

Original Research Paper

## Pemanfaatan Teknologi Inderaja Satelit dan Akustik Untuk Meningkatkan Ekonomi Nelayan Negeri Asilulu Kecamatan Leihitu Barat

Elna Marsye Pattinaja<sup>1\*</sup>, Harold Joppie Davido Waas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia.

<sup>2</sup> Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia.

DOI : <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v6i1.3678>

Sitasi: Pattinaja, E. M., & Waas, H. J. D. (2023). Pemanfaatan Teknologi Inderaja Satelit dan Akustik Untuk Meningkatkan Ekonomi Nelayan Negeri Asilulu Kecamatan Leihitu Barat. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(1)

### Article history

Received: 05 Februari 2023

Revised: 24 Maret 2023

Accepted: 25 Maret 2023

\*Corresponding Author: Elna Marsye Pattinaja, Jurusan Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia  
Email: [pattinajaem@gmail.com](mailto:pattinajaem@gmail.com)

**Abstract:** Penelitian ini bertujuan untuk memberikan manfaat nyata untuk nelayan tuna Negeri Asilulu untuk meningkatkan perolehan hasil tangkapan ikan tuna yang berdampak langsung pada peningkatan ekonomi nelayan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) dilaksanakan di Negeri Asilulu Kecamatan Leihitu Barat Kabupaten Maluku Tengah. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah ceramah dengan mempresentasikan materi yang dipilih dan relevan dengan kebutuhan nelayan tuna Negeri Asilulu. Setelah tahapan ini dilanjutkan dengan tanya jawab antara kelompok nelayan dengan penyaji materi. Dari hasil kegiatan PkM di Negeri Asilulu dapat direkomendasikan beberapa hal penting, yaitu implementasi penggunaan data penginderaan jauh untuk dipakai oleh nelayan tuna Dusun Tapi Desa Wakasihu Kecamatan Leihitu Barat Kabupaten Maluku Tengah melalui sosialisasi idea tersebut kepada DKP Provinsi untuk dapat berkolaborasi dengan BPISDKP guna menyediakan website DPPI khusus untuk Maluku. Pembentukan kelompok nelayan tuna dan menjadikan fishfinder sebagai kebutuhan khusus nelayan tuna sehingga menjadi prioritas utama bantuan dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi maupun Kabupaten. Perlu melakukan pelatihan Navigasi & keselamatan pelayaran dalam rangka implementasi hal tersebut di atas. Membantu memfasilitasi pembuatan kartu nelayan KUSUKA kelompok nelayan tuna Negeri Asilulu. Negeri Asilulu bersedia melakukan MoU dengan UNPATTI untuk memecahkan masalah di bidang perikanan.

**Keywords:** Perikanan Tuna, Inderaja Satelit, Akustik, Ekonomi Nelayan Tuna.

## Pendahuluan

Tuna mendukung komersial penting perikanan di seluruh dunia dan dieksploitasi lebih dari 70 negara (Li et al., 2022). Tangkapan tuna dunia dan spesies mirip tuna diperkirakan mencapai 8 juta ton pada tahun 2020 dan menyediakan sumber pendapatan yang signifikan, nutrisi dan pendapatan bagi jutaan orang (Chassot et al., 2019; McCluney et al., 2019). Industri tuna tropis merupakan salah satu industri perikanan terbesar

dan terpenting di dunia, baik dalam volume maupun pendapatan. Penangkapan ikan tuna dipraktikkan di semua samudra di dunia, dan industri ini terus berkembang selama 60 tahun terakhir. Pukat cincin adalah alat tangkap tuna yang paling umum digunakan dan paling cepat berkembang (Parker et al., 2015).

Di dalam tahun terakhir (2008-2014) tangkapan tuna Indonesia dianggap tinggi dan mewakili lebih dari seperlima dari total tangkapan negara anggota IOTC. Nasional tangkapan empat spesies tuna utama pada tahun 2015 diperkirakan

135.799 ton yang terdiri dari tuna sirip kuning (35.060 t), tuna mata besar (22.433 t), cakalang (70.206 t) dan albakora (8.080 t) (Setyadji & Jatmiko, 2017). Tujuan ekspor utama yaitu ke Tiongkok, AS, dan UE. Sebelum pandemi Covid-19, produksi ikan tuna di Indonesia berfluktuasi karena beberapa faktor (Alexander Khan; et al., 2019), antara lain kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah terkait dengan pemasaran tuna, dan rantai pasok (Khan et al., 2018; Anna et al., 2021).

Perikanan tuna merupakan salah satu mata pencaharian utama masyarakat Negeri Asilulu di Kabupaten Maluku Tengah tepatnya di Jazirah Leihitu Barat. Perikanan tuna tradisional ini bersifat berburu (*hunting*) dengan memanfaatkan tanda-tanda alam seperti adanya kawanan burung, lumba-lumba, hanyutan rumpun bambu atau log kayu dan kumpulan sampah atau yang disebut dengan bahasa lokal tai arus yang terakumulasi pada lokasi tertentu di perairan (Subair, Lala M. Kolopaking, Soeryo Adiwibowo, 2013).

Selama beberapa tahun belakangan ini, upaya penangkapan ikan tuna semakin terasa sulit oleh nelayan karena daerah penangkapan tuna (*Fishing ground*) mengalami perubahan. Daerah penangkapan yang tadinya merada di perairan bagian selatan Pulau Ambon kini bergeser ke arah Pulau Ambalau bahkan di utara Pulau Kelang dan Manipa bahkan di utara Pulau Buru dan Pulau Seram bahkan Perikanan di Pulau Luang, Maluku Barat Daya. Kondisi ini berdampak pada lamanya waktu melaut, pemborosan bahan bakar dan tingginya biaya operasional (Hutubessy & Mosse, 2023).

Hal ini akan diperparah jika selama proses penangkapan tidak menghasilkan hasil tangkapan ikan tuna atau tangkapan dalam jumlah sedikit maka akan memberatkan nelayan karena hasil penjualan ikan tuna tidak bisa menutupi biaya operasional sekali melaut dan akan meninggalkan hutang BBM di penyalur bahan bakar tersebut (Siaila & Rumerung, 2022); (Tuaputty et al., 2023).

Perubahan daerah tangkapan tuna diduga sebagai akumulasi beberapa faktor yaitu (1) adanya penggunaan alat tangkap long line dengan ukuran mata pancing besar untuk tujuan tuna berukuran besar, (2) penggunaan pukat cincin (*purse seine*) di perairan sekitar Laut Maluku dan Laut Seram, (3) adanya Rumpun laut dalam yang dipasang pada jalur ruaya ikan seperti Laut Maluku, Laut Seram, dan perairan utara Pulau Buru, (4) aktivitas

penangkapan tuna skala industri di perairan Utara Sulawesi dan Utara Papua, dan (5) diduga adanya dampak dari perubahan iklim global (Akbar et al., 2018; Khan et al., 2020).

Dalam upaya untuk meningkatkan usaha penangkapan nelayan Negeri Asilulu agar dapat meningkatkan hasil tangkapan ikan tuna maka perlu dilakukan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) melalui penyuluhan tentang pemanfaatan teknologi Penginderaan jauh dan Akustik sebagai bagian dari solusi tersebut. Berdasarkan pemaparan diatas, maka kegiatan ini bertujuan 1) memperkenalkan dan membekali nelayan tuna dengan teknologi kekinian yang dapat dimanfaatkan untuk menentukan daerah potensial penangkapan tuna berdasarkan pendekatan lingkungan yang esensial menunjang kehadiran tuna di perairan dan deteksi secara real time. 2) Menyiapkan masyarakat nelayan Negeri Asilulu untuk bekerja sama dengan Dinas Perikanan Provinsi Maluku untuk memanfaatkan data penginderaan jauh Daerah Potensial Penangkapan Ikan yang diproduksi oleh Balai Riset observasi Laut BRKP Jembrana Bali. 3) Mendorong masyarakat nelayan tuna Negeri Asilulu untuk membuat rencana kedepan pemanfaatan *fish finder* untuk deteksi tuna secara real time yang akan diusulkan ke Dinas Perikanan Provinsi

Kegiatan PkM ini diharapkan memberikan manfaat nyata untuk Nelayan tuna Negeri Asilulu untuk meningkatkan perolehan hasil tangkapan ikan tuna yang berdampak langsung pada peningkatan ekonomi nelayan. Kegiatan ini diharapkan berfungsi sebagai trigger untuk Desa lainnya untuk melakukan kegiatan yang sama.

## Metode

Kegiatan PkM dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 di Negeri Asilulu Kecamatan Leihitu Barat Kabupaten Maluku Tengah. Untuk alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi, 1) Materi PkM yang tersedia dalam bentuk power point, 2) Laser Pointer, 3) Komputer Laptop, 4) Infokus.

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah ceramah dengan mempresentasikan materi yang dipilih dan relevan dengan kebutuhan nelayan tuna Negeri Asilulu. Setelah tahapan ini dilanjutkan dengan tanya jawab antara kelompok nelayan dengan penyaji materi. Pertanyaan sekitar materi

maupun di luar materi tetapi penting dan relevan dengan aspek kegiatan masyarakat lingkup perikanan tuna langsung dijawab oleh penyaji dan dibantu oleh anggota tim PkM.

## Hasil dan Pembahasan

### *Penginderaan Jauh Satelit*

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk mendapatkan informasi objek tanpa kontak langsung dengan objek tersebut (Paul et al., 2016; Belkin, 2021). Teknologi ini telah dimanfaatkan oleh berbagai negara terutama yang bergerak dibidang industri perikanan tuna seperti USA, Jepang, Taiwan, China, Perancis dan lainnya. Penginderaan jauh digunakan untuk peramalan daerah penangkapan ikan berdasarkan relasi antara faktor lingkungan dengan ikan (Kawamoto & Baba, 2020).

Parameter lingkungan yang dianggap paling berhubungan dengan keberadaan ikan adalah suhu perairan, klorofil-a, dan arus laut. Sedangkan fitur spesifik di perairan yang telah dipercaya berhubungan dengan peningkatan kesuburan perairan dan kehadiran ikan adalah area umbalan, konvergen dan divergen arus, termal front, eddies, filament, dan river plume (Chassot et al., 2011; Klemas, 2012)

Keuntungan penggunaan teknologi ini adalah menghemat biaya operasional, menghemat bahan bakar dan waktu operasional penangkapan ikan. Disamping itu, teknologi tinggi ini telah dimanfaatkan oleh pemerintah Indonesia terutama Departemen Kelautan dan Perikanan melalui Balai Pengelolaan Informasi Sumberdaya Kelautan dan Perikanan (BPISDKP) dan Observasi Laut di Jembrana Bali menyediakan informasi Daerah Potensial Penangkapan Ikan (DPPI) kepada nelayan Indonesia.

Pemaparan di atas ternyata disambut baik oleh oleh kelompok nelayan Negeri Asilulu karena kendala utama yang dihadapi selama ini di lapangan adalah sulitnya menentukan lokasi gerombolan ikan tuna di perairan. Selama ini nelayan tuna Dusun Tapi maupun desa-desa tetangga lainnya hanya mengandalkan tanda-tanda alam yang telah diyakini berhubungan erat dengan kehadiran gerombolan ikan tuna seperti adanya burung, gerombolan ikan Paus, gerombolan Lumba-lumba dan *floating object* seperti rumpun

pohon, akumulasi sampah dan kotoran di laut yang biasanya disebut tai arus.

Sebagai konsekwensinya nelayan banyak menghabiskan waktu di laut, biaya operasional yang lebih tinggi, pemakaian bahan bakar yang boros, dan daerah penangkapan tuna (*fishing ground*) menjadi lebih jauh. Seperti yang dijelaskan oleh anggota kelompok bahwa daerah penangkapan sudah berubah kadang *fishing ground* diarahkan ke utara Pulau Buru dan Pulau Seram bahkan ke Pulau Sanana di Maluku Utara yang jaraknya sangat jauh.

Hal ini berimplikasi pada peningkatan hutang biaya bahan bakar karena nelayan dalam operasional penangkapan tuna sering mengambil bahan bakar dari distributor minyak dan akan dikembalikan setelah hasil tangkapan tuna diperoleh. Hal ini juga diperparah dengan peningkatan harga BBM akhir-akhir ini sehingga menekan keinginan nelayan untuk melaut.

Sebagai solusinya, dianjurkan agar nelayan tuna dapat memanfaatkan DPPI yang dihasilkan oleh BPISDKP karena mudah diakses melalui media android seperti program Laut Nusantara (Gambar 1). Program ini telah digunakan oleh nelayan di beberapa provinsi seperti Bali dan Kepulauan Bangka Belitung. Aplikasi ini dapat dipercaya, karena dibuat berdasarkan data lingkungan perairan yang langsung berhubungan dengan kehadiran ikan di perairan seperti suhu permukaan laut, klorofil-a, dan front suhu. Untuk tuna yang berada dikedalaman perairan yang dalam analisis menggunakan data *in situ*, hasil tangkapan tuna, dan model numerik yang telah tervalidasi sehingga dapat dipercaya kebenarannya.



Gambar 1. Contoh aplikasi android laut nusantara (google play store)

Untuk mendapatkan informasi daerah penangkapan tuna di daerah Maluku melalui BPISDKP perlu ada upaya dari Perguruan Tinggi khususnya UNPATTI untuk mendeseminasikan

informasi ini kepada Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi agar instansi pemerintah ini dapat bekerja sama dengan BPISDKP untuk menyediakan website khusus untuk DPPI Provinsi Maluku sehingga mudah diakses oleh nelayan yang ada di provinsi tersebut.

Sebagai contoh kerja sama antara pemerintah daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung melalui Dinas Kelautan dan Perikanan dengan BPISDKP adalah program SiDOLPIN atau Sistem Informasi Daerah Potensial Penangkapan Ikan. Dengan adanya program ini tujuan daerah penangkapan ikan akan lebih terarah sehingga meningkatkan produksi hasil nelayan, menghemat biaya penangkapan dan tentunya nelayan sejahtera (Gambar 2).



DATA	Latitude (Lintang)			Position (S/N)	Longitude (Bujur)			Position (E/W)
	Degree (Derajat)	Minute (Menit)	Second (Detik)		Degree (Derajat)	Minute (Menit)	Second (Detik)	
0	2	46	2.37	S	106	41	35.25	E
1	2	46	2.27	S	106	42	40.00	E
2	2	46	2.18	S	106	43	44.75	E
3	2	46	2.09	S	106	44	49.50	E
4	2	46	1.99	S	106	45	54.25	E
5	2	46	1.49	S	106	51	17.99	E
6	2	46	1.39	S	106	52	22.73	E
7	2	46	1.08	S	106	55	36.96	E
8	2	46	0.97	S	106	56	41.70	E
9	2	44	57.26	S	106	41	35.16	E
10	2	44	57.07	S	106	43	44.66	E
11	2	44	56.98	S	106	44	49.41	E
12	2	44	56.89	S	106	45	54.15	E
13	2	44	56.49	S	106	50	13.14	E
14	2	44	56.39	S	106	51	17.88	E
15	2	44	56.28	S	106	52	22.63	E
16	2	44	55.98	S	106	55	36.85	E

Gambar 2. Contoh website SiDOLPIN Pemerintah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung

**Fishfinder**

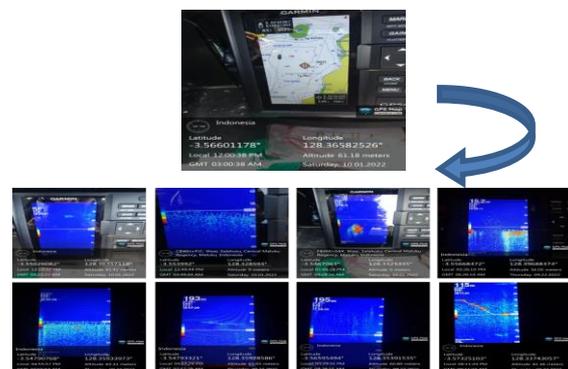
Fishfinder atau echosounder merupakan peralatan akustik yang bekerja menggunakan prinsip perambatan suara di laut. Pemancaran gelombang suara dilakukan tegak lurus perairan dan ketika mengenai objek seperti plankton, ikan dan dasar perairan maka suara akan dipantulkan sesuai karakteristik objek tersebut dan ditampilkan langsung pada display (Hamilton, 2011; Manik, 2015). Peralatan ini telah banyak digunakan oleh nelayan untuk tujuan navigasi, menentukan kedalaman perairan, menempatkan rumpon, dan mendeteksi ikan. Keuntungan dari penggunaan metode ini adalah secara *real time* dapat mendeteksi ada atau tidaknya ikan di perairan,

kedalaman renang ikan dan kedalaman laut *in situ*. Prinsipnya teknologi akustik dan penginderaan jauh satelite memiliki kesamaan yaitu mendapatkan informasi tanpa kontak langsung dengan objek namun berbeda media pembawa informasinya.

Selama paparan materi ini, turut ditampilkan rekaman vidio survei ikan pelagis dan demersal di selat Haruku dua hari sebelum kegiatan PkM ini dilaksanakan. Visualisasi ini meningkatkan pemahaman nelayan tentang peralatan, cara pengoperasiannya dan manfaat yang akan diperoleh melalui penggunaan peralatan tersebut (Gambar 3).

Pada sesi diskusi, nelayan tuna Negeri Asilulu antusias untuk memiliki fishfinder karena dapat digunakan secara personal dan mudah pengoperasiannya. Di sisi lain, nelayan merasakan banyak manfaatnya ketika melaut. Pada prinsipnya peralatan ini hanya membutuhkan *power suplay* dari baterai sampai accu 12 volt sehingga mudah dibawa kemana-mana. Demikian juga harganya yang realtif murah dapat dijangkau masyarakat. Pembeliannya dapat dilakukan secara online dengan banyak pilihan merek fishfinder.

Usulan peserta PkM sehubungan dengan pemaparan kedua materi PkM ini adalah (1) pembentukan kelompok nelayan tuna Negeri Asilulu, (2) Pengurusan kartu nelayan KUSUKA, (3) Keinginan untuk melakukan MoU dengan FPIK UNPATTI untuk mengatasi masalah perikanan, (4) Kelompok nelayan tuna berencana menggunakan DPPI BPISDKP dan Fishfinder namun mengusulkan agar FPIK melakukan sosialisasi gagasan tersebut ke DKP Provinsi Maluku sehingga ada kemudahan BPISDKP menyediakan website khusus untuk hal tersebut dan DKP Provinsi memberikan bantuan kepada kelompok nelayan sesuai sasaran, dan (5) Butuh pelatihan Navigasi untuk keselamatan pelayaran.



Gambar 3. Contoh Fishfinder Garmin 583 Plus dan Hasil Deteksi Ikan Pelagis

## Kesimpulan

Dari hasil kegiatan PkM di Negeri Asilulu dapat direkomendasikan beberapa hal penting, yaitu implementasi penggunaan data penginderaan jauh untuk dipakai oleh nelayan tuna Dusun Tapi Desa Wakasihu Kecamatan Leihitu Barat Kabupaten Maluku Tengah melalui sosialisasi idea tersebut kepada DKP Provinsi untuk dapat berkolaborasi dengan BPISDKP guna menyediakan website DPPI khusus untuk Maluku. Pembentukan kelompok nelayan tuna dan menjadikan fishfinder sebagai kebutuhan khusus nelayan tuna sehingga menjadi prioritas utama bantuan dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi maupun Kabupaten. Perlu melakukan pelatihan Navigasi & keselamatan pelayaran dalam rangka implementasi hal tersebut di atas. Membantu memfasilitasi pembuatan kartu nelayan KUSUKA kelompok nelayan tuna Negeri Asilulu. Negeri Asilulu bersedia melakukan MoU dengan UNPATTI untuk memecahkan masalah di bidang perikanan.

## Daftar Pustaka

- Akbar, N., Aris, M., Irfan, M., Baksir, A., Surahman, S., Madduppa, H. H., & Kotta, R. (2018). Filogenetik ikan tuna (*Thunnus* spp.) di Perairan Maluku Utara, Indonesia. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(1), 1. <https://doi.org/10.32491/jii.v18i1.370>
- Alexander Khan, Achmad Rizal, Lantun P. Dewanti, Izza M. Apriliani, Junianto, Dedi Supriyadi, Wildan Ghiffary, Anta M. Nasution, Tim S. Gray, Aileen C. Mill, & Nicholas V. C. Polunin. (2019). Skipjack (*Katsuwonus pelamis*) tuna pole-and-line marketing supply chains in Indonesia: case study in Pulau Bacan. *AACL Bioflux*, 12(2), 636–641. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85067509012&partnerID=MN8TOARS>
- Anna, Z., Djuari, J., & Khan, A. M. A. (2021). Covid-19 impacts on small-scale tuna fisheries operation in eastern indonesia: A preliminary snapshot study of pole-and-line and handline tuna fishers' perceptions. *AACL Bioflux*, 14(3), 1778–1785.
- Belkin, I. M. (2021). Review remote sensing of ocean fronts in marine ecology and fisheries. *Remote Sensing*, 13(5), 1–22. <https://doi.org/10.3390/rs13050883>
- Chassot, E., Bodin, N., Sardenne, F., & Obura, D. (2019). The key role of the Northern Mozambique Channel for Indian Ocean tropical tuna fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 29(3), 613–638. <https://doi.org/10.1007/s11160-019-09569-9>
- Chassot, E., Bonhommeau, S., Reygondeau, G., Nieto, K., Polovina, J. J., Huret, M., Dulvy, N. K., & Demarcq, H. (2011). Satellite remote sensing for an ecosystem approach to fisheries management. *ICES Journal of Marine Science*, 68(4), 651–666. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq195>
- Hamilton, L. J. (2011). Acoustic seabed segmentation for echosounders through direct statistical clustering of seabed echoes. *Continental Shelf Research*, 31(19–20), 2000–2011. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2011.10.004>
- Hutubessy, B. G., & Mosse, J. W. (2023). Identifying fish assemblages in tropical lagoon ecosystem: First record from Luang Island, South-west Maluku Indonesia. *Aquaculture and Fisheries*, 8(2), 221–226. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.09.004>
- Kawamoto, T., & Baba, O. (2020). Comparison of financial performance of Japanese and Australian small scale tuna longline fisheries. *Marine Policy*, 115(4), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103824>
- Khan, A. M. A., Gray, T. S., Mill, A. C., & Polunin, N. V. C. (2018). Impact of a fishing moratorium on a tuna pole-and-line fishery in eastern Indonesia. *Marine Policy*, 94(February 2017), 143–149. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.05.014>
- Khan, A. M. A., Nasution, A. M., Purba, N. P., Rizal, A., Zahidah, Hamdani, H., Dewanti, L. P., Junianto, Nurruhwati, I., Sahidin, A., Supriyadi, D., Herawati, H., Apriliani, I. M., Ridwan, M., Gray, T. S., Jiang, M., Arief, H., Mill, A. C., & Polunin, N. V. C. (2020). Oceanographic characteristics at fish aggregating device sites for tuna pole-and-line fishery in eastern Indonesia. *Fisheries Research*, 225(December 2019), 105471. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105471>
- Klemas, V. (2012). Remote sensing of environmental indicators of potential fish

- aggregation: An overview. *Baltica*, 25(2), 99–112.  
<https://doi.org/10.5200/baltica.2012.25.10>
- Li, Y., Zhu, J., Dai, X., Fu, D., & Chen, Y. (2022). Using data-limited approaches to assess data-rich Indian Ocean bigeye tuna: Data quantity evaluation and critical information for management implications. *Acta Oceanologica Sinica*, 41(3), 11–23.  
<https://doi.org/10.1007/s13131-021-1933-9>
- Manik, H. M. (2015). Measurement and numerical model of fish target strength for quantitative echo sounder. *AAFL Bioflux*, 8(5), 699–707.
- McCluney, J. K., Anderson, C. M., & Anderson, J. L. (2019). The fishery performance indicators for global tuna fisheries. *Nature Communications*, 10(1), 1–9.  
<https://doi.org/10.1038/s41467-019-09466-6>
- Parker, R. W. R., Vázquez-Rowe, I., & Tyedmers, P. H. (2015). Fuel performance and carbon footprint of the global purse seine tuna fleet. *Journal of Cleaner Production*, 103, 517–524.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.017>
- Paul, T. T., Dennis, A., & George, G. (2016). A review of remote sensing techniques for the visualization of mangroves, reefs, fishing grounds, and molluscan settling areas in tropical waters. *Coastal Research Library*, 13, 105–123. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-25121-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-25121-9_4)
- Setyadji, B., & Jatmiko, I. (2017). Comparison of Indonesian tuna longline fishing performance within and outside indonesia exclusive economic zone (Eez). *Indonesian Fisheries Research Journal*, 23(1), 1.  
<https://doi.org/10.15578/ifrj.23.1.2017.1-6>
- Siaila, S., & Rumerung, D. (2022). Analysis of the profitability of small pelagic capture fisheries in Ambon City , Indonesia. *AAFL Bioflux*, 15(2), 608–662.
- Subair, Lala M. Kolopaking, Soeryo Adiwibowo, M. B. P. (2013). Local institution and climate change adaptation on rural communities fishermen in Ambon Island , Maluku. *Masyarakat, Kebudayaan Dan Politik*, 26(2), 80–89.
- Tuaputty, H., Leasa, M., & Alimudi, S. (2023). Potential of pelagic fish in the seawaters of Salahutu district, Ambon Island and analysis of protein and fat content. *AAFL Bioflux*, 16(1), 555–563.