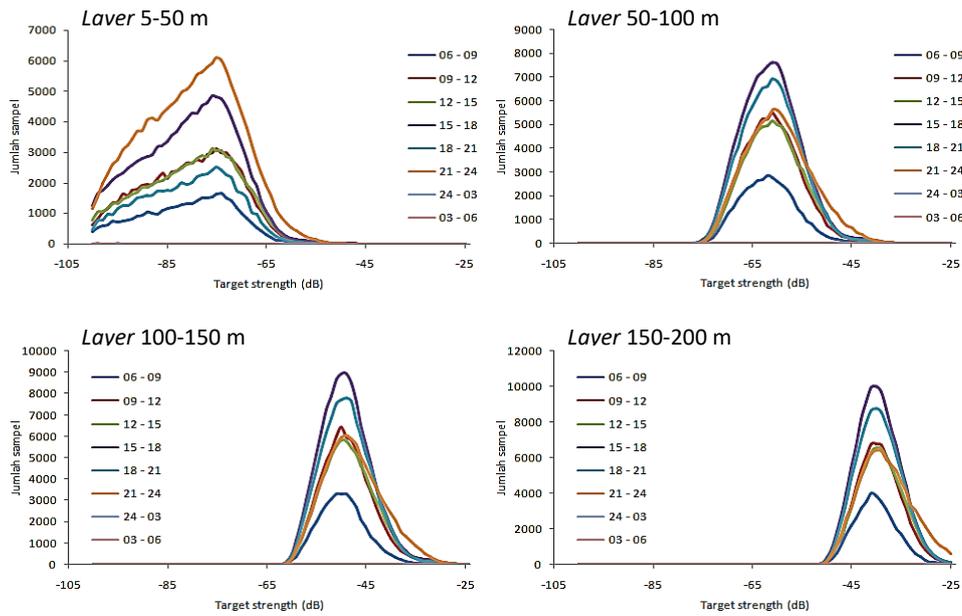
Gambar 2 Grafik kelimpahan ikan pada setiap *layer* di *stationary* 1



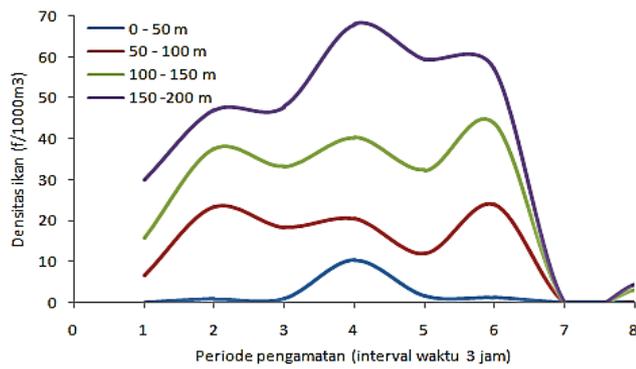
Gambar 3 Nilai target strength per layer pada interval waktu tiap 3 jam di stationary 1



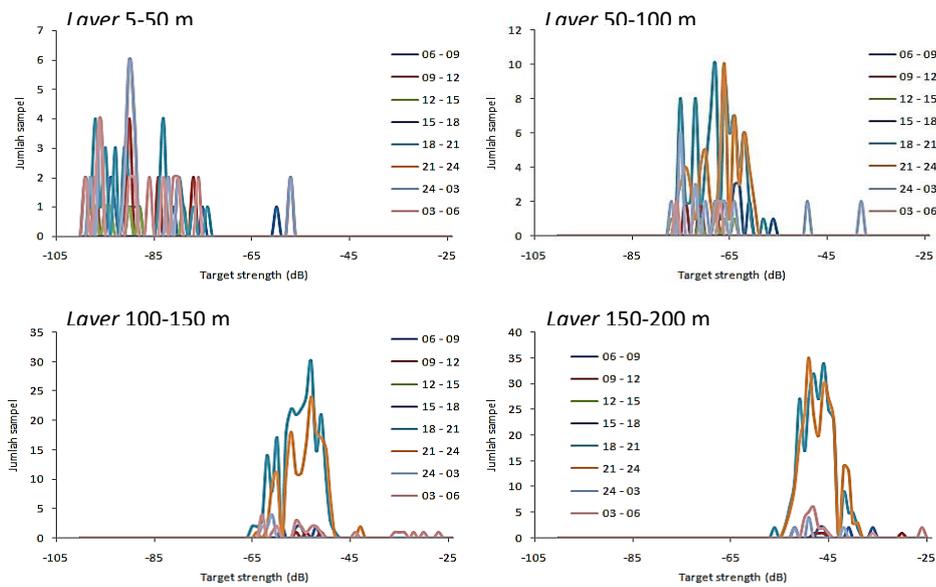
Gambar 4 Grafik kelimpahan ikan pada setiap layer di stationary 2



Gambar 5 Nilai *target strength* per layer pada interval waktu tiap 3 jam di *stationary 2*



Gambar 6 Grafik kelimpahan ikan pada setiap layer di *stationary 3*



Gambar 7 Nilai *target strength* per layer pada interval waktu tiap 3 jam di *stationary 3*

Hasil Deteksi Ikan Pelagis pada Transek Antar Stasiun

Hasil deteksi pada transek antar stasiun 1-2, 2-3, 3-4, dan 4-5 mulai sekitar perairan Dewakang sampai perairan timur Takarewataya tidak memperlihatkan kelimpahan ikan pelagis, hasil deteksi memperlihatkan hanya ikan tunggal saja, tidak menunjukkan kawanan ikan (*schooling*).

Hasil deteksi pada perairan timur Kepulauan Sabalana, yaitu transek antar stasiun 5-6, memperlihatkan kelimpahan ikan pelagis sangat rendah dan sangat tidak signifikan, kelimpahan terdeteksi pada *layer* 2 (50-100 m), *layer* 3 (100-150 m) dan *layer* 4 (150-200 m). Hasil deteksi pada perairan barat Kepulauan Sabalana, yaitu transek antar stasiun 6-7, 7-8 dan 8-9 terdeteksi kelimpahan ikan pelagis cukup tinggi dan cukup signifikan, dan berdasarkan catatan *logbook* survei di atas perairan tersebut tercatat banyak kumpulan burung, hal ini mengindikasikan lokasi itu adalah kawasan *fishing ground* dan diduga merupakan daerah operasi penangkapan *purse seine*, *handline*, *pole and line* dan *longline*.

Hasil analisis pada perairan barat Kepulauan Sabalana memperlihatkan kelimpahan ikan pelagis meningkat pada saat pagi hari, pada saat sore hari dan saat malam hari. Diduga hal ini terjadi karena waktu makan ikan pelagis besar adalah pada pagi hari dan sore hari, sehingga ikan-ikan tersebut naik ke permukaan perairan.

Secara umum, hasil deteksi yang dilakukan di perairan Laut Flores bagian barat memperlihatkan distribusi kelimpahan ikan pelagis lebih terkonsentrasi pada *layer* 3 dan 4, yaitu pada perairan dengan kedalaman 100-200 meter.

Distribusi dan Kelimpahan Ikan Pelagis pada Transek Antar Stasiun

Sejalan dengan hasil analisis akustik pada 3 *stationary* dimana terlihat kelimpahan ikan pelagis di *stationary* 1 yaitu di perairan sekitar Pulau Dewakang sangat rendah, kelimpahan ikan di *stationary* 2 dan *stationary* 3 relatif lebih tinggi, hasil analisis pada transek antar stasiun juga memperlihatkan kondisi yang relatif sama dengan hasil analisis teknik *stationary*, dimana pada transek antar stasiun 1-2, 2-3, 3-4, dan 4-5 mulai sekitar perairan Dewakang sampai perairan timur Takarewataya tidak memperlihatkan adanya kelimpahan ikan pelagis, hasil deteksi memperlihatkan hanya

ikan tunggal saja yang terlihat dan tidak menunjukkan adanya kawanan ikan (*schooling*).

Pada transek antar stasiun 5-6, yaitu di perairan timur Kepulauan Sabalana, ikan pelagis yang terdeteksi memiliki kelimpahan yang sangat rendah dan sangat tidak signifikan, keberadaan *schooling* ikan pelagis terdeteksi cenderung berada di bawah *layer* 1 (di bawah kedalaman 50 m), dimana terlihat pada *layer* 2 (50-100 m) rata-rata kelimpahan sebesar $0,1/1000 \text{ m}^3$, pada *layer* 3 (100-150 m) kelimpahan sebesar $0,2/1000 \text{ m}^3$, dan pada *layer* 4 (150-200 m) kelimpahan sebesar $0,5/1000 \text{ m}^3$.

Pada transek antar stasiun 6-7, ikan pelagis yang terdeteksi memiliki kelimpahan yang tidak terlalu tinggi, keberadaan *schooling* ikan pelagis terdeteksi cenderung berada di bawah *layer* 1, dimana terlihat pada *layer* 2 rata-rata kelimpahan sebesar $4,3/1000 \text{ m}^3$, pada *layer* 3 sebesar $10,8/1000 \text{ m}^3$ yang merupakan nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi, dan pada *layer* 4 sebesar $7/1000 \text{ m}^3$.

Pada transek antar stasiun 7-8, kelimpahan ikan yang terdeteksi merupakan yang paling tinggi dari semua transek, dan keberadaan *schooling* ikan pelagis terdeteksi cenderung masih berada di bawah *layer* 1, dimana terlihat pada *layer* 2 rata-rata kelimpahan sebesar $17,8/1000 \text{ m}^3$, pada *layer* 3 sebesar $20,3/1000 \text{ m}^3$ yang merupakan nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi, dan pada *layer* 4 sebesar $12,1/1000 \text{ m}^3$.

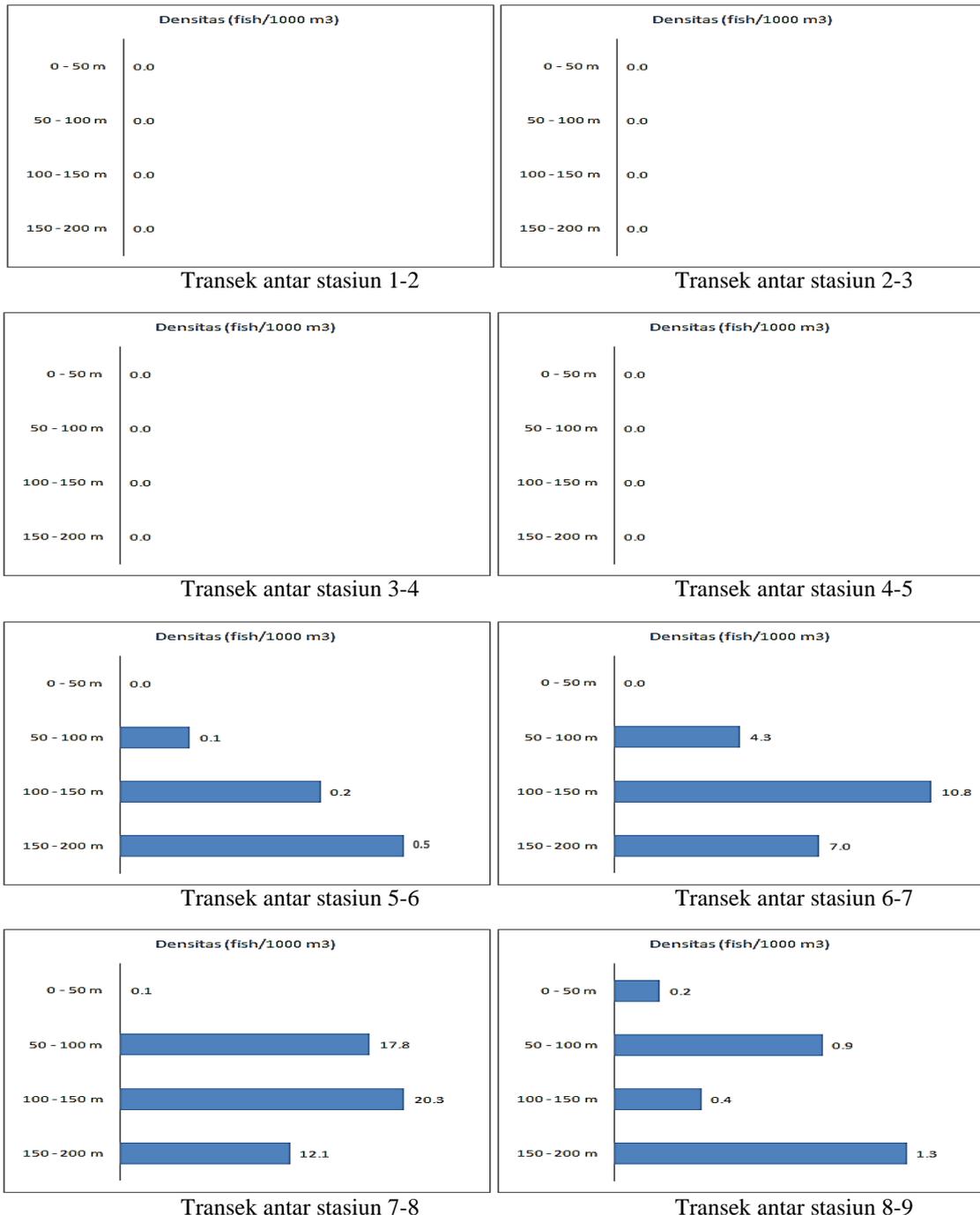
Pada transek antar stasiun 8-9, kelimpahan ikan terdeteksi namun dengan jumlah yang tidak terlalu tinggi, keberadaan *schooling* ikan pelagis terdeteksi cenderung berada pada seluruh *layer*, dimana terlihat pada *layer* 1 rata-rata kelimpahan sebesar $0,2/1000 \text{ m}^3$, pada *layer* 2 sebesar $0,9/1000 \text{ m}^3$, pada *layer* 3 sebesar $0,4/1000 \text{ m}^3$, dan pada *layer* 4 sebesar $1,3/1000 \text{ m}^3$, yang merupakan nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi. Nilai rata-rata kelimpahan ikan pelagis berdasarkan *layer* pada setiap transek disajikan pada Gambar 8.

Rata-rata nilai kelimpahan yang diperlihatkan pada Gambar 8 belum cukup untuk menggambarkan kondisi distribusi ikan pelagis yang sebenarnya secara insitu, maka perlu menampilkan pola distribusi spasialnya melalui peta tematik. Melalui penggambaran pola distribusi atau pengelompokan tersebut dalam peta tematik, maka dapat menjelaskan pola agregasi ikan pelagis pada

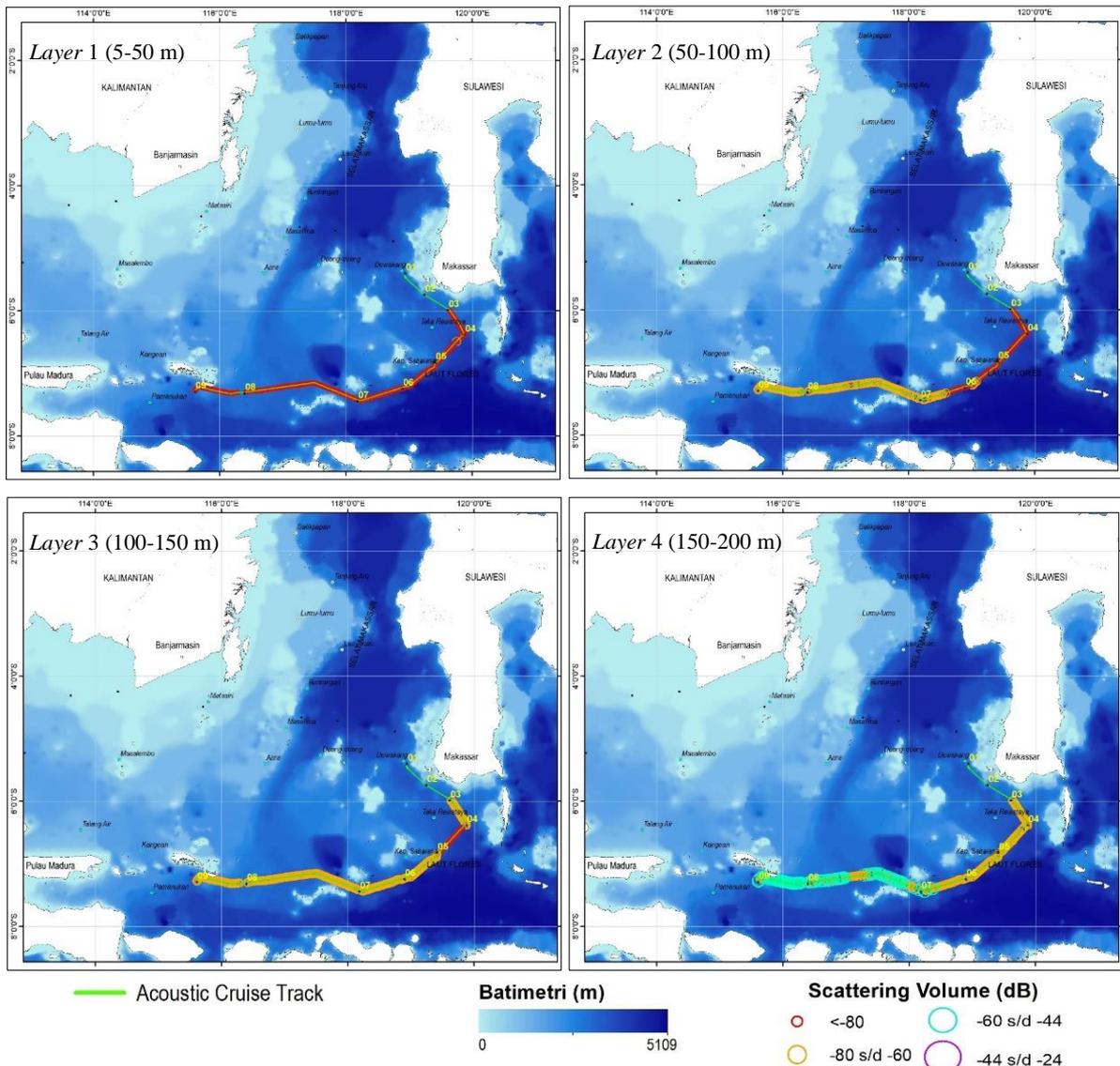
lokasi penelitian, sehingga diperoleh gambaran lebih nyata akuat dari keberadaan ikan pelagis yang mendekati sebenarnya di perairan. Peta distribusi spasial-horizental kelimpahan ikan pelagis pada transek antar stasiun dan pada masing-masing layer disajikan pada Gambar 9.

Gambar 9 memperlihatkan bahwa nilai rata-rata kelimpahan ikan pelagis paling tinggi pada layer 4 dengan lokasi di bagian barat perairan Kepulauan Sabalana. Pada layer 1 kelimpahan didominasi oleh plankton dan sedikit juvenil ikan, terdistribusi hampir merata mulai

dari stasiun 3 hingga stasiun 9. Pada layer 2 kelimpahan didominasi oleh juvenil ikan yang terdistribusi mulai dari stasiun 3 hingga stasiun 7, dan ikan pelagis kecil yang terdistribusi mulai dari stasiun 7 hingga stasiun 9. Pada layer 3 kelimpahan didominasi oleh ikan pelagis kecil yang terdistribusi dari stasiun 3 hingga stasiun 9, dan pada layer 4 kelimpahan didominasi oleh ikan pelagis kecil yang terdistribusi dari stasiun 3 hingga stasiun 7, dan ikan pelagis besar yang terdistribusi dari stasiun 7 hingga stasiun 9.



Gambar 8 Rata-rata kelimpahan ikan pelagis tiap transek berdasarkan *layer*



Gambar 9 Distribusi spasial kelimpahan ikan pelagis pada setiap layer

PEMBAHASAN

Hasil Deteksi Ikan Pelagis pada Stationary

Nilai kelimpahan ikan pada *stationary* 1 relatif sangat rendah. Kelimpahan ikan pelagis terdeteksi pada layer 4 (150-200 m) dengan volume tidak signifikan pada periode interval ke-5 (malam hari pukul 18.00-21.00). Setelah dilakukan analisis dengan mengacu ukuran *target strength* (TS) ikan pelagis, diduga target yang terdeteksi tersebut adalah ikan pelagis besar ukuran TS = -30 dB yaitu jenis tuna, dengan jumlah yang sedikit. Terkait ukuran, menurut Priatna & Natsir (2007) yang bahwa pada layer bagian bawah (yang lebih dalam), rata-rata ukuran ikan lebih besar dari pada

yang ada di layer bagian atasnya. Pada layer bagian atas yaitu <math>< 50</math> m ukuran rata-rata ikan hanya berkisar 10-20 cm, sedangkan pada layer di bawahnya yaitu >50 m berkisar antara 14-40 cm. Pada *stationary* 1 ini, hasil analisis menunjukkan bahwa secara umum setiap layer didominasi biota dengan ukuran yang berbeda dan terjadi sepanjang waktu pengamatan, namun tidak terlihat pola migrasi vertikal dari tiap kelompok ukuran biota tersebut. Ketersediaan dan keberadaan ikan pelagis pada suatu perairan umumnya tidak ada yang bersifat tetap, selalu berubah dan berpindah mengikuti pergerakan kondisi lingkungan, secara alamiah ikan akan memilih habitat yang paling sesuai, dimana habitat tersebut sangat dipengaruhi oleh

ketersediaan makanan, kedalaman perairan, kondisi parameter oseonografi (SPL dan klorofil-a) dan lain sebagainya (Hidayat *et al.* 2019; Selao *et al.* 2019; Safruddin *et al.* 2020; Safruddin 2022).

Pada *stationary* 2, kelimpahan ikan pelagis terlihat rendah pada dini hari sampai pagi hari, kemudian meningkat menjelang sore dan pada malam hari. Fluktuasi ini terjadi karena waktu makan ikan pelagis besar adalah pada pagi hari dan sore hari, sehingga ikan-ikan tersebut naik ke permukaan perairan. Jenis tuna terlihat cenderung mengikuti keberadaan ikan pelagis kecil pada waktu pagi dan menjelang sore dan malam hari. Diduga hal ini karena ada keterkaitan ikan pelagis kecil yang bermigrasi ke permukaan perairan pada malam hari untuk mengikuti plankton yang merupakan sumber makanannya (Ma'mun *et al.* 2018; Priatna & Wijopriono 2011), terlihat kelimpahan plankton pada permukaan terdeteksi meningkat saat malam hari. Pada *layer* 2, 3 dan 4 (50-200 m), terlihat bahwa fluktuasi kelimpahan ikan pelagis terjadi setiap interval 3 jam. Kelimpahan terendah terjadi pada periode dini hari sampai pagi hari. Sementara kelimpahan ikan pelagis terlihat meningkat pada waktu pagi hari, menjelang malam dan pada malam hari. Diduga hal ini terjadi karena waktu makan ikan pelagis besar adalah pada pagi hari dan sore hari (Priatna *et al.* 2014; Ma'mun *et al.* 2019), sehingga ikan-ikan tersebut naik ke permukaan perairan. Jenis Tuna terlihat cenderung mengikuti keberadaan ikan pelagis kecil pada waktu pagi dan menjelang sore/malam hari. Hal tersebut didukung hasil penelitian Manik *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa secara temporal pada siang hari ikan pelagis cenderung berkelompok, dan cenderung menyebar pada malam hari. Pada malam hari dan menjelang pagi hari sebaran ikan pelagis berdasarkan distribusi harian lebih sering ditemukan, dan selain faktor SPL dan klorofil-a, kelimpahan ikan pelagis turut dipengaruhi faktor kedalaman renang dan perubahan waktu yang berpengaruh terhadap proses gelap dan terangnya suatu perairan (Nurdin *et al.* 2017; Hidayat *et al.* 2019; Putri & Zainuddin 2019).

Kelimpahan ikan pada *stationary* 3 relatif sama dengan kelimpahan ikan pada *stationary* 2. Kelimpahan ikan pelagis terlihat cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pola pergerakan nilai kelimpahan tiap *layer* berdasarkan perubahan waktu menunjukkan adanya migrasi vertikal harian di *stationary* 3, dimana migrasi harian terjadi pada setiap interval

waktu 3 jam. Pada *layer* 1 (5-50 m), kelimpahan ikan pelagis mulai terlihat pada periode malam hari. Diduga hal ini ada keterkaitan ikan pelagis kecil yang bermigrasi ke permukaan pada malam hari untuk mengikuti plankton sebagai sumber makanan, dimana kelimpahan plankton dipermukaan meningkat di malam hari (Ma'mun *et al.* 2018; Priatna & Wijopriono 2011). Pada *layer* 2, 3 dan 4 (50-200 m), fluktuasi kelimpahan ikan pelagis terjadi setiap interval 3 jam. Kelimpahan terendah terjadi pada periode dini hari hingga pagi hari, sementara kelimpahan ikan pelagis meningkat pada pagi hari, menjelang malam dan malam hari. Diduga hal ini terjadi karena waktu makan ikan pelagis besar adalah pada pagi hari dan sore hari (Priatna *et al.* 2014; Ma'mun *et al.* 2019), sehingga naik ke permukaan. Sementara ikan cakalang dan tuna cenderung mengikuti ikan pelagis kecil pada waktu pagi dan menjelang sore dan malam hari. Hal ini dapat dilihat dari kebiasaan nelayan tonda dan *hand line* di Laut Flores yang melakukan aktivitas penangkapan pada waktu pagi dan sore hari. Zainuddin *et al.* (2013) yang melakukan penelitian dengan menganalisa parameter oseanografi (SPL dan klorofil-a) juga menjelaskan bahwa perairan Laut Flores merupakan daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) potensial untuk jenis cakalang (*Katsuwonus pelamis*).

Hasil Deteksi Ikan Pelagis pada Transek Antar Stasiun

Pada transek antar stasiun 5-6, 6-7, 7-8 dan 8-9 ikan yang terdeteksi diduga adalah pelagis besar dan tuna, hal ini didukung oleh hasil penelitian Asruddin (2018) yang menjelaskan bahwa armada yang dominan melakukan operasi penangkapan ikan di Laut Flores adalah armada *purse seine* dengan hasil tangkapan utama adalah cakalang. Salah satu jenis ikan pelagis yang menjadi target utama dalam operasi penangkapan nelayan, baik yang menggunakan alat tangkap *hand line*, *pole and line*, *purse seine*, dan *longline* di perairan Laut Flores dan sekitarnya adalah ikan cakalang dan jenis tuna (Zainuddin *et al.* 2015; Zainuddin *et al.* 2017; Safruddin *et al.* 2020; Safruddin 2022). Jenis tuna cenderung mengikuti keberadaan ikan pelagis kecil pada waktu pagi dan menjelang sore atau malam hari. Hal ini didukung oleh Priatna & Natsir (2007) yang melakukan penelitian dengan pendekatan akustik menyatakan bahwa hasil tangkapan utama di Laut Flores didominasi oleh jenis cakalang (*Katsuwonus pelamis*), tuna (*Thunnus* spp.) dan tongkol (*Auxis* spp.).

Secara umum pada transek antar stasiun 5-6, 6-7, 7-8 dan 8-9 ikan pelagis yang terdeteksi terkonsentrasi pada *layer* 3 dan 4, yaitu pada kedalaman perairan 100-200 meter, hal ini didukung oleh hasil deteksi akustik melalui penelitian pengukuran *target strength* oleh Sadhotomo & Nurhakim (1998) yang menjelaskan bahwa target (ikan) dengan ukuran relatif besar di Laut Flores terdeteksi cenderung terkonsentrasi pada lapisan yang relatif lebih dalam. Hal senada juga dijelaskan oleh hasil deteksi akustik melalui penelitian pengukuran *target strength* oleh Ma'mun *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa seiring dengan bertambahnya kedalaman suatu perairan, kepadatan ikan pelagis besar relatif lebih meningkat.

Distribusi dan Kelimpahan Ikan Pelagis pada Transek Antar Stasiun

Pada transek antar stasiun 1-2, 2-3, 3-4, dan 4-5 mulai sekitar perairan Dewakang sampai perairan timur Takarewataya tidak memperlihatkan adanya kelimpahan ikan pelagis, hasil deteksi memperlihatkan hanya ikan tunggal saja yang terlihat dan tidak menunjukkan adanya kawanan ikan (*schooling*).

Pada transek antar stasiun 5-6, yaitu di perairan timur Kepulauan Sabalana, ikan pelagis yang terdeteksi memiliki kelimpahan yang sangat rendah dan sangat tidak signifikan, keberadaan *schooling* ikan pelagis terdeteksi cenderung berada di bawah *layer* 1 (di bawah kedalaman 50 m). Pada transek antar stasiun 6-7, ikan pelagis yang terdeteksi memiliki kelimpahan yang tidak terlalu tinggi, keberadaan *schooling* ikan pelagis terdeteksi juga cenderung berada di bawah *layer* 1. Pada transek antar stasiun 7-8, kelimpahan ikan yang terdeteksi merupakan yang paling tinggi dari semua transek, dan keberadaan *schooling* ikan pelagis terdeteksi juga cenderung masih berada di bawah *layer* 1. Pada transek antar stasiun 8-9, kelimpahan ikan terdeteksi dengan jumlah yang tidak terlalu tinggi, keberadaan *schooling* ikan pelagis terdeteksi cenderung berada pada seluruh *layer*.

KESIMPULAN

Distribusi dan kelimpahan sumberdaya ikan pelagis hasil dari deteksi akustik menunjukkan bahwa ikan pelagis lebih terkonsentrasi pada *layer* 100 hingga 200 meter. Secara umum, dari hasil pendeteksian akustik di perairan Laut Flores bagian barat

memperlihatkan bahwa distribusi kelimpahan ikan pelagis terkonsentrasi pada *layer* 3 dan 4, yaitu pada kedalaman perairan 100-200 meter. Hal ini didukung oleh hasil deteksi akustik melalui pengukuran *target strength* yang dilakukan oleh Sadhotomo & Nurhakim (1998) yang menjelaskan bahwa target (ikan) dengan ukuran relatif besar di Laut Flores terdeteksi terkonsentrasi cenderung menempati lapisan yang relatif dalam.

SARAN

Penelitian ini memiliki kekurangan karena tidak melakukan pengambilan sampel ikan pelagis secara *insitu* pada saat melakukan deteksi akustik. Hasil deteksi akustik terhadap ikan pelagis sebaiknya diverifikasi dengan sampling *insitu* untuk tingkat akurasi yang lebih tinggi terhadap jenis ikan pelagis yang dideteksi tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini bentuk kontribusi dari kegiatan ekspedisi "*JMF Triangle Seas Experiment*" yang merupakan survey eksplorasi terpadu yang dilakukan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Laut (P3GL) Kementerian ESDM. Ucapan terima kasih disampaikan kepada P3GL dan Balai Penelitian Perikanan Laut (BPPL-Balitbang Kementerian Kelautan dan Perikanan).

DAFTAR PUSTAKA

- Asruddin. 2018. Kondisi Daerah Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Perairan Laut Flores. *Akademia Jurnal Ilmiah UMG*. 7(1): 1-9. DOI:<http://dx.doi.org/10.31314/akademika.v7i1.92>
- Brand A R. (2006). The European Scallop Fisheries for *Pecten maximus*, *Aequipecten opercularis* and *Mimachlamys varia*. In: S.E. Shumway and G.J. Parsons (Ed.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier. pp. 991-1058. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0167-9309\(06\)80046-3](https://doi.org/10.1016/S0167-9309(06)80046-3)
- Bertrand A, Josse E, Masse J. 1999. In situ acoustic target strength measurements of big eye (*Thunnus obesus*) and

- yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) by coupling split-beam echo-sounder and sonic tracking. *ICES J. Mar. Sci.* 56: 51-60.
DOI:<https://doi.org/10.1006/jmsc.1998.0430>
- Bertrand A, Josse E. 2000. Tuna target strength related to fish length and swimbladder volume. *ICES J. Mar. Sci.* 57: 143-1146.
DOI:<https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0881>
- Effendi M I. (2002). *Biologi Perikanan*. (p.163). Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nustama.
- Foote K G. 1980. Importance of the swimbladder in acoustic scattering by fish: A comparison of gadoid and mackerel. *J. Acoust. Soc. Am.* 67: 2084–2089.
DOI:<https://doi.org/10.1121/1.384452>
- Foote K G. 1987. Fish target strength for use in echo integrator surveys. *J. Acoust. Soc. Am.* 82: 981-987.
DOI:<https://doi.org/10.1121/1.395298>
- Hannachi M S, Abdallah L B, Marrakchi O. 2004. Acoustic identification of small-pelagic fish species: target strength analysis and school descriptor classification. ResearchGate. *MedSudMed Technical Documents*. 5: 90-99p.
- Hidayat R, Zainuddin M, Safruddin, Mallawa A, Farhum S A. 2019. Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) catch in relation to the Thermal and Chlorophyll-a Fronts during May-July in the Makassar Strait. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 253: 012045.
DOI:10.1088/1755-1315/253/1/012045
- Korneliussen R J, Heggelund Y I K, Eliassen G O, Johansen. 2009. Acoustic species identification of schooling fish. *ICES J Mar Sci.* 66: 1111-1118.
DOI:<https://doi.org/10.1093/icesjms/ftp119>
- 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 Techno.* 48: 137-146.
DOI:<https://doi.org/10.3746/jksft.2012.48.2.137>
- Manik H, Sujatmiko M T N, Ma'mun A, Priatna A. 2018. Penerapan Teknologi Hidroakustik untuk Pengukuran Sebaran Spasial dan Temporal Ikan Pelagis Kecil di Laut Banda. *Marine Fisheries.* 9(1): 39-51.
DOI:<https://doi.org/10.29244/jmf.9.1.39-52>
- Ma'mun A, Priatna A, Hidayat T, Nurulludin. 2017. Distribusi dan Potensi Sumberdaya Ikan Pelagis di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia 573 (WPP NRI 573) Samudera Hindia. *J.Lit.Perikan.Ind.* 23(1): 47-51.
DOI:<http://dx.doi.org/10.15578/jppi.23.1.2017.47-56>
- Ma'mun A, Priatna A, Suwarso, Natsir M. 2018. Potensi dan Distribusi Spasial Ikan Demersal di Laut Jawa (WPP NRI 712) dengan Menggunakan Teknologi Hidroakustik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis.* 10(2): 489-499.
DOI:<http://dx.doi.org/10.29244/jitkt.v10i2.21549>
- Ma'mun A, Priatna A, Amri K, Nurdin E. 2019. Hubungan Antara Kondisi Oseanografi dan Distribusi Spasial Ikan Pelagis di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 712 Laut Jawa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis.* 25(1): 197-208.
DOI:<http://dx.doi.org/10.15578/jppi.25.1.2019.1-14>
- Ningsih E N, Barus B S, Aryawati R, Ramadhan S, Supriyadi F. 2021. Penentuan tipe sedimen dasar perairan Muara Sungai Banyuasin berdasarkan nilai hambur balik akustik. *Jurnal Penelitian Sains.* 23(3): 158-162.
DOI:<https://doi.org/10.56064/jps.v23i3.663>
- Nurdin E, Hufiadi. 2009. Sebaran Intensitas cahaya pada bagan tancap di perairan pantai Kepulauan Seibu. *J. Lit. Perikan. Ind.* 15(4): 277-285.
DOI:<http://dx.doi.org/10.15578/jppi.15.4.2009.277-285>

- Nurdin S, Mustapha M A, Lihan T, Zainuddin M. 2017. Applicability of remote sensing oceanographic data in the detection of potential fishing grounds of *Rastrelliger kanagurta* in the archipelagic waters of Spermonde, Indonesia. *Fish Res.* 196: 1-12. DOI:10.1016/j.fishres.2017.07.029
- Nugroho D. 2006. Kondisi Trend Biomassa Ikan Layang (*Decapterus spp.*) di Laut Jawa dan Sekitarnya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia.* 12(3): 167-174. DOI:<http://dx.doi.org/10.15578/jppi.12.3.2006.167-174>
- Nybakken J W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis* (p.459). Diterjemahkan oleh: H. M. Eidiman Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, dan S. Sukardjo. Jakarta: PT Gramedia Pusaka Utama.
- Panggabean D. 2011. *Analisis Swimming Layers dan Sebaran Densitas Ikan Pelagis Kecil di Selat Makassar dengan Pendekatan Hidroakustik*. Bogor: Tesis Sekolah Pascasarjana IPB. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/49448>
- Panggabean D. 2021. *Dinamika Daerah Penangkapan Ikan: Kasus Perikanan Pelagis Kecil di Laut Jawa-Selat Makassar-Laut Flores*. Bogor: Disertasi Sekolah Pascasarjana IPB. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/106319>
- 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>
- Priatna A, Wijopriono W. 2011. Estimasi Stok Sumber Daya Ikan Dengan Metode Hidroakustik Di Perairan Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis.* 17(1): 1-10. DOI:<http://dx.doi.org/10.15578/jppi.17.1.2011.1-10>
- Priatna A, Purbayanto A, Simbolon D, Hestirianoto T. 2014. Kemampuan Tangkap Jaring Trawl terhadap Ikan Demersal di Perairan Tarakan dan Sekitarnya. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis.* 20(1): 19-30. DOI:<http://dx.doi.org/10.15578/jppi.20.1.2014.19-30>
- Putri A R S, Zainuddin M. 2019. Impact of climate changes on skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) catch during May-July in the Makassar Strait. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 253(1): 012046. DOI:10.1088/1755-1315/253/1/012046.
- SIMRAD. 2015. *Installation Manual Simrad EK60 Scientific Echosounder* (p.216). Kongsberg, Norway: Kongsberg Maritime AS.
- Sadhotomo B, Nurhakim S. 1998. Keterkaitan Faktor Oseanografi dengan Sumberdaya Ikan Pelagis. Bagian I: Deskripsi Faktor Fisik, Abiotik, dan Penyebaran Agregasi Akustik di Laut Flores. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia.* 6: 3-4. DOI:<http://dx.doi.org/10.15578/jppi.6.3-4.2000.1-9>
- Sadhotomo B, Nurhakim S. 2017. Keterkaitan Faktor Oseanografi Dengan Sumber Daya Ikan Pelagis. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia.* 6(3-4): 1-9. DOI:<http://dx.doi.org/10.15578/jppi.6.3-4.2000.1-9>
- Safuruddin, Hidayat R, Zainuddin M. 2020. Daerah Penangkapan Ikan Cakalang Berbasis Data Citra Oseanografi di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 713. *Torani: Journal Fisheries and Marine Science.* 3(2): 51-60. DOI:<https://doi.org/10.35911/torani.v3i2.11368>
- Safuruddin. 2022. Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan dengan Menggunakan Purse Seine di Selat Makassar dan Laut Flores. *Torani: Journal Fisheries and Marine Science.* 5(2): 68-76. DOI:<https://doi.org/10.35911/torani.v5i2.22412>
- Simmonds E J, MacLennan D N. 2005. *Fisheries Acoustic: Theory and Practice 2nd ed.* UK: Blackwell Science Ltd.
- Selao A, Malik A A, Yani F I, Mallawa A, Safuruddin. 2019. Remote Chlorophyll-a and SST to Determination of Fish

- Potential Area in Makassar Strait Waters Using MODIS Satellite Data. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 270: 012047. DOI:10.1088/1755-1315/270/1/012047
- Shabangu F, Hamton I, Coetzee J C, Ochoa A.L. 2014. Hydro-acoustic technology and its application to marine science in South Africa. In: *Reflections on the State of Research and Development in the Marine and Maritime Sectors in South Africa, Council for Scientific and Industrial Research*, Pretoria, South Africa. 122- 152 pp.
- Syahdan M. 2015. Pola Spasial dan Variabilitas Temporal Data Satelit Multisensor Hubungannya dengan Distribusi Ikan Pelagis Kecil di Selat Makassar-Laut Jawa. Bogor: Disertasi Sekolah Pascasarjana IPB <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/74540>
- Widodo J, Suadi. 2006. *Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Laut*. (p.251). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Zainuddin M, Nelwan A, Hajar M I, Farhum S A, Kurnia M, Najamuddin, Sudirman. 2013. Pemetaan Zona Potensi Penangkapan Ikan Cakalang Periode April-Juni di Teluk Bone dengan Teknologi Remote Sensing. *J.Lit.Perik.Ind.* 19(3): 167-173. DOI:<http://dx.doi.org/10.15578/jppi.19.3.2013.167-173>
- Zainuddin M, Safruddin, Farhum S A, Nelwan A, Selamat M B, Hidayat S, Sudirman. 2015. Karakteristik Daerah Potensial Penangkapan Ikan Cakalang di Teluk Bone-Laut Flores Berdasarkan Data Satelit Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Pada Periode Januari-Juni 2014. *Jurnal IPTEKS PSP*. 2(3): 228-237. DOI:<https://doi.org/10.20956/jipsp.v2i3.76>
- Zainuddin M, Farhum S A, Safruddin, Selamat M. B, Sudirman, Nurdin, Syamsuddin M, Ridwan M, Saitoh I. 2017. Detection of pelagic habitat hotspots for skipjack tuna in the Gulf of Bone-Flores Sea, southwestern Coral Triangle tuna, Indonesia. *PLoS ONE*. 12(10): e0185601. DOI: 10.1371/journal.pone.0185601