



## BAB 3

# Java Sea-Makassar Strait-Flores Sea (JMF) Triangle: Lumbung Ikan Pelagis Kecil

*Donwill Panggabean, Rinda Noviyanti, Rauzatul Nazzla*

### A. Ikan Pelagis Kecil: Sebaran dan Potensinya

Jenis ikan pelagis kecil umumnya bergerombol (*schooling*) membentuk biomassa yang sangat besar, biasanya menyebar di sekitar pantai dan perairan *upwelling*, pemakan fito dan zooplankton, dipengaruhi oleh lingkungan, hidup pada kisaran suhu antara 28–30°C di daerah perairan eufotik (Laevastu & Hayes, 1981; Csirke, 1988; Amin & Suwarso, 1990; Nybakken, 1992; Bakun, 1996; Cury et al., 2000; Widodo et al., 2001; Fréon et al., 2005; Mallawa, 2006). Jenis ikan layang (*Decapterus* spp.), kembung (*Rastrelliger* spp.), siro (*Amblygaster sirm*), selar (*Selaroides* sp.), tembang (*Sardinella fimbriata*), dan teri (*Stolephorus* spp.) merupakan kelompok jenis ikan pelagis kecil yang

---

D. Panggabean\*, R. Noviyanti, R. Nazzla

\*Universitas Terbuka, e-mail: donwill@ecampus.ut.ac.id

© 2023 Editor & Penulis

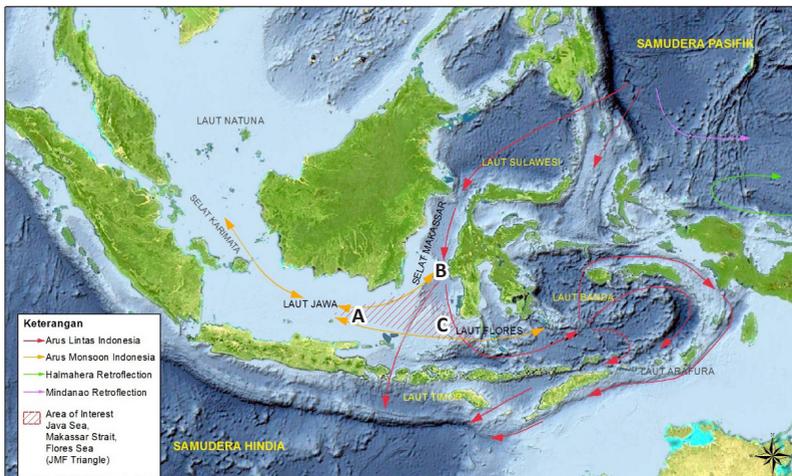
Panggabean, D., Noviyanti, R., & Nazzla, R. (2023). Java Sea-Makassar Strait-Flores Sea (JMF) Triangle: Lumbung ikan pelagis kecil. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan (57–94)*. Penerbit BRIN. DOI: 978-623-8372-50-8 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

umum ditemukan pada perairan tropis (Gafa et al., 1993; Widodo, 1997; Pet-Soede et al., 1999; Hendiarti et al., 2005).

Berbagai pendekatan yang diterapkan pada penelitian terkait perikanan pelagis kecil di perairan Indonesia di antaranya menggunakan pendekatan *sweep area*, analisis statistik, akustik, dan penginderaan jauh satelit. Beberapa penelitian menunjukkan pengaruh faktor lingkungan mengakibatkan perbedaan pola sebaran jenis ikan secara spasial dan temporal. Jika ditinjau dari jenis ikan pelagis kecil yang tertangkap di tiga perairan, yaitu Laut Jawa, Selat Makassar, dan Laut Flores, musim tenggara (*southeast monsoon*) didominasi ikan pelagis kecil *stenohaline* yang merupakan indikasi adanya peningkatan suhu permukaan laut yang mengakibatkan peningkatan salinitas di permukaan laut serta adanya suplai massa air bersalinitas tinggi dari Selat Makassar. Sebaliknya, pada musim barat laut (*northwest monsoon*) jenis ikan yang ditemukan berkarakter *euryhaline* akibat terjadinya penurunan salinitas perairan karena adanya suplai air tawar dari curah hujan yang tinggi. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa dinamika *fishing ground* terjadi akibat adanya respons ikan terhadap parameter lingkungannya (Siregar et al., 2016; Hafiz et al., 2017; Kuswanto et al., 2017; Wangi et al., 2019; Panggabean & Nazzla, 2020, 2022).

Parameter lingkungan perairan yang umumnya dikaji dalam suatu penelitian mengenai ketersediaan ikan pelagis kecil adalah suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a. SPL dan klorofil-a merupakan komponen penting dalam ekosistem laut yang menjadi faktor pembatas bagi kelangsungan hidup organisme dalam hal pertumbuhan, mobilitas, reproduksi, dan sebagainya. Selain itu, SPL dan klorofil-a secara fisik merupakan indikator berbagai fenomena di perairan seperti adanya *upwelling*, adveksi, fitur dinamik seperti *front* dan *eddies* (Jenning et al., 2001; Afdal & Riyono, 2004; Robinson, 2010). Beberapa penelitian menjelaskan pengaruh faktor lingkungan tersebut terhadap pembentukan musim dan daerah penangkapan ikan di perairan Indonesia (Gaol et al., 2004; Gaol & Sadhotomo, 2007; Panggabean & Nazzla, 2020, 2022; Panggabean, Limbong et al., 2023; Panggabean, Sudarmo et al., 2023).

Perairan Laut Jawa, Selat Makassar, dan Laut Flores merupakan tiga perairan yang memiliki karakteristik dan kondisi lingkungan berbeda. Perairan tersebut mencakup Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 712 (Laut Jawa) dan WPPNRI 713 (Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores, dan Laut Bali), dengan potensi perikanan pelagis di WPPNRI 712 sebesar 421.349 ton, dan di WPPNRI 713 sebesar 446.808 ton (Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 19, 2022). Potensi perikanan pelagis kecil yang melimpah di perairan ini telah diketahui sejak dahulu sehingga dikenal sebagai daerah penangkapan ikan yang sering didatangi armada penangkapan (Chodrijah & Hariati, 2010; Rasyid et al., 2014; Zainuddin et al., 2015). Perairan Laut Jawa-Selat Makassar-Laut Flores juga dapat disebut Java Sea-Makassar Strait-Flores Sea (JMF Triangle) dengan cakupan area segitiga imajiner seperti yang disajikan pada Gambar 3.1 berikut ini.



Keterangan: Lokasi penelitian yang mencakup A: Laut Jawa bagian timur, B: Selat Makassar bagian selatan, dan C: Laut Flores bagian barat.

Sumber: Panggabean (2020)

**Gambar 3.1** JMF Triangle yang Dilalui Arus Lintas Indonesia (Arlindo ) dan Arus Monsun Indonesia (Armondo)

Perairan Indonesia dilalui dua sistem arus utama, yaitu arus lintas Indonesia (arlindo) dan arus monsun Indonesia (armondo). Pertemuan antara arlindo yang melewati Selat Makassar menuju Laut Timor dan armondo yang bergerak di sepanjang Laut Jawa dan Laut Flores membawa massa air yang mengandung material seperti unsur hara dan memungkinkan terjadinya interaksi. Adanya interaksi dua massa air tersebut memberi dampak positif jika material yang dibawa merupakan elemen-elemen yang baik bagi kesuburan perairan. Hal ini sejalan dengan beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa tingginya sumber daya ikan pelagis kecil disebabkan ketersediaan unsur hara yang turut dibawa oleh massa air aliran arlindo dan armondo tersebut (Ilahude & Gordon, 1996; Sadhotomo & Nurhakim, 2000; Hendiarti et al., 2005; Syahdan, 2015; Panggabean, 2021). Ditinjau dari alirannya, armondo bergerak dari Laut Cina Selatan menuju ke Laut Jawa lewat Selat Karimata yang selanjutnya mengalir ke laut-laut teluk, yakni Laut Flores dan Laut Banda (Ilahude & Nontji, 1999; Gordon, 2005; Gordon, Giulivi, & Ilahude, 2003; Gordon, Susanto, & Vranes, 2003; Gordon et al., 2010).

Perairan JMF Triangle merupakan daerah penangkapan utama ikan pelagis kecil oleh armada *purse seine* yang berpangkalan utama di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan (Jawa Tengah), Pangkalan Pendaratan Ikan Batulicin (Kalimantan Selatan), dan Pelabuhan Perikanan Pantai Paotere (Sulawesi Selatan). SPL dan klorofil-a yang dikandung fitoplankton merupakan faktor pembatas bagi ikan pelagis pada suatu perairan (Panggabean, 2011; Gaol & Siregar, 2012; Siregar et al., 2016; Hafiz et al., 2017; Kuswanto et al., 2017; Hsu et al., 2019; Wangi et al., 2019; Panggabean, 2021). Chodrijah dan Hariati (2010) menjelaskan bahwa musim penangkapan ikan layang berlangsung pada bulan Agustus; lemuru (*Sardinella lemuru*) dan bentong (*Selar crumenophthalmus*) pada bulan Desember; banyar (*Restrelliger kanagurta*) pada bulan September; dan ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) pada bulan Juni.

Tingginya kebutuhan protein hewani yang berasal dari ikan berdampak pada tingginya permintaan terhadap komoditas ini. Untuk

memenuhi kebutuhan tersebut harus didukung oleh ketersediaan informasi keberadaan sumber daya ikan di suatu kawasan perairan. Upaya pengelolaan sumber daya ikan perlu dituntut dengan adanya intensitas riset dan kajian-kajian komprehensif untuk memperoleh data dan informasi terkait potensi sumber daya ikan. Berbagai data terkait dengan sumber daya laut direpresentasikan dalam berbagai parameter, besaran, dan unit serta disajikan dalam format spasial dan temporal. Format spasial direpresentasikan dalam bentuk pola sebaran, sedangkan format temporal direpresentasikan dalam data *time-series*.

Subbab ini menggambarkan potensi dan distribusi sumber daya ikan pelagis serta hubungannya dengan faktor lingkungan. Klorofil-a dan SPL dapat dianalisis dari citra Aqua-MODIS. Data hasil tangkapan ikan pelagis dapat dianalisis dari data pendaratan di pelabuhan-pelabuhan perikanan di mana ikan tersebut banyak didaratkan. Selanjutnya, dapat dilakukan *overlay* untuk memperoleh informasi detail mengenai potensi dan ketersediaan ikan pelagis kecil tersebut. *Overlay* merupakan proses penyatuan secara tumpang tindih suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atributnya sehingga menghasilkan peta gabungan yang memiliki informasi atribut dari peta-peta yang disatukan tersebut.

Informasi ketersediaan sumber daya ikan pelagis kecil sangat penting. Informasi ini diperlukan dalam penyusunan rencana pengelolaan dan pengambilan keputusan oleh akademisi/ilmuwan umum, seperti praktisi dan pengamat serta *stakeholder* terkait lainnya, untuk pembangunan perikanan berkelanjutan.

## **B. Potensi Ikan Pelagis Kecil dan Hubungannya dengan SPL Musiman**

Berdasarkan perilaku ikan pelagis kecil, mobilisasinya dilakukan secara bergerombol di lapisan kedalaman 0–200 m. Pendugaan keberadaan kelompok ikan berdasarkan suhu permukaan sangat dimungkinkan

karena suhu pada kedalaman 0–200 m masih dipengaruhi oleh suhu permukaan laut. Hal ini dibuktikan berdasarkan teori profil suhu di kolom perairan terutama pada kedalaman 0-200 m di mana terjadi penurunan suhu secara linear dan perlahan. Faktor penurunan suhu ini dipengaruhi oleh kemampuan penetrasi cahaya matahari menembus kolom perairan. Sementara itu, faktor lain, yaitu arus laut yang turut dalam proses pengadukan massa air pada kedalaman tersebut, masih dipengaruhi oleh arus permukaan pula yang besarnya relatif kecil dibandingkan arus internal pada kedalaman di bawah 200 m.

Data yang dianalisis bersumber dari citra satelit Aqua-MODIS yang dirilis National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) berupa data bulanan yang dibuat komposit berdasarkan bulan dan musim. Secara temporal, kategori musim dibagi menjadi empat, yaitu musim barat (Desember-Januari-Februari), musim peralihan I (Maret-April-Mei), musim timur (Juni-Juli-Agustus), dan musim peralihan II (September-Oktober-November). Setiap citra memiliki piksel dan nomor digital yang dapat diekstrak dan ditabulasi untuk dianalisis. Berdasarkan data citra yang diekstrak, nilai yang diperoleh selanjutnya dihitung rata-rata sebaran suhu permukaan laut selama sepuluh tahun (2006–2015). Sebaran suhu permukaan laut diperoleh dengan pendekatan interpolasi dari hasil komposit musiman selama sepuluh tahun (2006–2015).

Data hasil tangkapan ikan pelagis kecil juga merupakan rata-rata yang diperoleh selama sepuluh tahun. Data tersebut diperoleh dari pelabuhan perikanan yang menjadi pangkalan kapal-kapal nelayan yang beroperasi di Selat Makassar, Laut Jawa, dan Laut Flores. Data tersebut disortir berdasarkan jenis ikan yang jumlahnya paling dominan dan lokasi ditemukannya. Faktanya, wilayah perairan JMF Triangle memiliki lebih dari sepuluh jenis ikan, tetapi terdapat empat jenis yang paling dominan, yaitu layang, lemuru, banyar, dan bentong.

**Tabel 3.1** Jumlah hasil tangkapan berdasarkan jenis ikan dan musim selama sepuluh tahun (2006–2015).

Musim	Jenis Ikan Pelagis Kecil			
	Banyar (ton)	Bentong (ton)	Layang (ton)	Lemuru (ton)
Barat	6.260,67	1.491,04	19.042,14	12.317,13
Peralihan I	5.698,22	1.632,36	10.297,69	10.475,15
Timur	6.703,19	1.969,11	14.133,03	4.769,99
Peralihan II	6.677,29	1.526,71	33.815,30	5.050,50
Total	25.339,37	6.619,22	77.288,16	32.612,77

Sumber: Data diolah dari hasil penangkapan yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan (Jawa Tengah), Pangkalan Pendaratan Ikan Batulicin (Kalimantan Selatan), dan Pelabuhan Perikanan Pantai Paotere (Sulawesi Selatan)

Jumlah hasil tangkapan ikan musiman dikategorikan tinggi (>3.000 ton), sedang (1.000–3.000 ton), dan rendah (<1.000 ton) yang ditunjukkan oleh notasi lingkaran (diagram lingkaran) seperti yang tertera pada legenda masing-masing peta. Sementara itu, untuk penciri masing-masing jenis ikan pelagis kecil dibedakan dengan warna pada diagram lingkarannya. Besarnya hasil tangkapan ikan mengindikasikan tingginya kelimpahan di suatu perairan. Dari Tabel 3.1 dan Gambar 3.2 dapat diketahui bahwa berdasarkan analisis data secara umum, jika antar-jenis ikan dibandingkan, hasil tangkapan ikan layang mendominasi ikan lainnya dengan total jumlah hasil tangkapan 77.277,16 ton. Sementara itu, jika dibandingkan antara empat musim, hasil tangkapan ikan layang sangat signifikan (paling tinggi) mendominasi, terjadi pada musim peralihan II (September, Oktober, November), yaitu sebesar 33.815 ton. Ikan lemuru hanya mendominasi pada musim peralihan I, yaitu sebesar 10.475,15 ton, sedangkan ikan banyar dan ikan bentong tidak pernah mendominasi.

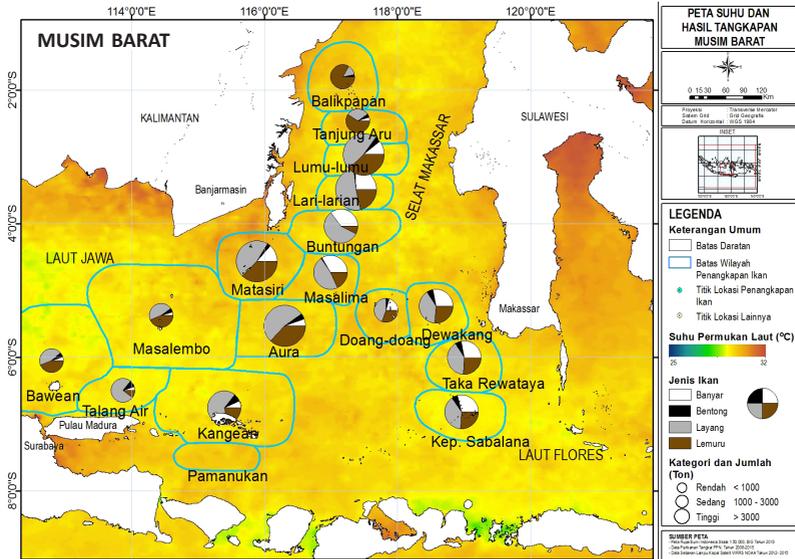
Pada musim barat, hasil tangkapan ikan layang mendominasi total hasil tangkapan dengan 19.042,14 ton, lemuru 12.317,13 ton, banyar 6.260,67 ton, dan bentong 1.491,04 ton. Hasil sebaran suhu permukaan laut yang dihubungkan dengan besarnya hasil tangkapan

ikan di ketiga perairan ini ditampilkan pada Gambar 3.2, 3.3, 3.4, dan 3.5. Berikut ini hasil pemetaan sebaran suhu permukaan laut dan hubungannya dengan sebaran ikan pelagis berdasarkan data primer dari citra satelit Ocean Color.

Gambar 3.2 menjelaskan hubungan sebaran ikan pelagis kecil dengan pola sebaran suhu permukaan laut pada musim barat di JMF Triangle. Hasil tangkapan layang dengan kategori tinggi terkonsentrasi pada Selat Makassar, yaitu di perairan Lumu-lumu, Matasiri, dan Aura. Hasil tangkapan dengan tingkat kategori sedang terkonsentrasi di perairan Buntungan dan Lari-larian. Pada bagian timur Laut Jawa, yaitu di perairan Kangean, tangkapan ikan layang juga terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang. Sementara itu, di Laut Flores bagian barat, hanya ditemukan ikan layang dengan tingkat kategori rendah. Hasil tangkapan ikan lemuru mencapai nilai maksimal pada musim barat dibandingkan musim lainnya. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa suhu pada musim barat cukup optimal bagi kumpulan ikan untuk bermigrasi dan terkonsentrasi terutama di Selat Makassar. Sementara itu, hasil tangkapan ikan lemuru pada musim barat, walaupun berjumlah lebih besar dibandingkan layang, berada pada jumlah sedang jika dibandingkan musim lainnya.

Tingginya jumlah hasil tangkapan ikan lemuru dapat disebabkan oleh ketersediaan makanan bagi ikan pelagis kecil, terutama di Lumu-lumu, Lari-larian, Matasiri, dan Aura. Jika ditinjau secara kontur kedalaman, Selat Makassar termasuk perairan dangkal 0–50 m dan terdiri dari pulau-pulau kecil, karang, gosong, dan laguna. Berkaitan dengan suhu pada musim barat, lokasi ini memiliki kedalaman yang dangkal sehingga kondisi perairan dapat dikatakan tergolong hangat. Ikan lemuru hidup di dekat dasar perairan dan menyukai kondisi lingkungan perairan yang hangat.

Gambar 3.3 menjelaskan pola sebaran SPL dan ikan pelagis kecil pada musim peralihan I selama sepuluh tahun di mana kondisi SPL paling hangat dibandingkan musim lainnya dan hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim ini mencapai 28.103,42 ton. Ikan pelagis kecil yang dominan pada musim ini diurutkan berdasarkan jumlah

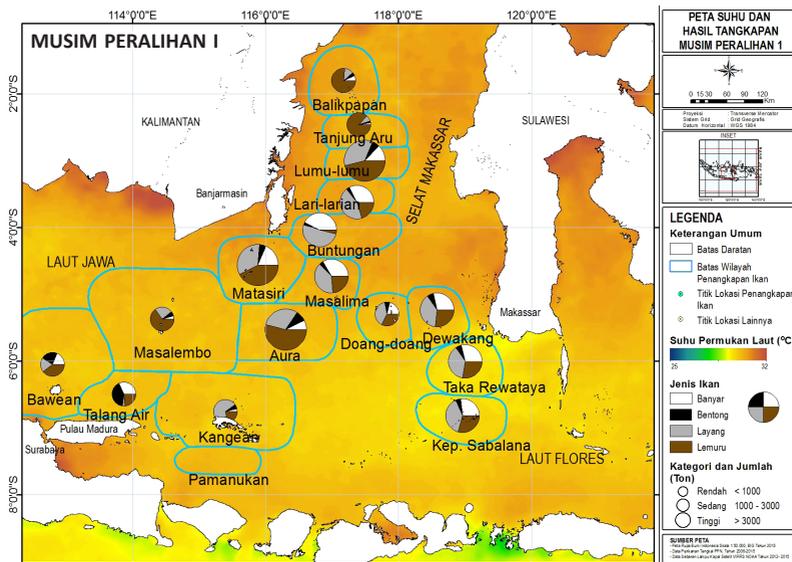


Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut (SPL).

**Gambar 3.2** Peta Hubungan Sebaran Ikan Pelagis Kecil dan SPL pada Musim Barat di JM Triangle

total hasil tangkapan adalah lemuru, layang, banyar, dan bentong. Dibandingkan pada musim barat, hasil tangkapan layang mengalami penurunan yang signifikan bahkan lebih kecil dibandingkan lemuru. Sementara itu, banyar dan bentong memiliki hasil tangkapan yang hampir sama dengan musim lainnya. Berdasarkan lokasi, perairan Selat Makassar memiliki hasil tangkapan terbesar, yakni terkonsentrasi pada wilayah Lumu-lumu, Matasiri, dan Aura. Hasil tangkapan di perairan Laut Jawa cenderung rendah, sementara perairan Laut Flores cenderung sedang. Hasil tangkapan lemuru yang dominan diduga akibat kondisi SPL yang hangat pada musim ini karena lemuru cenderung terkonsentrasi pada perairan dengan rata-rata SPL yang lebih hangat, sedangkan layang lebih terkonsentrasi pada perairan dengan rata-rata SPL yang lebih dingin. Hal ini senada dengan hasil penelitian Syahdan et al. (2014) di Laut Jawa dan di

Selat Makassar yang menjelaskan adanya kecenderungan lemuru untuk lebih terkonsentrasi pada kondisi SPL yang lebih hangat dan layang pada kondisi SPL yang lebih dingin. Ciri-ciri morfologis ikan lemuru, antara lain bentuk tubuhnya bulat panjang dengan bagian perut agak membulat dan sisik duri agak tumpul serta tidak menonjol. Menurut Nontji (2005), lemuru merupakan ikan pelagis kecil yang keberadaannya sangat tergantung pada keberadaan plankton yang merupakan makanan utamanya.

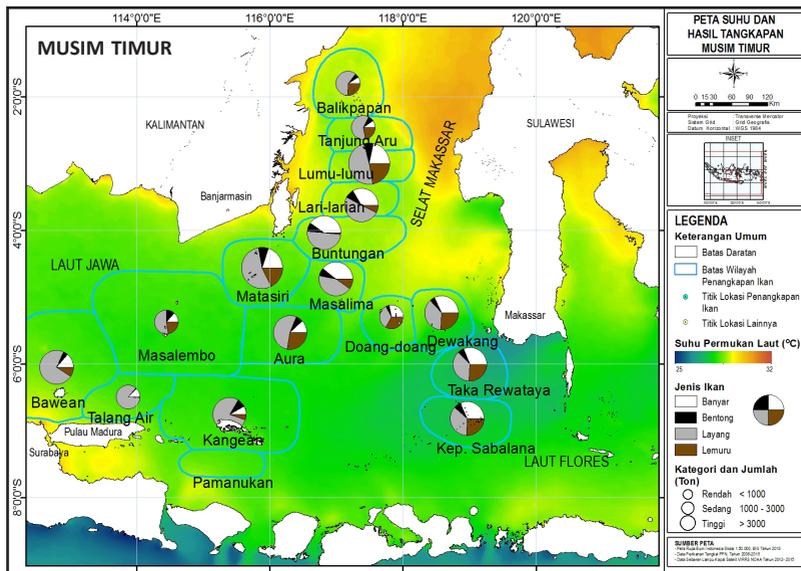


Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut (SPL).

**Gambar 3.3** Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan SPL pada Musim Peralihan I di JMF Triangle

Gambar 3.4 merepresentasikan hubungan sebaran suhu permukaan laut dan jumlah ikan pelagis kecil di periode musim timur. Berdasarkan hasil analisis data *ocean color* dan hasil tangkapan ikan dari pelabuhan perikanan, pada musim timur terjadi penurunan suhu permukaan laut dan jumlah hasil tangkapan pada musim ini

menunjukkan nilai terendah dibandingkan musim lainnya, yaitu sebesar 27.575,32 ton. Urutan jenis ikan dari hasil tangkapan terbesar hingga terkecil adalah layang, banyar, lemuru dan bentong dengan jumlah sebesar 14.133,03 ton, 6.703,19 ton, 4.769,99 ton, dan 1.969,11 ton. Selat Makassar merupakan lokasi yang memiliki hasil tangkapan terbesar, terutama di perairan Lumu-lumu, Matasiri, dan Aura. Pada musim timur ini, ikan layang mendominasi hampir di seluruh lokasi penangkapan. Suhu permukaan laut yang cenderung dingin merupakan kondisi optimal bagi ikan layang untuk bermobilisasi di tiga perairan, terutama Selat Makassar, yakni di Lumu-lumu dan Matasiri. Hasil tangkapan di perairan Laut Jawa mengalami peningkatan terutama ikan layang. Sementara itu, hasil tangkapan layang dan lemuru di Laut Flores berjumlah hampir sama.



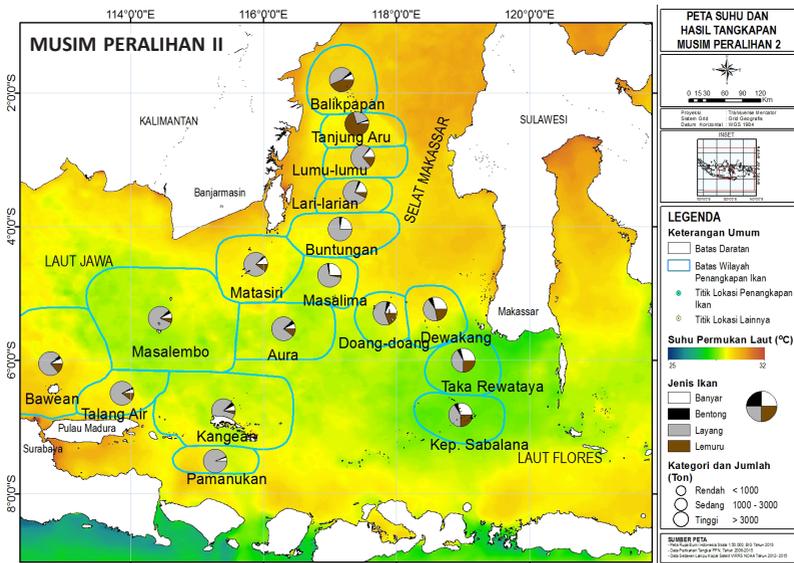
Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut (SPL).

**Gambar 3.4** Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan SPL pada Musim Timur di JMF Triangle

Gambar 3.5 adalah peta hubungan suhu permukaan laut dengan ikan pelagis kecil di musim peralihan II. Pada musim ini, nilai rata-rata SPL lebih tinggi dibandingkan musim sebelumnya. Hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai 47.069,79 ton, lebih tinggi dibandingkan musim timur. Jenis ikan pelagis kecil yang dominan pada musim ini berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah layang, banyar, lemuru, dan bentong. Layang mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 33.815,30 ton; jauh lebih tinggi dibanding banyar yang hanya 6.677,29 ton; lemuru 5.050,50 ton; dan bentong 1.526,71 ton. Hasil tangkapan layang pada musim ini terindikasi terkonsentrasi pada Selat Makassar, yaitu di perairan Matasiri dengan tingkat kategori tinggi. Sementara itu, di perairan Aura, Lumu-lumu, Lari-larian, serta Laut Jawa bagian timur, yaitu di perairan Bawean, hasil tangkapan masuk tingkat kategori sedang. Jika ditinjau dari pola sebaran jumlah hasil tangkapan ikan, Selat Makassar merupakan zona yang dominan dalam hal produktivitas penangkapan dan sumber daya ikan. Lumu-lumu, Matasiri, dan Aura aktif di setiap musim kecuali musim peralihan II di mana terjadi penurunan produktivitas perikanan yang cukup drastis. Sementara itu, Laut Jawa cenderung memiliki produktivitas yang lebih rendah, tetapi stabil di setiap musim, kecuali di Kangean yang fluktuatif dan Bawean yang mengalami peningkatan pada musim timur saja. Laut Flores memiliki produktivitas perikanan yang cukup stabil, yaitu dengan jumlah hasil tangkapan berkategori sedang dan menurun hanya di musim peralihan II. Layang, lemuru, banyar, dan bentong termasuk ikan pelagis yang memiliki daerah ruaya/migrasi sangat luas.

Hasil pengamatan Pedrosa-Gerasmio et al. (2015) terhadap beberapa jenis ikan pelagis kecil di perairan Laut Sulu sampai dengan Laut Sulawesi menemukan bahwa jenis tongkol, lemuru, banyar, dan selar merupakan jenis ikan yang hidup pada zona neritik dan oseanik. Penyebarannya sangat luas, mulai dari perairan tropis sampai subtropis serta dari barat Samudra Pasifik ke perairan Indonesia. Parameter kunci yang mendorong terjadinya migrasi begitu luas adalah suhu perairan yang memengaruhi kepentingan fisiologis ikan, seperti

reproduksi, pertumbuhan, dan kemampuan bertahan hidup. Tinjauan yang lebih spesifik oleh Chicharo et al. (2012) menjelaskan pengaruh parameter lingkungan, seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan klorofil-a, bagi kelangsungan hidup ikan pelagis kecil dimulai dari masa rekrutemennya. Hasil pengamatannya di kawasan laguna perairan Ria Formosa, Portugal, menunjukkan adanya perbedaan pola sebaran larva beberapa jenis ikan pelagis kecil, seperti teri dan lemuru berdasarkan kondisi musim yang mengakibatkan adanya perubahan dan fluktuasi pada parameter perairan tersebut.



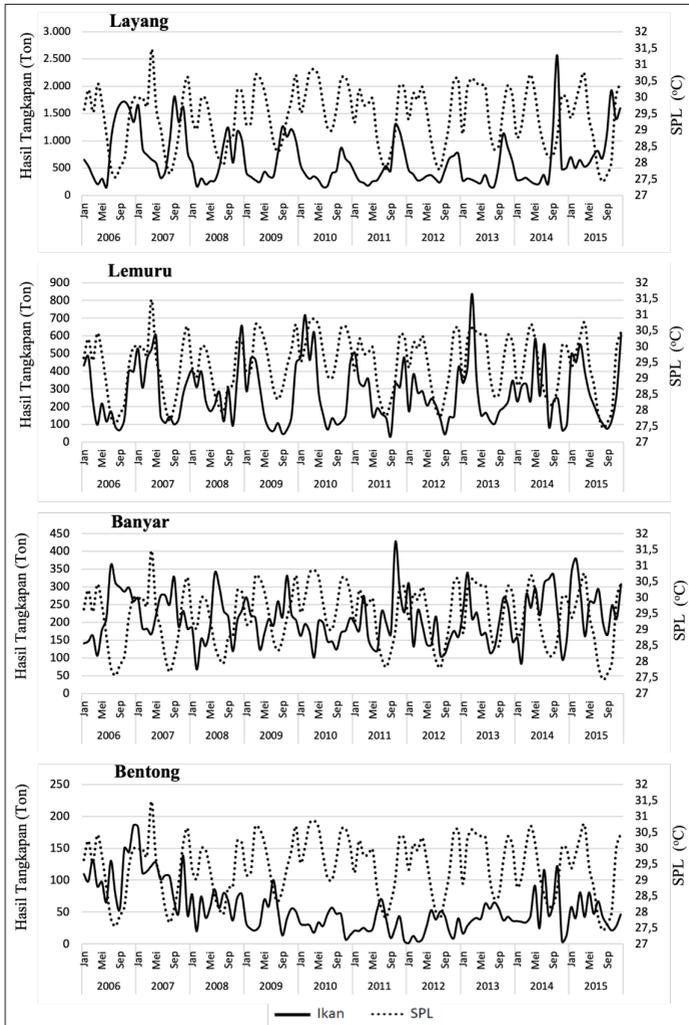
Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut (SPL).

**Gambar 3.5** Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan SPL pada Musim Peralihan II di JMF Triangle

Pengamatan sebaran ikan di Perairan JMF Triangle juga menunjukkan bahwa sebaran layang, lemuru, banyar, dan bentong bervariasi dipengaruhi oleh suhu perairan pada masing-masing bagian

perairan karena kondisi SPL yang berbeda-beda menurut musim. Kisaran suhu optimal bagi layang, lemuru, banyar, dan bentong berturut-turut pada kisaran 23,65–36,66°C; 26,27–35,22°C; 26,73–36,65°C; dan 27,26–35,19°C. Suhu optimum untuk pertumbuhan ikan pelagis kecil di Laut Jawa berada pada kisaran 27–28,5°C (Apriansyah et al., 2023). Schismenou et al. (2014, 2016) menyatakan bahwa pertumbuhan optimum ikan pelagis kecil jenis lemuru (*Sardinella* sp.) pada suhu 24,5°C. Ikan pelagis dewasa umumnya menghuni perairan yang lebih dingin dibandingkan ikan pelagis juvenil. Suhu optimal untuk pertumbuhan ikan pelagis jenis salmon (*Oncorhynchus* spp.) akan menurun seiring dengan bertambahnya ukuran tubuh (Morita et al., 2010).

Gaol dan Siregar (2012) menyatakan bahwa hasil tangkapan lemuru cenderung meningkat pada musim barat dan musim peralihan I, tetapi menurun pada musim timur dan musim peralihan II. Hasil analisis Panggabean (2020) menyatakan, jika ditinjau berdasarkan musim, lonjakan hasil tangkapan lemuru dan layang masing-masing terjadi pada musim barat dan peralihan II. Suhu pada musim peralihan II merupakan transisi dari suhu dingin menuju hangat, sementara saat menuju musim barat suhu makin menghangat sehingga terjadi penambahan hasil tangkapan lemuru. Prediksi daerah konsentrasi, kelimpahan musiman, dan ruaya stok ikan dapat diduga dengan mengetahui suhu optimum suatu jenis ikan (Rizkawati, 2009). Hasil penelitian Syahdan (2015) di Laut Jawa dan Selat Makassar menunjukkan bahwa lemuru dan layang cenderung meresponns secara langsung perubahan SPL. Grafik hubungan SPL dengan tangkapan ikan pelagis kecil di JMF Triangle selama sepuluh tahun (2006–2015) disajikan pada Gambar 3.6.



Keterangan: Hubungan hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut (SPL)

**Gambar 3.6** Grafik Hubungan SPL dengan Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di JM Triangle 2006–2015

### C. Potensi Ikan Pelagis Kecil dan Hubungannya dengan Klorofil-a Musiman

Kelimpahan klorofil-a di perairan laut pada dasarnya berasal dari limpasan air yang berasal dari sungai menuju muara yang mengandung unsur hara. Pesisir Pulau Kalimantan merupakan lokasi yang memiliki nilai klorofil-a tertinggi akibat masukan nutrien yang berasal dari sejumlah daerah aliran sungai. Setelah massa air menuju laut lepas, arlindo membawa massa air yang mengandung nutrien menyebar ke beberapa lokasi di perairan Selat Makassar, Laut Jawa, dan Laut Flores. Di pesisir timur Kalimantan, nilai klorofil-a tergolong kecil dibandingkan bagian utara dengan sebaran klorofil-a yang hampir sama. Fenomena ini terjadi akibat dinamika arus di Selat Makassar lebih tinggi, mengakibatkan sebaran nutrien yang teraduk menjadi lebih luas. Selain itu, kontur dasar perairan memungkinkan terjebaknya nutrien di dasar perairan sehingga meningkatkan ketersediaan makanan bagi organisme yang mengonsumsi fitoplankton.

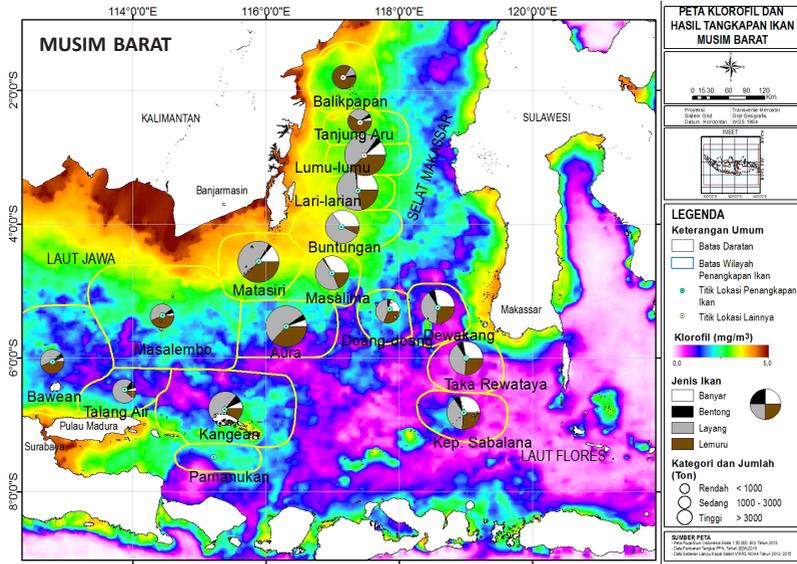
Pengolahan data memanfaatkan data yang bersumber dari citra satelit Aqua-MODIS yang dirilis NOAA. Data klorofil-a memiliki resolusi spasial 4 km sehingga untuk memperoleh sebaran dilakukan pendekatan interpolasi dengan membuat komposit musiman selama sepuluh tahun (2006–2015). Nomor digital dari tiap piksel diekstrak dan ditabulasi untuk dianalisis. Sementara itu, nilai hasil tangkapan diperoleh dari data pelabuhan perikanan yang menjadi pangkalan kapal-kapal nelayan yang beroperasi di Selat Makassar, Laut Jawa, dan Laut Flores. Pemetaan klorofil-a dan hubungannya dengan sebaran ikan pelagis dilakukan berdasarkan data primer dari citra satelit Ocean Color. Hasil pemetaan ini ditampilkan pada Gambar 3.7–3.10.

Gambar 3.7 menunjukkan sebaran klorofil-a dan hubungannya dengan ikan pelagis kecil pada musim barat di perairan JMF Triangle. Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a mencapai kondisi maksimum dibandingkan musim lainnya, yaitu sebesar  $0,60 \text{ mg/m}^3$  yang terjadi pada bulan Januari. Secara keseluruhan, pada musim ini nilai rata-rata klorofil-a adalah  $0,42 \text{ mg/m}^3$  dengan kisaran  $0,28\text{--}0,60 \text{ mg/m}^3$ .

Konsentrasi klorofil-a terindikasi lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan pada Laut Jawa bagian timur dan Laut Flores bagian barat. Pada musim barat ini, secara umum hasil tangkapan layang sangat dominan dibanding lemuru, banyar, dan bentong. Perairan yang memiliki hasil tangkapan layang yang tinggi mengandung konsentrasi klorofil-a yang cenderung sedang. Pada bagian selatan Pulau Kalimantan, yaitu di perairan Masalembo di mana konsentrasi klorofil-a cukup tinggi, terlihat hasil tangkapan lemuru hanya sedikit di bawah hasil tangkapan layang, bahkan di perairan Bawean dengan nilai klorofil-a cukup tinggi terlihat hasil tangkapan lemuru lebih tinggi daripada layang. Hal ini mengindikasikan bahwa lemuru sangat dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a. Sebaliknya, sebaran layang justru mendominasi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a rendah, seperti di perairan Kepulauan Sabalana dan perairan Taka Rewataya.

Faktor keberadaan ikan lemuru dipengaruhi oleh konsentrasi klorofil-a sebagai sumber makanan bagi lemuru. Hal ini senada dengan kajian ikan lemuru di Selat Bali pada penelitian Pradini et al. (2001) tentang kebiasaan makan ikan lemuru berdasarkan pembedahan isi perut. Rendahnya konsentrasi klorofil-a yang terdeteksi oleh satelit bisa disebabkan oleh tingginya besaran arus di Selat Makassar sehingga aliran arus membawa klorofil-a bergerak lebih cepat. Hal ini terkait dengan perilaku renang ikan layang yang merupakan perenang cepat. Selain itu, ikan layang merupakan pemangsa zooplankton. Oleh karena itu, diduga ikan layang bergerak mencari area yang memiliki sumber makanan dengan sedikit klorofil-a.

Gambar 3.8 menunjukkan sebaran klorofil-a dan hubungannya dengan ikan pelagis kecil pada musim peralihan I di perairan JMF Triangle. Nilai rata-rata klorofil-a pada musim peralihan I mengalami penurunan dibanding musim musim barat. Berdasarkan analisis data *ocean color* dengan pendekatan interpolasi, konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada Maret dengan nilai maksimum 0,55 mg/m<sup>3</sup> di bagian selatan Pulau Kalimantan, lebih tinggi dibandingkan Laut Jawa bagian timur dan Laut Flores bagian barat. Penurunan

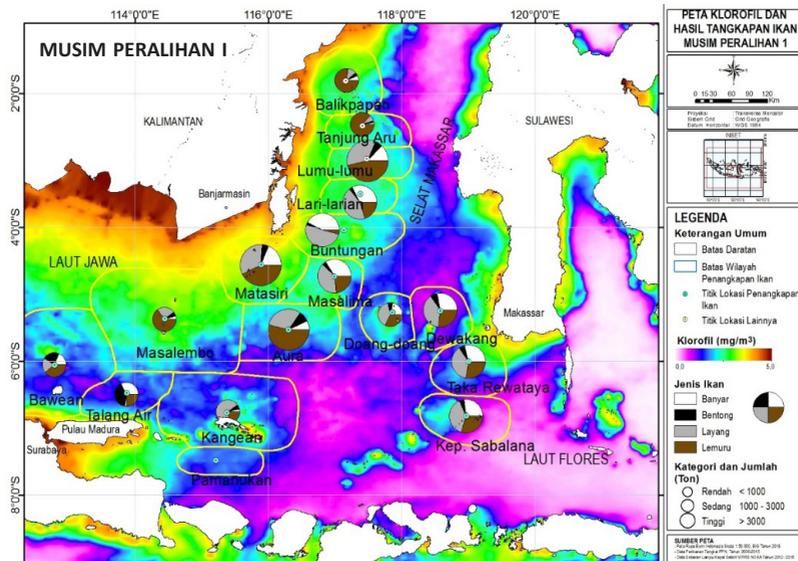


Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan klorofil-a.

**Gambar 3.7** Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan Klorofil-a pada Musim Barat di JMF Triangle

nilai rata-rata klorofil-a terjadi dari bulan Maret hingga bulan Mei dan secara keseluruhan kisaran klorofil-a pada musim ini adalah 0,31–0,55 mg/m<sup>3</sup> dengan nilai rata-rata 0,41 mg/m<sup>3</sup>. Hasil tangkapan lemuru mengambil alih dominasi pada musim peralihan I ini, terlihat dari hasil tangkapan yang lebih tinggi dibanding jenis ikan pelagis lainnya. Lemuru pada musim ini mendominasi perairan dengan tingkat konsentrasi klorofil-a tinggi, seperti di perairan Matasiri, Aura, Masalembo dan Lumu-lumu. Hal ini mengindikasikan sebaran lemuru sangat dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a. Sebaliknya, hasil tangkapan layang menurun sangat signifikan di perairan tersebut dibanding musim sebelumnya. Layang justru mendominasi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a rendah, seperti di perairan Kangean, Dewakang, dan Kepulauan Sabalana. Kondisi lingkungan dan makanan yang dikonsumsi ikan lemuru memengaruhi tekstur

dan bau daging ikan seperti pada metode dalam penelitian Pradini et al. (2001). Penelitian ini membuktikan bahwa lemuru merupakan pemakan plankton berdasarkan metode pembedahan isi perut. Burhanuddin et al. (1984) dalam Pradini et al. (2001) menyatakan bahwa lemuru mendiami daerah yang mengalami proses penaikan massa air sehingga dapat mencapai biomassa yang tinggi. Oleh karena itu, perubahan lingkungan perairan mempunyai kontribusi yang besar terhadap kelangsungan hidupnya. Menurut penelitian Naim dan Sultan. (2019), hasil statistik menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a memiliki hubungan korelasi linear positif terhadap keberadaan lemuru dengan koefisien korelasi sebesar 0,84.



Keterangan: Overlay hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan klorofil-a.

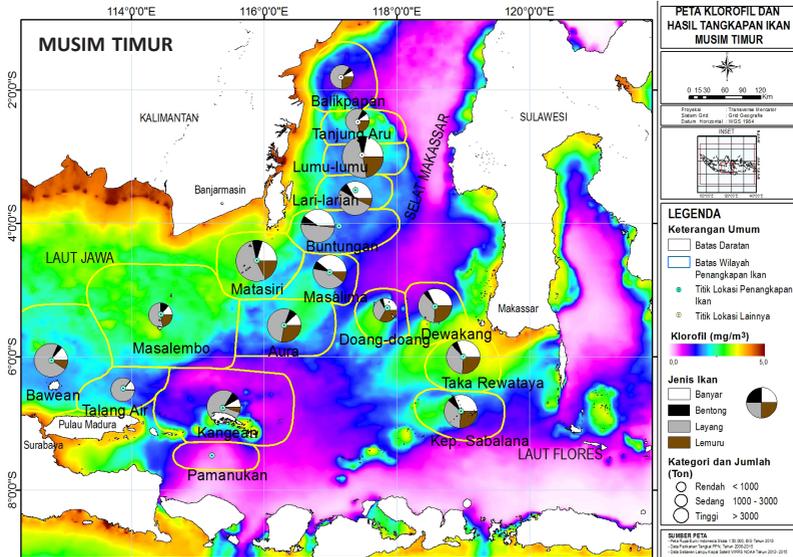
**Gambar 3.8** Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan Klorofil-a pada Musim Peralihan I di JMF Triangle

Gambar 3.9 menunjukkan hubungan konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim timur.

Berdasarkan hasil interpolasi analisis spasial, pada periode musim ini nilai klorofil-a tertinggi terjadi pada bulan Juli dengan nilai maksimum  $0,51 \text{ mg/m}^3$ . Konsentrasi klorofil-a terindikasi meningkat jauh lebih tinggi pada bagian selatan Sulawesi Selatan dan terjadi penurunan pada bagian selatan Pulau Kalimantan. Penurunan nilai konsentrasi klorofil-a makin meluas pada Laut Jawa bagian timur, Selat Makassar, dan Laut Flores bagian barat dibandingkan musim sebelumnya. Peningkatan nilai rata-rata klorofil-a terjadi dari bulan Juni hingga Agustus dengan kisaran antara  $0,34\text{--}0,51 \text{ mg/m}^3$  dan nilai rata-rata sebesar  $0,42 \text{ mg/m}^3$ . Pada musim ini, hasil tangkapan layang mengambil alih posisi lemuru yang mendominasi pada musim sebelumnya. Layang, banyar, dan bentong terindikasi terkonsentrasi pada perairan dengan nilai klorofil-a rendah, seperti di perairan Lari-larian, Buntungan, dan Masalima. Hal ini mengindikasikan bahwa sebaran layang, banyar, dan bentong tidak terlalu dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a, sedangkan hasil tangkapan lemuru mendominasi pada perairan dengan tingkat konsentrasi klorofil-a tinggi, seperti di perairan Balikpapan dan Tanjung Aru.

Pada musim timur ini, terjadi peningkatan nilai klorofil-a di Laut Jawa dibandingkan musim barat dan musim peralihan I akibat pergerakan massa air menuju arah barat daya. Bersamaan dengan itu, terjadi lonjakan hasil tangkapan layang di Laut Jawa terutama Bawean. Hal ini dapat disebabkan karena klorofil-a mencapai nilai optimal bagi layang untuk berada di lokasi tersebut. Hasil penelitian Kasim et al. (2014) menunjukkan bahwa keberadaan ikan layang mendapat pengaruh dari konsentrasi klorofil-a ( $P < 0,05$ ) dan berkorelasi positif terhadap konsentrasi klorofil-a dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,56.

Gambar 3.10 menunjukkan hubungan konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim peralihan II. Berdasarkan hasil analisis data *ocean color* dengan pendekatan interpolasi, konsentrasi klorofil-a menurun dibandingkan musim timur dan paling minimum dibandingkan tiga musim lainnya. Konsentrasi klorofil-a tertinggi pada musim ini terjadi pada bulan



Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan klorofil-a

**Gambar 3.9** Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan Klorofil-a pada Musim Timur di JMf Triangle

September dengan nilai maksimum  $0,50 \text{ mg/m}^3$ . Konsentrasi klorofil-a pada bagian selatan Sulawesi Selatan terlihat mengalami peningkatan dan makin meluas, tetapi hal sebaliknya terjadi pada bagian selatan Pulau Kalimantan di mana terlihat konsentrasi klorofil-a mengalami penurunan dengan cakupan area yang makin meluas. Hasil tangkapan layang masih tetap dominan dibandingkan lemuru, banyar, dan bentong. Sementara itu, hasil tangkapan lemuru tetap cukup tinggi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a tinggi, seperti di perairan Kepulauan Sabalana dan Taka Rewataya, walaupun layang dan banyar tetap lebih dominan dibandingkan lemuru dan bentong pada kedua perairan tersebut. Terlihat hasil tangkapan layang sangat mendominasi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a yang rendah, seperti di perairan Bawean, Talang Air, Kangean, dan Pamanukan.

Walaupun secara umum jumlah hasil tangkapan menurun, keberadaan layang tetap lebih tinggi dibandingkan jenis ikan lainnya, kecuali pada wilayah Tanjung Aru dan Balikpapan di mana jumlah hasil tangkapan lemuru lebih besar. Jika dilihat dari sebaran klorofil-a pada keempat musim, terjadi pergerakan sebaran mulai dari Pulau Kalimantan, Pulau Sulawesi, dan Pulau Jawa menuju arah barat daya. Amri (2008) menyebutkan bahwa terdapat korelasi yang kuat antara peningkatan konsentrasi kesuburan perairan (klorofil a tinggi 1,0–1,5 mg/m<sup>3</sup>) yang diakibatkan oleh *upwelling* dan sebaran ikan pelagis kecil.

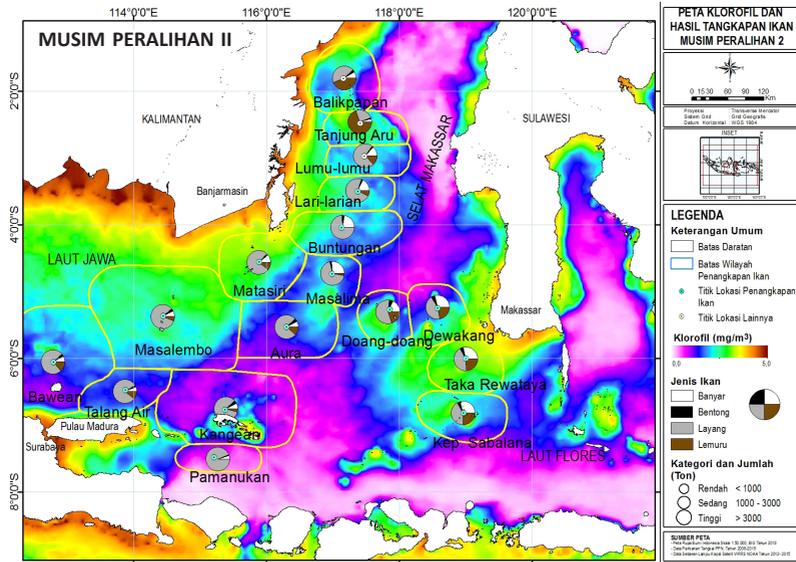
Secara umum, dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi klorofil-a di JMF Triangle juga disertai dengan makin meningkatnya konsentrasi ikan pelagis kecil secara keseluruhan. Hal ini terlihat pada periode musim barat di mana terjadi peningkatan hasil tangkapan seiring dengan makin tingginya nilai klorofil-a pada bagian selatan dan bagian timur Pulau Kalimantan yang mencapai maksimum pada bulan Februari. Kondisi yang berbeda terjadi pada Laut Flores bagian barat yang memiliki konsentrasi klorofil-a rendah dan memiliki hasil tangkapan yang rendah pula. Penurunan hasil tangkapan ikan pelagis kecil makin jelas terlihat seiring dengan penurunan konsentrasi klorofil-a. Pada periode musim peralihan I, hasil tangkapan ikan pelagis kecil, yang ditunjukkan oleh besaran lingkaran pada peta, terlihat makin mengecil seiring waktu. Fenomena ini dapat mengindikasikan bahwa peningkatan hasil tangkapan ikan pelagis kecil mengikuti tingginya konsentrasi klorofil-a pada perairan JMF Triangle.

Sama halnya dengan kondisi yang terjadi pada periode musim timur saat konsentrasi klorofil-a maksimum bergeser ke bagian selatan Pulau Kalimantan dan bagian selatan Pulau Sulawesi. Peningkatan konsentrasi ikan pelagis kecil secara keseluruhan terjadi pada kedua perairan tersebut yang mencapai maksimum pada bulan Agustus. Dibandingkan banyar, lemuru, dan bentong, keberadaan layang bertahan lebih lama hingga ke musim peralihan II (di mana konsentrasi klorofil-a telah menurun). Hal ini mengindikasikan

bahwa pencapaian maksimum hasil tangkapan layang berlangsung konsisten sampai sekitar empat bulan setelah puncak konsentrasi klorofil-a, di mana masa ini mulai terjadi pada bulan Juni (musim timur). Sebaliknya, lemuru terindikasi mencapai puncak pada musim peralihan I (saat terjadi konsentrasi klorofil-a yang tinggi), kemudian setelah itu langsung mengalami penurunan.

Penelitian di Laut Cina Selatan menunjukkan adanya pengaruh nyata nilai klorofil-a terhadap pola hasil tangkapan pada suatu perairan. Qu et al. (2005) dan Qiu et al. (2008, 2010) menyatakan bahwa korelasi limpasan daratan dan pengaruh sirkulasi monsun terhadap pergerakan massa air di kawasan pesisir merupakan salah satu faktor fisik yang mendominasi variabilitas hasil tangkapan di mana hal ini berasosiasi dengan suplai nutrisi untuk produktivitas primer. Korelasi antara keduanya adalah bahwa limpasan dari daratan memberikan masukan nutrisi di kawasan pesisir dan monsun mengontrol penyebarannya.

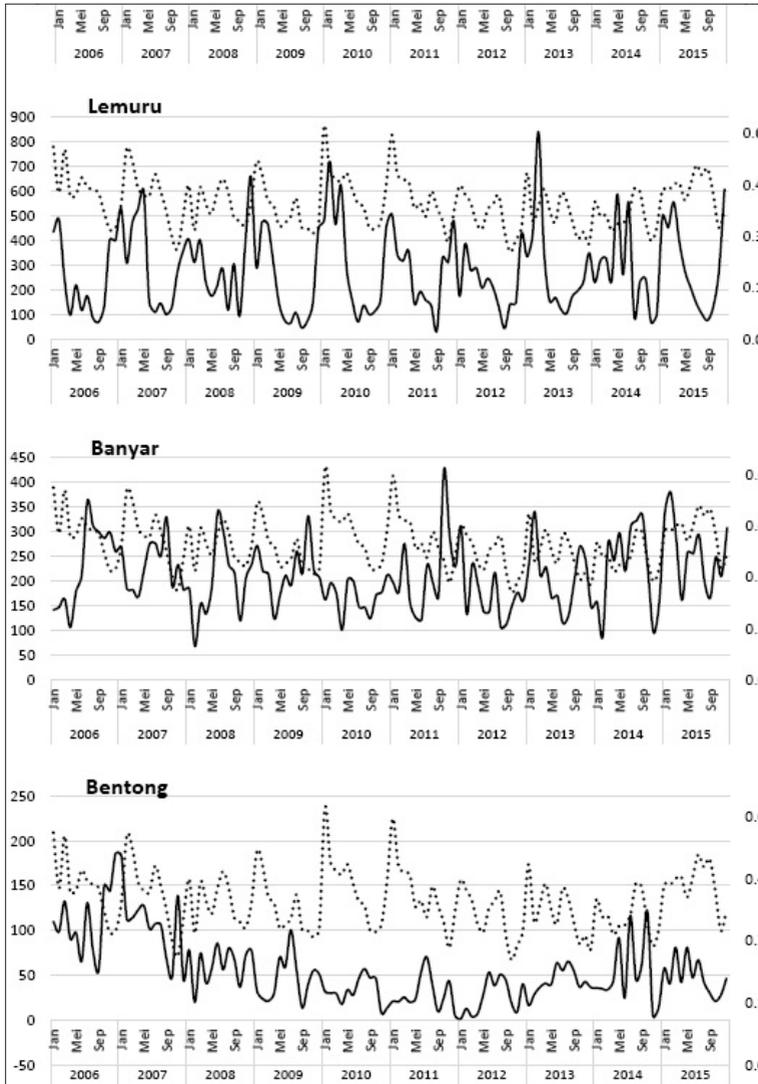
Distribusi dan kelimpahan sumber daya ikan pelagis kecil dapat ditunjukkan dengan konsentrasi klorofil-a yang tinggi pada suatu perairan karena klorofil-a dalam fitoplankton merupakan makanan utama di suatu perairan (Putra et al., 2012; Siregar et al., 2016). Pada musim barat dan musim peralihan I, konsentrasi klorofil-a di JMF Triangle cenderung lebih tinggi. Keberadaan lemuru tergantung pada konsentrasi klorofil-a sehingga terlihat kenaikan konsentrasi klorofil-a diiringi dengan naiknya hasil tangkapan jenis ini. Namun, bagi jenis ikan seperti layang, banyar, dan bentong yang merupakan pemakan zooplankton, peningkatan klorofil-a tidak serta-merta meningkatkan kelimpahan ikan. Beberapa penelitian menyebutkan butuh waktu sekitar tiga bulan atau selang satu musim. Hal ini disebut *time lag* yang terjadi akibat adanya mekanisme rantai makanan. Lemuru dapat memakan fito dan zooplankton seperti yang dibuktikan pada penelitian Pradini et al. (2001). Penelitian ini menjabarkan persentase fitoplankton yang ditemukan pada perut lemuru lebih besar dibanding zooplankton.



Keterangan: Overlay hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan klorofil-a.

**Gambar 3.10** Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan Klorofil-a pada Musim Peralihan II di JMF Triangle

Ikan lemuru dan layang merupakan hasil tangkapan yang mendominasi di perairan JMF Triangle terutama di Selat Makassar, yaitu di antara Pulau Sulawesi dan Kalimantan. Pada perairan ini terdapat wilayah yang dilewati oleh aliran arlindo dengan kedalaman lebih dari 1000 m, sementara di bagian timur dan barat Selat Makassar merupakan perairan dangkal. Berdasarkan perilaku ikan, diduga bahwa ikan pelagis kecil memanfaatkan aliran arus untuk bermigrasi lalu menepi di bagian perairan dangkal untuk berlindung, memperoleh makanan, dan memijah. Gambar 3.11 menunjukkan grafik hubungan klorofil-a dengan tangkapan ikan pelagis kecil di JMF Triangle selama sepuluh tahun (2006–2015).



Keterangan: Hubungan hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan klorofil-a.

**Gambar 3.11** Grafik Hubungan Klorofil-a dengan Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di JMF Triangle 2006–2015

Pergerakan massa air yang menuju kawasan laut lepas (*offshore*) juga sangat intensif terjadi pada periode monsun di musim kemarau (musim timur). Kondisi ini secara efisien dapat meningkatkan distribusi nutrisi yang berdampak positif terhadap hasil tangkapan ikan pada periode tersebut. Senada dengan hal tersebut, Pedrosa-Gerasmio et al. (2015) menjelaskan bahwa selain suhu sebagai parameter kunci yang mengontrol pola migrasi ikan, faktor lainnya yang sangat menentukan adalah upaya pencarian makanan yang ditunjang oleh kelimpahan nutrisi (klorofil-a) pada suatu kawasan perairan. Panggabean (2011) menjelaskan bahwa dengan pendeteksian hidroakustik, ketersediaan ikan pelagis kecil di Selat Makassar terdeteksi terkonsentrasi pada kedalaman (*layers*) 75 meter dan selanjutnya menurut Panggabean (2020), sumber daya ikan pelagis kecil yang dominan di Selat Makassar adalah lemuru, layang, dan banyar.

Hasil penelitian Wangi et al. (2019) menunjukkan korelasi konsentrasi klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan pelagis bisa saja sangat kecil atau negatif di perairan Selat Makassar. Hal ini dikarenakan ada jeda waktu (*time lag*) antara ketersediaan klorofil-a pada suatu perairan dan jenis ikan tersebut. Respons layang, lemuru, banyar, dan bentong terhadap perubahan konsentrasi klorofil-a di area kajian terlihat berbeda-beda. Perbedaan ini bisa saja terjadi karena berkaitan dengan kebiasaan dan komposisi makanan dari masing-masing jenis ikan pelagis kecil tersebut. Fréon et al. (2005) menjelaskan bahwa kebiasaan makan ikan pelagis umumnya pada waktu matahari terbit dan saat matahari terbenam. Pada umumnya jenis ikan pelagis merupakan pemakan plankton, baik plankton nabati (fitoplankton) maupun plankton hewani (zooplankton). Berdasarkan Manik et al. (2018), ikan pelagis kecil yang bergerak secara bergerombol akan mendekati permukaan di siang hari dan menuju kolom air yang lebih dalam pada malam hari. Pergerakan ini disebabkan ikan pelagis umumnya adalah planktivora yang persebarannya mengikuti migrasi plankton.

Klorofil-a merupakan indikator produktivitas primer. Jika lingkungan perairannya subur, akan terdapat banyak fitoplankton,

yang merupakan produsen utama di dasar makanan rantai dan merupakan sumber makanan utama bagi beberapa ikan kecil, serta zooplankton yang juga merupakan makanan untuk ikan-ikan kecil. Rantai makanan di zona pelagis laut secara umum adalah lebih panjang dibandingkan di ekosistem darat (Sommer et al., 2018). Pemahaman tentang kompleksitas jaring makanan pelagis telah berkembang dari persepsi rantai makanan langsung (fitoplankton-zooplankton, krustasea-ikan, planktivora-karnivora) hingga jaring makanan yang diperluas termasuk jalur trofik mikroba, yaitu jaring kompleks di dalamnya. Zooplankton termasuk organisme agar-agar dan merupakan prevalensi omnivora yang tinggi (Andersson et al., 2017).

Habitat biologis dan karakteristik ekosistem sangat dipengaruhi oleh dinamika fisik dan morfologi. Muara dan lingkungan pesisir dicirikan oleh hidrodinamika kompleks dengan variabilitas temporal yang tinggi dalam sirkulasi air karena efek bersama dari angin, pasang surut, aliran air tawar, dan peristiwa episodik lainnya. Namun, pemahaman yang lebih baik tentang fluktuasi fitoplankton pada skala waktu berjam-jam hingga berminggu-minggu dapat membantu menginterpretasikan variabilitas yang diamati dalam deret waktu fitoplankton serta meningkatkan prakiraan perkembangan ledakan fitoplankton. Populasi fitoplankton memiliki laju pertumbuhan spesifik 0,1–2 harian. Fluktuasi fitoplankton yang lebih cepat daripada skala waktu khas pertumbuhan fitoplankton tidak dapat dijelaskan oleh variasi dalam tingkat pertumbuhan, tetapi kemungkinan besar berasal dari transportasi fisik sel fitoplankton, misalnya oleh angin atau arus pasang surut (Harris, 1980; Denman & Gargett, 1995; Mann & Lazier, 2009).

## **D. Penutup**

Hal penting yang dapat disimpulkan, antara lain bahwa JMF Triangle merupakan salah satu wilayah perairan Indonesia yang memiliki potensi sumber daya ikan pelagis kecil paling melimpah. Terlepas

dari dinamika dan fluktuasi akibat faktor lingkungan pembatas yang tentu saja memengaruhinya, yaitu SPL dan klorofil-a, ikan pelagis kecil tersedia sepanjang tahun selama empat musim di perairan JMF Triangle. Ikan pelagis kecil yang tersedia perlu dijaga kelestariannya agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Informasi jenis ikan dengan jumlah yang mendominasi berguna bagi sektor industri karena sektor tersebut membutuhkan ketersediaan dalam jumlah yang besar dan konsisten. Untuk kepentingan pengelolaan sumber daya kelautan yang berkelanjutan, perlu mengaitkan siklus hidup ikan, baik bagi sumber daya ikan yang melimpah ataupun tidak. Hal ini akan menjadi masukan bagi pengelola sektor industri agar dapat mengontrol aktivitas penangkapan ikan.

Langkah yang perlu dilakukan, antara lain menyusun suatu rencana aksi bagi pengelolaan dan pemanfaatan ikan pelagis kecil. Selain sebagai sumber makanan, pengelolaan dan pemanfaatan ikan pelagis kecil juga berdampak positif pada peningkatan ekonomi nasional. Berbagai kajian stok, sebaran daerah penangkapan ikan, dan jumlah hasil tangkapan ikan pelagis kecil diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan bagi *stakeholder* sektor perikanan tangkap di Indonesia.

Sayangnya, ketersediaan data dan informasi tersebut masih minim dan sulit diperoleh dalam bentuk digital. Status stok sumber daya ikan seharusnya menjadi perhatian utama karena informasi ini dibutuhkan dalam pengelolaan sumber daya ikan agar memiliki kepastian keberlanjutan sumber daya, termasuk jenis-jenis pelagis kecil yang sangat melimpah di JMF Triangle Indonesia.

Oleh karena itu, salah satu contoh rencana aksi yang tepat adalah dengan membangun sebuah sistem informasi yang menyajikan data daerah penangkapan ikan dan waktu yang tepat untuk melakukan penangkapan ikan. Hal ini perlu dilakukan sebagai upaya menjaga efisiensi bagi nelayan sekaligus agar stok ikan tetap terjaga sesuai siklus hidup jenis ikan tertentu. Selain itu, perlu melibatkan partisipasi nelayan untuk melaporkan hasil tangkapan dan titik koordinat. Namun, hal ini merupakan sebuah tantangan tersendiri dalam pelaksanaan di lapangan. Instansi pengawasan sumber daya

kelautan dan perikanan telah mewajibkan ribuan kapal penangkap ikan komersil untuk memasang *vessel monitoring system*, tetapi masih ada kapal-kapal yang tidak menyalakan perangkat tersebut. Hal ini diduga terkait persaingan usaha terutama di daerah penangkapan ikan. Walau demikian, perlu adanya upaya yang konsisten dalam penerapan pencatatan dan pelaporan hasil tangkapan agar para *stakeholder* dapat melakukan manajemen yang tepat sasaran berdasarkan justifikasi *fishing ground* dan periode penangkapan ikan yang efektif dengan metode yang mengutamakan efisiensi bagi nelayan dan pelaku usaha.

Demi tercapainya harapan banyak pihak, antara lain tersedianya informasi mutakhir daerah penangkapan ikan dan waktu yang tepat untuk melakukan penangkapan ikan, terutama bagi masyarakat nelayan, perlu melibatkan elemen-elemen yang terkait dalam pelaksanaan pengelolaannya. Elemen pemerintah yang perlu dilibatkan dalam peningkatan ekonomi berbasis maritim yang berkelanjutan adalah instansi yang bergerak di bidang kelautan, perikanan, dan investasi, serta lembaga riset dan pengembangan. Selain itu, untuk menjaga keseimbangan dan mengakomodasi berbagai kepentingan, pihak swasta perlu dilibatkan sebagai penanam modal. Tambahan lagi, untuk membangun kesadaran perikanan berkelanjutan diperlukan dukungan dalam bentuk edukasi dari akademisi serta tokoh masyarakat bagi masyarakat nelayan.

## Referensi

- Afdal, R., & Riyono, S. H. (2004). Sebaran klorofil-a kaitannya dengan kondisi hidrologi di Selat Makassar. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 36(3), 69–82.
- Amin, M. E., & Suwarso. (1990). Perubahan intensitas penangkapan ikan pelagis kecil di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 56, 69–78.
- Amri, K. (2008). Analisis hubungan kondisi oseanografi dengan fluktuasi hasil tangkapan ikan pelagis di Selat Sunda. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 14(1), 55–65. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.14.1.2008.55-65>

- Andersson, A., Tamminen, T., Lehtinen, S., Jürgens, K., Labrenz, M., & Viitasalo, M. (2017). The pelagic food web. Dalam P. Snoeijs-Leijonmalm, H. Schubert, & T. Radziejewska (Ed.), *Biological oceanography of the Baltic Sea* (281–332). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0668-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0668-2_8)
- Apriansyah, Atmadipoera, A. S., Nugroho, D., Jaya, I., & Akhir, M. F. (2023). Simulated seasonal oceanographic changes and their implication for the small pelagic fisheries in the Java Sea, Indonesia. *Marine Environmental Research*, 18, Article 106012. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.106012>
- Bakun, A. (1996). *Pattern in the oceans: Ocean processes and marine population dynamics*. California Sea Grant College System, National Oceans and Atmospheric Administration in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Chícharo, M. A., Amaral, A., Faria, A., Morais, P., Mendes, C., Piló, D., Ben-Hamadou, R., & Chícharo, L. (2012). Are tidal lagoons ecologically relevant to larval recruitment of small pelagic fish? An approach using nutritional condition and growth rate. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 112, 265–279. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.07.033>
- Chodrijah, U., & Hariati, T. (2010). Musim penangkapan ikan pelagis kecil di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 16(3), 217–223. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi/article/view/3437/2953>
- Csirke, J. (1988). Small shoaling fish stock. Dalam J. A. Gulland (Ed.), *Fish population dynamics* (Edisi kedua, 271–302). Jhon Wiley and Sons.
- Cury, P., Bakun, A., Robert, J., Crawford, M., Jarre, A., Quinñones, R. A., Shannon, L. J., & Verheye, H. M. (2000). Small pelagics in upwelling systems: Pattern of interaction and structural changes in “Wasp-waist” ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57(3), 603–618. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0712>
- Denman, K. L., & Gargett, A. E. (1995). Biological-physical interactions in the upper ocean: The role of vertical and small scale transport

- processes. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 27, 225–256. <https://doi.org/10.1146/annurev.fl.27.010195.001301>
- Fréon, P., Cury, P. M., Shannon, L. J., & Roy, C. (2005). Sustainable exploitation of small pelagic fish stocks challenged by environmental and ecosystem changes: A review. *Bulletin of Marine Science*, 76(2): 385–462. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers19-11/010041541](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers19-11/010041541)
- Gafa, B., Bahar, S., & Karyana. (1993). Potensi sumber daya perikanan di perairan Laut Flores dan Selat Makassar. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 43–53.
- Gaol, J. L., Wudianto, Pasaribu, B. P., Manurung, D., & Endriani, R. (2004). The fluctuation of chlorophyll-a concentration derived from satellite imagery and catch of oily sardine (*Sardinella lemuru*) in Bali strait. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 1(1), 24–30. <http://dx.doi.org/10.30536/j.ijreses.2004.v1.a1325>
- Gaol, J. L., & Sadhotomo, B. (2007). Karakteristik dan variabilitas parameter oseanografi Laut Jawa hubungannya dengan distribusi hasil tangkapan ikan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 13(3), 201–211. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.13.3.2007.201-211>
- Gordon, A. L. (2005). Oceanography of the Indonesian Seas and their throughflow. *Oceanography*, 18(4), 14–27. <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2005.01>
- Gordon, A. L., Giulivi, C. F., & Ilahude, A. G. (2003). Deep topographic barriers within the Indonesian seas. *Deep Sea Research*, 2(50), 2205–2228. [http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0645\(03\)00053-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0645(03)00053-5)
- Gordon, A. L., Susanto, R. D., & Vranes, K. (2003). Cool Indonesian Throughflow as a consequence of restricted surface layer flow. *Nature*, 425, 824–828. <https://doi.org/10.1038/nature02038>
- Gordon, A. L., Sprintall, J., Aken, H. M. V., Susanto, D., Wijffels, S., Molcard, R., Field, A., Pranowo, W., & Wirasantosa, S. (2010). The Indonesian throughflow during 2004–2006 as observed by the INSTANT program. *Dynamics of Atmospheres and Ocean*, 50(2), 115–128. <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2009.12.002>

- Hafiz, M. F., Triarso, I., & Wibowo, B. A. (2017). Analisis hubungan suhu permukaan laut dan klorofil-a terhadap hasil tangkapan teri (*Stolephorus* spp.) menggunakan *purse seine* waring di pelabuhan perikanan pantai (PPP) Tawang, Kabupaten Kendal. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 6(4), 92–102. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jfrumt/article/view/18835>
- Harris, G. P. (1980). Temporal and spatial scales in phytoplankton ecology: Mechanisms, methods, models, and management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(5), 877–900. <https://doi.org/10.1139/f80-117>
- Hendiarti, N., Suwarso, Aldrian, E., Amri, K., Andiausti, R., Sachoemar, S. I., & Wahyono, I. B. (2005). Seasonal variation of pelagic fish catch around Java. *Oceanography*, 18(4), 112–123. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.12>
- Hsu, F. C., Elvidge, C. D., Baugh, K., Zhizhin, M., Ghosh, T., Kroodsma, D., Susanto, A., Wiryawan, B., Riyanto, M., Nurzeha, R., & Sudarja, Y. (2019). Cross-matching VIIRS boat detections with vessel monitoring system tracks in Indonesia. *Remote Sens*, 11(9), Artikel 995. <https://doi.org/10.3390/rs11090995>
- Ilahude, A. G., & Gordon, A. L. (1996). Thermocline stratification within Indonesian Seas. *Journal of Geophysics Research*, 101(C5), 12401–12409. <http://dx.doi.org/10.1029/95JC03798>
- Ilahude, A. G., & Nontji, A. (1999). Oseanografi Indonesia dan perubahan iklim global (El niño dan La niña). Dalam *Lokakarya kita dan perubahan iklim global kasus El Nino-La Nina*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Jennings, S., Kaiser, M. J., & Reynolds, J. D. (2001). *Marine fisheries ecology*. Blackwell Science.
- Kasim, K., Triharyuni, S., & Wujdi, A. (2014). Hubungan ikan pelagis dengan konsentrasi klorofil-a di Laut Jawa. *Bawal: Widya Riset Perikanan Tangkap* 6(1), 21–29. <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.6.1.2014.21-29>

- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022 tentang Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan, Jumlah Tangkapan Ikan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. (2022). <https://kkp.go.id/djprl/jaskel/artikel/39517-keputusan-menteri-kelautan-dan-perikanan-republik-indonesia-nomor-19-tahun-2022-tentang-estimasi-potensi-sumber-daya-ikan-jumlah-tangkapan-ikan-yyang-diperbolehkan-dan-tingkat-pemanfaatan-sumber-daya-ikan-di-wilayah-pengelolaan-perikanan-negara-republik-i>
- Kuswanto, T. D., Syamsuddin, M. L., & Sunarto. (2017). Hubungan suhu permukaan laut dan klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan tongkol di Teluk Lampung. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(2), 90–102. <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/15492>.
- Laevastu, T., & Hayes, M. L. (1981). *Fisheries oceanography and ecology*. Fishing News Book.
- Mallawa, A. (2006). Pengelolaan sumber daya ikan berkelanjutan dan berbasis masyarakat. Dalam *Lokakarya agenda penelitian COREMAP II Kabupaten Selayar*.
- Manik, H. M., Sujatmiko, 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. <https://doi.org/10.2944/jmf.9.1.39-52>
- Mann, K. H., & Lazier, J. R. N. (2005). *Dynamics of marine ecosystems: Biological-physical interactions in the oceans*. Wiley.
- Morita, K., Fukuwaka, M., Tanimata, N., & Yamamura, O. (2010). Size-dependent thermal preferences in a pelagic fish. *Oikos*, 119(8), 1265–1272. <https://doi.10.1111/j.1600-0706.2009.18125.x>
- Naim, A., & Sultan, M. H. (2019). Sebaran parameter klorofil-a di perairan Pulau Ternate dan hubungannya dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(2), 322–325. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.12.2.322-325>.
- Nontji, A. (2005). *Laut nusantara*. (Edisi keempat). Djambatan.

- Nybakken, J. W. (1982). *Biologi laut: Suatu pendekatan ekologis* (H. M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, & S. Sukardjo, Penerj.). Gramedia.
- Panggabean, D. (2011). *Analisis swimming layers dan sebaran densitas ikan pelagis kecil di Selat Makassar dengan pendekatan hidroakustik* [Tesis tidak diterbitkan]. Institut Pertanian Bogor. <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*. [Disertasi tidak diterbitkan]. Institut Pertanian Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/106319>
- Panggabean, D., & Nazzla, R. (2020). Menentukan swimming layer dan distribusi ikan pelagis di Laut Flores bagian barat dengan deteksi akustik. *Marine Fisheries*, 11(2), 213–228. <https://doi.org/10.29244/jmf.v11i2.44046>
- Panggabean, D., & Nazzla, R. (2022). Distribusi dan kelimpahan ikan pelagis di Laut Flores bagian barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 28(2), 61–75. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.28.2.2022.%25p>
- Panggabean, D., Limbong, M., Telussa, R. F., & Fatmawati, D. (2023). Ukuran pertama kali tertangkap dan rasio potensi pemijahan udang dogol menggunakan jaring arad di perairan Brebes. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 15(1), 25–32. <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.15.1.2023.25-32>
- Panggabean, D., Sudarmo, A. P., Anwar, K., Jalil, & Nazzla, R. (2023). Estimasi fishing ground berdasarkan sebaran kapal penangkap ikan dan faktor oseanografi di WPPNRI 573. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 6(1), 79–86. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpt.v6i1.12752>
- Pedrosa-Gerasmio, I. R., Agmata, A. B., & Santos, M. D. (2015). Genetic diversity, population genetic structure and demographic history of *Auxis thazard* (Perciformes), *Selar crumenophthalmus* (Perciformes), *rastrelliger kanagurta* (Perciformes) and *Sardinella lemuru* (Clupeiformes) in Sulu-Celebes Sea by mitochondrial

- DNA sequences. *Fisheries Research*, 162, 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.10.006>
- Pet-Soede, C., Machiels, M. A. M., Stam, M. A., & Densen, W. L. T. V. (1999). Trends in an Indonesian coastal fishery based on catch and effort statistics and implications for perception of the state of the stocks by fisheries officials. *Fish. Res*, 42(1–2), 41–56. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(99\)00034-X](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(99)00034-X)
- Pradini, S., Rahardjo, M. E., & Kaswadji, R. (2001). Kebiasaan makanan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di perairan Muncar, Banyuwangi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 1(1), 41–45. <https://jurnal-iktiologi.org/index.php/jii/article/view/162>
- Putra, E., Gaol, J. L., & Siregar, V. P. (2012). Hubungan konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut dengan hasil tangkapan ikan pelagis utama di perairan Laut Jawa dari citra satelit MODIS. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 3(2), 1–10. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtpk/article/view/15963/11836>
- Qiu, Y., Wang, Y., & Chen, Z. (2008). Run-off and monsoon-driven variability of fish production in East China Seas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 77(1), 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.09.001>
- Qiu, Y., Lin, Z., & Wang, Y. (2010). Responses of fish production to fishing and climate variability in Northern South China Sea. *Progress in Oceanography*, 85(3–4), 197–212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2010.02.011>
- Qu, T., Du, Y., Strachan, J., Meyer, G. S., & Slingo, J. (2005). Sea surface temperature and its variability in the Indonesian region. *Journal Oceanography*, 18(4), 51–61. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.05>
- Rasyid, A., Nurjannah, N., Iqbal, B., & Hatta, M. (2014). Karakteristik oseanografi perairan Makassar terkait zona penangkapan ikan pelagis kecil pada musim timur. *Jurnal IPTEKS PSP*, 1(1), 69–80. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/iptekspsp/article/view/61/55>

- Rizkawati, R. (2009). *Pengaruh suhu permukaan laut terhadap hasil tangkapan ikan tenggiri di Perairan Indramayu, Jawa Barat* [Skripsi tidak diterbitkan]. Institut Pertanian Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/59299>
- Robinson, I. S. (2010). *Discovering the ocean from space: The unique applications of satellite oceanography*. Springer.
- Sadhotomo, B., & Nurhakim, S. (2000). Keterkaitan faktor oseanografi dengan sumberdaya ikan pelagis. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 6(3-4), 1-8. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.6.3-4.2000.1-9>
- Schismenou, E., Giannoulaki, M., Tsiaras, K., Lefkaditou, E., Triantafyllou, G., Somarakis, S. (2014). Disentangling the effects of inherent otolith growth and model-simulated ecosystem parameters on the daily growth rate of young anchovies. *Mar Ecol Prog Ser*, 515, 227-237.
- Schismenou, E., Palmer, M., Giannoulaki, M., Alvarez, I., Tsiaras, K., Triantafyllou, G., Somarakis, S. (2016) Seasonal changes in otolith increment width trajectories and the effect of temperature on the daily growth rate of young sardines. *Fish Oceanogr*, 25, 362-372.
- Sommer, U., Charalampous, E., Scotti, M., & Moustaka-Gouni, M. (2018). Big fish eat small fish: Implications for food chain length. *Community Ecology*, 19(2), 107-115. <https://doi.org/10.1556/168.2018.19.2.2>
- Syahdan, M. (2015). *Pola spasial dan variabilitas temporal data satelit multisensor hubungannya dengan distribusi ikan pelagis kecil di Selat Makassar-Laut Jawa* [Disertasi tidak diterbitkan]. Institut Pertanian Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/74540>
- Syahdan, M., Atmadipoera, A. S., Susilo, S. B., & Gaol, J. L. (2014). Variability of surface chlorophyll-a in the Makassar Strait - Java Sea, Indonesia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 14(2), 103-116.
- Wangi, D. A. P., Sunardi, & Rahman, M. A. (2019). Pendugaan daerah potensi penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

berdasarkan parameter oseanografi di perairan Selat Makassar. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 86–92. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.12>

- Widodo, J. (1997). Review of the small pelagic fisheries of Indonesia. Dalam M. Devaraj & P. Martosubroto (Ed.), *Proceeding of the APFIC working party on marine fisheries: First session small pelagic resources and their fisheries in the Asia-Pacific region (199–226)*. RAP Publication.
- Widodo, J., Sumadiharga, O. K., & Djamali, A. (2001). Pengkajian sumber daya perikanan laut (*Fisheries stock assessment*). Dalam D. Asikin, O. K. Sumadiharga, B. Sumiono, & Sulistijo (Ed.), *Penuntun pengkajian stok sumberdaya ikan perairan Indonesia*. Pusat Riset Perikanan Tangkap-Badan Riset Kelautan dan Perikanan (BRKP)-DKP dan Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.
- Zainuddin, M., Safruddin, Farhum, S. A., Nelwan, A., Selamat, M. A., 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. <https://doi.org/10.20956/jipsp.v2i3.76>

