Penentuan Ukuran Mata Jaring untuk Keberlanjutan Udang *Penaeus merguiensis* di Perairan Papua Selatan

Edy H.P. Melmambessy[1,4], Suradi Wijaya Saputra[2], Agus Hartoko[2], Abdul Kohar Mudzakir[3]

[1]Program Doktor Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
[2]Departemen Manajemen Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
[3]Departemen Perikanan Tangkap, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Gedung C Tembalang Semarang. Jawa Tengah 50275 Indonesia
[4]Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Musamus
Jl. Kamizaun Mopah Lama Merauke 99611 Indonesia
Email: melmambessy@unmus.ac.id

Abstrak

Tingkat pemanfaatan (E) udang *Penaeus merguiensis* di perairan pantai Laut Arafura Merauke Provinsi Papua Selatan dalam kategori *over-fishing* (E=0,76/tahun untuk jantan dan betina E= 0,59/tahun). Mortalitas karena penangkapan (F) lebih besar dari mortalitas alami (M), menunjukan tekanan penangkapan tinggi. Tujuan penelitian menganalisis penentuan ukuran mata jaring untuk keberlanjutan penangkapan udang *P. merguiensis* di perairan pantai Laut Arafura Merauke Provinsi Papua Selatan. Metode survei digunakan dalam penelitian, dengan teknik pengambilan sampel: *sistimatik sampling*. Waktu pengumpulan data: Agustus 2022 - Juli 2023 pada tiga stasiun penelitian. Analisis data utamanya penentuan ukuran mata jaring. Ukuran mata jaring untuk keberlanjutan udang *P. merguiensis* di stasiun A Distrik Naukenjerai = 50,80 - 98,21 mm; stasiun B Distrik Merauke = 42,68 mm; dan stasiun C Distrik Semangga = 50,05 mm. Penentuan ukuran mata jaring ini telah mempertimbangkan ukuran pertama matang gonad udang *P. merguiensis* pada ketiga stasiun penelitian: A Distrik Naukenjerai = 42,20 mmCL, B Distrik Merauke = 40,20 mmCL, dan C = 42,00 mmCL. Pengaturan ini dimaksudkan agar udang yang tertangkap secara ekonomi menguntungkan, dan kelestarian sumber daya udang dapat dijaga. Hasil penelitian dapat dijadikan pertimbangan kebijakan penentuan ukuran mata jaring *trammel net* dan pukat tarik dalam penangkapan udang secara berkelanjutan.

Kata kunci : Selektivitas alat tangkap, Merauke

Abstract

Determination Mesh Size and Carapace Length of Penaeus merguiensis Shrimp in Waters, South Papua

The level of utilization (E) of P. merguiensis in the coastal waters of the Merauke Arafura Sea, South Papua Province is in the category over-fishing (E=0.76 year^{-1} for male and female E=0.59 year^{-1}). Mortality due to fishing (F) is greater than natural mortality (M), indicating on the high shrimp fishing pressure. The aim of the research is to analyze the determination of mesh saize for the fishing sustainability of P. merguiensis shrimp. The study uses systematic sampling. Data collection during: August 2022 - July 2023 with three research area. The main data analysis is determining the mesh size. Determination of mesh-size for the sustainability of P. merguiensis shrimp is for station A, Naukenjerai District = 50.8 - 98.21 mm; station B Merauke District = minimum 42.68 mm; and station C Semangga District = 50.05 mm. Determination of the mesh size using the carapace length of the first mature gonads of P. merguiensis shrimp at the three research stations: station A, Naukenjerai District = 42.20 mmCL, station B, Merauke District = 40.20 mmCL, and station C = 42.00 mmCL. This strategy approach is intended so that the shrimp caught are economically profitable, sustainability of shrimp resources. The results of the research can be used as a policy consideration for determining mesh sizes for trammel nets and trawls in sustainable shrimp fishing.

Keywords : *Selectivity of fishing gear, Merauke*

*Corresponding author
http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma
DOI:10.14710/buloma.v14i1.61672
Diterima/Received : 22-01-2024
Disetujui/Accepted : 01-07-2024

PENDAHULUAN

Udang panaeid yang ditemukan di Perairan Indonesia sebanyak 81 spesies (Gillett 2008). Khusus di Perairan Laut Arafura, Sumiono, *et al*. (2011) dan Suman (2015) melaporkan lebih dari 17 jenis udang penaeid, diantaranya terdiri dari empat kelompok jenis udang yang diusahakan secara komersial dan diekspor. Empat kelompok udang tersebut adalah: (1) kelompok udang windu (*P. monodon, P. semisulcatus, P. esculentus, P. indicus*), (2) udang jerbung (*P. merguiensis*), (3) kelompok udang dogol *(Metapenaeus ensis, M. endeavouri, M. eborachensis*), dan (4) kelompok udang krosok (*Parapenaeopsis stylifera, P. cornuta, P. arafurica,* dan *Solenocera australiana*). Purwanto (2013) melaporkan total keuntungan optimum dari pemanfaatan stok udang di Laut Arafura adalah sekitar US$ 168,4 juta per tahun yang dihasilkan dengan upaya penangkapan (EMEY) sekitar 388 unit setara kapal penangkap udang ukuran 130 GT, pada saat biaya penangkapan dan harga udang masing-masing US$ 552 ribu per kapal per tahun dan US$ 9,1 per kilogram.

Potensi udang *P. merguiensis* sangat berhubungan erat dengan distribusi dan siklus hidupnya (Vance & Rothlisberg 2020). Di Indonesia distribusi udang *P. merguiensis* tersebar pada sebelas wilayah pengelolaan perikanan (WPP), mulai dari WPP-571 sampai WPP-718 Laut Arafura dan sekitarnya. Estimasi potensi udang penaeid di WPP Negara Kesatuan Republik Indonesia sesuai Kepmen KP Nomor 19 Tahun 2022 dan Wijayanto, 2023 sebesar 392.886 ton. Jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) sebanyak 263.160 ton. Rata-rata tingkat pemanfaatan udang penaeid di Perairan Indonesia sebesar 0,9/tahun dalam kategori *fully-exploited*.

Estimasi potensi udang penaeid khususnya di WPP-718 Perairan Laut Arafura dan perairan sekitarnya sebesar 62.842 ton. JTB sebesar 50.274 ton, dengan tingkat pemanfaatan sebesar 0,86/tahun dalam kategori *fully-exploited* (Kepmen KP Nomor 19 Tahun 2022). Laporan penelitian tentang tingkat pemanfaat udang *P. merguiensis* secara umum sudah melebihi potensi lestarinya *(over-exploited).* Penelitian dimaksud adalah Sumiono (2012); Suman dan Satria (2014); Hargiyatno dan Sumiono (2015); Wagiyo, *et al.* (2018); Suman, *et al.* (2020); Tirtadanu dan Chodrijah (2020); Saputra, *et al.* (2018); Codrijah dan Suman (2017); Kembaren dan Ernawati (2015); Suman, *et al.* (2022); Pane, *et al.* (2023); dan Melmambessy, *et al.* (2023).

Melmambessy, *et al.* (2023) melaporkan tingkat pemanfaatan udang *P. merguiensis* baik jantan maupun betina di perairan pantai Laut Arafura Merauke Provinsi Papua Selatan. Tingkat pemanfaatan udang *P. merguiensis* jantan = 0,73/tahun dalam kategori tangkap lebih *(over-fishing*). Udang betina = 0,59/tahun dalam kategori tangkap lebih *(over-fishing*). Untuk itu berbagai alternatif pengelolaan penting dilakukan, misalnya pembatasan ukuran tangkapan minimum perlu diterapkan. Damora, *et al.* (2019) menyampaikan kombinasi dari memperkirakan parameter populasi secara hipotetis berdasarkan frekuensi panjang dengan verifikasi pada masing-masing pelaku usaha perikanan dalam deret waktu dan data tangkapan yang cukup penting untuk dilakukan dalam program perbaikan. Permen KP Nomor Per.02/Men/2011 dan Permen KP Nomor 18 Tahun 2021 mengatur ukuran *mesh size* pukat tarik pantai = 1 inch. Jika dikonversikan ke satuan milimeter, menjadi 25,40 mm. Berbeda pula dengan penelitian Mandri & Bukhari (2021) di Kelurahan Pasihe – Padang, ukuran mata jaring pukat pantai 2 cm (dikoversikan menjadi 20 mm). Perairan Pantai Aru (Laut Arafura), ukuran mata jaring *trammel net* dan *gill net* adalah 20,00 mm (Atsea, 2021). Penegasan pelarangan penggunaan alat tangkap pukat tarik telah diatur pada Permen KP No 2/Permen-KP/2015 tentang Larangan Penggunaan Alat Penangkapan Ikan pukat hela (*trawls*) dan pukat tarik (*seine nets*) di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia karena mengakibatkan menurunnya sumber daya ikan dan mengancam kelestarian lingkungan sumber daya ikan.

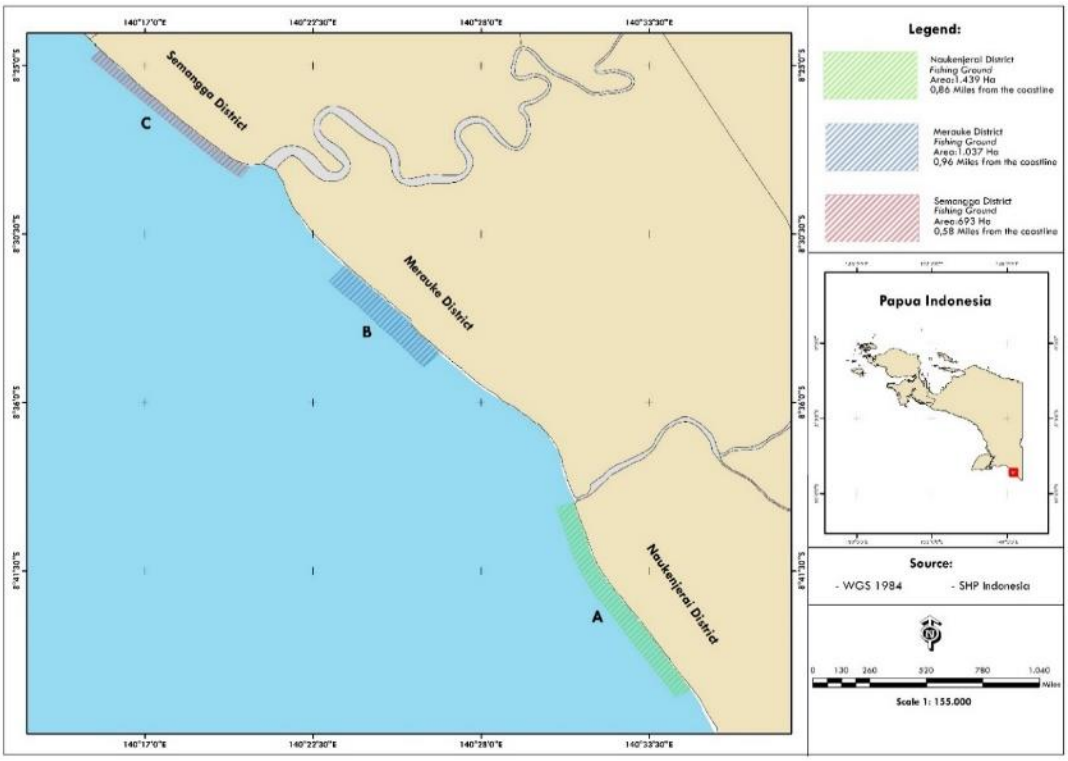
Saputra, *et al.* (2021) menyampaikan faktor seleksi alat tangkap, ukuran ikan saat pertama kali ditangkap (L_c), dan ukuran ikan pertama matang gonad (L_m) penting diketahui karena sangat mendukung bagi pengelolaan perikanan. Apalagi ketika nilai L_c lebih kecil dari nilai L_m, telah mengindikasikan bahwa ukuran udang dan ikan yang tertangkap berukuran kecil dan belum matang gonad (Saputra 2019). Melmambessy, *et al.* (2024) menyampaikan beberapa penelitian yang melaporkan ukuran pertama matang gonad udang *P. merguiensis* diantaranya: Codrijah & Suman (2017) di Perairan Tarakan, Hargiyanto, *et al.* (2015) di Perairan Dolak Laut Arafura, Nurdin & Kembaren (2015) di Perairan Sampit dan sekitarnya, dan Tirtadanu & Ernawati (2016) Perairan Utara Jawa Tengah. Namun belum menyampaikan ukuran mata jaring alat tangkap

yang digunakan. Suman *et al.* (2022) menyampaikan ukuran terkecil udang *P. merguiensis* yang boleh ditangkap di Perairan Aru, tetapi belum menyampaikan alat tangkap dan ukuran mata jaring yang digunakan. Erisal, *et al.* (2024) meneliti perikanan pukat udang di Kabupaten Mukomuko, tetapi belum meneliti ukuran mata jaring, sehingga menyarankan dilakukan penelitian tentang selektifitas alat tangkap pukat udang. Faktor seleksi alat tangkap pada perairan pesisir pantai, ditentukan oleh ukuran mata jaring. Jika tidak diatur ukuran mata jaring, maka dikuatirkan memberikan dampak negatif untuk keberlanjutan udang. Penentuan ukuran mata jaring untuk keberlanjutan udang putih (*P. merguiensis* De Man 1888) di Pantai Merauke Provinsi Papua Selatan, penting dilakukan untuk menjadi pertimbangan bagi pemerintah didalam menentukan kebijakan pengelolaan perikanan tangkap udang kedepan.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada perairan pantai Laut Arafura Merauke Provinsi Papua Selatan di tiga stasiun penelitian: A. Distrik Naukenjerai, B. Distrik Merauke, dan C. Distrik Semangga, seperti pada Gambar 1. Karakteristik masing-masing stasiun penelitian adalah Stasiun (A): ditumbuhi hutan mangrove, terdapat muara sungai, pada umumnya bersubstrat lumpur berpasir sehingga kekeruhan air laut cukup tinggi, memiliki hamparan karang mati di laut, sehingga merupakan habitat yang unik bagi udang. Stasiun (B), ditumbuhi hutan mangrove, terdapat muara sungai, pada umumnya bersubstrat lumpur berpasir sehingga kekeruhan air laut cukup tinggi, tidak memiliki hamparan karang mati di laut, sehingga merupakan area yang cukup luas untuk penangkapan udang penaeid. Dan Stasiun (C), ditumbuhi hutan mangrove, diapit oleh dua muara sungai, pada umumnya bersubstrat lumpur berpasir sehingga kekeruhan air laut cukup tinggi dan pada jarak sekitar 500 meter dari garis pantai ditemukan hanya substrat berlumpur, sehingga area untuk penangkapan udang penaeid cukup terbatas, tidak memiliki hamparan karang mati di laut.

Alat penangkapan udang utama adalah *trammel net* (*ranggo*) di stasiun A Distrik Naukenjerai, dan pukat tarik (*sapu rata*) di stasiun B Distrik Merauke dan stasiun C Distrik Semangga. Metode penelitian adalah survei (Nazir, 2003).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode pengambilan sampel udang adalah *sistimatik sampling* (Saputra, *et al.* 2013). Sampel udang diperoleh dari tiga pengumpul yang mewakili ketiga stasiun penelitian. Jumlah sampel yang diambil dilakukan secara proporsional mengikuti kriteria sebagai berikut: (1) Jika jumlah produksi udang yang didaratkan di pedagang pengumpul sebanyak 1-3 kg, maka jumlah sampel yang diambil 100% dari produksi yang didaratkan; (2) Jika jumlah produksi udang yang didaratkan di pedagang pengumpul kurang dari 50 kg (4-49 kg), maka jumlah sampel yang diambil secara acak 6,12-80% dari produksi yang didaratkan; (3) Jika jumlah produksi udang yang didaratkan di pedagang pengumpul sebanyak 50 kg, maka jumlah sampel yang diambil secara acak sebesar 6% dari produksi yang didaratkan; (4) Jika jumlah produksi udang yang didaratkan di pedagang pengumpul sebanyak 51-100 kg, maka jumlah sampel yang diambil secara acak 2-5,9% dari produksi yang didaratkan.

Data udang dikumpulkan bulan Agustus 2022 – Juli 2023, diantaranya: panjang karapas, panjang total, berat, tingkat kematangan gonad dan jenis kelamin (FAO 1998; Treece 2000; Saputra 2008; Gopalakrishnan 2014; Kembaren & Risnawati 2015; dan Vance & Rothlisberg 2020). Pengukuran, penimbangan dan pengamatan sampel udang bertempat di Laboratorium Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Musamus Merauke Papua Selatan.

Pendugaan ukuran pertama kali tertangkap (Lc)

Pendugaan ukuran udang pertama kali tertangkap menggunakan grafik hubungan antara distribusi panjang kelas (sumbu X) dengan jumlah udang yang dinyatakan dengan estimasi distribusi normal kumulatif (sumbu Y). Ukuran pertama kali tertangkap (Lc) udang putih diperoleh dari persamaan Sparre and Venema, (1992):

$$SLest = 1/(1+Exp(S_1-S_2) \times L)$$
$$L = L_C = S_1/S_2$$

Keterangan: SLest = garis kimiringan maksimum kurva logistik; S_1 = nilai intersep a (perpotongan antara garis linear dengan sumbu y); S_2 = nilai slope b (sudut kemiringan garis regresi).

Ukuran Pertama Kali Matang Gonad (Lm)

Ukuran pertama matang gonad udang dilakukan dengan dua metode:

Memplotkan presentase kumulatif ikan/udang matang gonad dengan ukuran panjang tubuh/karapasnya, kemudian dihitung menggunakan model kurva logistik standar (Saputra, *et al.* 2021):

$$Y\ (\%) = (1 + ae^{b}\ X_i)^{-1}$$

Keterangan: Y = presentase kumulatif udang matang gonad; a = konstanta; b = slope; e = eksponen, dan X_i = panjang karapas.

Metode Spearmen-Karber (Udupa, 1986) sebagai berikut:

$$m = X_k + \frac{X}{2} - (X \Sigma pi)$$

Jika $\propto$ = 0,05, maka batas-batas kepercayaan 95% dari m adalah :

$$\text{antilog}\ [m \pm 1{,}96 \sqrt{X^2 \Sigma \left(\frac{pi\ x\ qi}{ni-1}\right)}]$$

Keterangan: m = logaritma panjang ikan pada saat pertama kali matang gonad, X_k = logaritma nilai tengah kelas panjang pada saat semua ikan 100% sudah matang gonad, X = selisih logaritma nilai tengah, p_i = proporsi matang gonad pada kelas ke-i ($p_i = r_i/n_i$), r_i = jumlah matang gonad pada kelas ke-i, ni = jumlah pada kelas ke-i dan q_i adalah 1-p_i. Dengan demikian rata-rata panjang karapas udang *P. merguiensis* pada waktu mencapai kematangan gonad pertama kali adalah

$$M = \text{antilog}\ m$$

Laju Mortalitas

Pendugaan laju mortalitas total (Z) dikaji dengan metode kurva hasil tangkapan yang dikonversi ke panjang (*length-converted catch curve*) melalui paket program FISAT II (Pauly 1983); Gayanilo *et al.* (2005). Formula mortalitas sebagai berikut:

$$Z = F + M$$

Laju kematian alami (M) diduga dengan menggunakan rumus Pauly (1983):

$$\text{Log}\ M = -0{,}0066 - 0{,}279\ \text{Log} + 0{,}654\ \text{Log}\ K + 0{,}4534\ \text{Log}\ T$$

Dimana M= laju kematian alamiah; L= panjang total maksimum; K= laju pertumbuhan; T= suhu (^oC).

Laju mortalitas karena penangkapan (F), diperoleh dengan mengurangi laju kematian total (Z) dengan laju kematian alami (M).

$$F = Z - M$$

Tingkat Pemanfaatan

Tingkat pemanfaatan (E) diperoleh dari:

$$E = F / Z$$

Tingkat pemanfaatan udang *P. merguiensis* mengikuti pengkelasan oleh Pauly *et al.* (1984): dimana: nilai E < 0,5 (*under-fishing*); nilai E = 0,5 (MSY); dan nilai E > 0,5 (*over-fishing*).

Penentuan ukuran mata jaring

Penentuan ukuran mata jaring didasarkan pada kurva seleksi, diperoleh nilai SF (faktor seleksi) menurut Saputra, *et. al*. (2021):

$$L_{c\,(50\%)} = SF \times MS ;$$
$$SF = \frac{Lc}{MS} ; MS = \frac{Lc}{SF} ;$$
$$MS \text{ diharapkan} = \frac{Lm}{SF}$$

Keterangan: $L_{c\ (50\%)}$ = penentuan ukuran mata jaring; SF = faktor seleksi diperoleh dari kurva seleksi; MS = *mesh size* jaring; Lm = ukuran pertama kali matang gonad.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi alat penangkapan udang di perairan pantai Laut Arafura Merauke Provinsi Papua Selatan tersaji pada Tabel 1.

Berdasarkan data pada Tabel 1, terdapat persamaan dan perbedaan alat tangkap *trammel net* dan pukat tarik. Persamaannya adalah sesuai dengan tujuan penangkapan nelayan di Merauke, target penangkapan kedua alat tangkap ini adalah udang penaeid dan ikan. Udang penaeid yang menjadi target adalah *P. merguiensis*, *P. indicus, P. monodon, P. japonicus, P. semicultatus, Metapenaeus affinis*. Sedangkan ikan target adalah *Mugil chepalus*, *Eleutheronema tetradactylum*, *Hilsentoli, Johnius carouna* (Duwi, *et al.* 2019; Lantang *et al.* 2020). Persamaan lainnya sesuai hasil penelitian adalah kedua alat tangkap ini dioperasikan saat pasang bergerak surut dan sebaliknya surut bergerak pasang. Tetapi pada umumnya lebih banyak masyarakat nelayan di Merauke mengoperasikan alat tangkap saat pasang bergerak surut. Kecuali jika puncak penangkapan udang atau ikan target, maka volume pengoperasian alat tangkapan saat pasang bergerak surut atau surut bergerak pasang sama banyak frekuensinya, untuk meningkatkan pendapatannya.

Perbedaan kedua alat tangkap ada pada ukuran mata jaring, teknik penangkapan, jarak pelampung dan pemberat, dan bahan alat tangkap. *Trammel net* dikenal dengan sebutan jaring tiga

Tabel 1. Deskripsi alat penangkapan udang pada ketiga stasiun di perairan pantai Laut Arafura Merauke

Uraian	Stasiun A Distrik Naukenjerai	Stasiun B Distrik Merauke	Stasiun C Distrik Semangga
Jaring utama menangkap udang	*Trammel net (ranggo)*	Pukat tarik (*sapu rata*)	Pukat tarik (*sapu rata*)
Mesh size (*inner net*)	50,8 mm	10-25 mm	10-25 mm
Mesh size (outter net)	177,8 mm	-	-
Panjang	33 m	25-70 m	25-70 m
Tinggi	2-3 m	2-3 m	2-3 m
Jarak pelampung	85 cm	100 cm	100 cm
Jarak pemberat	85 cm	100 cm	100 cm
Bahan	benang polyamide (PA)	benang polyethilene (PE)	benang polyethilene (PE)
Teknik penangkapan	pasif	Aktif	Aktif
Target tangkapan	Udang penaeid dan ikan	Udang penaeid dan ikan	Udang penaeid dan ikan
Pengoperasian alat tangkap	Pasang bergerak surut dan surut bergerak pasang	Pasang bergerak surut dan surut bergerak pasang	Pasang bergerak surut dan surut bergerak pasang

Gambar 2. Pukat tarik (*sapu rata*) saat dioperasikan

lapis atau dalam bahasa lokal Merauke disebut *ranggo*. Lapisan luar ada dua lembar yang disebut *outter net* dengan ukuran mata jaring yang sama, dan lapisan dalam hanya satu lembar disebut *inner net. Outter net* dengan *mesh size* 177,8 mm dan *inner net* dengan *mesh size* 50,8 mm.

Pukat tarik memiliki *mesh size* relatif kecil 10-25 mm sehingga dapat menangkap udang dan ikan relatif semua ukuran. Karena kemampuan menangkap udang dan ikan relatif semua ukuran, sehingga pukat tarik disebut dalam bahasa lokal Merauke adalah *sapu rata*. Tidak ada perbedaan alat tangkap pukat tarik pada stasiun B dan C, perbedaanya hanya pada karakteristik perairan dan waktu pengoperasian alat tangkap, karena luas daerah *fishing ground* stasiun B lebih luas dari stasiun C.

Trammel net dioperasikan oleh satu orang nelayan dengan cara pasif, yakni menghanyutkan satu sisi jaring mengikuti arus saat pasang bergerak surut atau sebaliknya surut bergerak pasang. Sedangkan sisi lainnya, tali ris atas dan tali ris bawah diikat pada sebuah kayu atau bambu yang ditancapkan pada dasar perairan. Hal ini sejalan dengan Permen KP Nomor Per. 02/Men/2011 bahwa *trammel net* termasuk alat tangkap pasif dan statis. Pukat tarik dioperasikan oleh dua orang nelayan secara aktif (Permen KP Nomor 18 Tahun 2021) pada saat pasang bergerak surut atau sebaliknya surut bergerak pasang. Ada yang bertugas sebagai kepala, dimana fungsinya sebagai pengatur saat pengoperasian alat tangkap pukat tarik, dan posisinya di bagian laut yang lebih dalam. Sedangkan yang seorang lagi bertugas sebagai kemudi dan punya posisi lebih dekat dengan garis pantai. Pengoperasian pukat tarik dibantu dengan dua bambu yang panjangnya 2-3 meter. Tali ris atas dan tali ris bawah pukat tarik diikatkan pada kedua ujung bambu untuk membantu merentangkan jaring saat operasi dan meringankan nelayan saat penarikan jaring. Pengoperasian pukat tarik (*sapu rata*) seperti pada Gambar 2.

Jarak pelampung dan pemberat jaring *trammel net* = 85 cm, sedangkan pukat tarik = 100 cm. Menurut nelayan di Merauke bahwa jarak pelampung pada *trammel net* = 85 cm dimaksud agar ketika jaring dioperasikan tetap fleksibel, ada kekenduran dan tetap terlihat pada permukaan perairan ketika menangkap udang dan ikan demersal. Fungsi pelampung pada pukat tarik adalah memberi daya apung dan merentangkan sayap serta membuka mulut jaring ke atas. Untuk pukat tarik karena pengoperasiannya secara aktif dan dibantu dengan bambu berukuran 2-3 m untuk merentangkan jaring, sehingga dengan jarak pelampung dan pemberat 100 cm sudah cukup baik. Persamaan *trammel net* dan pukat tarik pada tinggi jaring dan bahan yang digunakan. Tinggi kedua jaring adalah 2-3 meter, sedangkan bahan utama jaring adalah benang polyethilene. Tinggi jaring berhubungan dengan kekenduran dan sasaran hasil tangkapan. Rihmi, *et al.* (2017) menyatakan *trammel net* merupakan jaring insang yang dioperasikan di dasar perairan. Sasaran tangkap utamamanya berbagai jenis organisme demersal, seperti udang, ikan demersal dan rajungan. Mardiah, *et al* (2017) melaporkan bahwa

konstruksi *trammel net* dengan tiga kekenduran menghasilkan jumlah hasil tangkapan yang dua kali lebih banyak dibandingkan dengan *trammel net* standar.

Bahan utama kedua jaring adalah benang *polyamide* (PA) untuk *trammel net*, dan *polyethilene* (PE) untuk pukat tarik. Hal ini didasarkan pengalaman nelayan menggunakan bahan benang *polyamide* dan *polyethilene* umur pakainya lebih lama. Puspito (2009) menyatakan bahwa nelayan beralih menggunakan jaring sintesis, yang terbuat dari benang karena memiliki lebih banyak keunggulan, diantaranya: lebih kuat, tahan lama, murah, mudah dirawat dan mudah dibuat menjadi alat tangkap. Adapun perbedaan kedua bahan disampaikan Prado *et al.* (2012) tersaji pada Tabel 2.

Hasil tangkapan udang *P. merguiensis*

Hasil tangkapan udang *P. merguiensis* pada ketiga stasiun penelitian di perairan pantai Laut Arafura Merauke Provinsi Papua Selatan seperti pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3, Terdapat perbedaan hasil tangkapan pada masing-masing stasiun. Perbedaan disebabkan oleh penggunaan jenis alat tangkap yang berbeda dengan ukuran *mesh size* yang berbeda. Pada stasiun A Distrik Naukenjerai, nelayan menggunakan *trammel net* dengan *mesh size* 58,20 mm lebih besar dari kedua stasiun lainnya yang menggunakan pukat tarik dengan *mesh size* 10,00-25,00 mm. Ihsan, *et al.* (2021) menemukan hubungan panjang dan berat hasil tangkapan udang terhadap *mesh size gill net* dasar adalah bahwa jumlah udang lebih banyak dan lebih berat pada *mesh size* 5 inchi (127 mm) daripada *mesh size* 4 inchi (101,6 mm).

Berdasarkan jumlah dan bobot udang *P. merguiensis* pada Tabel 2, terdapat perbedaan juga pada masing-masing stasiun. Adanya perbedaan hasil tangkapan ini disebabkan perbedaan alat tangkap, luasnya area *fishing ground* yang berbeda dan perbedaan frekuensi penangkapan. Luas area *fishing graund* pada stasiun A = 1.439 Ha, tetapi frekuensi penangkapan hanya 6 bulan dari 12 bulan. Luas area *fishing ground* pada stasiun B = 1.037 Ha, dengan frekuensi penangkapannya lengkap 12 bulan. Stasiun C luas area *fishing ground* = 693 Ha dengan frekuensi penangkapan 10 bulan dari 12 bulan. Frekuensi penangkapan udang pada stasiun A Distrik Naukenjerai dan stasiun C Distrik Semangga tidak lengkap mencapai 12 bulan karena faktor cuaca (angin, gelombang), dan sedimentasi yang tinggi. Irawan, *et al.* (2022) menyatakan nelayan adalah orang dan komunitas sosial yang sumber pendapatan mereka sangat bergantung pada lingkungan laut dan pesisir. Perubahan iklim seperti kenaikan suhu permukaan air laut, curah hujan yang polanya berubah-ubah, munculnya cuaca ekstrim yang tidak bisa diprediksi oleh nelayan yang menghadirkan gelombang besar menyebabkan perubahan pola perilaku kehidupan nelayan dalam mencari nafkah. Tiro, *et al.* (2023) mengatakan nelayan di Sorong Papua Barat tidak melaut karena kendala musim. Gustika, *et al.* (2023) menyatakan bahwa perubahan cuaca yang tidak dapat diprediksi serta variabilitas iklim menimbulkan tekanan pada kemampuan nelayan kecil untuk melaut. Faktor iklim mengendala kemampuan menangkap ikan dan pendapatan nelayan.

Mortalitas dan tingkat pemanfaatan

Mortalitas dan tingkat pemanfaatan udang *P. merguiensis* di perairan pantai Laut Arafura seperti pada Tabel 4. Berdasarkan mortalitas dan tingkat pemanfaatan udang *P. merguiensis* pada Tabel 4 terlihat mortalitas akibat penangkapan (F) baik jantan = 5,48/tahun maupun betina = 2,45/tahun lebih besar dari mortalitas alami (M) udang *P. merguiensis* jantan = 1,76/tahun maupun betina = 1,73/tahun. Perbedaan ini menunjukan besarnya tekanan penangkapan udang *P. merguiensis* di perairan pantai Laut Arafura Merauke Provinsi Papua Selatan. Hal ini diperkuat dengan tingkat pemanfaatan udang *P. merguiensis* baik jantan = 0,76/tahun maupun betina = 0,59/tahun telah *over-fishing* (Melmambessy, *et al.* (2023). Hal yang sama disampaikan oleh Suman, *et al.* (2022) di Perairan Aru (Laut Arafura) bahwa mortalitas penangkapan = 2,22/tahun lebih besar dari mortalitas alami = 1,57/tahun, dan tingkat pemanfaatan = 0,59/tahun telah *over fishing.* Pane, *et al.*(2023*)* melaporkan tingkat pemanfaatan di Perairan Kaimana (Laut Arafura) = 0,70/tahun juga telah *over-fishing.* Berdasarkan data mortalitas dan tingkat pemanfaat udang *P. merguiensis* di atas, maka perlu diatur pengelolaannya. Salah satunya melalui penentuan ukuran mata jaring (Saputra, *et al.* 2019).

Penentuan ukuran mata jaring

Hasil analisis penentuan ukuran mata jaring pada ketiga stasiun penelitian pada perairan pantai Laut Arafura Merauke Provinsi Papua Selatan seperti Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, perbandingan penentuan ukuran mata jaring pada masing-masing stasiun penelitian di perairan pantai Laut Arafura

Tabel 2. Perbedaan Bahan Utama Pembuatan Jaring (Prado *et al*., 2012)

Uraian	benang *polyamide* (PA)	benang *polyethilene* (PE)
Sifat fisik	a. tenggelam (berat jenis = 1,14) b. kekuatan & daya tahan gesekan baik c. kemuluran dan ketenturan amat baik	a. terapung (berat jenis = 0,94-0,96) b. ketahanan gesekan baik c. ketenturan baik

Tabel 3. Hasil tangkapan udang *P. merguiensis* di perairan pantai Laut Arafura Merauke

Uraian	Stasiun A Distrik Naukenjerai	Stasiun B Distrik Merauke	Stasiun C Distrik Semangga
Panjang karapas/CL (mm)	16,00 – 55,30	6,40 - 47	8,80 - 54,10
Rata-rata CL (mm)	34,23	20,70	23,34
Jumlah udang (ind)	401	1801	951
Bobot udang (ton)	13,688	19,499	16,128
Luas area *fishing ground* (Ha)	1.439	1.037	693
Frekuensi penangkapan	6 kali dari 12 bulan	12 kali dari 12 bulan	10 kali dari 12 bulan

Tabel 4. Mortalitas dan tingkat pemanfaatan udang *P. merguiensis* di Perairan Laut Arafura

Jenis Kelamin	Mortalitas Total Z (tahun)	Mortalitas Alami M (tahun)	Mortalitas Penangkapan F (tahun)	Tingkat pemanfaatan E (tahun)	Peneliti
Jantan	7,24	1,76	5,48	0,76	Melmambessy, *et. al.* 2023
Betina	4,18	1,73	2,45	0,59	
Gabungan	3,79	1,57	2,22	0,59	Suman, *et al.* 2022
Gabungan	-	-	-	0,70	Pane, *et al.* 2023

Keterangan: Gabungan (jantan dan betina)

Merauke, pada stasiun A Distrik Naukenjerai nelayan mengutamakan jaring *trammel net (ranggo*) untuk menangkap udang dengan *mesh size* = 50,80 mm. Pada stasiun B Distrik Merauke dan stasiun C Distrik Semangga, nelayan mengutamakan pukat tarik (*sapu rata*) dengan *mesh size* 10,00 – 25,00 mm untuk menangkap udang. Setelah dianalisis penentuan ukuran mata jaring sesuai formula Saputra, *et. al* (2021), maka ukuran mata jaring yang tepat untuk keberlanjutan udang *P. merguiensis* pada masing-masing stasiun adalah stasiun A = 50,80 – 72,24 mm; stasiun B = 42,21 – 50,25 mm; dan stasiun C = 42,00 – 42,73 mm. Penentuan ukuran mata jaring ini telah mempertimbangkan ukuran pertama matang gonad udang *P. merguiensis* pada ketiga stasiun penelitian: stasiun A Distrik Naukenjerai = 42,20 mmCL, stasiun B Distrik Merauke = 40,20 mmCL, dan stasiun C = 42,00 mmCL. Hal ini sejalan dengan penelitaian Suman, *et al.* (2022) bahwa penetapan ukuran udang *P. merguiensis* terkecil yang boleh ditangkap adalah berdasarkan ukuran pertama matang gonad (Lm). Ukuran terkecil udang *P. merguiensis* yang boleh ditangkap di Perairan Aru (Laut Arafura) dan sekitarnya adalah 38,8 mmCL.

Tetapi berbeda dengan Permen KP Nomor Per.02/Men/2011 dan Permen KP Nomor 18 Tahun 2021 mengatur ukuran *mesh size* pukat tarik pantai = 1 inch. Pada Permen KP Nomor Per.02/ Men/2011, disebutkan bahwa alat penangkap ikan (API) pukat tarik pantai (*beach seine*) sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (1) huruf a merupakan API yang bersifat aktif dioperasikan dengan menggunakan ukuran *mesh size* 1 inch. Ukuran *mesh size* 1 inch jika dikonversikan ke satuan milimeter, menjadi 25,40 mm. Berbeda pula dengan penelitian Mandri & Bukhari (2021) di Kelurahan Pasihe – Padang, ukuran mata jaring pukat pantai 2 cm (dikoversikan menjadi 20 mm).

Tabel 5. Perbandingan penentuan ukuran mata jaring pada masing-masing stasiun penelitian di perairan pantai Laut Arafura Merauke

Uraian	Stasiun A Distrik Naukenjerai	Stasiun B Distrik Merauke	Stasiun C Distrik Semangga
Jaring utama menangkap udang	*Trammel net (ranggo)*	Pukat tarik (*sapu rata)*	Pukat tarik (*sapu rata*)
Mesh size (MS) di lapangan (mm)	50,80	10,00 - 25,00	10,00 – 25,00
Mesh size minimum (mm)	50,80	21,00	24,00
$L_{c50\%}$ udang jantan (mmCL)	32,00	17,80	21,50
$L_{c50\%}$ udang betina (mmCL)	35,50	21,00	24,00
$L_{c50\%}$ gabungan Jantan & betina (mmCL)	34,00	20,00	24,00
Selection Factors: SF = Lc / MS (mm)	0,58	0,95	1,00
$L_{m50\%}$ (mmCL)	42,20	40,20	42,00
MS = Lc / SF (mm)	50,80	21,00	24,00
MS diharapkan = Lm / SF (mm)	72,24	42,21	42,00
MS untuk keberlanjutan udang (mm)	50,80 -72,24	42,21 – 50,25	42,00 – 43,75

Penegasan pelarangan penggunaan alat tangkap pukat tarik telah diatur pada Permen KP No 2/Permen-KP/2015 tentang Larangan Penggunaan Alat Penangkapan Ikan Pukat Hela (*trawls*) dan Pukat Tarik (*seine nets*) di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia karena mengakibatkan menurunnya sumber daya ikan dan mengancam kelestarian lingkungan sumber daya ikan. Hal yang sama disampaikan juga oleh Najamuddin, *et al.* (2019).

Sehingga pengelolaan perikanan melalui pengendalian ukuran udang yang boleh ditangkap, perlu dikaitkan dengan pengaturan upaya penangkapan. Pengaturan ini dimaksudkan agar udang yang tertangkap ukurannya tidak terlalu kecil, sehingga secara ekonomi menguntungkan, dan kelestarian sumber daya udang dapat dijaga. Penetapan ukuran pertama kali tertangkap (Lc), dapat mengacu dari hasil kajian selektifitas alat tangkap, dan kajian pada ukuran pertama kali matang gonad (Lm) (Saputra 2019). Aplikasi konsep Lc = Lm sebagai penentuan ukuran yang boleh ditangkap, disamping menghasilkan biomass per individu optimal, juga menjamin terjadinya rekrutmen dan pembentukan stok baru sehingga sumber daya udang dijaga kelestariannya. Pada Lc = Lm maka udang yang tertangkap tersebut sedikitnya 50% telah pernah memijah. Berdasarkan hal tersebut rekrutmen akan terjamin, dan upaya penangkapan dapat terus berlanjut. Sebaliknya, apabila udang yang tertangkap adalah udang kecil atau udang muda, akan mengakibatkan terjadinya *growth over-fishing*.

KESIMPULAN

Ukuran pertama kali tertangkap udang *P. merguiensis* lebih kecil dibandingkan ukuran pertama kali matang gonad, baik dengan menggunakan *trammel net (ranggo)* maupun pukat tarik (*sapu rata*). Dengan demikian, ukuran mata jaring yang digunakan pada *trammel net* dan jaring tarik harus di atas ukuran ikan yang pertama kali matang gonad. Agar dapat memberikan kesempatan bagi sumber daya udang *P. merguiensis* untuk minimal sekali memijah sebelum ditangkap, untuk dapat meneghasilkan keturunan yang berpeluang mendukung rekruitmen untuk meningkatkan populasinya di alam. Penelitian ini berkontribusi untuk pertimbangan penentuan ukuran mata jaring bagi udang penaeid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapan terima kasih dan penghargaan kepada: Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP), Kementerian Keuangan Republik Indonesia atas bantuan beasiswa LPDP untuk pembiayaan penelitian ini. Dinas Pertanian, Pangan, Kelautan dan Perikanan Provinsi Papua Selatan atas dukungan data penelitian. Dinas Perikanan Kabupaten Merauke untuk data dan

informasi perikanan pada ketiga stasiun, dan Para pedagang pengumpul dan nelayan pada ketiga stasiun penelitian di Merauke.

DAFTAR PUSTAKA

Atsea. 2021. Profil Perikanan Udang Kepulauan Aru Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP-718). Arafura and Timor Seas Ecosystem Action Phase 2 (ATSEA-2) Project, 50 hlm.

Damora, A., Iqbal, T.H., Firmanhadi, F., Dewiyanti, I., Umam, A.H. & Persada, A.Y. 2019. Distribution of Three Species of Penaeus in Mangrove Ecosystem Area of Langsa, Aceh, Indonesia. *IOP Conference* Series: *Earth and Environmental Science* 348(1): p.012112.

Erisal, A., Wiyono, E.S., Zulkarnain, Azbas, A. & Taurusman. 2024. Perikanan Pukat Udang di Kabupaten Mukomuko Yang Berbasis di Pangkalan Pendaratan Ikan Pasar Bantal. *Albacore,* 8(1): 23-34.

Food and Agricultural Organization (FAO). 1998. The living marine resaurces of the Western Central Pasific. Volume 2. Chepalopoda, Crustaceans, Holothurians and sharks. Rome: FAO.

Gayanilo Jr.F.C., Sparre P., & Pauly D. 2005. FAO-ICLARM stock assessment tools II (FiSAT II). Users's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries), No. 8, Revised version, FAO, Rome, 168 pp.

Gillett, R. 2008. Global study of shrimp fisheries. FAO fisheries technical paper No. 475. Rome: FAO. 331 pp.

Gopalakrishnan, A. 2014. Methodologies for studying finfish and shellfish biology. Central Marine Fisheries Research Institute (Indian Council of Agricultural Research).

Gustika, W., Dharmawan, A.H., Abdulkadir, M. & Sunito. 2023. Kerentan Nafkah Rumahtangga Nelayan dalam Tekanan Variabilitas Iklim: Studi Kasus Desa Dendun, Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(1): 43-56.

Hargiyatno, I.T., Anggawangsa R. F., & Sumiono B. 2015. Sebaran Spasio-Temporal Ukuran dan Densitas Udang Jerbung (*Penaeus Merguiensis* de Man, 1907) di Sub Area Dolak, Laut Arafura (WPP-NRI 718). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 21(4): 261-269.

Ihsan, Tajuddin M., & Asni A. 2021. Pemilihan Ukuran Mata Jaring untuk Menangkap Udang Karang di Perairan Pulau Salemo Kecamatan Liukang Tupabbiring Kabupaten Pangkep. Seminar Ilmiah Nasional Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muslim Indonesia "*Inovasi Teknologi Perikanan dan Ilmu Kelautan Untuk Kemaslahatan Bangsa di Tengah Pandemi Covid-19*" Makassar. Halaman 163-174.

Irwan, A., Nugroho F., & Zulkarnain. 2017. The Fishing Activity on North Seasons in The Village of Batu Limau Ungar Subdistrict Karimun Regency Riau Island Province of Indonesia. *JOM*, 4(1): 1-10.

Kembaren, D. D., & Ernawati T. 2015. Dinamika Populasi dan Estimasi Rasio Potensi Pemijahan Udang Jerbung (*Penaeus merguiensis* de Man, 1907) di Perairan Teluk Cenderawasih dan Sekitarnya, Papua. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia,* 21(3): 201-210.

Kembaren, D.D., dan T. Risnawati., 2015. *Panduan Identifikasi Udang dan Krustasea lain*. Balai Penelitian Perikanan Laut Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan Litbang Kementerian Kelautan dan Perikanan. p.1-20.

Kepmen KP Nomor 19 Tahun 2022 tentang Estimasi Potensi, Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.

Mandri, M.R., & Bukhari. 2021. Analisis Hasil Tangkapan Pukat Pantai di Kelurahan Pasie Nantigo Kecamatan Koto Tangah Kota Padang. Article of Undergraduate Research, Faculty of Fisheries and Marine Science, Bung Hatta University, 19(2): 1-2.

Mardiah, R.S., Puspito, G., & Mustaruddin. 2017. Koreksi kekenduran trammel net. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 7(1): 1-10.

Melmambessy, E.H.P., Saputra S.W., Hartoko A., & Mudzakir A.K. 2023. *Penaeus merguiensis* (De Man, 1888) shrimp exploitation rate in the Arafura Sea, Merauke, South Papua. *AACL Bioflux*, 16(6): 3150-3160.

Melmambessy E.H.P., Saputra S.W., Hartoko A., Mudzakir A.K. 2024 Biological aspects of shrimp *Penaeus merguiensis* De Man (1888) in the Arafura Sea, Merauke, South Papua Province, Indonesia. *AACL Bioflux,* 17(1): 331-344.

Moegni, N., Rizki A., & Prihantono G. 2014. Adaptasi Nelayan Perikanan Laut Tangkap dalam Menghadapi Perubahan Iklim. *Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan*, 15(2): 182-189.

Najamuddin, Palo, M., Assir, A., & Busman., 2019. Analisis Aspek Teknis Jaring Payang di Perairan Mamuju, Sulawesi Barat. *Jurnal IPTEKS PSP*, 6(12): 214 – 229.

Nazir, M., 2003. Research Methodology. (Volume cetakan pertama). Penerbit: Ghalia Indonesia, Jakarta.

Pauly D. 1983. Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (part 1). *Fishbyte*, 1(2): 9-14.

Pauly D. 1984. Fish Population Dynamics in Tropical Waters: a manual for use with programmable calculators. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 325 pp.

Pane, A.R.P., Pradisty N.A., Widyastuti H., Fauzi M., Mardlijah S., Hanintyo R., Noegroho T., & Panggabean A.S. 2023. Exploitation Status and Spawning Potential Ratio of banana prawn (*Penaeus merguiensis*) after trawling ban in Kaimana, West Papua. *Regional Studies in Marine Science*, 61(1): p.102884.

Permen KP Nomor Per.02/Men/2011 tentang Jalur Penangkapan Ikan dan Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.

Permen KP Nomor 2/Permen-KP/2015 tentang Larangan Penggunaan Alat Penangkapan Ikan Pukat Hela (*Trawls*) dan Pukat Tarik (*Seine Nets*) di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.

Permen KP Nomor 18 Tahun 2021 tentang Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia dan Laut Lepas serta Penataan Andon Penangkapan Ikan.

Prado, J., P.Y. Dremiere Kolaborasi Fishery Industries Devition FAO bersama IFREMER Sete France. 2012. Petunjuk Praktis Bagi Nelayan. Diterbitkan Dalam Edisi Bahasa Indonesia atas Ijin Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) oleh Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Purwanto. 2013. Status Bio-Ekonomi Perikanan Udang di Laut Arafura. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 18(2): 79-89.

Puspito, G. 2009. Pengawetan: Pengaruhnya pada Sifat-Sifat Fisik Benang dan Simpul Jaring. Diterbitkan oleh: Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.

Rihmi, M.K., Puspito G., & Wahju R.I. 2017. Modifikasi konstruksi *trammel net*: upaya untuk meningkatkan hasil tangkapan. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 8(2): 169-178.

Saputra, S. W., 2008. Pedoman Identifikasi Udang Subordo Macrura Natantia. Diterbitkan oleh: Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang hal. 1-86.

Saputra, S.W., Djuwito, & Rutiyaningsih A. 2013. Beberapa Aspek Biologi Udang Jerbung (*Penaeus merguiensis*) di Perairan Pantai Cilacap Jawa Tengah. *Journal of Management of Aquatic Resource*, 2(3): 47-55.

Saputra, S.W., Sholichin, A. & Taufani, W.T. 2018. Growth, Mortality, and Exploitation of Rate *Penaeus merguiensis* in the North Coast of Central Java, Indonesia. *Journal Ilmu Kelautan*, 23(4): 207-214.

Saputra, S.W. 2019. Pengelolaan Sumberdaya Udang Penaeid untuk Kelestarian dan Peningkatan Pendapatan Nelayan. Pidato Pengukuhan disampaikan pada Upacara Penerimaan Jabatan Guru Besar/Profesor Dosen Tetap dalam Bidang Manajemen Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Penerbit UNDIP Press Semarang.

Saputra, S.W., Ghofar, A., Solichin, A. & W.T. Taufani. 2021. Dinamika Populasi Ikan. Pertama. ed. Penerbit: UNDIP Press Semarang. Semarang Indonesia.

Sparre, P., & Venema, S.C. 1992. Introduction to Tropical Fish Stock Assesment. FAO Fisheries Technical Paper 306 (1). 336 pp.

Suman, A., & Satria F., 2014. Opsi Pengelolaan Sumberdaya Udang di Laut Arafura (WPP 718). *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 6(2): 97-104.

Suman, A. 2015. Hasil penelitian terkini sumber daya udang di Laut Arafura (WPP-718). Bahan presentasi dalam rangka pertemuan narasumber kegiatan penelitian kajian kebijakan penutupan penangkapan untuk pengelolaan perikanan udang di WPP 718 (Laut Arafura) (p. 39), Depok, 29 Juni 2015. Pusat Riset Perikanan, Jakarta.

Suman, A., Kembaren D.D., Pane A.R.P., & Taufik

M. 2020. Status Stok Udang Jerbung (*Penaeus merguiensis*) di Perairan Bengkalis dan sekitarnya serta kemungkinan pengelolaannya secara berkelanjutan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 12(1): 11-22.

Suman, A., Kembaren D.D., & Taufik M. 2022. Beberapa Aspek Biologi Udang Jerbung (*Penaeus merguiensis*) di Perairan Kepulaun Aru dan Sekitarnya (Laut Arafura) Sebagai Dasar Kebijakan Pengelolaannya Secara Berkelanjutan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 14(1): 35-46.

Sumiono, B., Aisyah S., & Badrudin. 2011. Proporsi Udang dan Hasil Tangkapan Sampingan Perikanan Pukat Udang di Sub Area Laut Arafura. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia,* 17(1): 41–49.

Sumiono, B. 2012. State of Penaeid Shrimp Resource and Fishery in Indonesia Andtheir Alternative Management. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 4(1): 27-34.

Syahailatua, A. 2008. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Perikanan. *Oseana,* 33(2): 25–32

Tiro, A.R., Irianti, M., & Wardani, R.C. 2023. Sosialisasi Gerakan Teras Cuaca Nelayan. *Jurnal ABDIMASA Pengabdian Masyarakat,* 6 (1):59-64.

Tirtadanu, & Chodrijah U. 2020. Laju Tangkap, Karakteristik Biologi dan Status Pemanfaatan Udang Jerbung (*Penaeus merguiensis* DE MANN, 1988) dan Udang Dogol (*Metapenaeus affinis* H. MILNE EDWARDS, 1837) di Perairan Cilacap. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia,* 26(1): 47-58.

Treece, G.D. 2000. Shrimp Maturation and Spawning. UJNR Technical Report No. 28, 121-134 pp.

Udupa, K.S. 1986. Statistical Method of Estimating the size at Firstmaturity in fishes. *ICLARM Metro Manila Fishbyte*, 4(2):8-10.

Vance, D.J., & Rothlisberg, P.C. 2020. The Biology and Ecology of the banana prawns: *Penaeus merguiensis* de Man and *P. indicus* H. Milne Edwards. *Advances in Marine Biology*, 86(1):1-139.

Wagiyo, K., Damora A., & Pane A.R.P. 2018. Aspek Biologi, Dinamika Populasi dan Kepadatan Stok Udang Jerbung (*Penaeus Merguiensis* de Man, 1888) di Habitat Asuhan Estuaria Segaraanakan, Cilacap. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia,* 24(2): 127–136.

Wijayanto, D. 2023. Pemodelan Bioekonomi untuk Kebijakan Perikanan Tangkap yang Berkelanjutan. Pidato Pengukuhan pada Upacara Penerimaan Jabatan Guru Besar dalam bidang Bioekonomi Perikanan pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Penerbit UNDIP Press Semarang.