

Analisis Kesesuaian Perairan untuk Budidaya Ikan Kerapu Macan (*E. fuscoguttatus*) di Sekitar Perairan P. Menjangan Besar dan Menjangan Kecil Karimunjawa

Ulfah Nurjanah¹, Widianingsih^{1*}, Muhammad Helmi², Ria Azizah Tri Nuraini¹

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

²Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275 Indonesia

Email: widia2506@gmail.com

Abstrak

Industri perikanan budidaya dengan sistem keramba jaring apung di era modern ini telah berkembang menjadi salah satu industri pangan yang memiliki pertumbuhan tercepat di dunia. Keterbatasan informasi mengenai lokasi yang berpotensi untuk kegiatan budidaya menjadi faktor yang mempengaruhi perkembangan industri ini. Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil memiliki potensi untuk pengembangan kegiatan budidaya perikanan. Ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) menjadi salah satu komoditas yang dapat dibudidayakan dengan teknologi keramba jaring apung. Penentuan lokasi yang sesuai untuk kegiatan budidaya ikan kerapu macan dengan keramba jaring apung sangat diperlukan untuk mendukung efektivitas budidaya. Beberapa parameter yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan lokasi yaitu parameter suhu permukaan laut, salinitas, pH, oksigen terlarut, kedalaman perairan, kecerahan perairan, arus dan gelombang. Parameter kualitas perairan tersebut berperan penting dalam kehidupan organisme perairan. Penelitian ini dilakukan melalui survei pada 35 titik stasiun dengan metode *purposive sampling*. Pemodelan arus dan gelombang juga dilakukan untuk mengetahui kecepatan arus dan ketinggian gelombang pada lokasi penelitian. Pemodelan arus dan gelombang dilakukan untuk mewakili setiap musim. Analisis data dilakukan melalui modifikasi pada matriks kriteria kesesuaian. Hasil setiap parameter yang diperoleh kemudian diintegrasikan melalui Sistem Informasi Geografis dengan menggunakan ArcGIS 10.8. Berdasarkan hasil integrasi diperoleh luas area perairan yang tergolong sangat sesuai seluas untuk kegiatan budidaya ikan kerapu macan seluas 56.15 ha.

Kata kunci: Geospasial, Ikan Kerapu Macan, Kesesuaian Perairan, Menjangan Besar, Menjangan Kecil

Abstract

*Analysis of Water Suitability for Cultivating Tiger Grouper (*E. fuscoguttatus*) Around the Waters of Menjangan Besar Island and Menjangan Kecil Island, Karimunjawa*

*The aquaculture industry using floating net cage systems in the modern era has developed into one of the fastest-growing food industries in the world. Limited information regarding potential locations for cultivation activities is a factor influencing the development of this industry. The waters of Menjangan Besar and Menjangan Kecil Islands have the potential for developing fisheries cultivation activities. Tiger grouper (*E. fuscoguttatus*) is one of the commodities that can be cultivated using floating net cage technology. Determining a suitable location for tiger grouper cultivation activities using floating net cages is crucial to support the effectiveness of cultivation. Several parameters that need to be considered in determining the location are sea surface temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, water depth, water brightness, currents, and waves. These water quality parameters play an important role in the life of aquatic organisms. This research was conducted through a survey at 35 stations using a purposive sampling method. Current and wave modeling was also carried out to determine the current speed and wave height at the research location. Current and wave modeling is carried out to represent each season. Data analysis was carried out through modifications to the conformity criteria matrix. The results of each parameter obtained were then integrated through the Geographic Information System using ArcGIS 10.8. Based on*

*Corresponding author

DOI:10.14710/buloma.v13i2.54666

<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma>

Diterima/Received : 25-05-2023

Disetujui/Accepted : 21-03-2024

the integration results, it was obtained that the water area classified as very suitable for tiger grouper cultivation activities was 56.15 ha.

Keywords: *Geospatial, Tiger Grouper, Water Suitability, Menjangan Besar, Menjangan Kecil*

PENDAHULUAN

Industri *mariculture* merupakan salah satu industri yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia. Hal ini disebabkan karena Indonesia memiliki wilayah perairan yang luas. Selain itu, adanya permintaan produk perikanan yang terus meningkat dan nilai komoditas yang menjanjikan. Beberapa komoditas perikanan yang memiliki permintaan pasar dan nilai ekonomis yang tinggi yaitu ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*), ikan kerapu bebek (*C. altivelis*) dan ikan kerapu sunuk (*P. leopardus*) (Ismi dan Budi, 2022). Indonesia berperan sebagai salah satu negara produsen ikan kerapu terbesar. Berdasarkan data yang dirilis oleh FAO (2017), sebanyak 155.000 ton ikan kerapu dengan nilai sebesar USD 630 juta dibudidayakan di Tiongkok, Taiwan dan Indonesia. Ekspor perikanan kerapu Indonesia selama periode kuartal pertama tahun 2020 mencapai 4.040 ton, baik berupa ikan segar maupun beku dengan nilai mencapai USD 19,97 juta (Achmad *et al.*, 2022; Razi *et al.*, 2022). Produksi perikanan kerapu di Indonesia telah mampu menyumbang sebanyak 11% dari total produksi global (Novriadi, 2019). Sementara itu, Potensi perikanan tangkap Karimunjawa didominasi oleh spesies ikan kuwe (*Caranx* spp.), ikan ekor kuning (*Caesio cuning*) dan ikan kerapu (*Ephinephelus* spp.) (Simbolon *et al.*, 2016).

Kegiatan budidaya perikanan dapat dilakukan dengan menggunakan sistem keramba jaring apung (KJA). Budidaya dengan KJA banyak dilakukan dalam kegiatan budidaya perairan laut. Hal ini salah satunya disebabkan karena budidaya dengan KJA memiliki tingkat produktivitas tinggi (Astuti *et al.*, 2020). Salah satu biota yang dapat dibudidayakan dengan sistem KJA yaitu ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*). Spesies ini hidup pada habitat perairan tropis dan tersebar secara luas di Kawasan perairan Indo-Pasifik, Laut Merah, Jepang hingga Australia (Vincentius, 2020). Budidaya ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) banyak dilakukan di Indonesia karena pertumbuhannya yang cenderung lebih cepat dibandingkan jenis ikan kerapu lainnya (Della *et al.*, 2019).

Pemilihan lokasi untuk lahan keramba jaring apung perlu memperhatikan kondisi geospasial dan lingkungan. Hal ini bertujuan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan organisme budidaya, serta mencegah dan meminimalisasi kemungkinan pencemaran perairan akibat limbah sisa kegiatan budidaya (Wicaksono *et al.*, 2020). Beberapa parameter lingkungan yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi untuk kegiatan budidaya KJA yaitu suhu permukaan laut, salinitas, pH, oksigen terlarut, kedalaman, kecerahan, arus dan gelombang. Berbagai parameter kualitas perairan ini berperan penting dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan organisme, serta menjadi faktor penting dalam keberhasilan kegiatan budidaya (Hastari *et al.*, 2017). Kepulauan Karimunjawa merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi perikanan yang cukup besar (Suraji *et al.*, 2015).

Penelitian ini memiliki tujuan untuk penentuan lokasi potensial kegiatan budidaya ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) sistem KJA perlu dilakukan untuk mengetahui lokasi yang sesuai untuk pengembangan budidaya.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di perairan sekitar Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil, Karimunjawa (Gambar 1) pada Bulan Oktober 2022 bertepatan dengan musim Peralihan II. Berdasarkan pembagian zonasi di kawasan Karimunjawa, wilayah penelitian termasuk ke dalam kawasan zona pemanfaatan wisata bahari. Pemilihan lokasi penelitian ditentukan dengan metode *purposive sampling* dengan mempertimbangkan kemudahan akses dan representasi wilayah perairan. Jumlah stasiun dalam penelitian ini sebanyak 35 stasiun. Materi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini berupa data pengukuran lapangan parameter suhu permukaan laut, salinitas, oksigen terlarut, pH, kecerahan dan kedalaman. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini berupa data angin Bulan Januari, April, Juli dan Oktober tahun 2022 untuk mewakili setiap musim yang diperoleh melalui *Climate*

Copernicus, serta data batimetri tambahan yang diperoleh melalui Batimetri Nasional (BATNAS) yang diterbitkan oleh Badan Informasi Geospasial.

Pengambilan Data Primer Kualitas Perairan

Pengambilan data suhu permukaan laut dilakukan dengan menggunakan alat termometer digital. Data suhu permukaan laut diperoleh melalui pengukuran dengan mencelupkan alat termometer ke permukaan laut. Pengambilan data salinitas dilakukan dengan menggunakan alat refraktometer. Data oksigen terlarut diperoleh melalui pengukuran dengan alat *DO meter* digital. Pengambilan data pH dilakukan dengan menggunakan alat *pH meter* digital.. Pengambilan data kecerahan perairan dilakukan dengan menggunakan alat *secchi disk*. Data kedalaman perairan diperoleh melalui pemeruman batimetri dengan alat *echosounder*.

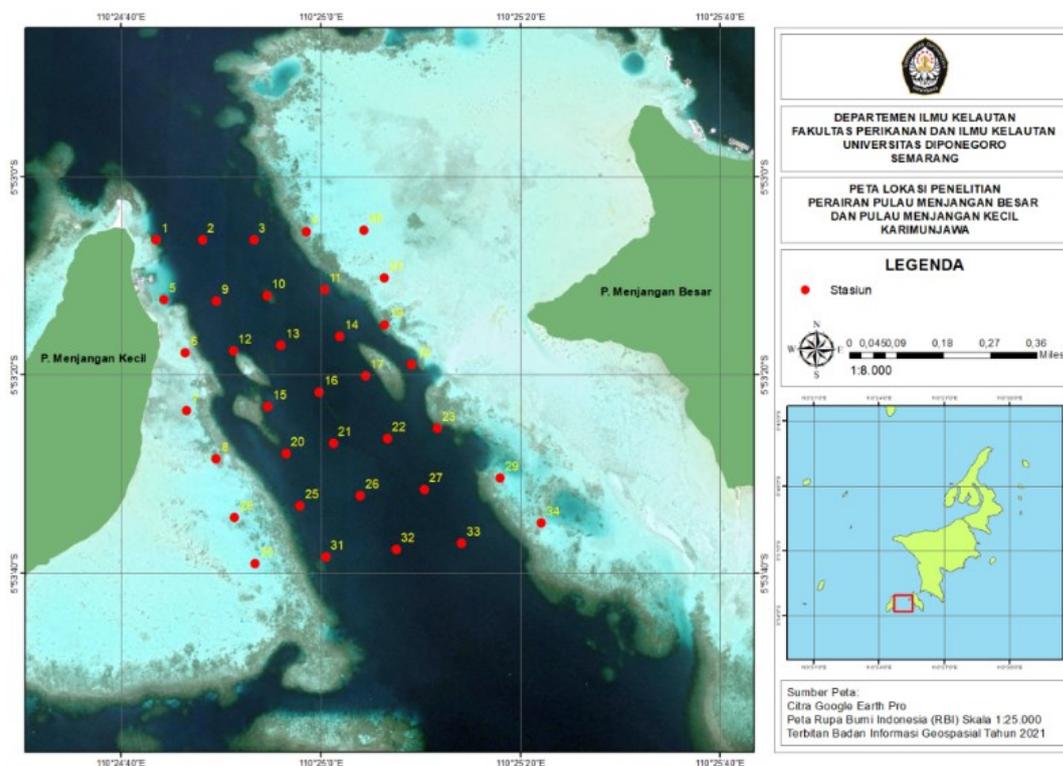
Pengambilan Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dengan mengunduh data angin melalui *Climate Copernicus* dan mengunduh data batimetri tambahan melalui Badan Informasi Geospasial. Data angin

digunakan sebagai *input* dalam pemodelan arus dan gelombang. Data batimetri tambahan digunakan untuk melengkapi data batimetri pada wilayah perairan dangkal.

Kesesuaian Perairan Untuk Budidaya Ikan Kerapu Macan

Kesesuaian perairan untuk budidaya ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) ditentukan berdasarkan parameter suhu permukaan laut, salinitas, oksigen terlarut, pH, kecerahan perairan, kedalaman, arus dan gelombang (Tabel 1). Klasifikasi kelas kesesuaian budidaya mengacu pada Manjarrez dan Nath (1998) dengan membagi menjadi empat kelas kesesuaian (Tabel 2). Berdasarkan parameter tersebut kemudian dilakukan skoring dan pembobotan. Pembobotan dilakukan berdasarkan besar pengaruh parameter terhadap kesesuaian habitat kerapu macan. Proses *overlay* terhadap seluruh parameter dilakukan setelah proses skoring dan pembobotan selesai untuk menghasilkan peta kesesuaian perairan untuk budidaya ikan kerapu macan dengan sistem KJA.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Interval kelas kesesuaian ditentukan dengan metode *Equal Interval*. Metode ini menentukan selang masing-masing kelas melalui jumlah perkalian nilai maksimum bobot dan skor, kemudian dikurangi dengan jumlah perkalian nilai minimum dan dibagi dengan jumlah kelas (Yusuf, 2013; Cocon, 2019).

$$Selang\ Kelas\ Kesesuaian\ (x) = \frac{\sum\ Nilai\ Maksimum - \sum\ Nilai\ Minimum}{Jumlah\ Kelas}$$

Nilai interval kelas yang diperoleh digunakan dalam penetapan klasifikasi kelas kesesuaian berdasarkan total nilai yang diperoleh (Tabel 2).

Tabel 1. Bobot dan Skoring Penilaian Kesesuaian Perairan Untuk Budidaya

No.	Parameter	Kelas	Skor	Bobot
1.	Kecepatan Arus (m/s)	0.2 - 0.4	5	3
		0.05 - <0.2 atau 0.4 - <0.5	3	
		<0.05 atau >0.5	1	
2.	Gelombang (m)	<0.6	5	3
		0.6 - 1.5	3	
		>1.5	1	
3.	Kedalaman (m)	>10 - 20	5	3
		5 - 10	3	
		<5 atau >20	1	
4.	Suhu Permukaan Laut (°C)	27 - 30	5	2
		20 - 26 atau 30 - 32	3	
		<20 atau >32	1	
5.	Salinitas (‰)	27 - 31	5	2
		25 - 27 atau 31 - 33	3	
		<25 atau >33	1	
6.	Oksigen Terlarut (mg/L)	≥5	5	2
		3 - <5	3	
		<3	1	
7.	pH	7 - 8.5	5	1
		4 - <7 atau >8.5 - <9	3	
		<4 atau >9	1	
8.	Kecerahan (m)	≥5	5	1
		3 - 5	3	
		<3	1	

Sumber: (Modifikasi dari WWF-Indonesia, 2015; Hastari *et al.*, 2017; Ondara *et al.*, 2017; Valentino *et al.*, 2018; Wilmansyah *et al.*, 2019; Anhar *et al.*, 2020; Dwiariantono dan Syah, 2020; Kamil *et al.*, 2021; Aripurto *et al.*, 2022; Yuspita *et al.*, 2022)

Tabel 2. Penilaian Kesesuaian Perairan Untuk Budidaya

Kelas Kesesuaian	Total Skor
Sangat Sesuai	68 - 85
Sesuai	50 - 67
Sesuai Bersyarat	32 - 49
Tidak Sesuai	<32

Interpolasi *Spline with Barriers*

Interpolasi *spline* didefinisikan sebagai suatu teknik interpolasi polinomial dengan aproksimasi nilai menggunakan fungsi matematis. Persamaan metode interpolasi *spline* menurut Acosta *et al.* (2021) dituliskan sebagai berikut:

$$S(x, y) = T(x, y) + \sum_{j=1}^n \lambda_j R(r_j)$$

Keterangan= j : titik sampel ke- n ; n : jumlah titik sampel; λ_j : koefisien yang ditemukan dari persamaan linier; r_j : jarak antara titik ke- j ; $T(x, y)$ dan $R(r)$ didefinisikan berbeda berdasarkan cara seleksi.

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode *spline with barriers*. Metode ini dipilih karena dapat menampilkan Metode *spline with barriers* menerapkan metode kelengkungan minimum melalui rangkaian *grid* yang lebih halus hingga perkiraan permukaan kelengkungan minimum dihasilkan dengan tetap menjaga batas yang sudah ditentukan (Elangovan *et al.*, 2013).

Integrasi Seluruh Parameter

Proses penggabungan seluruh parameter pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *intersect* (Zhu, 2016). Proses *intersect* dilakukan setelah dilakukan skoring terhadap semua parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Kualitas Perairan

Suhu di perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil berkisar antara 29 - 31°C (Gambar 2). Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa nilai suhu permukaan laut di perairan tersebut tergolong hangat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suhana (2018) bahwa suhu permukaan laut merupakan lapisan yang hangat akibat memperoleh penyinaran matahari pada siang hari. Variasi ini juga disebabkan karena suhu permukaan laut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain curah hujan, penguapan, kelembaban, kecepatan angin, suhu dan intensitas cahaya matahari. Selain itu, variasi nilai suhu permukaan laut juga dapat dipengaruhi oleh musim (cuaca), lintang (*altitude*) dan waktu (Selanno *et al.*, 2016; Ondara *et al.*, 2017; Dwiarianto dan Syah, 2020).

Ikan kerapu macan memiliki toleransi suhu perairan yang cukup besar, berkisar antara 19 -

32°C. Hal ini didukung oleh pernyataan Chen *et al.* (2023) bahwa toleransi suhu terendah ikan kerapu yaitu 19°C. Suhu berperan penting dalam sistem metabolisme organisme perairan. Hal ini sesuai dengan Wilmansyah *et al.* (2019) bahwa peningkatan suhu dapat berakibat pada peningkatan viskositas, reaksi kimia dan volatilisasi. Selain itu, juga dapat berakibat pada penurunan kelarutan gas dalam air. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Perez *et al.* (2003) bahwa suhu yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah dapat berpengaruh terhadap pola makan, pertumbuhan, reproduksi dan imunitas organisme.

Salinitas di perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil berkisar antara 29 - hingga 34‰ (Gambar 3). Hasil pengukuran lapangan ini menunjukkan bahwa nilai salinitas di perairan tersebut cukup variatif. Variasi nilai salinitas dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Hal ini didukung oleh pernyataan Nontji (2002) dan Tjoa (2014) bahwa variasi nilai salinitas dapat dipengaruhi oleh faktor pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran air sungai. Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa variasi nilai salinitas di perairan tersebut masih tergolong cukup normal. Hal ini didukung oleh Patty *et al.* (2020) bahwa salinitas di perairan Indonesia umumnya memiliki rentang antara 28 - 33‰.

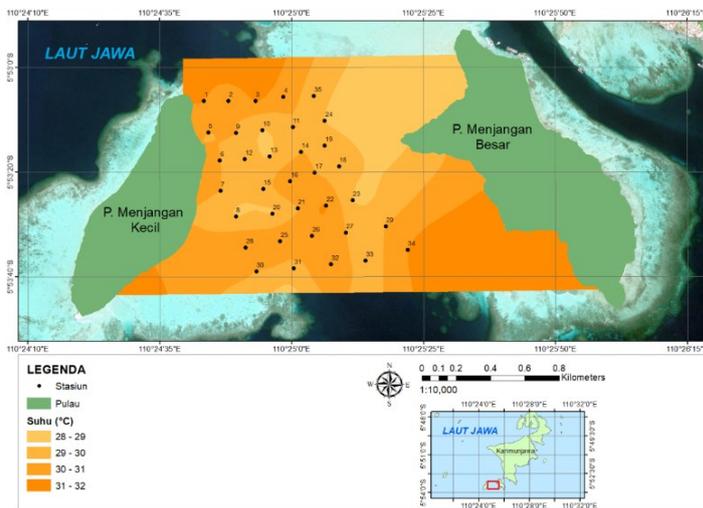
Ikan kerapu macan memiliki toleransi yang cukup besar terhadap kadar salinitas. Hal ini didukung oleh pernyataan Tahir *et al.* (2018) bahwa ikan kerapu macan merupakan biota yang tergolong *euryhaline* yang memiliki osmoregulator kuat dan memiliki toleransi salinitas tinggi dengan rentang 10 - 35 ppt di habitat aslinya. Parameter salinitas berperan penting terhadap proses osmoregulasi tiap organisme perairan. Hal ini sesuai dengan Adipu *et al.* (2013) bahwa fluktuasi kadar salinitas dengan tinggi dan berulang dapat mengganggu fungsi fisiologi biota. Hal ini dapat berakibat pada biota yang mengalami *stress* dan meningkatkan tingkat mortalitas biota.

Kadar oksigen terlarut di perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil berdasarkan hasil pengukuran lapangan berkisar antara 7.05 - 7.97 mg/L (Gambar 4). Berdasarkan hasil ini menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut di perairan tersebut tergolong tinggi. Hal ini juga didukung oleh Salmin (2005) bahwa kadar oksigen terlarut minimum perairan dalam kondisi tidak tercemar yaitu 2 ppm. Kadar oksigen terlarut ini dapat menunjang kehidupan organisme perairan dan sesuai dengan standar baku mutu air laut yang

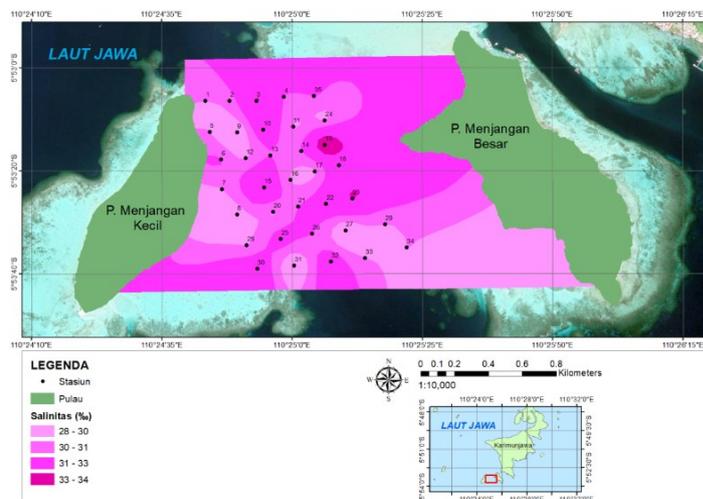
tertuang dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004). Menurut Patty *et al.* (2019) kadar oksigen terlarut normal di perairan laut berkisar antara 5.7 - 8.5 mg/L.

Tingginya kadar oksigen di perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil dipengaruhi oleh proses fotosintesis yang optimal. Hal ini didukung oleh pernyataan Sidabutar *et al.* (2019) bahwa proses fotosintesis yang optimal akibat suplai cahaya matahari dan nutrisi yang cukup berpengaruh terhadap tingginya kadar oksigen. Menurut Patty (2015) oksigen terlarut yang tinggi dalam perairan berkaitan erat dengan aktivitas mikro organisme dan tingkat kekeruhan

perairan. Oksigen berperan penting terhadap kelangsungan hidup organisme. Hal ini sesuai dengan pernyataan Amri *et al.* (2018) dan Megawati *et al.* (2014) bahwa oksigen terlarut sangat dibutuhkan oleh organisme perairan untuk menunjang proses metabolisme untuk menghasilkan energi yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangbiakan organisme tersebut. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Ali *et al.* (2022) bahwa kadar oksigen terlarut sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan telur, kemampuan reproduksi, kemampuan berenang dan nafsu makan ikan. Selain itu, kadar oksigen yang tinggi berperan esensial terhadap pemulihan *stress* pada ikan.



Gambar 2. Peta Sebaran Suhu Permukaan Laut (°C)



Gambar 3. Peta Sebaran Salinitas (‰)

Nilai pH di Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil berdasarkan hasil pengukuran lapangan memiliki rentang antara 5.11 hingga 5.83 (Gambar 5). Berdasarkan hasil ini, pH di perairan tersebut dapat tergolong ke dalam kategori asam. Rendahnya nilai pH di Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil dapat disebabkan salah satunya karena faktor curah hujan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Supriyantini dan Soenardjo (2015) bahwa curah hujan dapat berpengaruh terhadap pH lingkungan perairan yang menjadi asam.

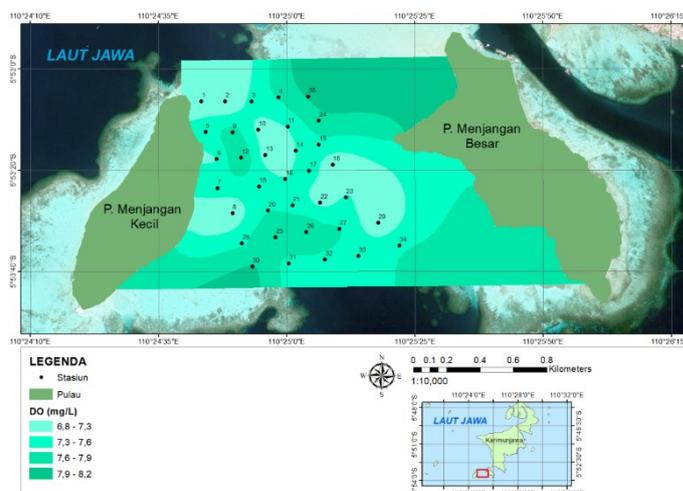
Menurut Wisna *et al.* (2019) pH berperan sebagai parameter yang dapat mengontrol proses oksidasi dan siklus karbon yang dipengaruhi oleh akumulasi CO₂ di dalam perairan. Hal ini juga sesuai dengan Amri *et al.* (2018) bahwa nilai pH suatu perairan dipengaruhi oleh *buffer* berupa garam-garam karbonat dan bikarbonat. Nilai yang diperoleh ini lebih rendah dibandingkan dengan standar baku mutu perairan laut untuk biota laut yaitu berkisar dari 7 - 8.5. Nilai pH terukur yang diperoleh termasuk cukup mampu untuk menopang kehidupan biota. Hal ini didukung oleh Mainassy (2017) bahwa kehidupan organisme perairan masih dapat bertahan pada perairan dengan kisaran pH 5-9.

Tingkat kecerahan di Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil berdasarkan hasil pengukuran lapangan memiliki kisaran antara 3 - 12.5 meter (Gambar 6). Rentang nilai kecerahan yang diperoleh ini menunjukkan bahwa tingkat kecerahan di Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil cukup bervariasi. Kondisi kecerahan perairan dapat dipengaruhi oleh faktor intensitas penyinaran

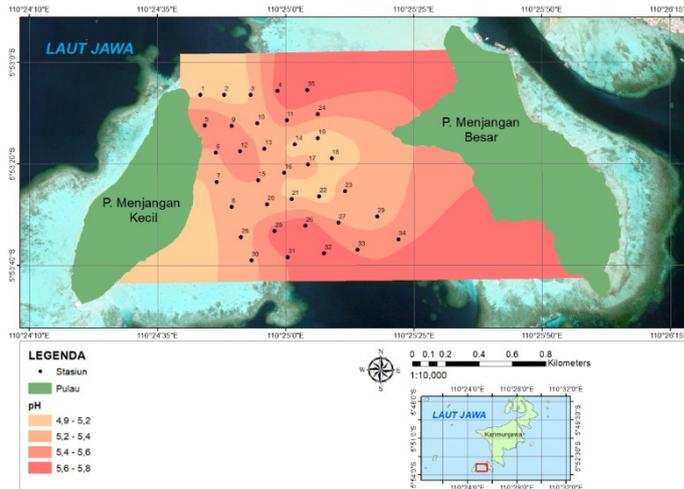
matahari. Hal ini diperkuat oleh Mehta (1989) bahwa kecerahan perairan dipengaruhi oleh tingkat intensitas penyinaran matahari, proses absorpsi dan kandungan material suspensi. Nilai kecerahan perairan dapat menunjukkan kemampuan cahaya matahari dalam menembus lapisan air.

Nilai kecerahan pada perairan tersebut tergolong baik untuk menunjang kehidupan biota perairan dan sesuai dengan standar baku mutu kecerahan perairan laut untuk biota laut yaitu >5 meter yang tertuang dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004). Nilai kecerahan perairan ini berhubungan dengan kedalaman perairan. Hal ini didukung oleh Nugraheni *et al.* (2022) bahwa nilai kecerahan menunjukkan kemampuan sinar matahari dalam menembus kedalaman perairan. Penetrasi sinar matahari pada perairan dangkal dapat terjadi secara optimal karena sinar matahari dapat mencapai dasar perairan.

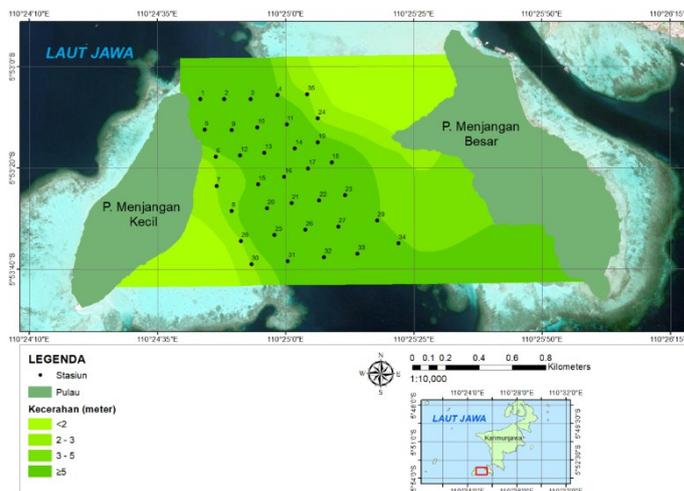
Tingkat kedalaman di Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil berdasarkan hasil pengukuran lapangan berkisar antara 0.57 - 35.2 meter (Gambar 7). Nilai yang diperoleh ini menunjukkan bahwa tingkat kedalaman di perairan tersebut tergolong cukup variatif. Berdasarkan analisis kedalaman perairan yang termasuk kelas sangat sesuai yaitu pada rentang >10 – 20 meter, kelas cukup sesuai pada rentang 5–10 meter dan kelas tidak sesuai pada rentang <5 meter atau >20 meter. Parameter kedalaman sangat penting untuk dipertimbangkan dalam penentuan lokasi budidaya. Hal ini sesuai



Gambar 4. Peta Sebaran Oksigen Terlarut (mg/L)



Gambar 5. Peta Sebaran pH



Gambar 6. Peta Sebaran Kecerahan (m)

dengan Hamzah *et al.* (2018) bahwa parameter kedalaman perairan merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan terutama dalam menentukan lokasi budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung. Kedalaman ideal untuk budidaya ikan kerapu dengan keramba jaring apung berkisar antara 7 - 40 meter. Hal ini didukung oleh Paruntu *et al.* (2018) bahwa kelompok ikan kerapu (*Epinephelus spp.*) hidup di daerah pantai hingga kedalaman maksimal 60 meter.

Menurut Wilmansyah *et al.* (2019) kedalaman maksimal untuk keramba jaring apung disarankan untuk tidak lebih dari 20 meter. Hal ini disebabkan untuk mempermudah dalam memposisikan jangkar pemberat. Kedalaman suatu

perairan memberikan pengaruh terhadap tingkat penetrasi sinar matahari, penentuan lokasi keramba jaring apung dan akumulasi sisa pakan. Kedalaman perairan yang terlalu dangkal dapat berpengaruh terhadap kualitas air. Hal ini didukung oleh Wicaksono *et al.* (2020) dan Prakasa dan Perbani (2021) bahwa jika kedalaman perairan terlalu dangkal (<5 meter) dapat berpengaruh terhadap kualitas perairan akibat menumpuknya sisa makanan dan sisa pembusukan kotoran ikan. Hal ini juga sesuai dengan Ghani *et al.* (2015) bahwa jarak minimal dasar jaring terhadap dasar perairan yaitu satu meter.

Nilai kecepatan arus di Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil pada Bulan Januari berkisar antara 0.01 - 0.11 m/s, pada

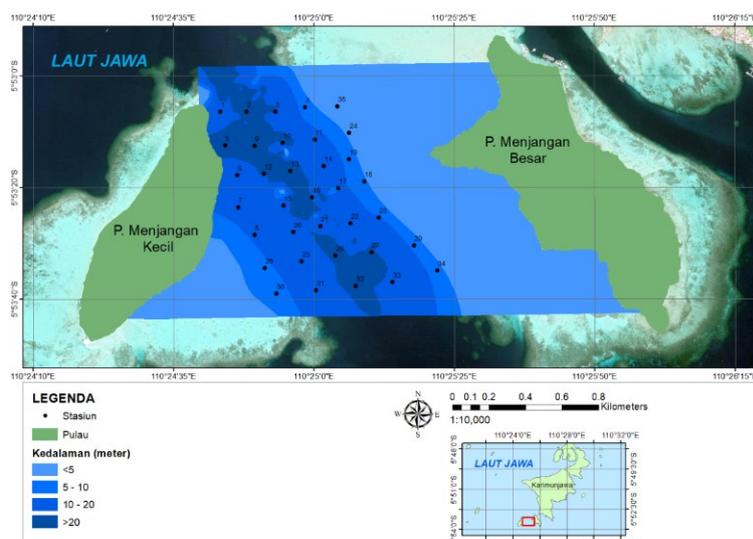
Bulan April berkisar antara 0.007 - 0.10 m/s, pada Bulan Juli berkisar antara 0.007 - 0.09 m/s dan pada Bulan Oktober berkisar antara 0.002 - 0.10 m/s (Gambar 8). Parameter arus memiliki peran yang penting dalam kegiatan budidaya perikanan dengan metode keramba jaring apung. Hal ini diperkuat oleh Murtiono *et al.* (2016) bahwa arus perairan berperan penting dalam proses sirkulasi air, pembersihan sisa metabolisme organisme kultur, distribusi nutrisi dan oksigen terlarut, serta berperan dalam mengurangi *biofouling*. Menurut Yulianto (2012) kecepatan arus yang sesuai dalam budidaya ikan kerapu macan berkisar antara 0.2 - 0.5 m/s. Hal ini disebabkan karena jika kecepatan arus >0.5 m/s berpotensi memengaruhi posisi jaring dan jangkar, serta dapat menyebabkan posisi rakit bergeser.

Menurut Riyoma *et al.* (2020) dan Putra *et al.* (2021) kecepatan arus di suatu perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu sistem angin monsun, pasang surut, kedalaman dan perubahan densitas. Kecepatan arus yang sesuai untuk budidaya ikan kerapu dengan keramba jaring apung menurut Hastari *et al.* (2017) yaitu berkisar antara 0.2 - 0.4 m/s. Menurut Yusuf *et al.* (2012) Perairan Karimunjawa cenderung memiliki arus yang lemah akibat peran ekologis terumbu karang. Budidaya ikan kerapu macan dengan keramba jaring apung menurut Hitijahubessy *et al.* (2019) memerlukan kecepatan arus sedang yang tidak terlalu lemah maupun tidak terlalu kuat. Hal ini didukung oleh Beveridge (1991) dan Ngabito dan Auliyah (2018) bahwa arus yang terlalu lemah

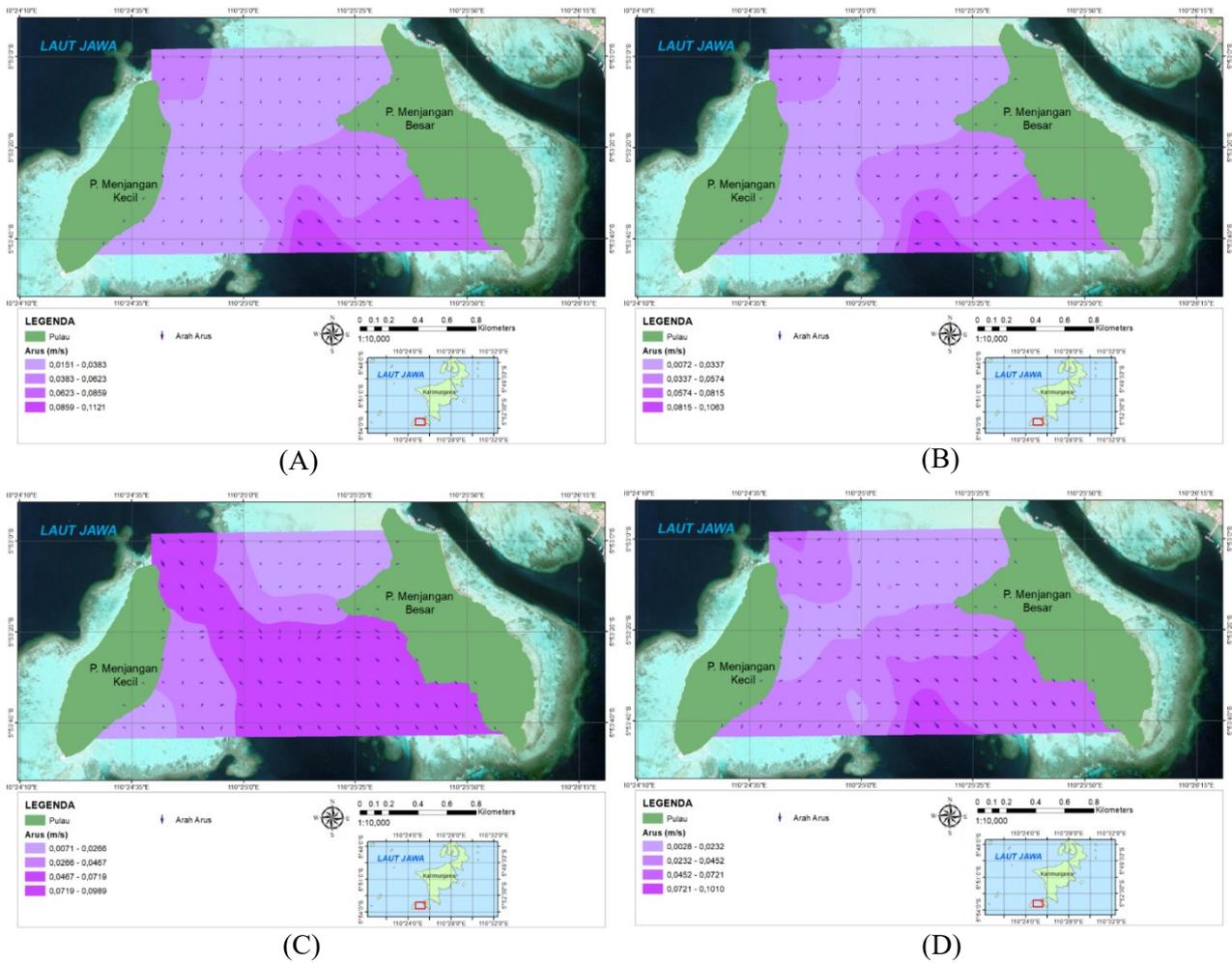
dapat menyebabkan peningkatan organisme *biofouling*, sedangkan arus yang terlalu kuat dapat menyebabkan deformasi kantong jaring, sehingga volume kantong jaring berkurang dan berakibat pada ikan yang menjadi *stress*.

Tinggi gelombang signifikan di Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil pada Bulan Januari berkisar antara 0.34 - 0.45 meter, pada Bulan April berkisar antara 0.17 - 0.42 meter, pada Bulan Juli berkisar antara 0.13 - 0.40 meter dan pada Bulan Oktober berkisar antara 0.27 - 0.44 meter (Gambar 9). Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa tinggi gelombang signifikan di Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil cenderung rendah. Parameter ketinggian gelombang sangat penting untuk dipertimbangkan dalam penentuan lokasi budidaya ikan kerapu. Hal ini didukung oleh Adipu *et al.* (2013) bahwa ketinggian gelombang berfungsi dalam menunjukkan keterlindungan suatu perairan. Nilai tinggi gelombang yang semakin kecil menandakan bahwa perairan tersebut semakin terlindung.

Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil tergolong ke dalam perairan yang cukup terlindung karena berada di antara dua pulau yang dikelilingi oleh terumbu karang yang dapat berperan secara ekologis sebagai pemecah gelombang alami. Hal ini diperkuat oleh Yusuf *et al.* (2012) bahwa perairan Kepulauan Karimunjawa termasuk perairan semi tertutup yang dikelilingi oleh gugusan pulau-pulau dan memiliki ekosistem terumbu karang yang cukup luas yang tersebar di seluruh pulau.



Gambar 7. Peta Batimetri Perairan (m)



Gambar 8. Peta Kecepatan Arus Bulan Januari (A), April (B), Juli (C) dan Oktober (D)

Perairan yang sesuai untuk budidaya ikan kerapu macan harus terbebas dari hantaman gelombang besar. Hal ini karena gelombang besar dapat merusak konstruksi keramba jaring apung, sehingga mengganggu kegiatan budidaya. Hal ini didukung oleh Windupranata dan Mayerle (2009), Risandi *et al.* (2015) dan Ariputro *et al.* (2022) bahwa tinggi gelombang yang sesuai untuk kegiatan budidaya perikanan yaitu ≤ 0.6 meter. Falconer *et al.* (2013) dan Ngabito dan Auliyah (2018) juga menyatakan bahwa gelombang besar perlu dihindari karena dapat berdampak negatif bagi konstruksi keramba jaring apung dan dapat menyebabkan biota budidaya menjadi *stress*.

Kesesuaian Perairan untuk Budidaya Ikan Kerapu Macan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa di Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil tergolong ke dalam tiga kelas, yaitu kelas sangat sesuai (S1)

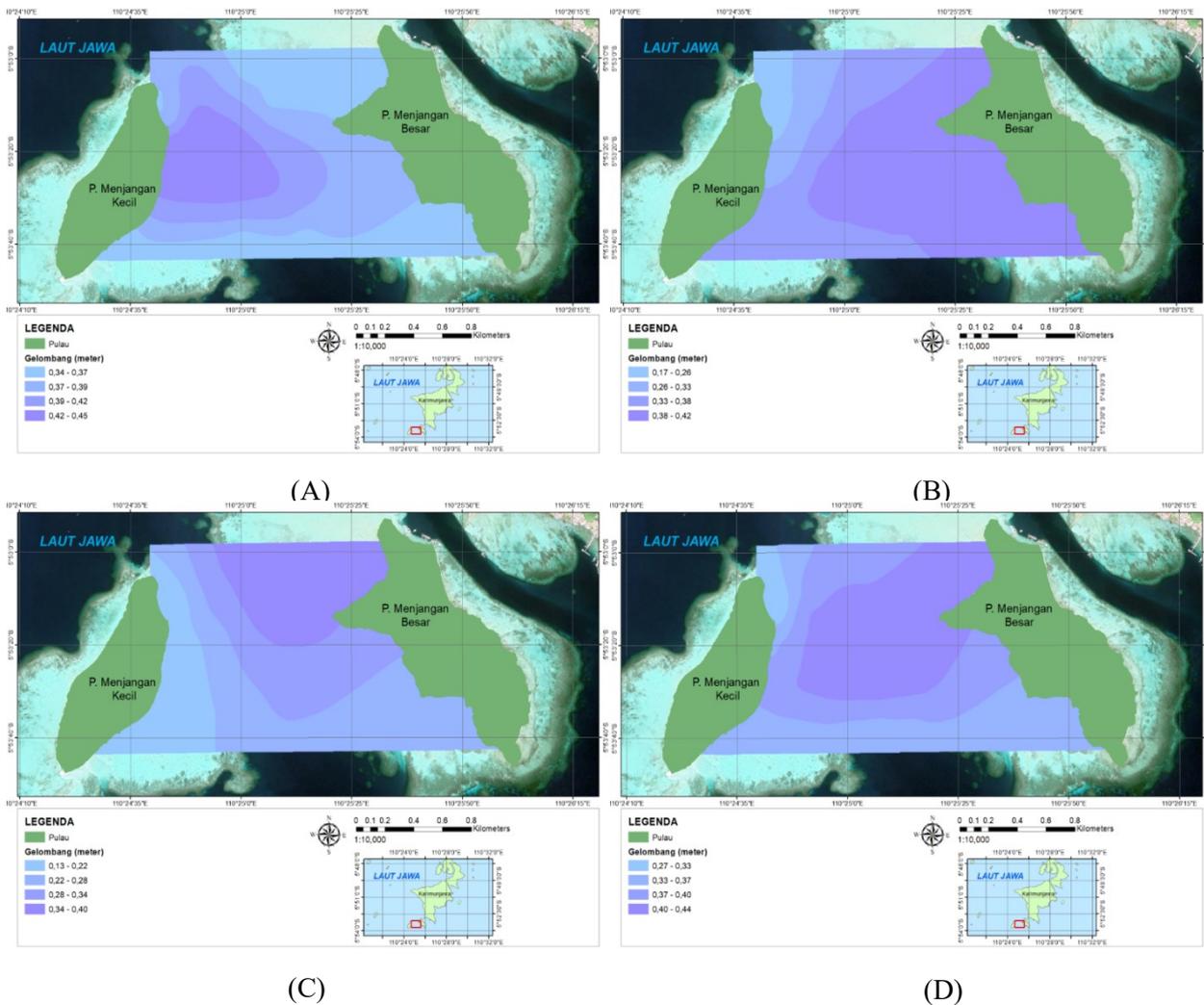
dengan luas area 56.15 ha (22.70%), kelas sesuai (S2) dengan luas area 100.89 ha (40.80%) dan kelas sesuai bersyarat (S3) dengan luas area 90.22 ha (36.50%) (Gambar 10). Hasil analisis dan pembobotan yang telah dilakukan berdasarkan matriks kriteria kesesuaian menunjukkan nilai akhir kelas sangat sesuai (S1) yang memenuhi rentang 68-85, kelas sesuai (S2) yang memenuhi rentang 50-67 dan kelas sesuai bersyarat (S3) yang memenuhi rentang 32-49. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat kelas tidak sesuai (S4) di Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil. Matriks kriteria kesesuaian tersebut disusun berdasarkan hasil modifikasi dari berbagai literatur dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Area perairan yang tergolong kelas sangat sesuai dapat dipengaruhi kuat oleh faktor suhu permukaan laut, salinitas dan kedalaman perairan. Menurut Hamzah *et al.* (2018) kedalaman perairan ideal untuk budidaya dengan keramba jaring apung berkisar antara 7 – 40 meter. Hasil yang diperoleh

ini dapat berarti bahwa Perairan Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil berpotensi sebagai lokasi pengembangan budidaya ikan kerapu macan dengan sistem keramba jaring apung.

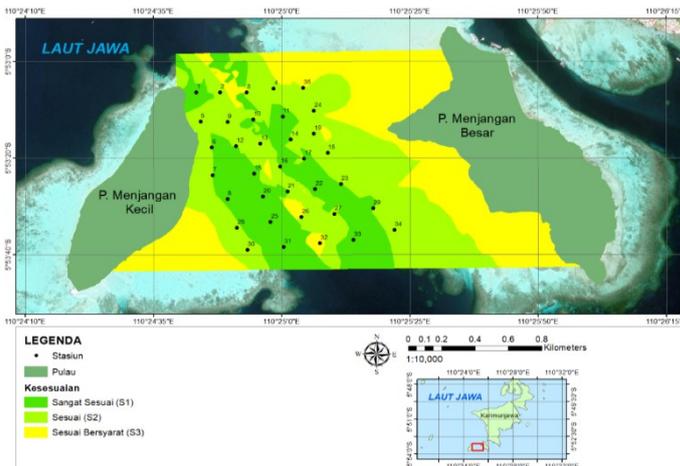
Pemanfaatan kawasan untuk budidaya ikan kerapu macan dapat diprioritaskan pada kawasan yang termasuk ke dalam kelas kesesuaian sangat sesuai (S1). Hal ini sesuai dengan Yuspita *et al.* (2022) bahwa pemanfaatan di kelas kesesuaian sangat sesuai (S1) lebih diutamakan karena faktor pembatas yang lebih minim, sehingga produktivitas perairan di kawasan tersebut dapat ditingkatkan untuk membantu dalam pengembangan budidaya ikan kerapu macan dengan menggunakan keramba jaring apung. Hal ini juga diperkuat oleh Paruntu *et al.* (2018) bahwa kualitas perairan berpengaruh besar terhadap pertumbuhan dan perkembangbiakan organisme

budidaya. Hal ini karena air berperan sebagai media perantara distribusi oksigen dan nutrien. Selain itu, wilayah Perairan antara Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil tidak berada di jalur lalu lintas pelayaran, sehingga cenderung lebih aman untuk kegiatan budidaya. Pemilihan lokasi pengembangan budidaya ikan kerapu macan harus memperhatikan aspek kelestarian dan keberlanjutan agar kualitas perairan tetap terjaga.

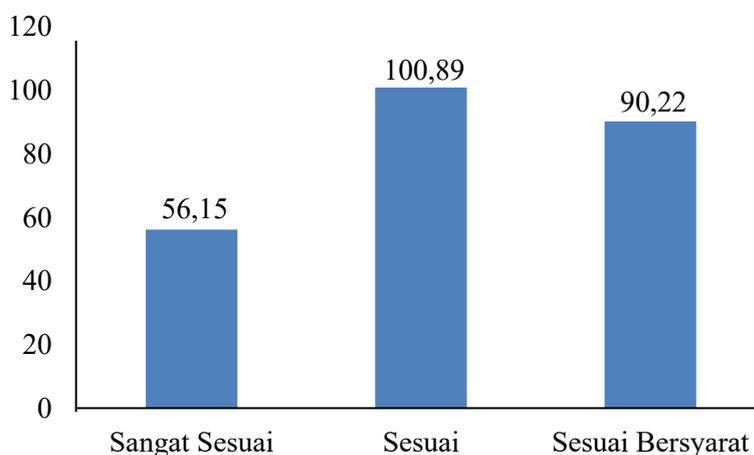
Wilayah perairan antara Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil termasuk ke dalam kawasan zona pemanfaatan wisata bahari. Destyananda *et al.* (2022) menjelaskan bahwa strategi pengembangan Karimunjawa juga mengacu pada Perda Kabupaten Jepara No. 2 Tahun 2011 bahwa pengembangan Karimunjawa menjadi kawasan lindung dan kawasan budidaya. Kawasan lindung terdiri atas taman nasional laut, terumbu



Gambar 9. Peta Tinggi Gelombang Signifikan Bulan Januari (A), April (B), Juli (C) dan Oktober (D)



Gambar 10. Peta Kesesuaian Perairan untuk Budidaya Ikan Kerapu Macan



Gambar 11. Luas Area Kesesuaian untuk Budidaya Ikan Kerapu Macan

karang, hutan bakau, ruang terbuka hijau, ekosistem padang dan kawasan sekitar mata air. Sementara itu, kawasan budidaya terdiri atas wilayah pertanian, perikanan, pariwisata alam, pemukiman dan kawasan peruntukan hutan rakyat.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis terhadap parameter arus, gelombang, kedalaman, suhu permukaan laut, salinitas, oksigen terlarut, pH dan kecerahan, maka kualitas perairan di antara Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil termasuk perairan yang memiliki kualitas yang baik dan sesuai untuk lokasi kegiatan budidaya perikanan dengan sistem keramba jaring apung, yang ditunjukkan oleh area Sangat Sesuai seluas 56.15 ha (22.70%), area Sesuai seluas 100.89 ha (40.80%) dan kelas Sesuai Bersyarat seluas 90.22 ha (36.50%). Hal ini

menunjukkan bahwa wilayah perairan antara Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil memiliki potensi besar untuk lokasi pengembangan budidaya ikan kerapu macan dengan keramba jaring apung.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, D.S., Gani, S., Ardiansyah, W., Mokoginta, M.M., Nurdin, M.S., Jompa, J., Indrianti, M.A., & Achmad, N. 2022. Population Dynamics of Reef Fish in the Kwandang Bay, Sulawesi Sea, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(10): 5217–5226.

Acosta, J.E., Calag, V.B., Diche, Z.J.I., Lazaga, C.L.A., Lopena, T.M.N. & Tatsuda, D.A. 2021. Comparative Analysis on Interpolation Methods for Bathymetric Data Gaps. *Banwa*

- B, 16(58): 1–10.
- Adipu, Y., Lumenta, C., Kaligis, E., & Sinjal, H.J. 2013. Kesesuaian Lahan Budidaya Laut di Perairan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, Sulawesi Utara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 9(1): 19–26.
- Ali, B., Anushka, & Mishra, A. 2022. Effects of Dissolved Oxygen Concentration on Freshwater Fish: A Review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 10(4): 113–127.
- Amri, K., Muchlizar, & Ma'mun, A. 2018. Variasi Bulanan Salinitas, pH, dan Oksigen Terlarut di Perairan Estuari Bengkalis. *Majalah Ilmiah Glove*, 20(2): 57–66.
- Aripuro, A.B., Ismunarti, D.H. & Helmi, M. 2022. Penentuan Lokasi Budidaya Ikan Kerapu Berbasis Keramba Jaring Apung dengan Pendekatan Geospasial dan Model Hidrodinamika 2D pada Perairan Menjangan Besar Kepulauan Karimunjawa. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(2): 77–87.
- Astuti, L.P., Hendrawan, A.L.S. & Warsa, A. 2020. Controlling Pollution from Floating Cage Culture in Reservoir and Lake Using SMART-FCC System. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 521(1): 1–8.
- Beveridge, M. 1991. Cage Aquaculture: Fishing News Book. Elsevier, Amsterdam.
- Chen, S., Tian, Y., Li, Z., Liu, Y., Li, Z., Duan, P., Li, L., Wang, X., Wang, L., He, X. & Zhao, X., 2023. Heterosis in Growth and Low Temperature Tolerance in Jinhu Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *Epinephelus tukula* ♂). *Aquaculture*, 562: 1–13.
- Cocon. 2019. Akuakultur dalam Perspektif Pembangunan Berkelanjutan. Kencana Ratu Pualam Press, Jakarta Selatan.
- Della, B.I., Ulqodry, T.Z. & Putri, W.A.E.. 2019. Analisis Laju Pertumbuhan Benih Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dengan Jenis Pakan Berbeda di Balai Budidaya Lampung. *Jurnal Penelitian Sains*, 21(3):118–130.
- Destyananda, N.P., Suaedi, F. & Setijanangrum, E. 2022. Perencanaan Pengembangan Kawasan Pesisir dan Laut di Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 18(1): 47–60.
- Dwiariantio, T., & Syah, A.F. 2020. Analisis Parameter Oseanografi Untuk Kesesuaian Lahan Keramba Jaring Apung (KJA) Ikan Kerapu Di Pulau Gili Ketapang, Probolinggo dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh. *Jurnal Juvenil*, 1(4): 451–460.
- Elangovan, R., Mudaliar, P.Y., Rahaman, K., Muttavarapu, R. & Rajan, V. 2013. Evaluation of Noise Climate in A Campus Environment Using Geospatial Technology. *Proceedings of Meetings on Acoustics, Montreal, Canada*, pp. 1–9.
- Falconer, L., Hunter, D., Scott, P.C., Telfer, T.C. & Ross, L.G. 2013. Using Physical Environmental Parameters and Cage Engineering Design within GIS-Based Site Suitability Models for Marine Aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions*, 4: 223–237.
- FAO. 2017. FishStatJ, a Tool for Fishery Statistics Analysis. FAO Fisheries and Aquaculture Department, FPIS-Statistics and Information, Roma.
- Ghani, A., Hartoko, A., & Wisnu, R. 2015. Analisa Kesesuaian Lahan Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu Sebagai Lahan Budidaya Ikan Kerapu (*Epinephelus* sp.) Pada Keramba Jaring Apung dengan Menggunakan Aplikasi SIG. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(1): 54–61.
- Hamzah, A., Juliana, & Mulis. 2018. Suitability Analysis for Grouper Floating Net Cages. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6(3): 75–79.
- Hastari, I.F., Kurnia, R. & Kamal, M.M. 2017. Analisis Kesesuaian Budidaya KJA Ikan Kerapu Menggunakan SIG di Perairan Ringgung Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1): 151–159.
- Hitijahubessy, B., Mulyani, S. & Hadijah. 2019. Analisis Kelayakan Untuk Budidaya Ikan Kerapu Pada Karamba Jaring Apung di Teluk Ambai Yapen. *Journal of Aquaculture Environment*, 1(2): 13–19.
- Ismi, S., & Budi, D.S.. 2022. Some Hatchery Parameters of Three Species of Groupers: Tiger Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*), Humpback Grouper (*Cromileptes altivelis*), and Leopard Coral Grouper (*Plectropomus leopardus*). *HAYATI Journal of Biosciences*, 29(6): 762–770.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut. .
- Mainassy, M.C. 2017. Pengaruh Parameter Fisika

- dan Kimia Terhadap Kehadiran Ikan Lompa (*Thryssa baelama* Forsskål) di Perairan Pantai Apui Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Perikanan*, 19(2): 61–66.
- Manjarrez, J.A., & Nath, S.S.. 1998. A Strategic Reassessment of Fish Farming Potential in Africa. FAO.
- Mechta, J. 1989. On Estuarine Cohesive Sediment Suspension Behavior. *Journal of Geophysical Research*, 94(10): 303–314.
- Megawati, C., Yusuf, M. & Maslukah, L. 2014. Sebaran Kualitas Perairan Ditinjau dari Zat Haraa, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Selat Bali Bagian Selatan. *Jurnal Oseanografi*, 3(2): 142–150.
- Murtiono, L.H., Yuniato, D. & Nuraini, W. 2016. Analisis Kesesuaian lahan Budidaya Kerapu Sistem Keramba Jaring Apung dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis di Perairan Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Teknologi Budidaya Laut*, 6: 1–16.
- Ngabito, M., & Auliyah, N.. 2018. Kesesuaian Lahan Budidaya Ikan Kerapu (*Epinephelus* sp.) Sistem Keramba Jaring Apung di Kecamatan Monano. *Jurnal Galung Tropika*, 7(3): 204–219.
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Novriadi, R. 2019. Mini Review: Production and Economics Analysis Of Backyard Production of Tiger Grouper *Epinephelus fuscoguttatus* Fingerlings in Situbondo, Indonesia. *Jurnal Fishtech*, 8(3): 58–71.
- Nugraheni, A.D., Zainuri, M., Wirasatriya, A. & Maslukah, L. 2022. Sebaran Klorofil-a Secara Horizontal di Perairan Muara Sungai Jajar, Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(2): 221–230.
- Ondara, K., Rahmawan, G.A., Wisha, U.J. & Ridwan, N.N.H. 2017. Hidrodinamika dan Kualitas Perairan Untuk Kesesuaian Pembangunan Keramba Jaring Apung (Kja) Offshore di Perairan Keneukai, Nangroe Aceh Darussalam. *Jurnal Kelautan Nasional*, 12(2): 45–57.
- Paruntu, C.P., Darwisito, S., Rumengan, A.P. & Sinjal, H.J. 2018. The Effects of Monoculture Or Polyculture of Tiger Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*) and Rabbitfish (*Siganus canaliculatus*) on the Growth Performance of Tiger Grouper in Floating Net Cage. *AACL Bioflux*, 11(3): 635–644.
- Patty, S.I. 2015. Karakteristik Fosfat, Nitrat dan Oksigen Terlarut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1): 1–7.
- Patty, S.I., Huwae, R. & Kainama, F. 2020. Variasi Musiman Suhu, Salinitas dan Kekeruhan Air Laut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 8(1): 110–117.
- Patty, S.I., Ibrahim, P.S. & Yalindua, F.Y. 2019. Oksigen Terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Waigeo Barat, Raja Ampat. *Jurnal Technopreneur*, 7(2): 52–57.
- Perez, O.M., Ross, L.G., Telfer, T.C., & del Campo Barquin, L.M. 2003. Water Quality Requirements for Marine Fish Cage Site Selection in Tenerife (Canary Islands): Predictive Modelling and Analysis Using GIS. *Aquaculture*, 224: 51–68.
- Prakasa, R.E., & Perbani, N.M.R.R.C. 2021. Penentuan Daerah Potensial Budidaya Ikan Kerapu Menggunakan Keramba Jaring Apung (KJA) Offshore (Studi Kasus: Perairan Bali Utara). *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 20(20): 1–13.
- Putra, R.Y., Indrayanti, E., Ismunarti, D.H., Handoyo, G. & Ismanto, A. 2021. Pola Arus Perairan Kemujan, Karimunjawa Pada Musim Peralihan II dengan Menggunakan Model DELFT3D. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(3): 83–98.
- Razi, N.M., Muchlisin, Z.A., Ramadhaniaty, M., Damora, A., Nur, F.M., Siti-Azizah, M.N. & Fadli. N. 2022. Diversity of Commercially Important Grouper (Family: Epinephelidae) in Simeulue and Banyak Islands, Aceh, Indonesia. *Depik*, 11(1): 29–33.
- Risandi, J., Sagala, S.L. & Pranowo, W.S. 2015. Aplikasi Model Numerik Karakteristik Gelombang Untuk Kajian Kesesuaian Lahan Pengembangan Budidaya Laut di Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Kelautan Nasional*, 10(1): 21–31.
- Riyoma, A., Diantari, R. & Damai, A.A. 2020. Analisis Kesesuaian Perairan Untuk Budidaya Ikan Jelawat *Leptobarbus hoevenii* (Bleeker, 1851) di Danau Way Jepara, Kecamatan Way Jepara Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*, 3(1): 19–32.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, 30(3): 21–26.
- Selanno, D.A.J., Tuhumury, N.C. & Handoyo, F.M. 2016. Status Kualitas Air Perikanan

- Keramba Jaring Apung Dalam Pengelolaan Sumber Daya Perikanan di Teluk Ambon Bagian Dalam. *Triton*, 12(1): 42–60.
- Sidabutar, E.A., Sartimbul, A. & Handayani, M. 2019. Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen Terlarut Terhadap Kedalaman di Perairan Teluk Prigi Kabupaten Trenggalek. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1): 46–52.
- Simbolon, D., Irnawati, R., Wiryawan, B., Murdiyanto, B. & Nurani, T.W. 2016. Zona Penangkapan Ikan di Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(1): 129–143.
- Suhana, M.P. 2018. Karakteristik Sebaran Menegak dan Melintang Suhu dan Salinitas Perairan Selatan Jawa. *Dinamika Maritim*, 6(2): 9–11.
- Supriyantini, E., & Soenardjo, N. 2015. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Akar dan Buah Mangrove *Avicennia marina* di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(2): 98–106.
- Suraji, Rasyid, N., Kenyo, A.S.H., Jannah, A.R., Wulandari, D.R., Saefudin, M., Ashari, M., Widiastutik, R., Kuhaja, T., Juliyanto, E., Afandi, Y.A., Wiyono, B., Syafrie, H., Handayani, S.N. & S, P.W.C. 2015. Profil Kawasan Konservasi Provinsi Jawa Tengah. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Jakarta.
- Tahir, D., Shariff, M., Syukri, F. & Yusoff, F.M. 2018. Serum Cortisol Level and Survival Rate of Juvenile *Epinephelus fuscoguttatus* Following Exposure to Different Salinities. *Veterinary World*, 11(3): 327–331.
- Tjoa, S.B. 2014. Suitability Analysis of Culture Area Using Floating Cages In Ambon Bay. *Aquatic Science & Management, Edisi Khusus*, (2): 15–20.
- Wicaksono, A., Astuti, A.P. & Widyatmanti, W. 2020. GIS Application for Water Quality Suitability Mapping to Optimize Floating Net Cages Cultivation in Lampung Bay. *Journal of Applied Geospatial Information*, 4(1): 312–319.
- Wilmansyah, D., Edial, H., & Prarikeslan, W. 2019. Analisis Kesesuaian Lahan KJA Budidaya Kerapu Di Perairan Laut Sikakap Kabupaten Kepulauan Mentawai. *Jurnal Buana*, 3(3): 313–329.
- Windupranata, W., & Mayerle, R. 2009. Decision Support System for Selection of Suitable Mariculture Site in the Western Part of Java Sea, Indonesia. *Journal Engineering Science*, 41(1): 77–96.
- Wisha, U.J., Rahmawan, G.A., Ondara, K., Gemilang, W.A., Dhiauddin, R., Ridwan, N.N.H. & Ilham. 2019. Offshore Floating Marine Fish Cage Aquaculture Development Planning Evaluation Based on Hydro-Oceanography Conditions in Sabang Bay, Weh Island. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1): 151–162.
- Yuspita, N.L.E., Kamal, M.M., Mashar, A. & Faiqoh, E. 2022. Analisis Kesesuaian Lahan Budidaya KJA Ikan Kerapu Di Perairan Teluk Pegamatan, Kabupaten Buleleng, Bali. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 6(2): 34–44.
- Yusuf, M. 2013. Analisis Kesesuaian Lokasi Untuk Budidaya Laut Berkelanjutan di Kawasan Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 18(1): 20–29.
- Yusuf, M., Handoyo, G., Wulandari, S.Y., & Setiyono, H. 2012. Karakteristik Pola Arus Dalam Kaitannya dengan Kondisi Kualitas Perairan dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*, 1: 63–74.
- Zhu, X. 2016. GIS For Environmental Applications: A Practical Approach. Taylor & Francis.