

APLIKASI MODEL EVALUASI MULTIKRITERIA MENGGUNAKAN FUZZY AHP UNTUK PENENTUAN LOKASI BUDIDAYA IKAN KERAPU DI KEPULAUAN SERIBU

THE APPLICATION OF MULTICRITERIA EVALUATION MODEL USING FUZZY AHP TO DETERMINE THE LOCATION OF GROUPEL CULTIVATION IN KEPULAUAN SERIBU

Wildan Tino^{1*}, Vincentius Paulus Siregar², & Jonson Lumban Gaol²

¹Program Studi Teknologi Kelautan, Pascasarjana, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kelautan,
IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kelautan,
IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

*E-mail: wildantino@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

The development of grouper's cultivation in Kepulauan Seribu is growing rapidly but there were numerous problems with its cultivation such as limited suitable locations, negative environmental impacts, and land-use conflicts. Lack of information regarding the characteristics of water that suitable for aquaculture will lead to improper use of the location. To prevent this problem, this study aimed to identify and determine suitable locations for grouper's cultivation in Kepulauan Seribu by using the Fuzzy AHP multi-criteria evaluation model based on geographic information systems. The weighting parameter results showed that the distance to the resident is 37.28%, the water current is 26%, the distance to the market is 17.21%, the distance to the road is 11.33%, the distance to the pier is 5.34%, and water depth is 2.84% with a consistency ratio of 0.0337. The waters of Tidung island, Panggang island, Pramuka island, Karya island, Kelapa island, Kelapadua island, Kaliage island, and Pari island are ideal waters for grouper aquaculture activities because they have suitable water conditions and social infrastructure factors. The use of a multi-criteria evaluation model with Fuzzy AHP based on geographic information systems provided relevant analytical results in assigning a weighted score and determining the most dominant criteria that build around the importance of each parameter to other parameters in influencing the cultivation suitability class.

Keywords: *cultivation suitability, Fuzzy AHP, grouper, multi-criteria*

ABSTRAK

Perkembangan budidaya ikan kerapu di Kepulauan Seribu berkembang pesat namun terdapat sejumlah kendala seperti terbatasnya lokasi yang sesuai, dampak negatif terhadap lingkungan, dan konflik penggunaan lahan. Kurangnya informasi terkait karakteristik perairan yang sesuai untuk budidaya akan menyebabkan pemanfaatan lokasi yang kurang tepat. Mencegah masalah tersebut penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan menentukan lokasi yang sesuai untuk budidaya ikan Kerapu di Kepulauan Seribu dengan menggunakan metode model evaluasi multikriteria Fuzzy AHP berbasis sistem informasi geografis. Hasil pembobotan parameter menunjukkan jarak ketempat penduduk (40,54%), jarak ke pasar (17%), jarak ke jalan (10,65%), arus perairan (27,06%), dan kedalaman perairan (4,75%) dengan konsistensi rasio sebesar 0,0228. Perairan Pulau Tidung, Pulau Panggang, Pulau Pramuka, Pulau Karya, Pulau Kelapa, Pulau Kelapadua, Pulau Kaliage, dan Pulau Pari merupakan perairan yang ideal bagi kegiatan budidaya ikan kerapu karena memiliki kondisi perairan dan faktor sosial infrastruktur yang sesuai. Pemanfaatan model evaluasi multikriteria dengan Fuzzy AHP berbasis sistem informasi geografis memberikan hasil analisis yang relevan dalam pemberian skor pembobotan dan dalam penentuan kriteria yang paling dominan berdasarkan tingkat kepentingan setiap parameter terhadap parameter lainnya dalam memengaruhi kelas kesesuaian budidaya.

Kata Kunci: Fuzzy AHP, ikan kerapu, kesesuaian budidaya, multi-kriteria

I. PENDAHULUAN

Kepulauan Seribu terletak di bagian utara Jakarta dengan luas wilayah sekitar 1.180,80 ha dan memiliki jumlah penduduk sebanyak 24.537 jiwa (BPS Kabupaten Kepulauan Seribu 2021). Menangkap ikan menjadi pekerjaan utama masyarakat di Kepulauan Seribu. Ikan yang ditangkap dan dieksploitasi terus menerus secara berlebihan, maka sumber daya tersebut akan semakin berkurang sehingga diperlukan kegiatan budidaya untuk menjaga ketersediaan dan meningkatkan populasi ikan (Anggraini *et al.*, 2019). Kepulauan Seribu sedang mengembangkan pusat budidaya ikan Kerapu dalam keramba jaring apung. Ikan kerapu merupakan ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi, baik di pasar dalam negeri maupun luar negeri, namun ketersediaan ikan kerapu saat ini mulai berkurang di Indonesia.

Kegiatan budidaya telah memberikan kontribusi nyata dalam bidang ekonomi, sosial, dan lingkungan. Seperti terlihat dari penyerapan tenaga kerja, peningkatan pendapatan, dan kesehatan masyarakat. Perkembangan budidaya perikanan berkembang pesat namun terdapat sejumlah kendala seperti terbatasnya lokasi yang sesuai, dampak negatif terhadap lingkungan, dan konflik penggunaan lahan. Kurangnya informasi terkait karakteristik perairan yang sesuai untuk budidaya akan menyebabkan pemanfaatan lokasi yang kurang tepat (Ngabito & Auliyah, 2018). Permasalahan tersebut dapat diatasi melalui upaya pencarian lokasi yang sesuai untuk budidaya ikan kerapu agar tingkat keberhasilan budidaya semakin tinggi. Lokasi pengembangan budidaya yang tepat akan meminimalkan risiko dampak lingkungan, memaksimalkan keuntungan ekonomi dan meminimalkan konflik antara pelaku budidaya dengan pengguna sumber daya lainnya. Penentuan lokasi yang sesuai dapat dilakukan melalui pendekatan sistem informasi geografis (SIG) dan teknologi penginderaan jauh dengan cara menganalisis

parameter-parameter, baik yang bersifat fisik dan lingkungan perairan maupun sosial ekonomi dalam menentukan lokasi budidaya secara spasial yang efektif (Radiarta *et al.*, 2008; Yunis *et al.*, 2020).

Teknik *Multicriteria evaluation* (MCE) merupakan teknik yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan yang dalam analisisnya mempertimbangkan dan mengevaluasi berbagai kriteria secara spasial. Teknik MCE yang banyak digunakan untuk mendeskripsikan, menjelaskan, dan memprediksi kesesuaian suatu kawasan adalah *Analytical hierarchy process* (AHP) (Yunis *et al.*, 2020). *Analytical hierarchy process* merupakan metode pengukuran dalam penentuan skala rasio berdasarkan perbandingan pasangan yang diskrit maupun kontinu yang didapatkan melalui ukuran aktual ataupun preferensi. Selain itu pengukuran AHP didalamnya terdapat beberapa kriteria dan alternatif yang diperoleh berdasarkan pertimbangan semua kriteria terkait (Matteo, 2015). Konsep dasar AHP yaitu menghasilkan bobot relatif antar kriteria dengan menggunakan matriks perbandingan berpasangan, dengan sebuah kriteria yang akan dibandingkan dengan kriteria lainnya dalam hal seberapa penting terhadap pencapaian tujuan (Saaty, 1987).

Metode AHP terbagi menjadi dua, yaitu metode AHP konvensional dan metode Fuzzy AHP. Metode Fuzzy AHP merupakan sebuah metode analisis yang dikembangkan dari AHP konvensional. Hasil analisis dari metode Fuzzy AHP dapat digunakan dalam pengambilan suatu keputusan dalam kepentingan relatif dari setiap pasangan faktor dalam hierarki yang sama dengan cara menggunakan segitiga bilangan fuzzy, melalui perbandingan berpasangan (Chang, 1996) dan dapat memberikan lokasi yang lebih sesuai dibandingkan dengan AHP konvensional (Teniwut *et al.*, 2019).

Penelitian-penelitian dengan pendekatan analisis kesesuaian lahan untuk budidaya ikan Kerapu menggunakan aplikasi sistem informasi geografis yang sudah

dilakukan oleh Hastari *et al.* (2017); Ngabito & Auliyah (2018); Anggraini *et al.* (2019) masih menggunakan parameter kesesuaian yang terbatas yaitu hanya pada parameter oseanografi. Topik ini masih sedikit publikasinya di Indonesia, khususnya di Kepulauan Seribu. Penggunaan parameter oseanografi saja juga belum cukup, tetapi juga perlu mempertimbangkan parameter lain yang menjadi pembatas dalam kesesuaian lahan seperti daerah keterlindungan, transportasi, dan Pelabuhan (Szuster & Albasri, 2010). Parameter tersebut akan diberikan bobot dan skor untuk bisa dibagi menjadi beberapa kelas yang diperoleh menggunakan metode fuzzy AHP (Teniwut *et al.*, 2019). Umumnya, banyak peneliti menggunakan sistem informasi geografis dengan menggunakan parameter yang ada tanpa mempertimbangkan bobot parameter mana yang lebih dominan berpengaruh dalam kesesuaian lahan budidaya (Szuster & Albasri, 2010; Affan, 2012; Hastari *et al.*, 2017; Ngabito & Auliyah 2018; Anggraini *et al.*, 2019). Oleh karenanya, penelitian ini

bertujuan mengidentifikasi dan menentukan lokasi yang sesuai untuk budidaya ikan Kerapu di Kepulauan Seribu dengan menggunakan model evaluasi multikriteria Fuzzy AHP berbasis sistem informasi geografis.

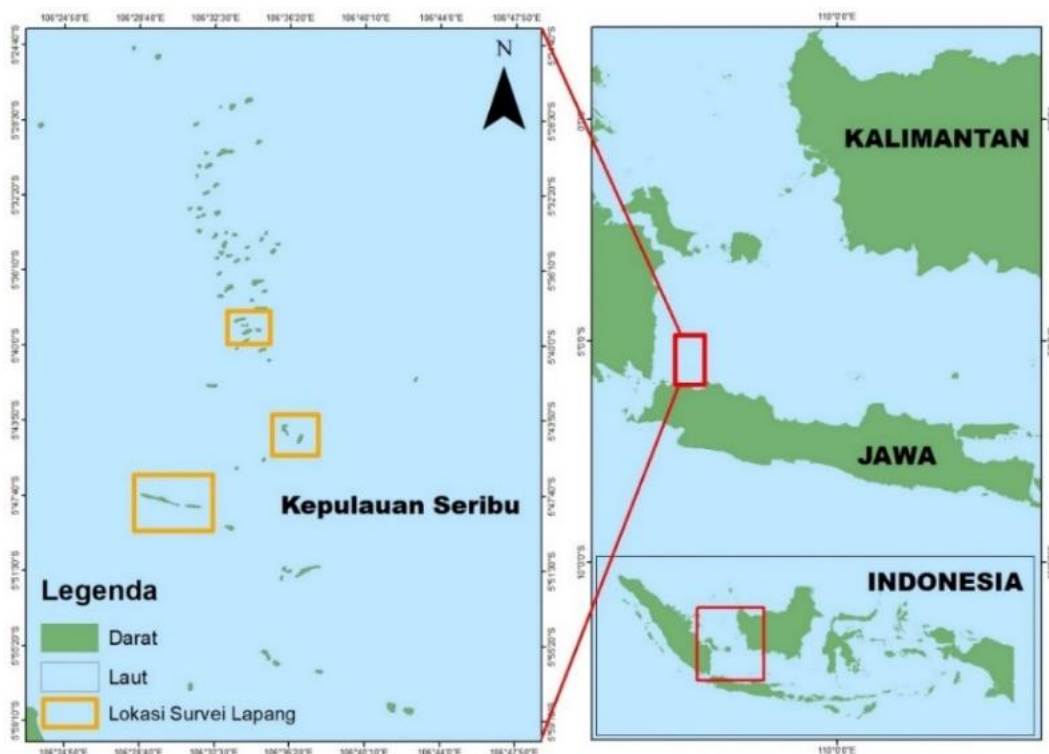
II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu Pengamatan

Survei lapang dilakukan di Kepulauan Seribu, Jakarta Utara, yaitu di Pulau Tidung, Pulau Panggang, dan Pulau Kelapadua pada tanggal 5-11 Januari 2022 (Gambar 1). Tahap pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh Kelautan, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat penentu posisi yaitu *Global Positioning System* (GPS) Garmin



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kepulauan Seribu, Jakarta Utara.

78S dengan presisi 3 meter, Kamera Canon A2300 untuk dokumentasi lapang, alat tulis, *software* ArcGis versi 10.8, *software* ODV 5.5.1, Microsoft Word 2019, dan Microsoft Excel 2019. Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari data *Shapefile* (SHP) Indonesia yang diperoleh dari <https://tanahair.indonesia.go.id/>, data landsat 8 yang diperoleh dari <https://earthexplorer.usgs.gov/>, data batimetri yang diperoleh dari <https://tides.big.go.id/>, data arus dan data suhu permukaan laut yang diperoleh dari <https://marine.copernicus.eu/>.

2.3. Perolehan Data

Data satelit Landsat 8 yang direkam pada tanggal 11 Mei 2021 diolah untuk menghasilkan informasi spasial tentang muatan padatan tersuspensi. Data dalam bentuk SHP diperlukan untuk menghitung jarak ke tempat penduduk, jarak ke jalan, dan jarak ke pasar. Data batimetri skala 1 meter diolah untuk mendapatkan nilai kedalaman perairan, data suhu permukaan laut untuk mengetahui tingkat suhu di lokasi yang dikaji dan data arus untuk mengetahui nilai kecepatan arus. Data validasi lapang diperoleh dengan melaksanakan pengamatan di lokasi penelitian meliputi dokumentasi, wawancara dengan pelaku pembudidaya (biaya dan hasil budidaya), dan *ground check* di daerah yang sudah pernah dilakukan budidaya ikan Kerapu di Kepulauan Seribu.

2.4. Pembobotan Kesesuaian

Konsep dasar AHP yaitu menghasilkan bobot relatif antar kriteria dengan menggunakan matriks perbandingan berpasangan. Prinsip dasar AHP yaitu memecahkan berbagai elemen-elemen pendukung dan menyusunnya secara hierarki sehingga tercipta sistem kompleks yang mudah dipahami. Tahapan pembobotan parameter dengan Fuzzy AHP dimulai dengan tahap membuat hierarki masalah dan melakukan penentuan matriks berpasangan dengan *Triangular Fuzzy Number* (TFN) (Tabel 1). Selanjutnya menentukan nilai dari

fuzzy synthetic extent. Langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan nilai vektor Fuzzy AHP (FAHP) dan nilai *Ordinat defuzzifikasi*, selanjutnya dilakukan normalisasi bobot FAHP untuk mendapatkan nilai pembobotan. Tahap selanjutnya yaitu menghitung konsistensi rasio (CR) untuk mengukur seberapa konsistensi penilaian telah relatif terhadap sampel besar penilaian acak murni. Ketika perhitungan menghasilkan $CR < 10\%$ maka perhitungan konsisten dan ketika $CR > 10\%$ dan hasil perhitungan tidak konsisten. CR dapat dihitung dengan perumusan dari (Yunis *et al.*, 2020):

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots(1)$$

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan : CR = Konsistensi Rasio, CI = Konsistensi Indeks, RI = Random Indeks, λ_{max} = Nilai rata-rata kriteria, n = Jumlah kriteria.

Penentuan prioritas menggunakan nilai perbandingan relatif dari seluruh kriteria yang disesuaikan dengan penilaian sehingga menghasilkan bobot dan prioritas. Tahap akhir dalam analisis ini melakukan klasifikasi berdasarkan tingkat kesesuaian (Tabel 2). Kriteria penentuan kesesuaian lahan budidaya ikan kerapu pada keramba jarring apung dapat dilihat pada Tabel 3.

2.5. Pengolahan Data

Pengolahan citra dimulai dengan proses pemotongan dan pemulihan citra yang berfungsi membatasi daerah yang akan diolah sesuai dengan lokasi penelitian. Koreksi geometrik juga dilakukan untuk meningkatkan ketelitian geometrik dengan menggunakan titik kendali *Ground Control Point* (GCP) dan untuk memperbaiki posisi atau letak objek agar lokasi koordinat sesuai dengan posisi sebenarnya di bumi. Selanjutnya dilakukan koreksi radiometrik yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas

visual citra dalam hal memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya.

Kalibrasi radiometrik merupakan nilai data citra asli hasil unduhan dari *digital number* (DN) yang dikonversi menjadi nilai reflektan *top of atmospheric* (ToA) (Kusumawati et al., 2019). Menurut Ihlen (2019) nilai *digital number* yang dikonversi menjadi nilai reflektan ToA dapat diperoleh dengan rumus:

$$p\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan: $p\lambda'$ = Reflektan ToA, M_p = Faktor skala (*Band-specific multiplicative rescaling factor*), Q_{cal} = Nilai pixel (DN), A_p = Faktor penambah (*Band-specific additive rescaling factor*).

Perubahan posisi matahari terhadap bumi bergantung pada waktu dan lokasi objek yang direkam. Posisi matahari menyebabkan distorsi radiometrik. Distorsi radiometrik dapat dihilangkan dengan cara melakukan koreksi *top of atmospheric* (ToA). Menurut Kusumawati et al. (2019) persamaan untuk koreksi ToA dapat diperoleh dengan rumus:

$$p\lambda = \frac{p\lambda'}{\sin\theta_{SE}} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan: $p\lambda$ = Reflektan ToA terkoreksi sudut matahari, θ_{SE} = Sudut elevasi matahari (*local sun elevation angle*).

Penentuan nilai MPT dari citra Landsat 8 dapat diperoleh menggunakan algoritma Laili et al. (2015):

$$TSS = 31.42 \left(\frac{\log Rrs_2}{\log Rrs_4} \right) - 12.719 \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan: Rrs_2 = Reflectan band biru, Rrs_4 = Reflectan band merah.

Pengolahan data arus berformat *.nc dengan menggunakan *software* ODV menjadi data format *.txt. Kemudian

dilakukan sorting data yang menghasilkan nilai koordinat dan komponen u dan v dari arus. Komponen u adalah komponen arus terhadap sumbu x dan komponen v adalah komponen arus terhadap sumbu y. Komponen u dan v dikonversi menjadi nilai kecepatan arus (cm/s). Nilai kecepatan arus kemudian dipetakan dengan menggunakan ODV.

Data suhu permukaan laut berformat *.nc dengan menggunakan *software* ODV menjadi data format *.txt. Kemudian dilakukan sorting data yang menghasilkan nilai koordinat dan nilai suhu permukaan laut. Nilai suhu permukaan laut kemudian dipetakan dengan menggunakan ODV untuk mendapatkan nilai sebaran suhu.

Data batimetri diolah berdasarkan wilayah yang akan dikaji. Kemudian data batimetri yang masih berupa data raster diubah ke point menggunakan *ArcToolbox*. Interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW) dilakukan untuk mendapatkan nilai kedalaman.

Pengolahan data faktor sosial dan infrastruktur dimulai dengan memasukkan data *shape file* berupa titik-titik pulau yang memiliki penduduk. Analisis menggunakan *buffer tools* yang merupakan teknik analisis yang digunakan dalam penentuan lahan untuk keperluan strategi pemasaran dalam suatu bisnis (Aqli, 2010). Proses buffer dilakukan menggunakan fungsi *multiple rings buffer* yang terdapat pada *ArcToolbox*. Proses pembobotan dan skoring pada setiap parameter dengan menggunakan perhitungan metode fuzzy AHP sehingga menghasilkan bobot, skor, serta konsistensi rasio yang rasional dan dapat diterima karena memenuhi tingkat konsistensi yang ditentukan. Pembuatan peta kesesuaian lahan budidaya ikan kerapu yang dilakukan dengan cara menumpang susunkan semua parameter dengan menggunakan *Union Tools* pada *ArcToolbox*. Setelah melakukan tumpang susun, perhitungan bobot dan skoring untuk semua parameter dilakukan sehingga mengetahui kelas potensial untuk potensi

Tabel 1. Skala Triangular Fuzzy Number

AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Kebalikan
1	Kedua elemen memiliki pengaruh yang sama	(1,1,1)	(1,1,1)
2	Pertengahan	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
3	Elemen satu sedikit lebih penting dari yang lainnya	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
4	Pertengahan	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
5	Elemen satu lebih penting dari yang lainnya	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
6	Pertengahan	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
7	Elemen satu sangat penting dari yang lainnya	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
8	Pertengahan	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari elemen yang lainnya	(9,9,9)	(1/9,1/9,1/9)

Sumber: (Kannan *et al.*, 2013)

Tabel 2. Tingkat kelas kesesuaian lahan

Kelas kesesuaian Lahan	Rentang Nilai	Kriteria
S1: Sangat Sesuai	75-100%	Lahan tidak memiliki pembatas
S2: Sesuai	50-<75%	Lahan mempunyai sedikit pembatas
S3: Cukup Sesuai	25-<50%	Lahan mempunyai pembatas dengan tingkat yang cukup berat namun bisa diperbaiki dengan tingkat teknologi yang lebih tinggi
N: Tidak Sesuai	0-<25%	Lahan mempunyai pembatas sangat berat sehingga tidak dapat dilakukan

Sumber: (Tanto *et al.*, 2017)

Tabel 3. Penentuan kelas kesesuaian lahan

Parameter	Sangat Sesuai	Sesuai	Cukup Sesuai	Tidak Sesuai
Arus (cm/s)	5-15	15-25	25-35	<5 & >35
Kedalaman (m)	10-20	20-25	25-30	<10 & >30
Suhu Permukaan Laut (°C)	28-30	31-32	25-27	<25 & >32
Muatan Padatan Tersuspensi (mg/L)	<25	25-37	38-50	>50
Jarak Ke Tempat Penduduk (Km)	<0,5	0,5-1	1-1,5	>1,5
Jarak Ke Pasar (Km)	<2	2-5	5-8	>8
Jarak Ke Jalan (Km)	<0,5	0,5-1	1-1,5	>1,5

Sumber: (Radiarta *et al.*, 2006, Yunis *et al.*, 2020, Rizal & Bayuaji, 2021)

kesesuaian lahan budidaya ikan Kerapu di kepulauan Seribu. Hasil dari peta kesesuaian lahan budidaya ikan Kerapu di Kepulauan Seribu selanjutnya dilakukan pengujian melalui validasi lapang di daerah yang sudah dilakukan kegiatan budidaya ikan kerapu yaitu di Pulau Kelapadua, Pulau Panggang, dan Pulau Tidung untuk mendapatkan hasil yang akurat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

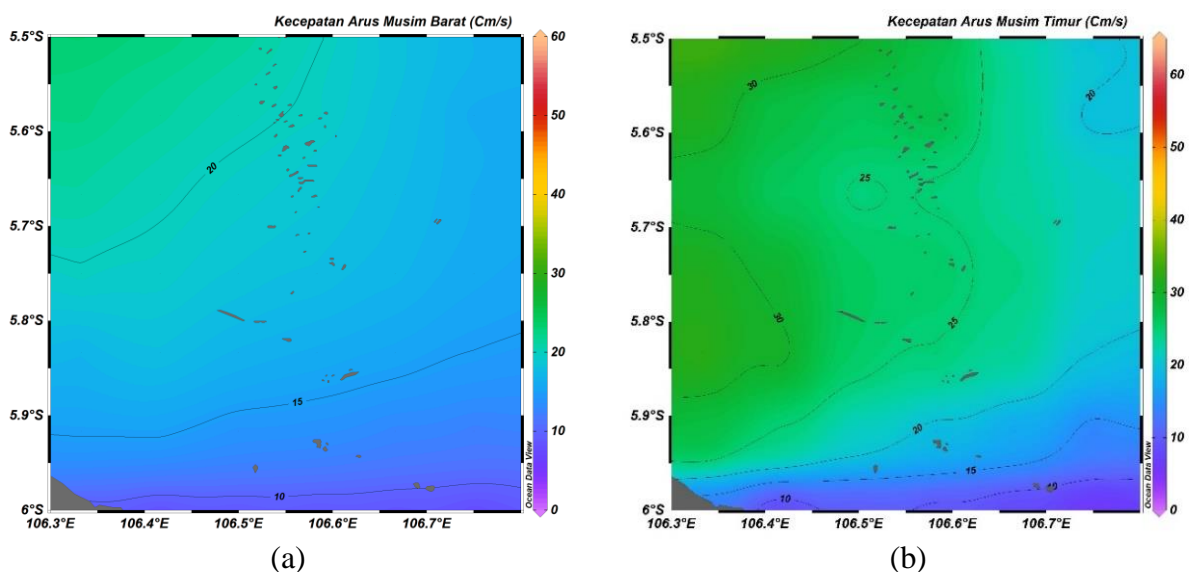
3.1. Kondisi Umum Perairan

Arus perairan di Kepulauan Seribu berdasarkan data Marine Copernicus tahun 2021 di musim barat berkisar 10-25 cm/detik sedangkan pada musim timur berkisar 10-30 cm/detik (Gambar 2). Kisaran Arus ini juga sesuai dengan data Corvianawatie & Abrar (2018) yakni 10-15 cm/detik dan Lubis & Yosi (2012) yakni 18,7-31,9 cm/detik. Kecepatan arus yang terlalu besar tidak sesuai untuk lokasi budidaya karena akan merusak media yang digunakan dalam kegiatan budidaya (Ngabito & Auliyah, 2018), sedangkan kecepatan arus yang terlalu kecil tidak sesuai untuk sirkulasi oksigen ikan kerapu (Radiarta *et al.*, 2006). Arus berperan dalam kesesuaian budidaya ikan kerapu yaitu sebagai sirkulasi air,

membersihkan timbunan sisa metabolisme biota, mendistribusikan oksigen terlarut dan unsur hara, serta mengurangi organisme penempel.

Kedalaman perairan di Kepulauan Seribu berdasarkan data Badan Informasi Geospasial (BIG) tahun 2021 berkisar 5-30 meter (Gambar 3a). Kisaran kedalaman ini juga sesuai dengan hasil penelitian Effendi *et al.* (2016) yakni di Pulau Semak Daun berkisar 0,5-28 m, di Pulau Karya 0,5-27 m, dan di Pulau Panggang 0,8-20 m. Kedalaman perairan berkaitan dengan kualitas air dan penggunaan jaring untuk budidaya ikan kerapu. Kedalaman yang terlalu dangkal akan memengaruhi kualitas air yang disebabkan oleh akumulasi sisa pakan yang jatuh ke dasar perairan dan sisa kotoran ikan yang membusuk, sedangkan kedalaman yang terlalu dalam secara teknis membuat pemasangan sistem pengikat tali keramba jaring apung sulit karena memerlukan tali jangkar yang sangat Panjang (Estigade *et al.*, 2019).

Kandungan muatan padatan tersuspensi di Kepulauan Seribu berdasarkan data Landsat 8 yang diperoleh tahun 2021 memiliki rentang nilai 10-17 mg/L (Gambar 3b). Kisaran nilai muatan padatan tersuspensi tersebut sesuai dengan hasil penelitian



Gambar 2. Sebaran nilai kecepatan arus; (a) musim barat; (b) musim timur.

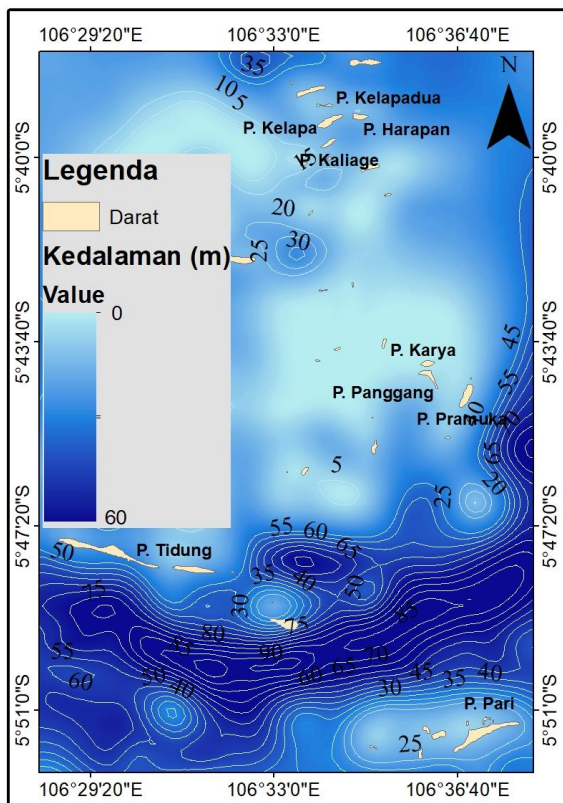
Fajarwati *et al.* (2015) yakni 5-19 Mg/L. Muatan padatan tersuspensi berperan dalam kegiatan budidaya karena semakin tinggi tingkat muatan padatan tersuspensi akan menyebabkan terganggunya proses respirasi pada ikan sehingga ikan kesulitan bernafas dan mati (Atmojo, 2018).

Suhu permukaan laut di Kepulauan Seribu berdasarkan data *Marine Copernicus* tahun 2021 berkisar 28-30°C (Gambar 4). Badan Pusat Statistik Kepulauan Seribu (2021) menyebutkan bahwa suhu perairan di Kepulauan Seribu dari bulan Januari hingga Desember memiliki nilai berkisar 28-30°C. Sementara hasil penelitian Corvianawatie & Abrar (2018) mendapatkan bahwa suhu permukaan laut di pulau Pari Kepulauan Seribu berkisar 28,50-29,30°C. Selain itu, Effendi *et al.* (2016) juga melakukan penelitian di pulau Semak Daun

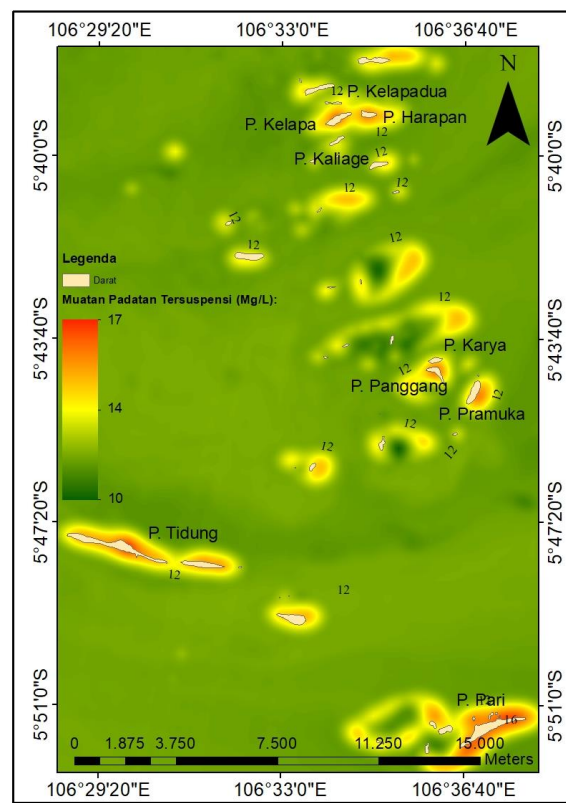
mendapatkan suhu permukaan laut berkisar 28,6-29,7°C, di pulau Karya berkisar 29,6-30,6°C, dan di pulau Panggang berkisar 29,2-30,9°C. Suhu perairan merupakan faktor yang memengaruhi kesesuaian budidaya karena berperan langsung terhadap metabolisme ikan budidaya, konsumsi oksigen dan aktivitasnya. Perubahan suhu yang mendadak akan membuat ikan stress dan mati (Atmojo, 2018).

3.2. Kriteria Kesesuaian Lokasi Budidaya

Sesuai dengan kriteria kelas kesesuaian pada Tabel 3 ada 7 variabel yang umum digunakan untuk analisis spasial kesesuaian lokasi untuk budidaya kerapu. Kisaran nilai parameter suhu permukaan laut (SPL) berkisar 28-30°C dan muatan padatan tersuspensi (MPT) berkisar 10-17 mg/L

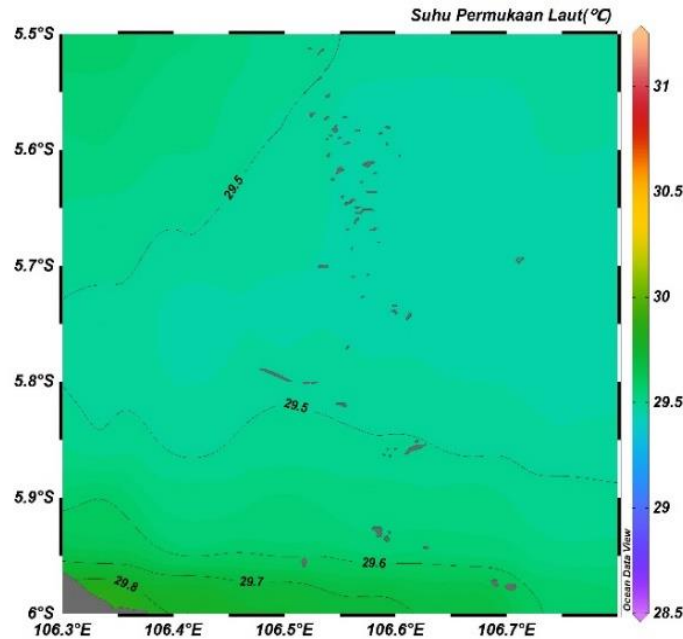


(a)



(b)

Gambar 3. Sebaran nilai faktor oseanografi; (a) kedalaman perairan; (b) muatan padatan tersuspensi.



Gambar 4. Sebaran nilai suhu permukaan laut

sehingga secara spasial dan temporal di Kepulauan Seribu masuk dalam kriteria kelas sangat sesuai sehingga tidak digunakan untuk analisis spasial lebih lanjut. Parameter yang dianalisis lebih lanjut untuk kelas kesesuaian adalah jarak ke tempat penduduk, arus, jarak ke pasar, jarak ke jalan, dan kedalaman perairan.

Parameter jarak ke tempat penduduk memiliki nilai bobot tertinggi yaitu sebesar 40,54% (Tabel 4). Jarak ke tempat penduduk memiliki peran terhadap tingkat keamanan, biaya sehari-hari, dan polusi rumah tangga yang berkemungkinan masuk ke area budidaya. Parameter jarak ke pasar memiliki nilai bobot sebesar 17%. Semakin jauh jarak ke pasar akan membutuhkan biaya yang lebih untuk membayar biaya pengangkutan, dan mengurangi nilai kesegaran ikan (Nasution *et al.*, 2011).

Parameter arus perairan memiliki bobot sebesar 27,06 %. Arus berperan penting dalam sirkulasi air dan digunakan sebagai pembawa bahan terlarut dan tersuspensi serta dapat memengaruhi jumlah kelarutan oksigen dalam air (Affan, 2012). Selain itu arus yang kencang dapat menghancurkan keramba jaring apung yang

dapat menyebabkan ikan-ikan terlepas dari keramba. Arus dengan kecepatan rendah akan berpengaruh terhadap sirkulasi oksigen yang sedikit sehingga akan menyebabkan ikan kerapu stress.

Parameter jarak ke jalan memiliki nilai bobot sebesar 10,65%. Hal ini dikarenakan lokasi budidaya dengan fasilitas jalan berpengaruh terhadap waktu perpindahan dan adanya keadaan darurat, seperti adanya bencana atau kerusakan pada keramba yang memerlukan waktu untuk respon cepat dan jarak yang semakin jauh ke jalan akan berpengaruh terhadap biaya yang semakin besar seperti meningkatnya biaya bahan bakar (Atmojo, 2018). Parameter kedalaman memiliki bobot sebesar 4,75%. Kedalaman perairan sangat penting dalam kelayakan budidaya (Radiarta *et al.*, 2006). Kedalaman berkaitan dengan kualitas air dan penggunaan jaring untuk budidaya ikan kerapu. Nilai konsistensi rasio dari keenam parameter tersebut yaitu sebesar 0,0228 (Tabel 5). Hasil tersebut menunjukkan tingkat konsistensi yang rasional dan dapat diterima karena memenuhi tingkat konsistensi rasio $<0,1$ (Saaty, 1987).

Tabel 4. Nilai pembobotan kesesuaian lahan budidaya ikan Kerapu di Kepulauan Seribu.

Parameter	Sangat Sesuai	Sesuai	Cukup Sesuai	Tidak Sesuai	Bobot (%)
Jarak Ke Tempat Penduduk (Km)	<0,5	0,5-1	1-1,5	>1,5	40,54
Arus (cm/detik)	5-15	20-25	25-35	<5 & >35	27,06
Jarak Ke Pasar (Km)	<2	2-5	5-8	>8	17
Jarak Ke Jalan (Km)	<0,5	0,5-1	1-1,5	>1,5	10,65
Kedalaman (m)	10-20	20-25	25-30	<10 & >30	4,75

Tabel 5. Rasio konsistensi dari *Peer Comparison Matric* (PCM) kriteria

Rasio	Paramater
n	5
λ_{max}	5,1021
CI	0,0255
CR	0,0228

3.3. Hasil Faktor Sosial dan Infrastruktur

3.3.1. Jarak Lokasi Budidaya ke Tempat Penduduk

Jarak lokasi budidaya ke tempat penduduk di pulau seribu memiliki tingkat kategori yang beragam yaitu semakin dekat dengan daerah pulau berpenduduk maka nilai kesesuaian memiliki tingkat kategori sangat sesuai sedangkan semakin jauh dengan daerah pulau berpenduduk maka nilai kesesuaian memiliki tingkat kategori tidak sesuai (Gambar 5a). Semakin dekat dengan pemukiman penduduk maka biaya sehari-hari yang digunakan akan lebih hemat dan keamanan tempat budidaya lebih mudah terjaga serta terkontrol. Radiarta *et al.* (2008) menyebutkan bahwa jarak ketempat penduduk meningkatkan produktivitas dan pengembangan budidaya dengan kemudahan akses yang dekat dengan area budidaya.

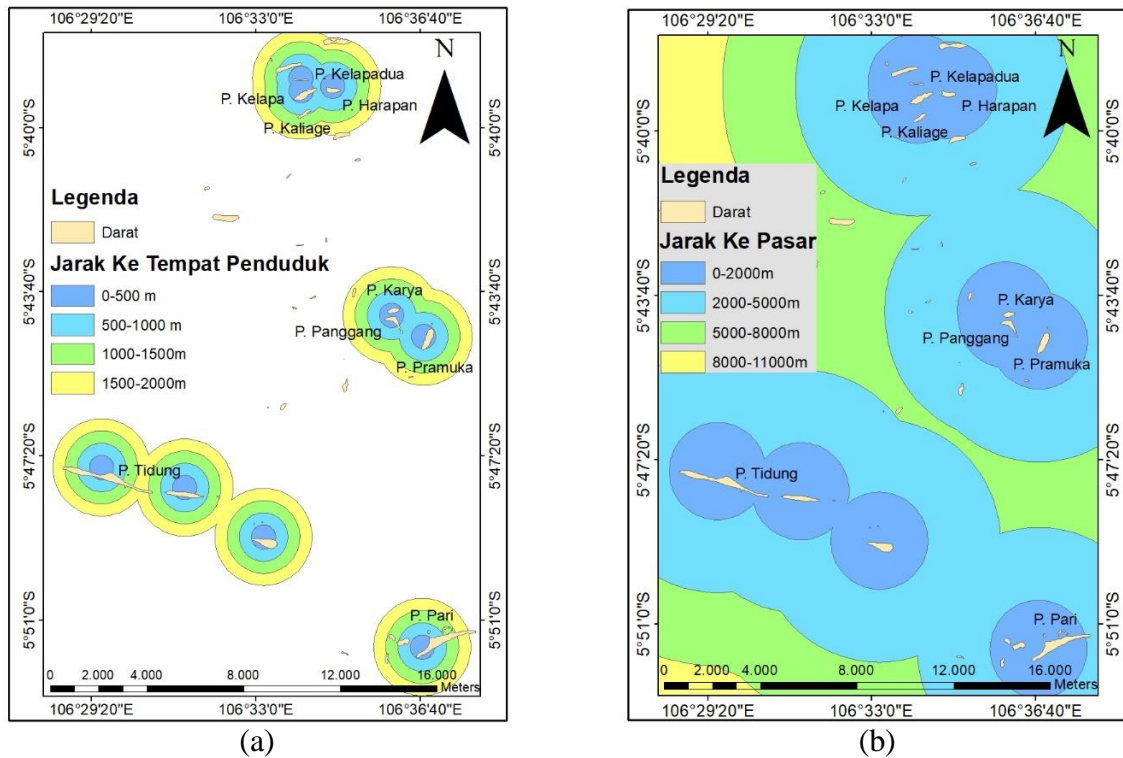
3.3.2. Jarak Lokasi Budidaya ke Pasar

Jarak lokasi budidaya ke pasar di Kepulauan Seribu memiliki tingkat kategori

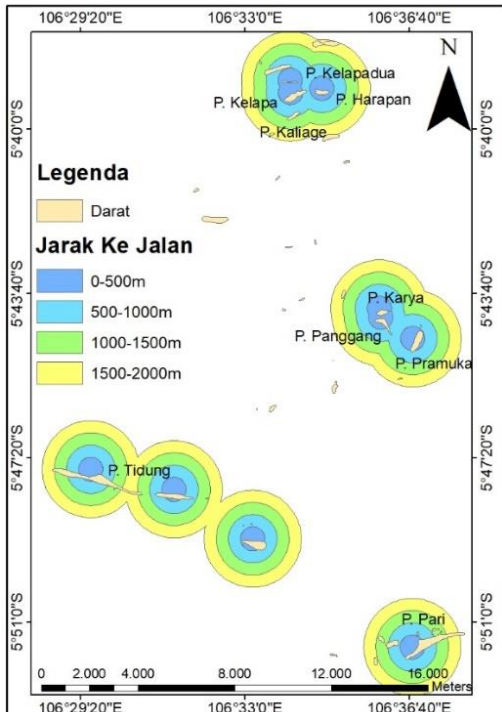
yang beragam dengan kategori sangat sesuai yang dominan (Gambar 5b). Hal ini disebabkan ketika semakin jauh jarak antara pembudidaya dengan pembeli maka membutuhkan biaya tambahan lebih untuk transportasi dan pengangkutan barang. Selain itu semakin jauhnya pasar dari tempat budidaya maka membutuhkan waktu lebih lama sampai ketangan pembeli sehingga membuat hasil panen ikan tidak segar lagi (Nasution *et al.*, 2011).

3.3.3. Jarak Lokasi Budidaya ke Jalan

Jarak lokasi budidaya ke jalan di Pulau Seribu memiliki tingkat kategori yang beragam (Gambar 6). Semakin jauh jarak jalan ke lokasi budidaya akan menyebabkan meningkatnya waktu perpindahan sehingga membutuhkan biaya bahan bakar lebih yang membuat pengeluaran lebih banyak (Atmojo, 2018). Akses jalan yang dekat dengan lokasi budidaya memudahkan aktivitas sehari-hari seperti pemberian pakan dan memudahkan para pembeli ikan menjangkau daerah budidaya tersebut.



Gambar 5. Tingkat kesesuaian lahan budidaya di Kepulauan Seribu; (a) Jarak ke Tempat Penduduk; (b) Jarak ke Pasar.



Gambar 6. Tingkat kesesuaian lahan budidaya di kepulauan seribu Jarak ke jalan.

3.3.5. Analisis Spasial Kesesuaian Lokasi Budidaya

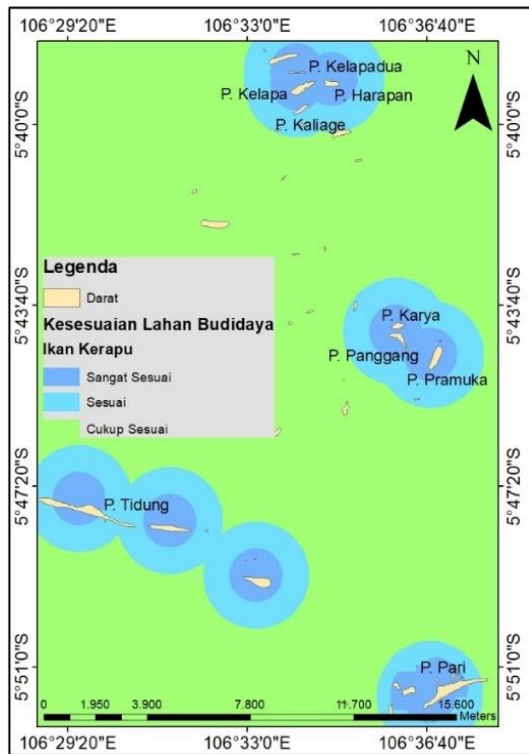
Hasil analisis kesesuaian lokasi budidaya berdasarkan jarak ke tempat penduduk, arus jarak ke pasar, jarak ke jalan, dan kedalaman perairan tertera pada Gambar 7. Wilayah perairan Kepulauan Seribu kelas kesesuaian terbagi menjadi kelas sangat sesuai, sesuai, dan cukup sesuai. Umumnya berada di pulau yang berpenduduk. Hal ini dikarenakan semakin jauh dari daratan pulau yang berpenduduk maka akses menuju lokasi budidaya akan semakin sulit, karena jarak antara lokasi budidaya dengan fasilitas yang dibutuhkan di daratan membutuhkan waktu tempuh yang lebih lama serta membutuhkan biaya yang lebih banyak lagi untuk dikeluarkan dalam kegiatan operasional sehari-hari (Atmojo, 2018).

3.3.6. Validasi

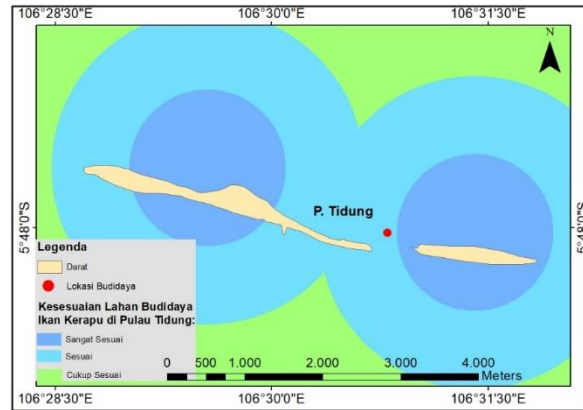
Penduduk yang telah melakukan usaha budidaya ikan kerapu berada di Pulau Tidung, Pulau Panggang, dan Pulau

Kelapadua. Hasil analisis spasial lokasi ini berada pada wilayah dengan tingkat kesesuaian dengan kategori sangat sesuai, sesuai, dan cukup sesuai (Gambar 8). Hal ini juga dikonfirmasi dengan hasil wawancara dengan beberapa sumber pembudidaya di tiga pulau tersebut yang menyebutkan bahwa kegiatan budidaya yang berlangsung cenderung menghasilkan keuntungan setiap tahunnya dengan tingkat keberhasilan budidaya yang tinggi (Tabel 6). Keuntungan yang didapatkan masing-masing pembudidaya berbeda-beda karena skala usaha yang berbeda-beda dimana jumlah benih yang dimasukkan kedalam keramba jaring apung (KJA).

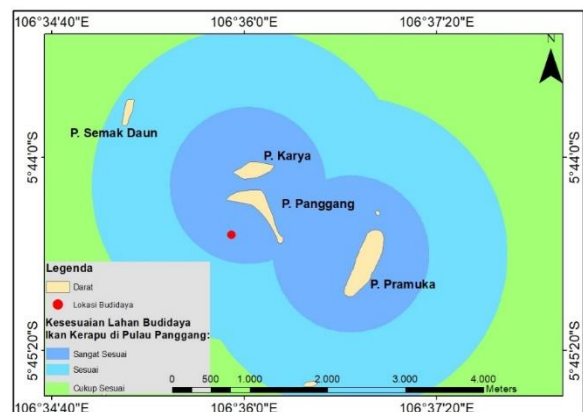
relatif mudah karena ikan kerapu memiliki tingkat kelangsungan hidup yang tinggi sehingga peluang keberhasilan panennya pun tinggi.



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. Tingkat kesesuaian lahan budidaya berdasarkan Semua Parameter Kesesuaian di Kepulauan Seribu.

Harga jual ikan kerapu dalam kondisi hidup lebih mahal dibandingkan keadaan yang sudah mati membuat kegiatan budidaya ikan kerapu sangat diperlukan. Selain itu kegiatan budidaya ikan kerapu cenderung

Gambar 8. Kesesuaian lahan budidaya Ikan Kerapu; (a) Pulau Tidung; (b) Pulau Panggang; (c) Pulau Kelapadua.

Tabel 6. Hasil perhitungan ekonomi keuntungan pelaku budidaya di Kepulauan Seribu

Responden	Biaya Operational (Perbulan)	Hasil Penjualan (Perbulan)	Keuntungan (Per-bulan)
1	Rp959.333	Rp1.562.500	Rp474.833
2	Rp2.220.666	Rp4.000.000	Rp1.774.333
3	Rp2.410.000	Rp13.605.000	Rp11.161.666
4	Rp215.000	Rp7.500.000	Rp7.273.333
5	Rp8.210.000	Rp16.666.666	Rp8.207.777
6	Rp18.111.666	Rp45.000.000	Rp26.874.500

Hasil panen biasanya dilakukan di area budidaya yaitu para pembeli datang langsung untuk negosiasi harga kepada pembudidaya dan sisanya diambil para tengkulak yang datang langsung untuk membeli semua hasil panen. Waktu panen biasanya dilakukan dalam 6 bulan sekali. Karena apabila tidak dijual sesuai dengan waktu yang seharusnya akan memakan biaya tambahan terutama biaya pakan. Pakan yang digunakan dalam budidaya di pulau seribu yaitu ikan rucah didapatkan dari nelayan disekitar daerah budidaya sehingga ikannya tetap segar dan pelet megami GR yang bisa didapatkan melalui *online shop*.

Kegiatan budidaya di tiga pulau termasuk aman dari pencuri ikan dan polusi sampah rumah tangga. Sampah hasil rumah tangga biasanya dibersihkan setiap harinya oleh para petugas kebersihan yang berada disana sehingga sampah tidak mengotori area budidaya. Selain itu jarak antara rumah pembudidaya dengan lokasi budidaya sangat dekat sehingga membuat keamanan lebih terjaga. Adapun polusi tumpahan minyak terkadang mengotori area budidaya, namun hal ini tidak membuat para pembudidaya khawatir karena ikan-ikan yang mati akibat tumpahan minyak tersebut akan mendapatkan ganti rugi.

IV. KESIMPULAN

Pengembangan model evaluasi multikriteria dengan fuzzy AHP berbasis sistem informasi geografis menghasilkan skor pembobotan yang konsisten dalam

penentuan kriteria kesesuaian lahan budidaya ikan Kerapu di Kepulauan Seribu. Bobot masing-masing parameter secara berurutan mulai dari yang tertinggi adalah jarak ketempat penduduk (40,54%), jarak ke pasar (17%), jarak ke jalan (10,65%), arus perairan (27,06%), dan kedalaman perairan (4,75%) dengan konsistensi rasio sebesar 0,0228. Analisis spasial multikriteria yang dikembangkan, Perairan Pulau Tidung, Pulau Panggang, Pulau Pramuka, Pulau Karya, Pulau Kelapa, Pulau Kelapadua, Pulau Kaliage, dan Pulau Pari merupakan perairan yang ideal bagi kegiatan budidaya ikan Kerapu karena memiliki kondisi perairan dan faktor sosial infrastruktur yang sesuai.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada orang tua yang telah memberikan dukungan finansial hingga penelitian ini selesai. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing, editor, dan reviewer yang telah memberikan masukan dan komentar yang konstruktif untuk meningkatkan mutu paper ini

DAFTAR PUSTAKA

Affan, J.M. 2012. Identifikasi lokasi untuk pengembangan budidaya keramba jaring apung (KJA) berdasarkan faktor lingkungan dan kualitas air di perairan pantai timur Bangka Tengah. *Depik Jurnal Ilmu Ilmu Perairan, Pesisir, dan Perikanan*, 1(1): 78-85.

- <https://doi.org/10.13170/depik.1.1.30>
 Anggraini, N., S.W. Adawiyah, D.N.B. Ginting, & S. Marpaung. 2019. Analisis spasial kesesuaian budidaya kerapu berbasis data penginderaan jauh (studi kasus: pulau Ambon Maluku). *J. Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 16(2): 113-122.
<http://doi.org/10.30536/j.pjpdcd.2019.v16.a3180>
- Aqli, W. 2010. Analisa buffer dalam sistem informasi geografis untuk perencanaan ruang Kawasan. *Inersia*, 6(2): 192-201.
<https://doi.org/10.21831/inersia.v6i2.10547>
- Atmojo, S.D. & P.G. Ariastita. 2018. Kriteria lokasi keramba jaring apung (KJA) off shore di perairan provinsi Jawa Timur. *J. Teknik ITS*, 7(1): 2337-3520.
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.29218>
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Kabupaten Kepulauan Seribu dalam angka. Jakarta (ID): BPS Kabupaten Kepulauan Seribu. 265 hlm.
- Chang, D.Y. 1996. Applications of the Extent Analysis Method On Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(1996): 649-655.
[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2)
- Corvianawatie, C. & M. Abrar. 2018. Kesesuaian kondisi oseanografi dalam mendukung ekosistem Terumbu Karang di perairan Pulau Pari. *J. Kelautan Nasional*, 13(3): 155-161.
<http://doi.org/10.15578/jkn.v13i3.6322>
- Effendi, I., M.A. Suprayudi, I.W. Nurjaya, E.H. Surawidjaja, E. Supriyono, M.Z. Junior, & S Sukenda. 2016. Kondisi oseanografi dan kualitas air di beberapa perairan Kepulauan Seribu dan kesesuaiannya untuk budidaya Udang Vanname (*Litopenaeus Vannamei*). *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(1): 403-417.
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v8i1>
- Estigade, A.P., A.P. Astuti, A. Wicaksono, T. Maitela, & W. Widyatmanti. 2019. Aplikasi *web map* dalam pemetaan kesesuaian fisik perairan untuk budidaya keramba jaring apung di Teluk Lampung. *Majalah Globe*, 21(1): 9-16.
<http://doi.org/10.24895/MIG.2019.21-1.867>
- Fajarwati, S.D, A.I. Setianingsih, & Muzani. 2015. Analisis kondisi lamun (Seagrass) di perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Spatial Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi*, 13(1): 22-32.
<http://doi.org/10.33512/jpk.v10i2.9497>
- Hastari, I.F., R. Kurnia, & M.M. Kamal. 2017. Analisis kesesuaian budidaya KJA ikan Kerapu menggunakan SIG di perairan Ringung Lampung. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1): 151-159.
<https://doi.org/10.28930/jitkt.v9i1.17926>
- Ihlen, V. 2019. *Landsat 8 (L8) Data User Handbook*. Sioux Falls (US): Department of the Interior U.S. Geological Survey. 106 p.
- Kannan, D., R. Khodaverdi, L. Olfat, A. Jafarian, & A. Diabat. 2013. Integrated Fuzzy multicriteria decision making method and multiobjective programming approach for supplier selection and order allocation in a Green Supply Chain. *J. of Cleaner Production*, 47: 355-367.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.010>
- Kusumawati, E., S.B. Susilo, & S.B. Agus. 2019. Analisis penentuan sebaran konsentrasi Klorofil-A dan

- produktivitas primer di perairan Teluk Saleh menggunakan citra satelit Landsat OLI 8. *J. of Resources and Environmental Management*, 9(3): 671-679.
<https://doi.org/10.29244/jpsl.9.3.671-679>
- Laili, N., F. Arafah, L.M. Jaelani, L. Subehi, A. Pamungkas, E.S. Koenhardono, & A. Sulisetyono. 2015. Development of water quality parameter retrieval algorithms for estimating Total Suspended Solid and Chlorophyll-A concentration using Landsat-8 imagery at Poteran Island Water. *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2(2): 55-62.
<https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-2-W2-55-2015>
- Lubis, A. & M. Yosi. 2012. Kondisi meteorologi maritim dan oseanografi di perairan sekitar Pulau Kotok, Kepulauan Seribu: April 2011. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1): 24-34.
<https://doi.org/10.28930/jitkt.v4i1.7803>
- Matteo, B. 2015. *Introduction to the Analytic Hierarchy Process*. Espoo (FI): Aaltodoc. 83 p.
- Nasution, Z., Y.D. Sari, & H.M. Huda. 2011. Perikanan budidaya di danau maninjau: antisipasi kebijakan penanganan dampak kematian masal ikan. *J. Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 1(1): 19-31.
<https://doi.org/10.15578/jksekp.v1i1.9252>
- Ngabito, M. & N. Auliyah. 2018. Kesesuaian budidaya ikan Kerapu (*Epinephelus* sp.) sistem keramba jaring apung di Kecamatan Monano. *J. Galung Tropika*, 7(3): 204-219.
<https://doi.org/10.31850/jgt.v7i3.377>
- Radiarta, I.N., S.I. Saitoh, & A. Miyazono. 2008. GIS-based multicriteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese Scallop (*Mizuhopecten Yessoensis*) Aquaculture in Funka Bay, Southwestern Hokkaido, Japan. *Aquaculture*, 284: 127-135.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.07.048>
- Radiarta, I.N., A. Saputra, J. Haryadi, O. Johan, & T.H. Prihadi. 2006. Pemilihan lokasi budidaya ikan dalam keramba jaring apung menggunakan analisis multikriteria dan sistem informasi geografis di Teluk Kapontori, Sulawesi Tenggara. *J. Riset Aquaculture*, 1(3): 337-348.
<http://doi.org/10.15578/jra.1.3.2006.337-348>
- Rizal, S.S. & G.D.A Bayuaji. 2021. Penentuan kesesuaian lokasi marikultur ikan kerapu di Sumatera Utara, Indonesia menggunakan Google Earth Engine. *J. of Fisheries and Marine Research*, 5(2): 357-367.
<http://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.02.21>
- Saaty, R.W. 1987. The Analytic Hierarchy Process-what it is and how it is used. *Math Modelling*, 9: 161-176.
[https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Szuster, W.B. & H. Albasri. 2010. Site selection for Grouper mariculture in Indonesia. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 2(3): 87-92.
<https://doi.org/10.5897/IJFA.9000033>
- Tanto, T.A., A. Putra, & F. Yulianda. 2017. Kesesuaian ekowisata di pulau Pasumpahan, Kota Padang. *Majalah Ilmiah Globe*, 19(2): 135-146.
<https://doi.org/10.24895/MIG.2017.19-2.606>
- Teniwut, W.A., M. Marimin, & T. Djatna. 2019. GIS based multicriteria decision making model for site selection of Seaweed farming information centre: a lesson from

- Small Islands, Indonesia. *Decision Science Letters*, 8: 137-150.
<https://doi.org/10.5267/j.dsl.2018.8.001>
- Yunis, C.R.C., R.S. Lopez, S.M.O. Cruz, E.B. Castillo, J.O.S. Lopez, D.I. Trigoso, & N.B.R. Briceno. 2020. Land suitability for sustainable aquaculture of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) in Molinopampa (Peru) Based on RS, GIS, and AHP. *International Journal of Geo-Information*, 9(28): 1-18.
<https://doi.org/10.3390/ijgi9010028>
- Submitted : 10 May 2022
Reviewed : 13 September 2022
Accepted : 17 December 2022

FIGURE AND TABLE TITLES

- Figure 1. Map of research location in Kepulauan Seribu, North Jakarta.
- Figure 2. Distribution of current velocity values; (a) West monsoon; (b) East monsoon.
- Figure 3. Distribution of oceanography factor values; (a) distribution of water depth values; (b) Distribution of total suspended solid values.
- Figure 4. Distribution of sea surface temperature values.
- Figure 5. Level of suitability of cultivation land in Kepulauan Seribu; (a) Distance to population; (b) Distance to market.
- Figure 6. Level of suitability of cultivation land in Kepulauan Seribu Distance to road.
- Figure 7. Level of suitability of cultivation land in Kepulauan Seribu based on all suitability parameters in Kepulauan Seribu.
- Figure 8. Suitability of Grouper cultivation land; (a) Tidung island; (b) Panggang island; (c) Kelapadua island.
- Table 1. Triangular fuzzy number scale.
- Table 2. Land suitability level.
- Table 3. Determination of land suitability class.
- Table 4. Weighting value of land suitability for grouper cultivation in Kepulauan Seribu
- Table 5. The consistency ratio of the peer comparison matrix (PCM) criteria.
- Table 6. The result of the economic calculation of the profits of cultivator in Kepulauan Seribu.