

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi>

e-mail: jppi.puslitbangkan@gmail.com

JURNAL PENELITIAN PERIKANAN INDONESIA

Volume 28 Nomor 2 Juni 2022

p-ISSN: 0853-5884

e-ISSN: 2502-6542

Nomor Akreditasi RISTEK-BRIN: 148/M/KPT/2020

JURNAL
PENELITIAN
PERIKANAN
INDONESIA



DISTRIBUSI DAN KELIMPAHAN IKAN PELAGIS DI LAUT FLORES BAGIAN BARAT

DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF PELAGIC FISH IN THE WESTERN FLORES SEA

Donwill Panggabean*¹ dan Rauzatul Nazzla²

¹Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Terbuka, Jalan Cabe Raya, Kota Tangerang Selatan, Banten 15418

²Sustainable Fisheries Center, Perum Villa Indah Pagentongan No. A/2 Jl. Nusa Indah, Kota Bogor, Jawa Barat 16117

Teregistrasi I tanggal: 31 Juli 2022; Diterima setelah perbaikan tanggal: 8 November 2022;

Disetujui terbit tanggal: 7 Desember 2022

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi distribusi dan kelimpahan ikan pelagis di Laut Flores bagian barat dengan metode akustik. Metode yang digunakan dalam penelitian dikategorikan sebagai bagian dari *exploratory survey*. Terdapat dua bentuk hasil analisis data: 1) analisis akustik di stasiun-stasiun sampling dengan teknik *stationery*; dan 2) analisis data akustik sepanjang transek antar stasiun. Hasil deteksi cercah gema pada stasiun *stationery* 1 menunjukkan kelimpahan ikan pelagis sangat rendah, terdistribusi pada *layer* 3 di malam hari dan diduga adalah jenis pelagis besar dengan jumlah yang tidak terlalu banyak. Kejadian ini diketahui dengan melakukan justifikasi terhadap ukuran *target strength* (TS) ikan pelagis yang terdeteksi, dan diketahui target tersebut adalah ikan ukuran besar (TS = -30 dB), identik ikan pelagis besar, dengan jumlah sedikit. Hasil deteksi pada stasiun *stationery* 2 dan stasiun *stationery* 3 relatif sama, menunjukkan kelimpahan yang relatif lebih tinggi dibanding stasiun *stationery* 1. Sejalan dengan hasil analisis pada 3 stasiun *stationery*, hasil analisis pada transek antar stasiun menunjukkan kondisi yang hampir sama, dimana pada transek antar stasiun 1-2, 2-3, 3-4, dan 4-5 yaitu mulai dari perairan Dewakang hingga perairan bagian timur Takarewataya. Hasil analisis memperlihatkan kelimpahan ikan pelagis yang terdeteksi sangat rendah, di sepanjang transek hanya terdeteksi target ikan tunggal saja dan tidak terdeteksi *schooling* ikan. Pada transek antar stasiun 5-6, kelimpahan sangat rendah dan tidak signifikan dengan nilai rata-rata kelimpahan sebesar 0,5 ekor/1000 m³ dan terdeteksi pada *layer* 4 (150-200 m). Pada transek antar stasiun 6-7, kelimpahan tidak terlalu tinggi, kelompok ikan (*schooling*) cenderung berada di bawah *layer* 1 (di bawah kedalaman 50 m). Nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada *layer* 3 sebesar 10,8 ekor/1000 m³ dan pada *layer* 4 sebesar 7 ekor/1000 m³. Pada transek antar stasiun 7-8, merupakan kelimpahan yang paling tinggi dari semua transek, *schooling* terdeteksi cenderung di bawah *layer* 1 (di bawah kedalaman 50 m), nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada *layer* 3 sebesar 20,3 ekor/1000 m³ dan pada *layer* 2 sebesar 17,8 ekor/1000 m³. Pada transek antar stasiun 8-9, kelimpahan terdeteksi tidak terlalu tinggi, *schooling* terdeteksi cenderung berada pada seluruh *layer*, nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi yang terdeteksi pada *layer* 4 sebesar 1,3 ekor/1000 m³.

Kata Kunci: Akustik; densitas; distribusi; ikan pelagis; Laut Flores

ABSTRACT

This study aims to estimate the distribution and abundance of pelagic fish in the western Flores Sea with acoustic analysis. The method used in this study was an exploratory survey. There are two forms of data analysis results: 1) acoustic analysis at sampling stations with stationery techniques; and 2) analysis of acoustic data along transects between stations. The echo traces in station 1 showed that the abundance of pelagic fish was very low, distributed at layer 3 at night, which was suspected to be a big pelagic with not too much. The dynamics of echo traces in stations 2 and 3 are relatively the same, indicating a higher abundance than in station 1. In line with the echo traces

Korespondensi penulis:

donwill@ecampus.ut.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.28.2.2022.61-75>

dynamic of 3 stations, the analysis of the transects between stations shows almost the same conditions. The transects between stations 1-2, 2-3, 3-4, and 4-5, starting from the sub-area of Dewakang to the eastern part of Takarewataya, show the abundance of pelagic fish is very low. Only a single fish target was detected along the transect, and no schooling fish was detected. In inter-station transects 5-6, abundance is very low and insignificant. The average abundance value of only 0.5 fish/1000 m³ is detected at layer 4 (150-200 m). In inter-station transects 6-7, the abundance is low. Schooling tends to be below layer 1 (below a depth of 50 m), in which the highest average value of abundance is detected at layer 3 by 10.8 fish/1000 m³ and layer 4 by 7 fish/1000 m³. In inter-station transects 7-8, it is the highest abundance of all transects, schooling is detected tending to be below layer 1 (below a depth of 50 m), the highest average value of abundance is detected at layer 3 by 20.3 fish/1000 m³ and layer 2 by 17.8 fish/1000 m³. In inter-station transects 8-9, abundance is detected relatively not too high, schooling tends to be on the entire layer, and the highest average value of abundance detected at layer 4 is 1.3 fish/1000 m³.

Keywords: Acoustic; density; distribution; pelagic fish; Flores Sea

PENDAHULUAN

Sumberdaya ikan pelagis merupakan salah satu sumberdaya ekonomis penting yang berkontribusi nyata pada pemanfaatan sumberdaya ikan di Indonesia. Habitat hidupnya berada dari permukaan perairan hingga ke lapisan tengah (*mid layer*). Ikan pelagis dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu ikan pelagis kecil seperti ikan Layang (*Decapterus* spp.), Kembung (*Ratrelliger* spp.), Tembang (*Sardinella fimbriata*), dan ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*), sedangkan ikan pelagis besar terdiri dari jenis Tuna seperti Madidihang (*Thunnus albacares*), Albacore (*Thunnus alalunga*), Mata Besar (*Thunnus obesus*), Sirip Biru Selatan (*Thunnus maccoyii*), dan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) (Nybakken, 1992).

Kehidupan ikan di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh faktor oseanografi, antara lain; suhu, salinitas, kecepatan arus, oksigen terlarut, dan juga faktor ekologi lainnya (Brand, 2006). Fenomena distribusi vertikal dan horizontal populasi ikan pelagis berdasarkan hasil laporan dari beberapa penelitian mampu menggambarkan adanya pola pergerakan migrasi, dimana ikan pelagis pada umumnya melakukan migrasi *diurnal* (pada siang hari) dan *nocturnal* (pada malam hari) secara vertikal pada suatu kolom perairan, dan umumnya akan menempati *layer* (kedalaman kolom perairan) yang sesuai dengan kondisi parameter lingkungannya, terutama suhu dan salinitas perairan tersebut (Latumeten, 1996; Sadhotomo & Nurhakim, 2000; Nugroho, 2006; Priatna & Natsir, 2007; Panggabean, 2011; Zainuddin *et al.*, 2015; Syahdan, 2015; Manik *et al.*, 2018; Panggabean, 2021).

Informasi ketersediaan sumberdaya ikan sangat penting sebagai indikator untuk menggambarkan kondisi terkini status dan potensi sumber daya perikanan pada suatu area perairan, dan selanjutnya dapat digunakan untuk pembangunan sektor perikanan. Metode akustik merupakan suatu metode

estimasi yang secara langsung mampu mengkuantifikasi aspek bidang perikanan, salah satunya adalah mengenai informasi sebaran ikan (Widodo & Suadi, 2006).

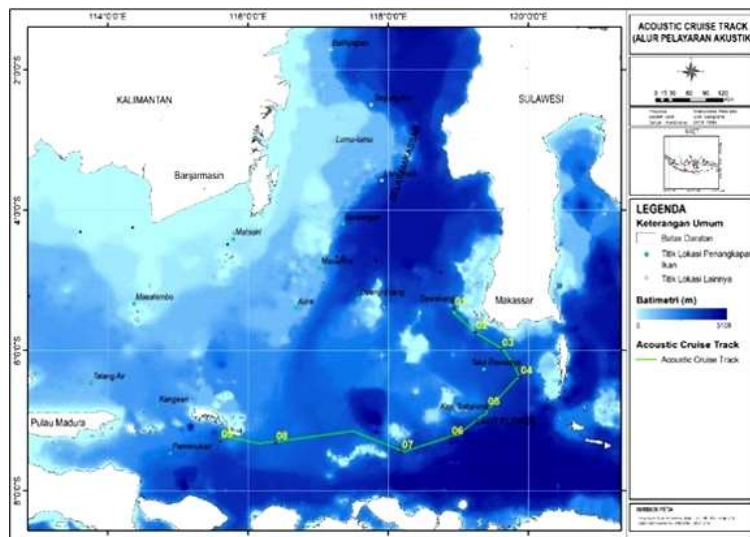
Perairan Laut Flores merupakan salah satu daerah potensial untuk penangkapan ikan pelagis di Indonesia bagian timur terutama untuk jenis Cakalang, dan perairan tersebut menjadi target utama operasi penangkapan bagi nelayan *pole and line* (Zainuddin *et al.*, 2015). Tersedianya data dan informasi mengenai potensi sumberdaya ikan pada suatu perairan dapat menjadi salah satu dasar pertimbangan bagi pengembangan (termasuk juga bagi investasi) pada wilayah tersebut. Estimasi potensi sumberdaya ikan (*fish stock assessment*) untuk seluruh wilayah perairan Indonesia sebaiknya terus dilakukan secara kontinyu agar ketersediaan informasi bagi pembangunan sektor perikanan serta program pemanfaatan kedepannya dapat dilakukan dengan benar dan berkelanjutan. Pembangunan bagi pencapaian ketahanan dan kedaulatan pangan dari sektor perikanan yang terus dipacu oleh pemerintah tentu perlu didukung dengan kajian-kajian terukur dan komprehensif mengenai keberadaan ikan pelagis yang merupakan sumberdaya yang cukup melimpah di perairan laut Indonesia dengan kontribusi sekitar 32 % dari total produksi di Indonesia (DJPT, 2017). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan distribusi sumberdaya ikan pelagis di perairan Laut Flores bagian barat melalui pendekatan deteksi akustik sehingga diketahui sebaran kelimpahan sumber daya ikan pelagis di wilayah perairan tersebut.

BAHAN DAN METODE Pengumpulan Data

Lokasi penelitian dan alur pelayaran (*cruise track*) untuk perekaman data akustik seperti yang terlihat pada Gambar 1. Penelitian dilaksanakan pada Agustus 2015 di perairan Laut Flores bagian barat dan kegiatan survei laut menggunakan wahana penelitian Kapal

Riset GEOMARIN III ukuran 1.300 *Gross Tonnage*. Instrumen akustik yang digunakan adalah *scientific echosounder* SIMRAD EK60, dengan frekwensi 120 kHz untuk melakukan akuisisi data *target strength* (TS), *backscattering area* (SA) dan *backscattering volume* (SV), posisi geografis serta posisi kedalaman keberadaan ikan target (*layers*). Peralatan tambahan lainnya sebagai pendukung survei laut adalah perangkat komputer dengan *software* ER60 dan So-

nar4 untuk akuisisi dan *post processing* data akustik, dimana *echogram* secara otomatis tersimpan di dalam *harddisk* dalam bentuk file digital (.raw, .bot, .idx). Akuisisi data akustik dilakukan secara kontinyu siang-malam secara *real time* dan *insitu*, sedangkan rata-rata kecepatan kapal saat melakukan perekaman data akustik adalah 8-9 knot, dimana perekaman data akustik dimulai dari permukaan perairan hingga kedalaman 200 meter.



Gambar 1. Lokasi penelitian dan alur pelayaran perekaman akustik.
 Figure 1. Research sites and cruise tracks of acoustic recording.

Setting parameter pada *echosounder* dilakukan sebelum akuisisi data dilaksanakan, dan sebelum akuisisi data akustik tersebut dimulai, terlebih dahulu harus dilakukan kalibrasi terhadap instrumen *scientific echosounder* SIMRAD EK60. Kalibrasi ini dilakukan pada sisi lambung kapal sebelum pelayaran dimulai, dan sistem kalibrasi akustik dilakukan

dengan menempatkan target referensi yaitu bola *sphere* 120 kHz tepat di bawah *transducer* sehingga akan terdeteksi pada semua kuadran *beam transducer*. Setelah proses kalibrasi memenuhi syarat, selanjutnya dilakukan *setting update beam* data seperti yang disajikan pada Tabel 1.

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

Table 1. *Setting parameters of the scientific echosounder simrad EK60 instrument*

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
	<i>Athw.ship offset</i>	0.00 deg
	TS detection menu	<i>min. value</i>
<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

Akuisisi data akustik dilakukan mulai stasiun 1 - 9, dan panjang trek akustik yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sekitar 389 *nautical mile* (nmi), dan pada penelitian ini akuisisi data akustik dengan teknik *stationary* dan akuisisi sepanjang transek antar stasiun. Teknik *stationary* dilakukan pada tiga lokasi stasiun, yaitu *stationary* 1 pada stasiun 1, *stationary* 2 pada stasiun 5, dan *stationary* 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.

Analisis Data

Data akustik diproses dan diolah menggunakan *software SONAR ver.4*. Analisis untuk estimasi ikan pelagis dilakukan mulai dari permukaan 5 meter sampai kedalaman 200 meter dengan pembagian *layer* setiap 50 meter. *Elementary Sampling Distance Unit* (ESDU) adalah 1 *nautical mile* (nmi), sementara ESDU untuk *stationary sampling* adalah 100 ping. Hasil ekstraksi berupa nilai *area back-scattering coeficient* (s_A , m²/nmi²) dan distribusi nilai *target strength* (TS) ikan tunggal dalam satuan *decibel* (dB) sebagai indeks refleksi ukuran ikan tunggal.

Hubungan TS dan *óbs* (*backscattering cross-section*, m²) dihitung menurut persamaan MacLennan and Simmonds (1992) yaitu:

$$TS = 10 \log \acute{o}bs \dots\dots\dots (1)$$

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

$$\rho A = sA/\acute{o}bs \dots\dots\dots (2)$$

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

$$\acute{o}bs = aL^b \dots\dots\dots (3)$$

Konversi nilai TS menjadi ukuran panjang ikan (L) diperoleh dari persamaan:

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

A adalah nilai TS untuk 1 cm panjang ikan (*normalized TS*).

Untuk ikan pelagis kecil digunakan persamaan Hannachi *et al.* (2004):

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

Untuk ikan pelagis besar digunakan persamaan Josse and Bertrand (2000):

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

Untuk melakukan estimasi densitas (kelimpahan dan biomassa ikan), ukuran ikan pelagis dihitung berdasarkan pada komposisi ukuran panjang ikan di setiap lokasi penelitian. Untuk ikan pelagis kecil dilakukan pada jenis ikan yang paling dominan, yang disetarakan dengan ikan Layang (*Decapterus russelli*) yang terdistribusi pada ukuran TS -60 sampai -44 dB atau ukuran selang panjang 5-32 cm. Untuk ikan pelagis besar didasarkan pada komposisi panjang ikan yang disetarakan dengan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang terdistribusi pada ukuran TS -44 sampai -24 dB atau pada ukuran selang panjang 28-170 cm. Penyetaraan jenis ikan dilakukan sebagai upaya untuk mengkonversikan nilai *target strength* (dB) menjadi panjang teoritis ikan yang tergambar pada rekaman cercah gema (*echo traces*) dan terbatasnya data dukung komposisi dan dominasi jenis ikan di kawasan yang diteliti.

Menurut Hile (1936) dalam Effendi (2002), hubungan panjang ikan (L) dan bobot (W) dari suatu spesies ikan yaitu:

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

Menurut MacLennan and Simmonds (1992) persamaan panjang dan bobot untuk mengkonversi panjang dugaan menjadi bobot dugaan adalah:

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

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

Data dan informasi utama yang dihasilkan adalah berupa estimasi nilai kelimpahan biomassa sumberdaya ikan pelagis kecil dan pelagis besar pada setiap lokasi sampling, kepadatan dan sebaran ukurannya.

Hasil analisis disajikan dalam bentuk sebaran densitas dan komposisi rata-rata ukuran ikan. Distribusi spasial sumberdaya jenis ikan pelagis kecil, dan jenis pelagis besar. Kelimpahan dinyatakan dalam nilai densitas relatif (jumlah individu per luasan area). Sebaran komposisi ukuran ikan dinyatakan sebagai estimasi ukuran rata-rata dan 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 bahwa sebaran sumberdaya ikan pelagis lebih dominan tersebar pada *layer* (kedalaman) berapa di perairan tersebut.

Hasil dan bahasan

Hasil

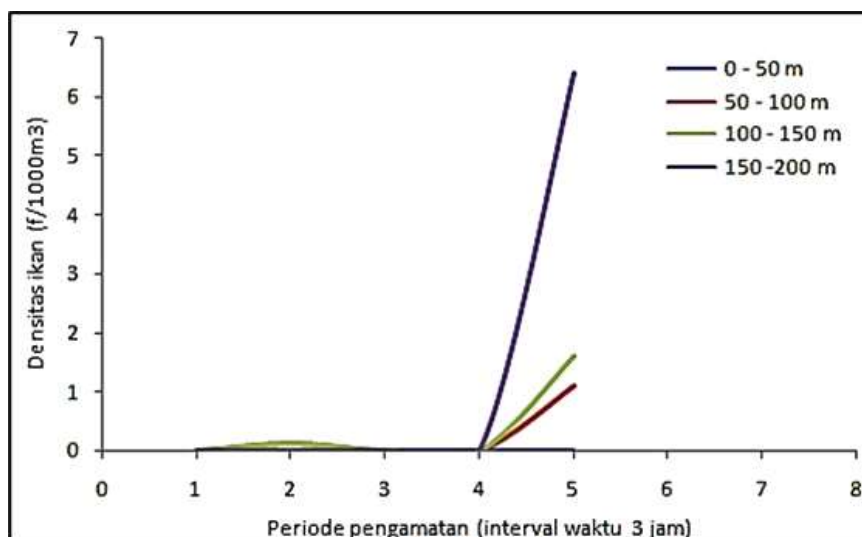
Distribusi dan Kelimpahan Ikan Pelagis pada Pengamatan Stationary

Pada *stationary* 1 (di stasiun 1) diperoleh data pengukuran akustik selama 15 jam pengamatan dari rencana 24 jam pengamatan, yaitu mulai pukul 06.00 sampai dengan pukul 21.00. Analisis pada *stationary* 1 ini difokuskan untuk melihat dinamika kelimpahan

ikan pelagis setiap *layer* terhadap perubahan waktu selama pengamatan dengan interval waktu setiap 3 jam. Selama pengamatan pada *stationary* 1 ini tidak terlihat dinamika dan fluktuasi kelimpahan ikan pelagis berdasarkan *layer* tiap perubahan waktu. Secara umum kelimpahan ikan pelagis dengan volume yang tidak signifikan terdeteksi pada kedalaman 150-200 m pada periode waktu interval ke-5 yaitu pada malam hari pukul 18.00-21.00. Saat dijustifikasi dengan ukuran *target strength* (TS) ikan pelagis yang terdeteksi pada *layer* dan waktu tersebut, target yang terdeteksi merupakan ikan berukuran besar (TS = -30 dB), yang identik dengan ukuran pelagis besar dengan jumlah sedikit. seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.

Berdasarkan ukuran nilai *target strength* (TS) yang terdeteksi selama periode pengamatan di *stationary* 1, didapatkan dinamika perubahan ukuran target yang menempati setiap *layer* berdasarkan perubahan waktu pengamatan (interval 3 jam). Berdasarkan data *target strength* akustik yang diperoleh, maka ukuran target yang terdeteksi dapat dibagi dalam kelompok ukuran: plankton (-100 – -80 dB), juvenil biota laut (-80 – -60 dB), ikan pelagis kecil (-60 – -44 dB), dan ikan pelagis besar (-44 – -24 dB).

Kategori hubungan antara nilai estimasi TS (dB) dengan estimasi ukuran (cm) menurut Foote (1987) seperti pada tabel berikut ini:

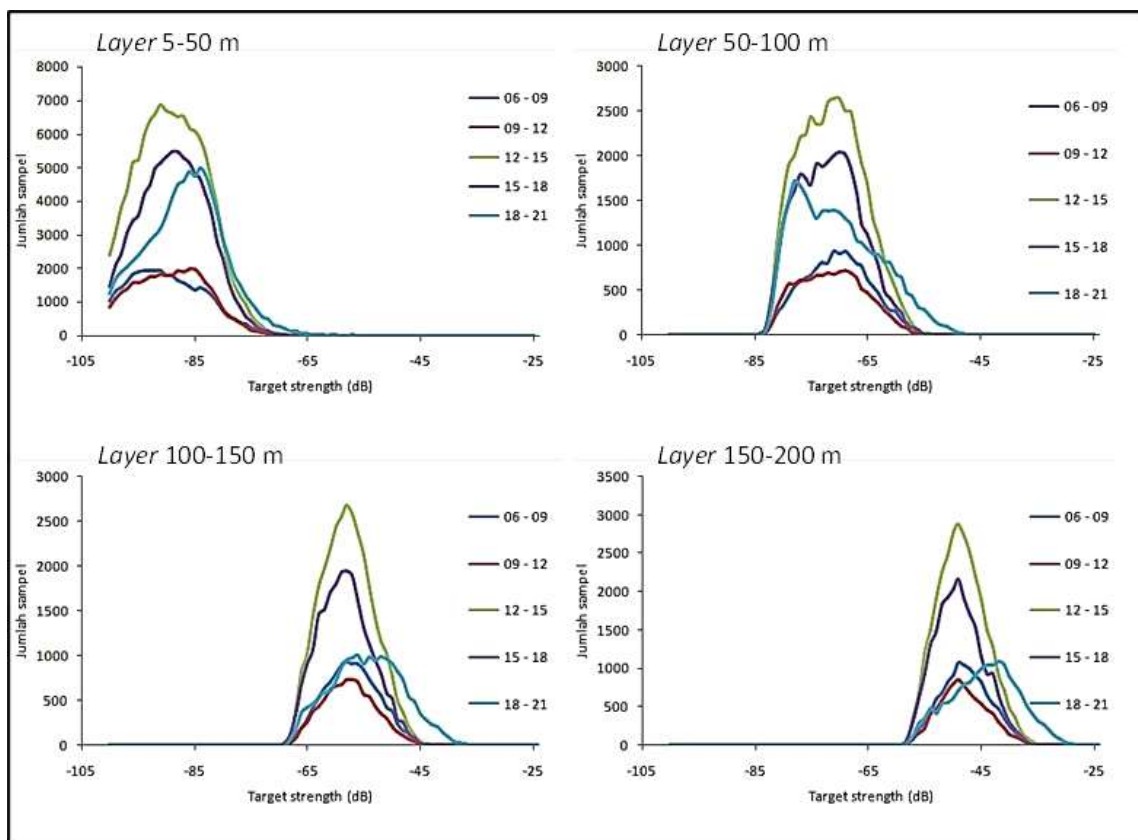


Gambar 2. Grafik kelimpahan ikan pada setiap *layer* di *stationary* 1.

Figure 2. Graph of the abundance of fish on each layer in *stationary* 1.

Tabel 2. Kategori hubungan dugaan TS dengan ukuran ikan (Foote, 1987)
 Table 2. Categorical relationship between TS and size of fish (Foote, 1987)

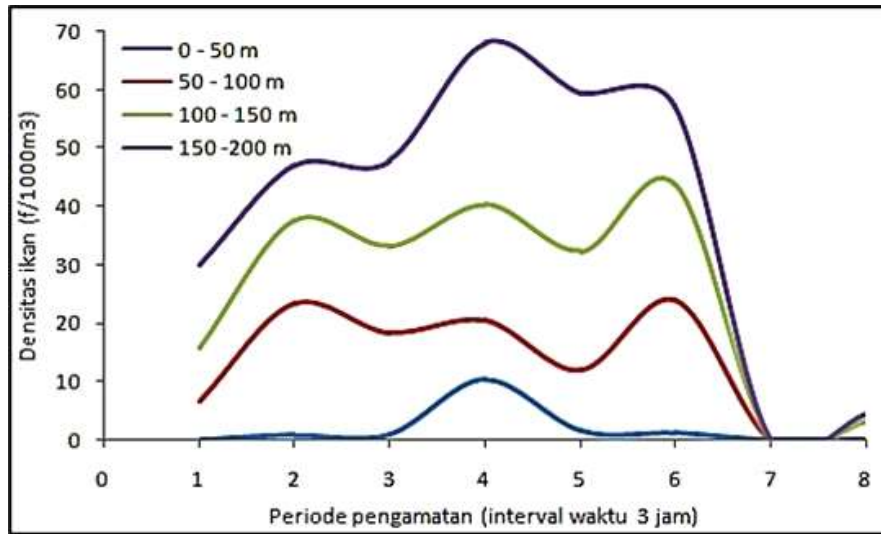
Estimasi TS (dB)	Estimasi Ukuran (cm)	Kategori
< -50	< 6	Sangat Kecil Juvenil
-50 sampai -47	7.10 sampai 10.47	Kecil 7 – 21 cm
-47 sampai -44	10.47 sampai 14.79	
-44 sampai -40	14.79 sampai 20.89	
-41 sampai -38	20.89 sampai 29.52	
-38 sampai -35	29.52 sampai 41.68	
-35 sampai -32	41.68 sampai 58.88	Sedang 21 – 59 cm
-32 sampai -29	58.88 sampai 93.17	Cukup Besar 59 – 117 cm
-29 sampai -26	93.17 sampai 117.48	
-26 sampai -23	117.48 sampai 165.96	
-23 sampai -20	165.96 sampai 234.40	Besar 117 – 234 cm



Gambar 3. Nilai target strength setiap layer pada interval waktu tiap 3 jam di *stationary* 1.
 Figure 3. Target strength value for each layer at intervals of every 3 hours in *stationary* 1.

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

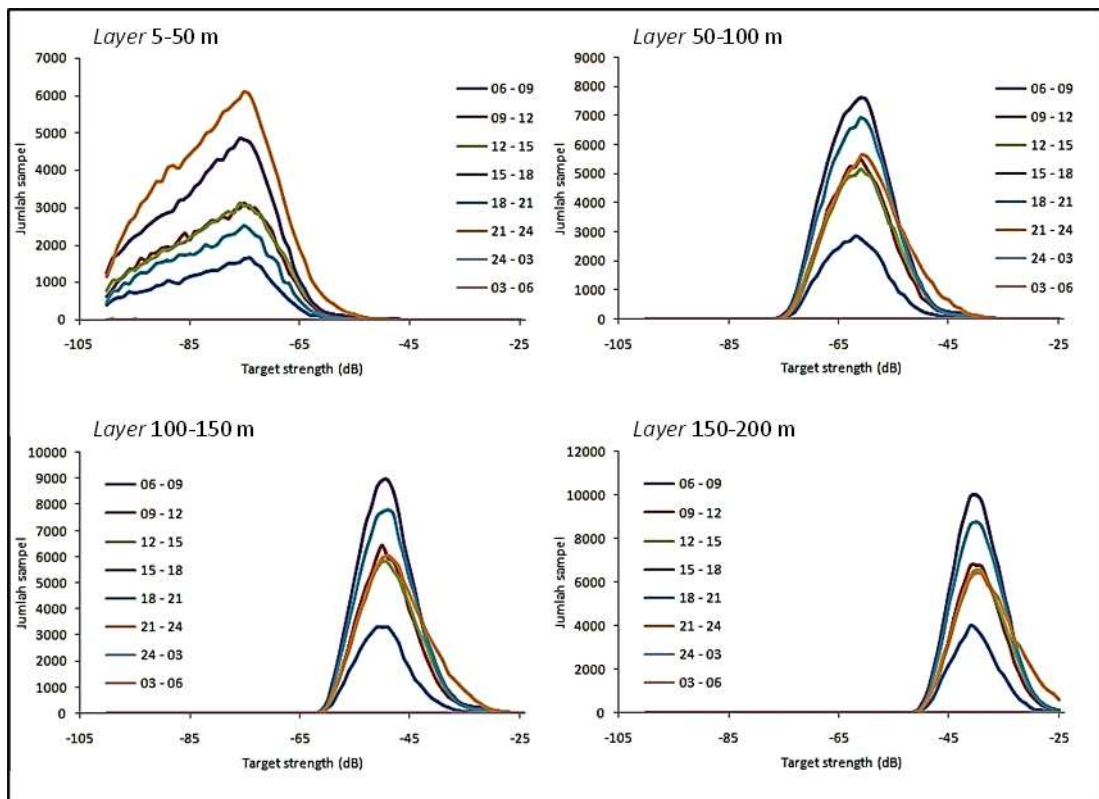
Pada *stationary* 2 (di stasiun 5), diperoleh data akustik selama 24 jam pengamatan, yaitu mulai pukul 06.00-06.00. Kajian pada *stationary* 2 ini difokuskan untuk melihat dinamika kelimpahan ikan pelagis pada setiap *layer* terhadap perubahan waktu selama pengamatan dengan interval waktu setiap 3 jam. Berbeda dengan *stationary* 1, selama pengamatan pada *stationary* 2 ini terlihat adanya dinamika dan fluktuasi vertikal kelimpahan ikan pelagis berdasarkan *layer* tiap perubahan waktu, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik kelimpahan ikan pada setiap layer di *stationary 2*.
 Figure 4. Graph the abundance of fish on each layer in *stationary 2*.

Berdasarkan ukuran nilai *target strength* (TS) yang terdeteksi selama periode pengamatan pada *stationary 2*, didapatkan dinamika perubahan ukuran target yang menempati setiap layer berdasarkan perubahan waktu pengamatan (interval 3 jam). Berdasarkan data

target strength akustik yang didapatkan, maka ukuran target yang terdeteksi dapat dibagi dalam kelompok ukuran: plankton (-100 – -80 dB), juvenil biota laut (-80 – -60 dB), ikan pelagis kecil (-60 – -44 dB), dan ikan pelagis besar (-44 – -24 dB).

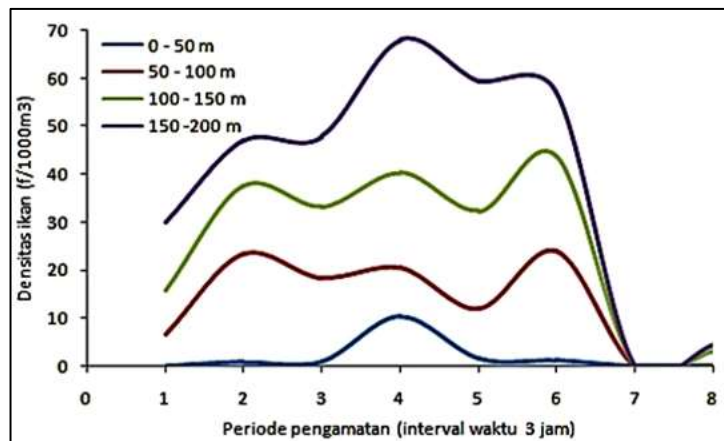


Gambar 5. Nilai *target strength* setiap layer pada interval waktu tiap 3 jam di *stationary 2*.
 Figure 5. Target strength value of each layer at intervals of every 3 hours in *stationary 2*.

Gambar 5 menunjukkan bahwa secara umum tiap *layer* ditempati atau didominasi biota dengan kelompok ukuran yang berbeda, dan terjadi hampir sepanjang waktu pengamatan. Berdasarkan perubahan warna masing-masing grafik terlihat bahwa terjadi pola pergerakan atau migrasi vertikal dari tiap-tiap kelompok ukuran biota terhadap perubahan waktu selama 24 jam. Kelompok plankton dan kelompok juvenil cenderung menempati *layer* 1 (5-50 m), kelompok juvenil biota laut dan kelompok ikan pelagis kecil bersama-sama menempati *layer* 2 (50-100 m), kelompok ikan pelagis kecil dan sedikit kelompok ikan pelagis besar mendominasi *layer* 3 (100-150 m), dan pada *layer* 4 (150-200 m) masih terdapat kelompok

ikan pelagis kecil, namun didominasi oleh kelompok ikan pelagis besar.

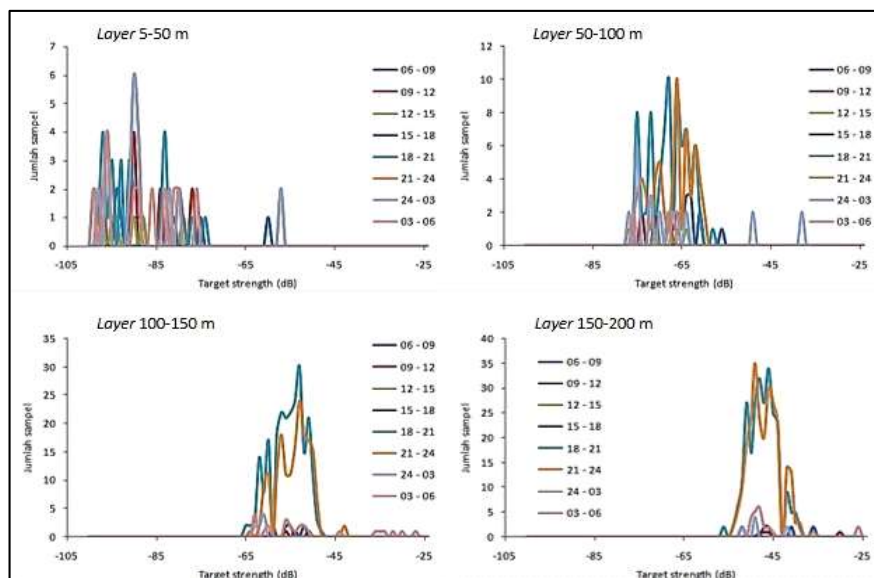
Pada *stationary* 3 (di stasiun 9), diperoleh data akustik selama 24 jam pengamatan, yaitu mulai pukul 06.00-06.00. Kajian pada *stationary* 3 ini difokuskan untuk melihat dinamika kelimpahan ikan pelagis pada setiap *layer* terhadap perubahan waktu selama pengamatan dengan interval waktu setiap 3 jam. Sama halnya seperti pada *stationary* 2, selama pengamatan di *stationary* 3 ini terlihat adanya dinamika dan fluktuasi vertikal kelimpahan ikan pelagis berdasarkan *layer* tiap perubahan waktu, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Grafik kelimpahan ikan pada setiap *layer* di *stationary* 3.
 Figure 6. Graph the abundance of fish on each layer in *stationary* 3.

Berdasarkan ukuran *target strength* (TS) yang terdeteksi selama pengamatan pada *stationary* 3, diperoleh dinamika perubahan ukuran target yang menempati setiap *layer* berdasarkan perubahan waktu pengamatan (interval 3 jam). Dari data *target strength*

akustik yang diperoleh, ukuran target dibagi dalam kelompok ukuran: plankton (-100 – -80 dB), juvenil biota laut (-80 – -60 dB), ikan pelagis kecil (-60 – -44 dB), dan ikan pelagis besar (-44 – -24 dB).



Gambar 7. Nilai *target strength* setiap *layer* pada interval waktu tiap 3 jam di *stationary* 3.
 Figure 7. Target strength value of each layer at intervals of every 3 hours in *stationary* 3.

Gambar 7 menunjukkan bahwa secara umum tiap *layer* ditempati atau didominasi oleh biota dengan kelompok ukuran yang berbeda dan hal ini terjadi sepanjang waktu pengamatan. Berdasarkan perubahan warna masing-masing grafik, terlihat pola migrasi vertikal dari tiap kelompok ukuran biota terhadap perubahan waktu selama 24 jam. Kelompok plankton dan kelompok juvenil biota laut terdeteksi menempati *layer* 1 (5-50 m), kelompok juvenil dan kelompok ikan pelagis kecil bersama-sama menempati *layer* 2 (50-100 m). Pada *layer* 3 (100-150 m) didominasi kelompok ikan pelagis kecil dan sedikit kelompok ikan pelagis besar, dan pada *layer* 4 (150-200 m) masih terdeteksi kelompok ikan pelagis kecil, dan kelompok pelagis besar.

Distribusi dan Kelimpahan Ikan Pelagis Pada Transek Antar Stasiun

Sejalan dengan hasil analisis akustik pada 3 *stationary* (di stasiun 1, 5, dan 9), dimana terlihat kelimpahan ikan pelagis di *stationary* 1 (di stasiun 1) di sekitar Pulau Dewakang sangat rendah, sementara kelimpahan ikan di *stationary* 2 (di stasiun 5) dan *stationary* 3 (di stasiun 9) relatif lebih tinggi. Terlihat bahwa hasil analisis pada transek antar stasiun menunjukkan kondisi yang relatif sama dengan hasil analisis teknik *stationary*, dimana pada transek antar stasiun 1-2, 2-3, 3-4, dan 4-5 yaitu mulai dari perairan Dewakang hingga sekitar perairan bagian timur Takarewataya memperlihatkan kelimpahan ikan pelagis yang

terdeksi sangat rendah dan sangat tidak signifikan, di sepanjang transek tersebut hanya terdeteksi target ikan tunggal saja dan tidak terdeteksi *schooling* (kawanan) ikan.

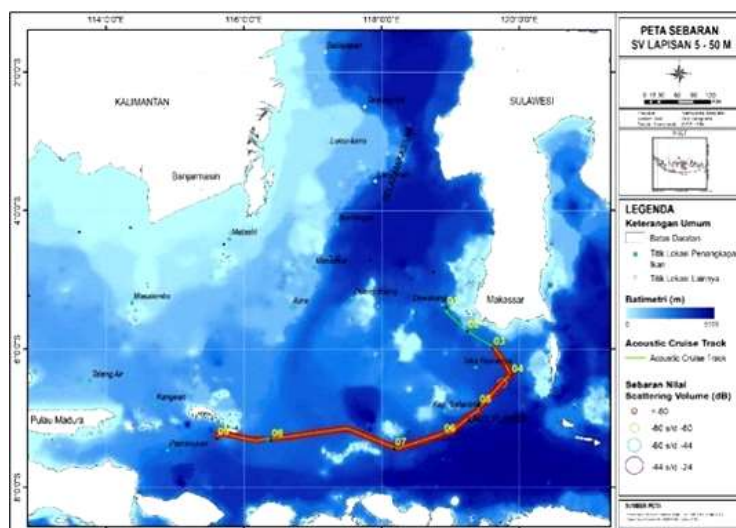
Pada transek antar stasiun 5-6, yaitu di perairan bagian timur Kepulauan Sabalana, kelimpahan ikan pelagis yang terdeteksi sangat rendah dan tidak signifikan, kelimpahan terdeteksi pada *layer* 4 (150-200 m).

Pada transek antar stasiun 6-7, keberadaan kelompok ikan pelagis terdeteksi tidak terlalu tinggi dan cenderung berada di bawah *layer* 1 (di bawah kedalaman 50 m), dengan kelimpahan terdeteksi pada *layer* 3 dan 4 (100-200 m).

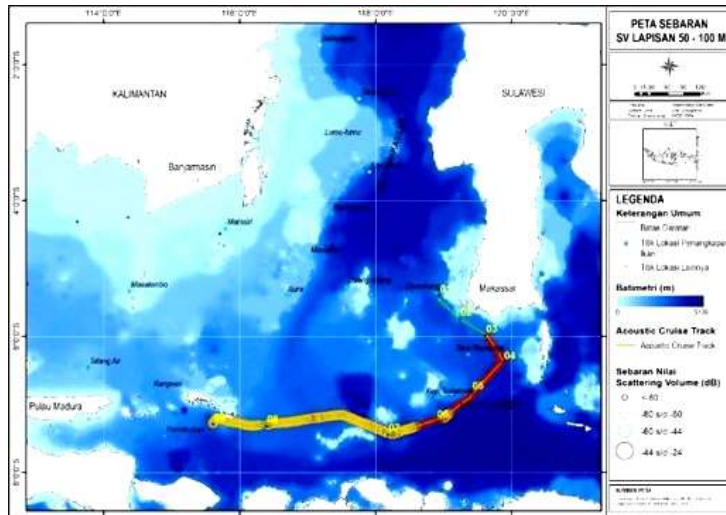
Pada transek antar stasiun 7-8, kelimpahan yang terdeteksi merupakan yang paling tinggi dari semua transek, dan kelimpahan pada *layer* 3 dan 4 (100-200 m).

Pada transek antar stasiun 8-9, terdeteksi kawanan ikan pelagis dengan jumlah yang tidak terlalu banyak, yang cenderung berada pada seluruh *layer*, dan kelimpahan paling banyak terdeteksi pada *layer* 3 dan 4 (100-200 m).

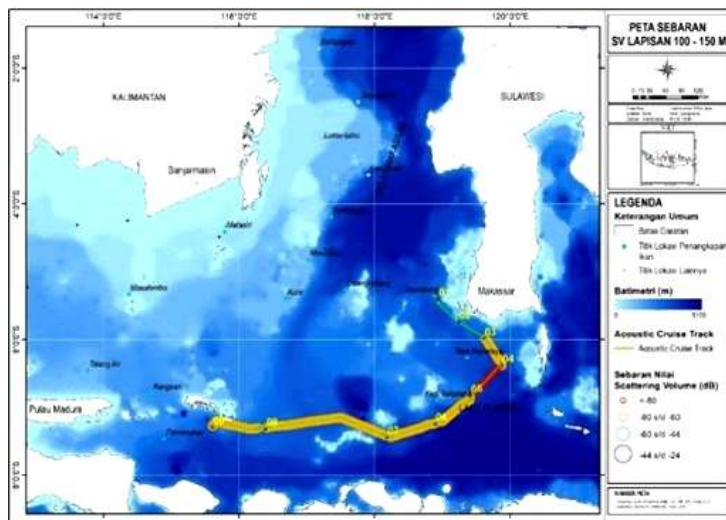
Sebaran nilai dan data akustik pada transek antar stasiun dan pada masing-masing *layer* di lokasi penelitian seperti terlihat pada Gambar 8-11 berikut ini.



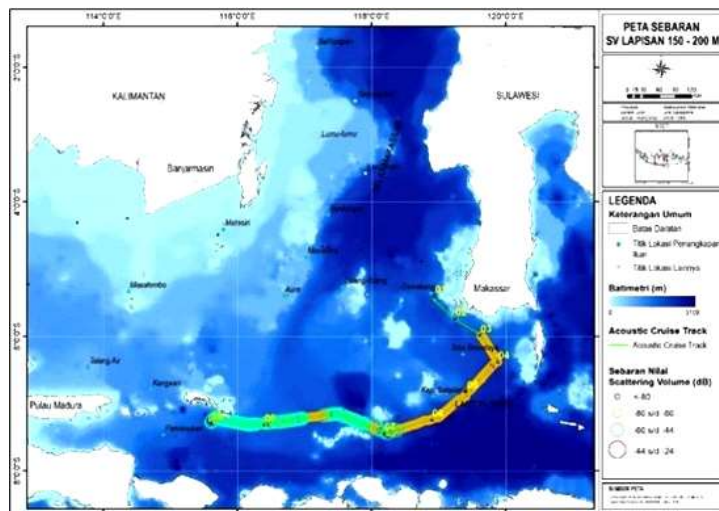
Gambar 8. Peta sebaran kelimpahan ikan pelagis di *layer* 1 (kedalaman 5-50 m).
Figure 8. Distribution map of pelagic fish abundance in *layer* 1 (depth of 5-50 m).



Gambar 9. *Peta sebaran kelimpahan ikan pelagis di layer 2 (kedalaman 50-100 m).*
 Figure 9. *Distribution map of pelagic fish abundance in layer 2 (depth of 50-100 m).*



Gambar 10. *Peta sebaran kelimpahan ikan pelagis di layer 3 (kedalaman 100-150 m).*
 Figure 10. *Distribution map of pelagic fish abundance in layer 3 (depth of 100-150 m).*



Gambar 11. *Peta sebaran kelimpahan ikan pelagis di layer 4 (kedalaman 150-200 m).*
 Figure 11. *Distribution map of pelagic fish abundance in layer 4 (depth of 150-200 m).*

Bahasan

Pendeteksian Ikan Pelagis pada Pengamatan Stationary

Pada saat pelaksanaan akuisisi data akustik dengan teknik *stationary* 1 yaitu pada stasiun 1 selama 15 jam pengamatan, terjadi perubahan posisi kapal selama *drifting* 15 jam. Terlihat bahwa selama *drifting* kapal selalu bergerak ke arah Barat Laut dengan rata-rata pergerakan kapal mencapai 2-3 knot, hal ini disebabkan karena pengaruh dorongan angin dari arah tenggara (angin musim timur) yang cukup kuat selama dilakukan akuisisi data di *stationary* 1. Nilai kelimpahan ikan pelagis pada *stationary* 1 relatif sangat rendah. Kelimpahan ikan pelagis dengan volume yang tidak signifikan terdeteksi berada pada *layer* 3 (150-200 m) pada periode waktu interval ke-5 yaitu malam hari pukul 18.00-21.00. Setelah dilakukan analisis dengan ukuran *target strength* (TS) ikan pelagis yang terdeteksi pada *layer* dan waktu tersebut, maka target yang terdeteksi diduga adalah ikan pelagis dengan ukuran besar (TS = -30 dB), yaitu jenis pelagis besar namun dengan jumlah yang sedikit. Terkait ukuran, hal ini didukung oleh penjelasan Priatna & Natsir (2007) yang menyatakan 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 <50 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* (setiap kedalaman 50 meter) didominasi oleh biota dengan kelompok ukuran yang berbeda, dan terjadi hampir sepanjang waktu pengamatan, namun tidak terjadi pola pergerakan atau 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 penelitian ini, tidak melakukan analisis hasil pengukuran faktor lingkungan, yaitu suhu dan salinitas perairan, sehingga tidak tergambarkan secara jelas seberapa besar pengaruh faktor lingkungan terhadap fluktuasi densitas pada masing-masing stasiun *stationery* dan stasiun antar transek.

Pada saat pelaksanaan akuisisi data akustik dengan teknik *stationary* 2 yaitu pada stasiun 5 selama

24 jam pengamatan, juga terjadi perubahan posisi kapal selama *drifting* 24 jam. Terlihat bahwa selama *drifting* kapal selalu bergerak ke arah Barat dengan rata-rata pergerakan kapal mencapai 2-3 knot, hal ini disebabkan karena pengaruh dorongan angin dari arah tenggara (angin musim timur) yang cukup kuat selama dilakukan akuisisi data di *stationary* 2. Kelimpahan ikan pelagis pada *stationary* 2 relatif lebih tinggi dari pada *stationary* 1. Kelimpahan ikan pelagis cenderung meningkat seiring bertambahnya kedalaman dan pergerakan kelimpahan tiap *layer* berdasarkan perubahan waktu memperlihatkan adanya migrasi vertikal harian pada *stationary* 2, dimana migrasi harian tersebut terjadi setiap interval waktu 3 jam. Pada *layer* 1 (5-50 m), kelimpahan ikan pelagis mulai terdeteksi pada periode 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 & Wijopriyono, 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 oleh Manik *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa secara temporal ikan pelagis pada siang hari cenderung membentuk kelompok, sedangkan pada malam hari cenderung menyebar. Sebaran ikan pelagis berdasarkan distribusi harian lebih banyak ditemukan pada malam dan menjelang pagi hari, dan selain faktor SPL dan klorofil-a, densitas ikan pelagis juga dipengaruhi oleh faktor kedalaman renang dan perubahan waktu yang berpengaruh terhadap proses gelap dan terang di suatu perairan (Hidayat *et al.*, 2019; Nurdin *et al.*, 2017; Putri & Zainuddin, 2019).

Pada saat pelaksanaan akuisisi data akustik dengan teknik *stationary* 3 yaitu pada stasiun 9 selama 24 jam pengamatan, juga terjadi perubahan posisi kapal selama *drifting* 24 jam. Terlihat bahwa selama *drifting* kapal selalu bergerak ke arah Barat dengan rata-rata pergerakan kapal mencapai 2-3 knot, hal ini disebabkan karena pengaruh dorongan angin dari arah timur (angin musim timur) yang cukup kuat selama dilakukan akuisisi data di *stationary* 3. 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 & Wijopriyono, 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.*, (2014) 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*).

Pendeteksian Ikan Pelagis Pada Transek Antar Stasiun

Pada perairan bagian timur Kepulauan Sabalana, yaitu transek antar stasiun 5-6, terdeteksi kelimpahan ikan pelagis cukup tinggi dan signifikan, kelimpahan paling tinggi pada transek antar stasiun 5-6 ini terdeteksi pada *layer* 4 (150-200 m).

Pada bagian barat dari Kepulauan Sabalana, yaitu transek antar stasiun 6-7, 7-8 dan 8-9 terdeteksi kelimpahan ikan pelagis juga tinggi dan signifikan, dan berdasarkan catatan *logbook* saat pelaksanaan survei di lokasi penelitian, secara visual dapat dilihat banyak sekali kumpulan burung di atas perairan tersebut, dan ini dapat mengindikasikan bahwa lokasi tersebut merupakan kawasan *fishing ground*. Lokasi ini juga diduga merupakan daerah operasi penangkapan yang dilakukan armada *purse seine*, *handline*, *pole and line* dan *longline*. 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).

Pada bagian barat Kepulauan Sabalana ini, hasil akuisisi dan analisis 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, sehingga ikan-ikan tersebut naik ke permukaan perairan. Jenis Tuna cenderung mengikuti keberadaan ikan pelagis kecil pada waktu pagi dan menjelang sore atau malam hari. Hal ini didukung oleh Priatna dan 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, 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 (2000) yang menjelaskan bahwa target (ikan) dengan ukuran relatif besar di Laut Flores terdeteksi terkonsentrasi cenderung menempati lapisan yang relatif dalam.

KESIMPULAN

Secara umum, distribusi dan kelimpahan sumberdaya ikan pelagis hasil deteksi akustik menunjukkan bahwa ikan pelagis lebih terkonsentrasi pada *layer* 100 hingga 200 meter. Pada transek antar stasiun 1-2, 2-3, 3-4, dan 4-5 yaitu mulai dari sekitar perairan Dewakang hingga perairan bagian timur Takarewataya tidak menunjukkan adanya kelimpahan ikan pelagis, yang terdeteksi hanya ikan tunggal saja, tidak menunjukkan kawanan ikan (*schooling*). Pada transek antar stasiun 5-6, yaitu pada sekitar perairan bagian timur Kepulauan Sabalana, kelimpahan ikan pelagis yang terdeteksi sangat rendah dan sangat tidak signifikan, nilai rata-rata kelimpahan sebesar 0,5 ekor/1000 m³ terdeteksi pada *layer* 4 (150-200 m). Pada transek antar stasiun 6-7, kelimpahan ikan

terdeteksi namun dengan jumlah yang tidak terlalu tinggi, keberadaan *schooling* ikan pelagis terdeteksi cenderung berada di bawah *layer* 1 (di bawah kedalaman 50 m), dengan nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada *layer* 3 sebesar 10,8 ekor/1000 m³ dan pada *layer* 4 sebesar 7,0 ekor/1000 m³. Pada transek antar stasiun 7-8, kelimpahan ikan yang terdeteksi merupakan yang paling tinggi dari semua transek, keberadaan *schooling* ikan pelagis terdeteksi cenderung berada di bawah *layer* 1 (di bawah kedalaman 50 m), dengan nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi terdeteksi pada *layer* 3 sebesar 20,3 ekor/1000 m³ dan pada *layer* 2 sebesar 17,8 ekor/1000 m³. 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*, dan nilai rata-rata kelimpahan paling tinggi yang terdeteksi adalah pada *layer* 4 sebesar 1,3 ekor/1000 m³.

PERSANTUNAN

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

DAFTAR PUSTAKA

- Asruddin. (2018). Kondisi daerah penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Perairan Laut Flores. *Akademia Jurnal Ilmiah UMG*, 7(1): 1-9.
- 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.
- Effendi, M. I. (2002). *Biologi perikanan* (P.163). Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nustama. 163.
- 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. <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. <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
- Edward, J., & Bertrand, A. (2000). In situ acoustic target strength measurements of tuna associated with a ùsh aggregating device. *ICES Journal of Marine Science*, vol. 57: 911–918. doi:10.1006/jmsc.2000.0578.
- Bertrand, A., & Edward, J. (2000). Tuna target strength related to fish length and swimbladder volume. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 143-1146. doi:10.1006/jmsc.2000.088
- Latumeten, J. (1996). *Studi tentang in situ target strength dengan sistem akustik bim ganda di Selat Makassar*. Bogor: Tesis Sekolah Pascasarjana IPB.
- MacLennan, D. N., & Simmonds, E. J. (1992). *Fisheries Acoustic* (p.325). Chapman and Hall. London-New York-Tokyo-Melbourne-Madras.
- Manik, H. M., Sujatmiko, T. N., Ma'amun, 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., & Herlisman, H. (2018). Pola sebaran ikan pelagis dan kondisi oseanografi di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia 715 (WPPNRI 715) Pada Musim Peralihan Barat. *J. Lit. Perikan. Ind*, 24, (3): 197-208. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.24.3.2018.197-208>
- 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. *J. Lit. Perikan. Ind*, 25, (1): 197-208. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.25.1.2019.1-14>
- Ningsih, E. N., Beta S Barus, B. S., Riris Aryawati, R., Sahrul Ramadhan, S., dan Supriyadi, F. (2021).

- Penentuan tipe sedimen dasar perairan Muara Sungai Banyuasin berdasarkan nilai hambur balik akustik. *Jurnal Penelitian Sains*, 23 (3): 158-162
- 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](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.07.029).
- Nugroho, D. (2006). Kondisi trend biomassa ikan layang (*Decapterus spp.*) di Laut Jawa dan Sekitarnya. *J. Lit. Perikan. Ind.*, vol. 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. *J. Lit. Perikan. Ind.*, 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. *J. Lit. Perikan. Ind.*, 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.* vol. 253(1): 012046. DOI: [10.1088/1755-1315/253/1/012046](https://doi.org/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. *J. Lit. Perikan. Ind.*, 6: 3-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.6.3-4.2000.1-9>
- Safurudin, 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.
- Safurudin. (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.
- Selao A., Malik, A. A, Yani, F. I., Mallawa, A., and Safurudin. (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.* vol. 270: 012047. DOI [10.1088/1755-1315/270/1/012047](https://doi.org/10.1088/1755-1315/270/1/012047)
- 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*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 252 hal.
- Zainuddin, M., Nelwan, A., Hajar, M. I., Farhum, S. A., Kurnia, M., Najamuddin, dan 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., dan 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. <https://doi.org/10.20956/jjpsp.v2i3.76>
- Zainuddin, M., Farhum, S. A., Safruddin, Selamat, M. B., Sudirman, Nurdin, Syamsuddin, M., Ridwan, M., and 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