

KONDISI OSEANOGRAFI DAN KESESUAIAN LOKASI BUDIDAYA LOBSTER DI PERAIRAN TELUK PIDADA, LAMPUNG

OCEANOGRAPHIC CONDITIONS AND LOCATION SUITABILITY FOR LOBSTER AQUACULTURE IN PIDADA BAY, LAMPUNG

Mochamad Tri Hartanto¹, Irzal Effendi², Tri Prartono¹, Sena Pasha Puradiredja³, Dea Fauzia Lestari^{1*},
Santi Susanti¹, Afviya Salsabila¹

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor,
Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

²Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor,
Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

³Program Studi Ilmu Manajemen, Sekolah Pascasarjana, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor,
Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

*Korespondensi: dea.fauzia@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

Oceanographic conditions and site selection are important factors in the success and sustainability of lobster culture using a floating net cage system. One of the obstacles to lobster cultivation is that there are no specific criteria yet regarding the suitability criteria for the aquaculture locations. This research aims to determine the requirements and appropriate locations for lobster aquaculture around Pidada Bay. The basic criteria used were the suitability of oceanographic conditions and seawater quality for the construction of floating net cages and the natural habitat of lobsters. Spatial analysis methods used a geographic information system, based on a weighted system to assess the suitability of oceanographic conditions for aquaculture, including transparency, turbidity, TSS, chlorophyll-a, dissolved oxygen, nitrate, phosphate, ammonia, pH, total organic matter, and salinity. The results showed that 9 of 15 criteria were classified as very suitable for lobster cultivation. The area suitability analysis study showed that 78.8% of the waters, or 2.890,8 ha, were categorized as suitable areas; only 21.2%, or 755.2 ha, are classified as suitable, and no unsuitable category was found in the waters of Pidada Bay. The majority of the bay area is suitable for lobster cultivation, some areas located quite far from land are unsuitable for cultivation activities due to high levels of nutrients runoff.

Keywords: land suitability, lobster farming, oceanographic dynamic, Pidada Bay Lampung

ABSTRAK

Kondisi oseanografi dan pemilihan lokasi adalah faktor penting dalam keberhasilan dan keberlanjutan kegiatan budidaya lobster laut menggunakan sistem keramba jaring apung. Salah satu kendala budidaya lobster adalah belum adanya aturan khusus mengenai kriteria kesesuaian lokasi budidaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kriteria dan lokasi yang sesuai untuk budidaya lobster di sekitar perairan Teluk Pidada. Dasar kriteria yang digunakan adalah kesesuaian kondisi oseanografi dan kualitas air laut terhadap konstruksi keramba jaring apung dan habitat alamiah lobster. Metode analisis spasial menggunakan sistem informasi geografi dengan sistem pembobotan digunakan dalam penentuan lokasi yang sesuai untuk budidaya, yang mencakup kecerahan, kekeruhan, TSS, klorofil-a, DO, nitrat, fosfat, amonia, pH, TOM, dan salinitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 9 dari 15 parameter memiliki kondisi yang sangat sesuai. Hasil studi analisis kesesuaian wilayah memperlihatkan bahwa 78,8% perairan atau seluas 2.890,8 ha dalam kategori sangat sesuai, kemudian hanya 21,2% perairan atau seluas 755,2 ha yang tergolong sesuai, dan tidak ditemukan kategori tidak sesuai di perairan Teluk Pidada. Hampir sebagian besar wilayah teluk sesuai untuk budidaya lobster, namun sebagian titik berlokasi agak menjauh dari daratan karena tingginya nutrisi dan *run-off* kurang sesuai untuk kegiatan budidaya.

Kata kunci: budidaya lobster, dinamika oseanografi, kesesuaian lahan, Teluk Pidada Lampung

PENDAHULUAN

Lobster menjadi komoditas unggulan kedua Indonesia setelah udang. Volume ekspor lobster mencapai 2.022 ton dengan nilai 75,25 juta dolar AS per tahun. Menurut Kepala Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, pada tahun 2019 nilai pasar udang 24,5 miliar dolar AS atau menduduki peringkat kedua terbesar di dunia. Lobster memiliki nilai perdagangan 4,9 miliar dolar AS dan menduduki peringkat ketujuh di dunia. Vietnam merupakan eksportir terbesar lobster dari tahun ke tahunnya. Kebutuhan lobster dunia per tahun saat ini mencapai 51 ribu ton. Tingginya permintaan menimbulkan peningkatan penangkapan lobster pada semua ukuran mulai dari benur sampai dengan lobster ukuran besar (Boesono *et al.* 2011; Irfannur *et al.* 2017; Teteleptal *et al.* 2017; Damora *et al.* 2018). Teknologi pembenihan, pakan, pembesaran jangka pendek telah dilakukan untuk menambah nilai jual lobster (Irvin dan Williams 2009; Jones 2009; Jones 2010; Chandrapavan *et al.* 2010; Syafrizal *et al.* 2018).

Pengembangan budidaya lobster sendiri telah dilakukan Indonesia sejak lama dan telah diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 12/PERMEN-KP/2020 tentang Pengelolaan Lobster (*Panulirus* spp.), Kepiting (*Scylla* spp.), dan Rajungan (*Portunus* spp.) di Wilayah Negara Republik Indonesia kemudian direvisi dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 17 Tahun 2021. Salah satu aturan pada PERMEN ini adalah adanya pelarangan ekspor benih ke luar negeri. Kegiatan pembudidayaan diwajibkan dilakukan di kawasan penangkapan benih lobster.

Pada kegiatan praktik budidaya yang berkelanjutan, produksi benih di tempat penetasan sangat penting, yang masih harus dicapai, meskipun fase larva beberapa spesies telah selesai. Ketersediaan benih lobster pasir (*Panulirus homarus*), lobster Mutiara (*Panulirus ornatus*), lobster bambu (*Panulirus versicolor*) sangat menjanjikan untuk dikembangkan dalam kegiatan budidaya di Indonesia (Priyambodo dan Bahrawi 2015; Irfannur *et al.* 2017; Zairion *et al.* 2017). Selain itu, pengembangan budidaya lobster tidak terlepas dari beberapa permasalahan seperti pemilihan lokasi yang dapat menunjang budidaya yang efektif dan efisien. Hal ini disebabkan budidaya lobster

dalam Keramba Jaring Apung (KJA) bersifat *water-based mariculture*, yakni wadah budidaya berada di dalam badan air yang bersifat *open access*, *multiple purposes*, dan *common property*, sehingga pemilihan lokasi menjadi sangat penting (Effendi *et al.* 2016). Sehubungan dengan itu maka diperlukan studi penentuan kesesuaian lokasi pengembangan budidaya lobster.

Penentuan kesesuaian lokasi pengembangan budidaya lobster menggunakan metode sistem informasi geografi memudahkan dalam menentukan lokasi pengembangan budidaya lobster dalam skala area yang luas. Selain itu, penggunaan indeks kesesuaian sangat memungkinkan untuk menggabungkan multiparameter dari hasil pembobotan ke dalam beberapa kriteria. Penelitian sebelumnya telah menggunakan aplikasi SIG untuk menganalisis kesesuaian lokasi budidaya lobster di wilayah Pesisir Puntondo (Damis *et al.* 2021). Selain untuk lobster, penentuan kesesuaian lokasi menggunakan SIG juga dimanfaatkan untuk analisis kesesuaian kerapu (Hastari *et al.* 2017).

Teluk Pidada Lampung merupakan salah satu lokasi yang memiliki potensi sumber daya lobster yang terus dikembangkan oleh pemerintah daerahnya. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) melalui laman statistik. kkp.go.id, produksi lobster Lampung mencapai 53 ton dan 80 pada tahun 2015 dan 2018. Tingginya potensi ini didukung oleh lingkungan yang sesuai untuk habitat lobster di daerah Teluk Lampung. Kegiatan budidaya pembesaran lobster bisa menjadi salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai jual lobster dan juga menghidupkan kegiatan ekonomi bagi masyarakat sekitar Teluk Lampung. Meskipun begitu, pemilihan lokasi budidaya perlu dilakukan untuk mengurangi risiko kegagalan dan ancaman dalam kegiatan budidaya itu sendiri. Kondisi oseanografi merupakan faktor penunjang penting atas keberhasilan dan keberlanjutan budidaya laut dengan menggunakan sistem KJA seperti pengembangan budidaya lobster. Saat ini budidaya lobster telah diupayakan di wilayah Teluk Lampung terutama di bagian cekungan Teluk Pidada yang berada di bagian barat mulut Teluk Lampung. Penelitian terkait dinamika oseanografi diharapkan menjawab tingkat kesesuaian wilayah Teluk Pidada untuk mendukung pengembangan budidaya lobster pasir yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan lokasi

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober-Desember 2021 yang terdiri dari studi pustaka, pengumpulan data sekunder, survei lapang, analisis laboratorium, penulisan laporan ilmiah, dan pembuatan standar baku *site selection*. Pengambilan data *in situ* oseanografi dan kualitas air dilakukan pada tanggal 9-13 Oktober 2021 di Teluk Pidada seperti yang disajikan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 dapat dilihat titik pengambilan sampel air dan pengukuran parameter oseanografi di perairan Teluk Pidada yang terdiri dari 9 stasiun.

Metode pengambilan data

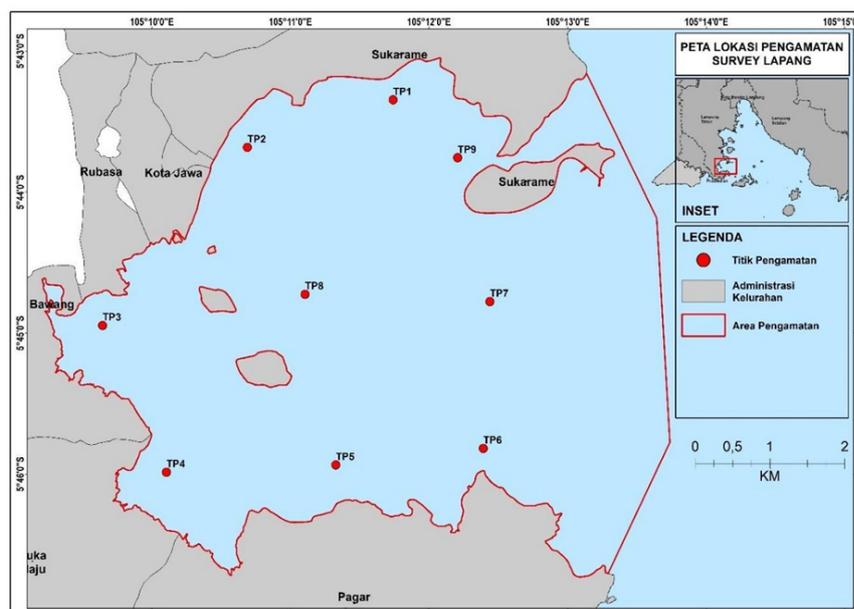
Data in situ

Pengambilan data secara *in situ* dilakukan untuk parameter kedalaman perairan, suhu permukaan, salinitas, konsentrasi oksigen terlarut (DO), saturasi oksigen, pH, kecerahan, serta kecepatan arus. Pengukuran kecerahan perairan (visibilitas cahaya) dilakukan menggunakan alat *secchi disk*, yaitu piringan lingkaran berdiameter 30 cm berwarna hitam dan putih yang diikat menggunakan tali berskala (per 1 m). Nilai oksigen terlarut (*dissolved oxygen*), saturasi oksigen, dan suhu diukur menggunakan DO meter YSI dengan ketelitian 0,01 mg/l dan 0,1°C dilengkapi dengan *display* untuk menampilkan data pengukuran secara langsung, serta tali *probe* sensor dengan

panjang 8 m. Kadar keasaman perairan (pH) diukur menggunakan pH meter digital *Oakton EcoTest* dengan ketelitian 0,1 unit. Alat ini mengukur pH air menggunakan sensor dan dilengkapi dengan *display* untuk menampilkan data pengukuran. Selanjutnya, salinitas diukur menggunakan refraktometer ATAGO dengan ketelitian 1 ppt. Pengukuran kedalaman perairan dilakukan menggunakan *echosounder single beam* dengan tipe garmin GPS *Map Sounder* 2108. Laju kecepatan kapal berkisar antara 3-5 knot untuk meminimalisir adanya *blank data* pada saat pengukuran. Metode pengukuran arus dilakukan pada setiap stasiun secara sesaat dengan 3 kali ulangan menggunakan peralatan *Electromagnetic Current Meter* (ECM).

Data reanalisis

Informasi mengenai nilai gelombang diperoleh berdasarkan simulasi rambatan gelombang dari laut lepas ke perairan Teluk Pidada. Data gelombang laut lepas berupa tinggi gelombang signifikan dan arah gelombang diperoleh dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Data tersebut diperoleh terdiri atas data reanalisis, model, dan asimilasi (*Numerical Weather Prediction*) antara data satelit dan data *in situ*. Data gelombang memiliki resolusi spasial 0,5° x 0,5° atau sekitar 50 km x 50 km, tersedia dari tahun 1979 hingga saat ini, dengan interval pengukuran 1 jam (CMEMS 2021).



Gambar 1. Titik sampling parameter oseanografi dan kualitas air di Perairan Teluk Pidada

Simulasi rambatan tinggi gelombang signifikan di Teluk Pidada menggunakan perangkat *Simulating Wave Nearshore* (SWAN) yang telah digunakan secara luas oleh peneliti dan dapat diakses pada laman <http://swanmodel.sourceforge.net/>. Model ini didasarkan oleh persamaan kesetimbangan gelombang spectral, yang mendeskripsikan evolusi gelombang di laut (The Swan Team 2019), yaitu:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial C_\lambda N}{\partial \lambda} + \cos^{-1} \varphi \frac{\partial C_\varphi \cos \varphi N}{\partial \varphi} + \frac{\partial C_\varepsilon N}{\partial \varepsilon} + \frac{\partial C_\theta N}{\partial \theta} = \frac{S}{\varepsilon}$$

N adalah densitas dan t adalah waktu, ε merepresentasikan observasi frekuensi radian dalam sistem koordinat yang bergerak terhadap kecepatan. C_λ , C_φ , dan C_θ adalah propagasi kecepatan yang mengikuti bujur λ , lintang φ , dan arah gelombang θ diukur berlawanan jarum jam dari timur geografis. Persamaan pada sisi kiri menunjukkan derivatif temporal, propagasi, frekuensi relatif, dan refraksi gelombang. S pada bagian kanan merupakan *source/sink* yang mencakup efek dari pembangkitan gelombang, disipasi, dan interaksi gelombang non-linear. S dapat dibagi menjadi 6 komponen, antara lain:

$$S = S_{in} + S_{ds,w} + S_{ds,b} + S_{ds,br} + S_{n/4} + S_{n/3}$$

Pada persamaan di atas, S_{in} , $S_{ds,w}$, $S_{ds,b}$, $S_{ds,br}$, $S_{n/4}$, dan $S_{n/3}$, menunjukkan pembangkitan gelombang dari angin permukaan, disipasi gelombang karena efek *white capping*, gesekan dasar perairan, dan efek pendangkalan yang mengakibatkan pecah gelombang, interaksi gelombang *quadruplet* dan *triad*. Pada prinsipnya angin berperan besar dalam pembangkitan gelombang, akan tetapi pada model diabaikan dan disederhanakan untuk melihat propagasi gelombang di wilayah pesisir melalui ketinggian gelombang awal yang sudah tersedia. Simulasi gelombang menggunakan pendekatan spektrum *Joint North Sea Wave Project* (JONSWAP).

Domain model mencakup keseluruhan perairan di Teluk Pidada dengan jarak antar grid sekitar 200 m. Rambatan tinggi gelombang signifikan disimulasikan berasal dari arah selatan menuju utara dengan periode gelombang 8 detik. Model disimulasikan selama 24 jam untuk memperoleh kestabilan penjalaran gelombang.

Data laboratorium

Parameter kualitas air yang dianalisis di laboratorium antara lain total padatan tersuspensi (TSS), kekeruhan, nitrat, fosfat, amonia, total bahan organik dalam air/*Total Organic Matter* (TOM), dan klorofil-a. Sampel air diambil di permukaan (1-2 m) menggunakan Van Dorn *water sampler* bervolume 5 liter dan berbahan *Polyvinyl chloride* (PVC). Sampel air dimasukkan ke dalam botol *polyethylene* (PE) dan botol kaca amber. Dua buah botol PE 1 liter digunakan untuk analisis TSS, klorofil-a, nitrat, ortofosfat, dan amonia, serta botol kaca amber 500 ml yang sudah diberi pengawet H_2SO_4 digunakan untuk analisis TOM. Penanganan sampel dilakukan melalui proses penyaringan untuk klorofil-a dan TSS (masing-masing 1 liter) menggunakan botol nalgene berukuran 500 ml, *vacuum pump*, serta kertas saring membrane 0,45 μm . Penambahan $MgCO_3$ sebanyak 1 ml dilakukan selama penyaringan untuk sampel klorofil-a. Selanjutnya, sebanyak 500 ml filtrat hasil penyaringan TSS diambil dan diasamkan sampai pH ~2 menggunakan H_2SO_4 1:1 untuk kemudian dianalisis nitrat, ortofosfat, dan amonia. Pengukuran kekeruhan dilakukan menggunakan Turbidimeter HACH 2100Q dengan ketelitian 0,01 NTU. Sampel air (tanpa disaring) sebanyak 30 ml ditempatkan ke dalam tube kaca, kemudian dimasukkan ke dalam tempat sensor turbidimeter. Prinsip pengukuran turbiditas menggunakan turbidimeter adalah berdasarkan spektroskopi absorpsi partikel yang tercampur dalam air.

Analisis laboratorium TSS dilakukan secara gravimetri mengacu pada SNI 06-6989.3 (2004). Analisis nitrat dilakukan menggunakan metode kolom reduksi Kadmium berdasarkan APHA (2017). Konsentrasi ortofosfat diukur melalui analisis laboratorium menggunakan metode spektrofotometri dengan panjang gelombang 880 nm berdasarkan APHA (2017). Metode uji laboratorium yang digunakan dalam penentuan amonia adalah metode fenat dan spektrofotometer dengan panjang gelombang 640 nm (APHA 2017). Analisis konsentrasi klorofil-a dilakukan dengan penghancuran sampel menggunakan pelarut organik (aseton) dan spektrofotometri dengan panjang gelombang 630 nm, 647 nm, 665 nm dan 750 nm (APHA 2017). Analisis TOM dalam air dilakukan menggunakan metode SNI 06-6989.22 (2004) secara titrimetri.

Analisis data kesesuaian

Metode yang digunakan dalam menentukan tingkat kesesuaian parameter untuk budidaya lobster di KJA adalah analisis spasial menggunakan GIS. Diagram alir metode kesesuaian yang digunakan disajikan pada Gambar 2. Kesesuaian dapat dibuat menjadi dua macam yaitu kesesuaian statis berdasarkan data survei lapang dan kesesuaian dinamis tiap bulan selama satu tahun klimatologis. Penelitian ini menggunakan analisis kesesuaian statis yang terbagi ke dalam tiga tingkatan pada setiap parameternya, yaitu sangat sesuai (S1), sesuai (S2), dan tidak sesuai (N) (Sirajuddin 2009). Tingkatan kesesuaian tersebut ditentukan berdasarkan kesesuaian parameter fisika kimia perairan terhadap budidaya ikan. Parameter yang dapat memberikan pengaruh lebih kuat sebagai faktor pembatas bagi organisme budidaya diberi bobot lebih tinggi. Parameter yang memiliki bobot lebih tinggi adalah kecerahan, kekeruhan, TSS, klorofil-a, DO, nitrat, fosfat, amonia, pH, TOM, dan salinitas, seperti yang disajikan pada Tabel 1.

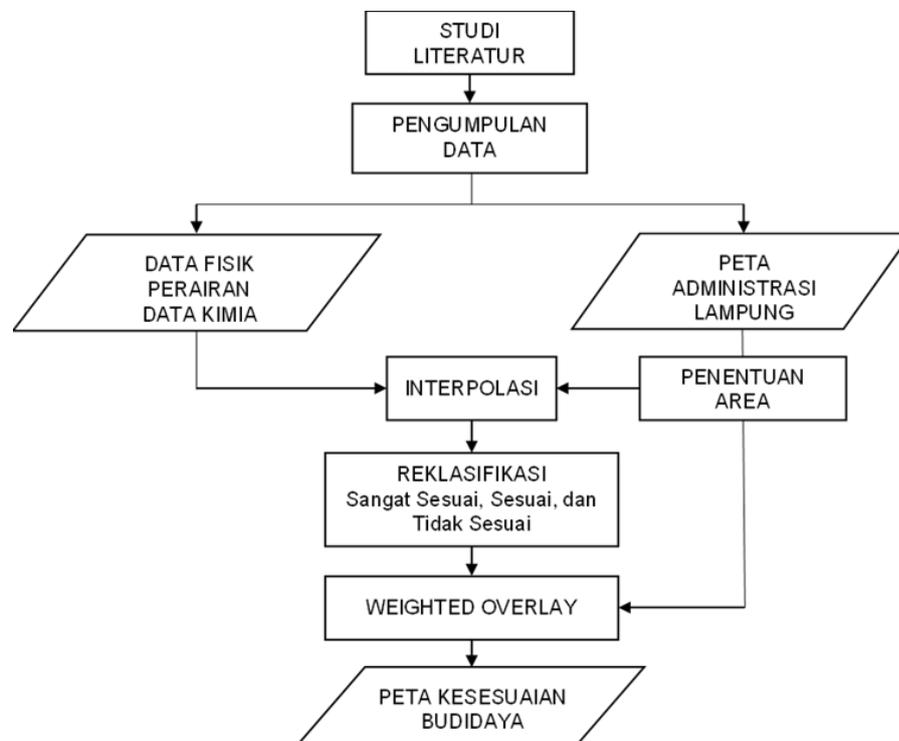
Kriteria kesesuaian disusun berdasarkan parameter oseanografi dan kualitas perairan yang dipersyaratkan

dengan mengacu pada matriks kesesuaian. Kriteria kesesuaian yang dibuat berdasarkan beberapa referensi tentang kesesuaian KJA, kesesuaian habitat budidaya perikanan khususnya udang dan lobster, baku mutu kualitas air laut untuk biota laut, serta justifikasi ahli *marine culture*.

Total parameter yang digunakan ada 15 dan nilai parameter ke- i (N_i) ditentukan berdasarkan perkalian antara bobot tiap parameter dan skor kesesuaiannya. Pemberian bobot mempertimbangkan pengaruh variabel yang menentukan keberhasilan budidaya (Beveridge 2004). Pemberian skor diberikan dengan nilai 1, 2, dan 3 sesuai kriteria dan batas yang ditentukan. Skor 3 untuk kondisi Sangat Sesuai (SS), skor 2 untuk kondisi Sesuai (S), dan skor 1 untuk kondisi Tidak Sesuai (TS). Parameter dan kriteria bobot yang digunakan ditampilkan pada Tabel 1. Perhitungan pada indeks kesesuaian dihitung berdasarkan rumus:

$$IK = \sum_{i=1}^n \left(\frac{N_i}{N_{max}} \right) \times 100\%$$

IK = Indeks kesesuaian (%), N_i = Nilai parameter ke- i , N_{maks} = Nilai maksimum kelas, n = (1, 2, 3, ..., 15).



Gambar 2. Diagram alir metode kesesuaian lokasi budidaya lobster dalam KJA

Tabel 1. Parameter dan kriteria kesesuaian lokasi budidaya lobster dalam KJA

Parameter	Bobot	Satuan	Kesesuaian			Referensi
			Sangat Sesuai (SS)	Sesuai (S)	Tidak Sesuai (TS)	
Suhu	8	°C	26-31	22-26 ; 31-33	<22 dan >33	Data <i>in situ</i>
Arus	8	m/s	0,15-0,35	0,35-0,50	<0,15 dan >0,5	Data <i>in situ</i>
Kedalaman	5	m	15-35	7-15 atau 35-40	<7 dan >40	Data <i>in situ</i>
Gelombang	5	m	0,2-0,4	0,1-0,2 ; 0,4-0,5	>0,5 ; <0,1	Data <i>in situ</i>
Kecerahan	10	M	>5	3-5	<3	Hastari <i>et al.</i> (2017)
Kekeruhan	10	NTU	<5	5-8	>8	Junaidi <i>et al.</i> (2018); Damis <i>et al.</i> (2021)
TSS	10	mg/l	<20	25-50	>50	Poppo <i>et al.</i> (2012); PP RI Nomor 22 (2021)
Salinitas	10	ptt/psu	28-33	26-28 dan 33-35	<26 dan >35	Verghese <i>et al.</i> (2007); MMAF (2015)
Klorofil-a	10	ug/L	1,1-1,7	0,15-1,1	<0,15 dan >1,7	Jamilah (2014)
DO	10	ppm	>7	3-7	<3	Mojjada <i>et al.</i> (2012); Rahman dan Mansyur (2016)
Nitrat	10	mg/L	0,2-0,4	0,02-0,2	<0,02 dan >0,4	Hastari <i>et al.</i> (2017)
Fosfat	10	mg/L	0,2-0,5	0,004-0,2	<0,004 dan >0,5	Hastari <i>et al.</i> (2017)
Amonia	10	mg/L	<0,1	0,1-0,2	>0,2	Hastari <i>et al.</i> (2017)
pH	10		7,8-8,2	7-7,8 dan 8,2-8,5	<7 dan >8,5	Damis <i>et al.</i> (2021); Szuster dan Albasri (2018);
TOM	10	mg/L	80-225	14-80	<14	Setyowati <i>et al.</i> (2013); Budiardi <i>et al.</i> (2007)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik oseanografi dan kualitas perairan

Teluk Pidada merupakan teluk kecil yang dangkal berada di mulut Teluk Lampung sebelah barat dan banyak terdapat pulau-pulau kecil di sekitarnya.

Pengamatan pada 9 stasiun di perairan Teluk Pidada (TP1-TP9) menunjukkan kedalaman 13-36 m (Tabel 2). Stasiun TP1, TP2, TP3, TP4, TP6, dan TP9 memiliki kedalaman optimum untuk budidaya lobster yaitu 8-25 m (Hastari *et al.* 2017). Tiga stasiun lainnya >25 m. Kecepatan arus berkisar 0,14-0,24 m/s dengan kecepatan tertinggi di Stasiun TP5 dan terendah di

Stasiun TP2. Kecepatan arus yang sesuai untuk mendukung budidaya lobster pada KJA berkisar 15-35 cm/s. Arus diperlukan untuk pembilasan (*flushing*) sisa pakan atau hasil ekskresi lobster di area KJA, sehingga dapat menekan potensi tingginya nilai amonia atau nitrit yang umumnya mudah terbentuk dan cukup berbahaya bagi kesehatan organisme. Secara umum, arus permukaan di Teluk Pidada cocok untuk kegiatan budidaya lobster, hanya TP2 yang memiliki nilai <0,15 m/s.

Kekeruhan pada 9 stasiun di Teluk Pidada memiliki kisaran nilai 1,52-3,00 NTU dan nilai tersebut cukup optimum untuk standar lingkungan hidup lobster yaitu 1-8 NTU (Junaidi *et al.* 2018; Damis *et al.* 2021). Kecerahan perairan yang mendukung budidaya lobster adalah >5 m (Damis *et al.* 2021). Stasiun TP2 memiliki kecerahan 4,5 m, artinya kurang dari nilai standar yang biasa diterapkan. Parameter fisik lain yang berkaitan dengan kecerahan dan kekeruhan perairan adalah jumlah total padatan layang di kolom air (TSS). Hasil pengukuran di 9 stasiun Teluk Pidada sebesar 7-13 mg/L menunjukkan kondisi yang mendukung untuk aktivitas budidaya lobster. Hal tersebut dilihat dari perbandingannya dengan nilai standar TSS yang biasa diterapkan untuk budidaya lobster adalah <20 mg/L (Jamilah 2014; PP RI Nomor 22 2021).

Parameter utama lainnya untuk kesesuaian lingkungan budidaya lobster yaitu suhu, suhu permukaan perairan berkisar antara 29,8-31,6°C. Suhu optimum untuk budidaya lobster berkisar 26-32°C (Jones 2009). Hasil pengukuran suhu di perairan Teluk Pidada menunjukkan semua stasiun pengamatan memiliki nilai suhu optimum dan baik untuk budidaya. Suhu air dapat memengaruhi laju metabolisme lobster, kemudian berdampak kepada nafsu makan dan akhirnya pertumbuhan. Salinitas untuk pertumbuhan optimal lobster adalah mendekati 28-33 ppt (Verghese *et al.* 2007) dan hasil pengukuran menunjukkan 31-33 ppt. Kadar pH *in situ* di Teluk Pidada berada pada rentang 8,0-8,2 dan nilai tersebut berada pada kisaran nilai yang optimum untuk budidaya lobster menurut Mojjada *et al.* (2012) dan Damis *et al.* (2021), yaitu 7,8-8,2. pH perairan akan memengaruhi kandungan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* (DO)), dan kemudian berpengaruh terhadap tingkat produktivitas perairan untuk budidaya. Konsentrasi DO

sendiri bernilai 6,24-9,63 mg/L, relatif tinggi yang disebabkan oleh sirkulasi air laut yang relatif lebih dinamis dibandingkan dengan perairan tergenang seperti danau dan waduk. Konsentrasi tersebut sangat optimum untuk kebutuhan budidaya lobster. Mojjada *et al.* (2012) menyebutkan standar DO adalah >5 mg/L. Oksigen terlarut merupakan faktor pembatas bagi kehidupan lobster. Kebutuhannya meningkat pada saat fase *molting* (ganti kulit) atau setelah makan (*feeding*). Sebagai faktor pembatas, DO menjadi penentu produksi biomasa lobster di dalam sistem marikultur.

Berkaitan dengan karakteristik nutrisi perairan, kandungan nitrat terukur di Teluk Pidada yaitu 0,088-0,156 mg/L, dan ortofosfat 0,004-0,010 mg/L. Nilai tersebut masih terkategori di bawah kisaran optimum untuk budidaya lobster dengan nilai standar nitrat 0,2-0,4 mg/L dan ortofosfat 0,2-0,5 mg/L (Hastari *et al.* 2017). Hal tersebut mengindikasikan jika budidaya dilakukan pada lokasi tersebut, maka konsentrasi nitrat dan fosfat alami kurang mendukung pertumbuhan lobster secara maksimal, namun dengan adanya pemberian pakan, maka isu ini dapat teratasi. Aktivitas dekomposisi dan ekskresi pada area budidaya menjadi sangat penting karena erat kaitannya dengan senyawa produk yaitu amonia (NH₃). Senyawa ini akan sangat kurang baik untuk kegiatan budidaya jika konsentrasinya >0,1 mg/L (Hastari *et al.* 2017). Konsentrasi NH₃ yang terukur di perairan Teluk Pidada berkisar 0,052-0,136 mg/L. Stasiun TP1 melebihi batas maksimal standar kesesuaian untuk budidaya yaitu 0,136 mg/L. Kandungan total bahan organik (*total organic matter*) di Teluk Pidada berada pada kisaran 6,07-16,18 mg/L, relatif rendah, menurut Setyowati *et al.* (2013), menunjukkan rendahnya pengaruh aktivitas manusia dan masih layak untuk lokasi budidaya lobster. Klorofil-a sebagai salah satu indikator kesuburan perairan, diperlukan dalam budidaya untuk menduga keberlanjutan trofik level minimal dari fitoplankton, zooplankton, hingga ikan kecil atau moluska. Hal ini berkaitan dengan ketersediaan organisme tersebut sebagai pakan alami lobster, karena sifat kanibalisme lobster akan muncul jika kekurangan pakan. Konsentrasi klorofil-a hasil pengukuran berada pada kisaran 0,382-0,633 µg/L, dan nilai tersebut layak untuk kegiatan budidaya karena >0,15 µg/L (Jamilah 2014).

Tabel 2. Karakteristik oseanografi dan kualitas perairan Teluk Pidada hasil pengukuran dan nilai standar masing-masing parameter untuk budidaya lobster

Parameter	Satuan	Stasiun								
		TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9
Suhu	°C	31,6	30,8	30,2	29,7	30	29,8	30	30,4	30,2
Arus	cm/s	15,07	13,50	19,57	16,60	24,27	20,57	18,67	23,73	14,60
Kedalaman	m	15	17	17	21	27	22,4	36	28,5	13
Gelombang	m	0,076	0,056	0,019	0,045	0,056	0,088	0,128	0,076	0,024
Kecerahan	m	6,5	4,5	9,5	10,5	11,5	11,5	11	8	10
Kekeruhan	NTU	2,45	3	1,93	2,46	1,52	1,69	1,71	2,45	2,75
TSS	mg/L	8	10	13	12	7	8	10	7	8
Salinitas	ppt	33	33	32	33	31	32	32	32	32
Klorofil-a	µg/L	0,629	0,592	0,437	0,382	0,538	0,447	0,63	0,483	0,633
DO	mg/L	9,63	6,55	6,36	6,39	6,24	6,31	6,41	6,43	6,68
Nitrat	mg/L	0,138	0,094	0,092	0,156	0,104	0,088	0,094	0,091	0,103
Fosfat	mg/L	0,006	0,006	0,007	0,006	0,009	0,004	0,004	0,01	0,006
Amonia	mg/L	0,136	0,081	0,061	0,072	0,062	0,058	0,059	0,066	0,052
pH		8,1	8,2	8,1	8,1	8,1	8,2	8	8,1	8
TOM	mg/L	16,18	10,11	8,09	9,1	8,09	7,08	7,08	8,09	6,07

Kesesuaian parameter oseanografi dan kualitas perairan

Data kecepatan arus permukaan di Teluk Pidada memiliki kisaran antara 0,14-0,24 m/s. Berdasarkan data spasial, arus dengan kecepatan yang rendah berada di bagian utara teluk dan lebih tinggi di bagian selatan teluk. Kecepatan arus ideal untuk kegiatan budidaya dengan keramba jaring apung berkisar antara 0,2-0,3 m/s dan apabila kecepatan arus bernilai <0,2 atau >0,3 m/s dinyatakan cukup sesuai. Mengacu pada kesesuaian terhadap kecepatan arus, 29,5% area yang sangat sesuai dengan luas 1.084,9 ha dan yang sesuai sebesar 70,4% dengan luas 2.585,7 ha. Lobster dapat ditemukan pada perairan dengan kecepatan arus yang tenang (Zurma *et al.* 2017). Tinggi gelombang berkisar 0,019-0,128 m tergolong tenang sehingga tidak sesuai untuk budidaya lobster, tinggi gelombang yang sesuai sekitar 0,2-0,4 m.

Kecerahan perairan berkisar 4,5-11,5 m, hampir semua stasiun tergolong Sangat Sesuai (SS) dan hanya Stasiun TP2 yang tergolong Sesuai (S). Stasiun 2 dekat dengan sungai sehingga memiliki kecerahan yang lebih rendah. Hastari *et al.* (2017) mengatakan bahwa pengembangan budidaya lobster pada keramba akan optimal jika kecerahan perairan >5 m dan kurang baik pada kecerahan <3 m.

Berdasarkan analisis kesesuaian pada parameter kecerahan, area yang sangat sesuai mencakup 99,8% dari seluruh Teluk Pidada dengan luasan 3.623,3 ha, dan area yang sesuai dengan kecerahan di bawah 5 m seluas 41,5 ha atau <2% dari wilayah perairan. Kecerahan ini berkaitan dengan intensitas cahaya yang sesuai bagi lobster.

Secara keseluruhan nilai kekeruhan di perairan Teluk Pidada <5 NTU, dan nilai ini merupakan batasan nilai optimum kekeruhan untuk kegiatan budidaya lobster (Damis *et al.* 2021). Berdasarkan hasil pengolahan data survei lapang, nilai kekeruhan paling tinggi di Teluk Pidada yaitu 3 NTU, sehingga keseluruhan perairan sesuai untuk kegiatan budidaya lobster. Nilai TSS (*Total Suspended Solid*) di perairan Teluk Pidada berkisar antara 7-13 mg/L. Nilai TSS paling tinggi berada di pesisir bagian barat teluk dan menurun menuju mulut teluk di bagian timur. Nilai TSS yang baik untuk kegiatan budidaya adalah antara <20 mg/L (Poppo *et al.* 2012). Jamilah (2014) menyatakan bahwa nilai TSS yang baik untuk budidaya KJA adalah <25 mg/L. Dengan demikian, nilai TSS di seluruh perairan Teluk Pidada masuk dalam kategori sangat sesuai. Konsentrasi TOM (*Total Organic Matter*) yang baik untuk suatu perairan yaitu >80 mg/L (Setyowati *et al.* 2013), sedangkan lobster sendiri dapat hidup pada kisaran nilai 14-225 mg/L.

Berdasarkan hasil analisis data lapang, nilai tertinggi parameter TOM di perairan Teluk Pidada sebesar 18 mg/L, sehingga pada parameter ini hampir 98% perairan tidak sesuai untuk kegiatan budidaya lobster, dan hanya 2% yang sesuai berada di bagian utara teluk.

Sebaran suhu permukaan di Teluk Pidada paling tinggi berada di bagian utara teluk sebesar 31,5°C dan suhu menurun hingga bagian selatan yang mencapai 29,7°C. Kegiatan budidaya lobster akan sangat sesuai jika suhu berada di kisaran 26–31°C, kemudian cukup sesuai pada suhu 22–26°C atau 31–33°C, serta tidak sesuai apabila suhu <22°C dan >33°C. Hasil analisis data lapang memperlihatkan bahwa area yang masuk ke dalam kriteria sangat sesuai seluas 3.533,3 ha atau 98% dari seluruh perairan, dan 2% area yang masuk ke dalam kriteria sesuai seluas 129,6 ha. Bagian selatan teluk merupakan perairan dengan kategori sesuai.

Salinitas perairan Teluk Pidada didapat sebesar 31–33 ppt, dan cenderung lebih tinggi di bagian utara teluk. Mayoritas jenis lobster yang dibudidayakan di Teluk Pidada adalah lobster pasir. Jenis lobster ini dapat dibudidayakan secara maksimal pada salinitas 23–35 ppt, sedangkan untuk jenis lobster bambu, batik, dan batu akan lebih sesuai pada perairan dengan salinitas antara 26–30 ppt (MMAF 2015). Seluruh perairan Teluk Pidada sangat sesuai untuk budidaya lobster pasir berdasarkan parameter salinitas.

Perairan dengan konsentrasi klorofil sebesar 1,1–1,7 µg/L masuk dalam kategori sangat sesuai dan sesuai pada kisaran 0,15–1,1 µg/L. Data survei lapang menunjukkan bahwa kandungan klorofil pada perairan teluk sebesar 0,382–0,633 µg/L sehingga perairan Teluk Pidada masuk dalam kategori sesuai. Konsentrasi DO di perairan Teluk Pidada berkisar antara 6,24–9,63 mg/L dan area dengan konsentrasi paling tinggi ada di bagian utara teluk. Nilai optimum konsentrasi DO untuk budidaya lobster adalah >7 mg/L (Mojjada *et al.* 2012), sedangkan nilai konsentrasi DO paling baik untuk budidaya KJA sebesar >7 ppm, kemudian cukup baik diantara 3–7 ppm, dan kurang baik jika <3 ppm (Rahman dan Mansyur 2016). Sebesar 98% perairan Teluk Pidada tergolong dalam kategori sangat sesuai.

Konsentrasi nitrat di perairan Teluk Pidada paling tinggi sebesar 0,156 mg/L, sedangkan kandungan nitrat yang

disyaratkan untuk budidaya adalah 0,2–0,4 mg/L dan sesuai jika 0,02–0,2 mg/L, sehingga keseluruhan perairan Teluk Pidada termasuk dalam kategori sesuai berdasarkan parameter konsentrasi nitrat. Kandungan ortofosfat dalam perairan Teluk Pidada berkisar dari 0,004–0,010 mg/L. Konsentrasi ortofosfat cenderung lebih tinggi pada bagian dalam teluk dan menurun ketika menuju mulut teluk. Konsentrasi ortofosfat yang sangat sesuai untuk pengembangan budidaya KJA adalah 0,2–0,5 mg/L, dan sesuai jika kandungan fosfat sebesar 0,004–0,300 mg/L, maka dari itu seluruh perairan teluk berada dalam kategori sesuai. Konsentrasi amonia tertinggi hanya ada sebagian kecil di utara pesisir teluk, yang mencapai 0,136 mg/L dan pada bagian lainnya tidak lebih dari 0,1 mg/L. Konsentrasi maksimal amonia di suatu perairan yang digunakan untuk budidaya KJA adalah <0,1 mg/L (Hastari *et al.* 2017), maka dari itu 96% perairan Teluk Pidada termasuk dalam kategori sangat sesuai.

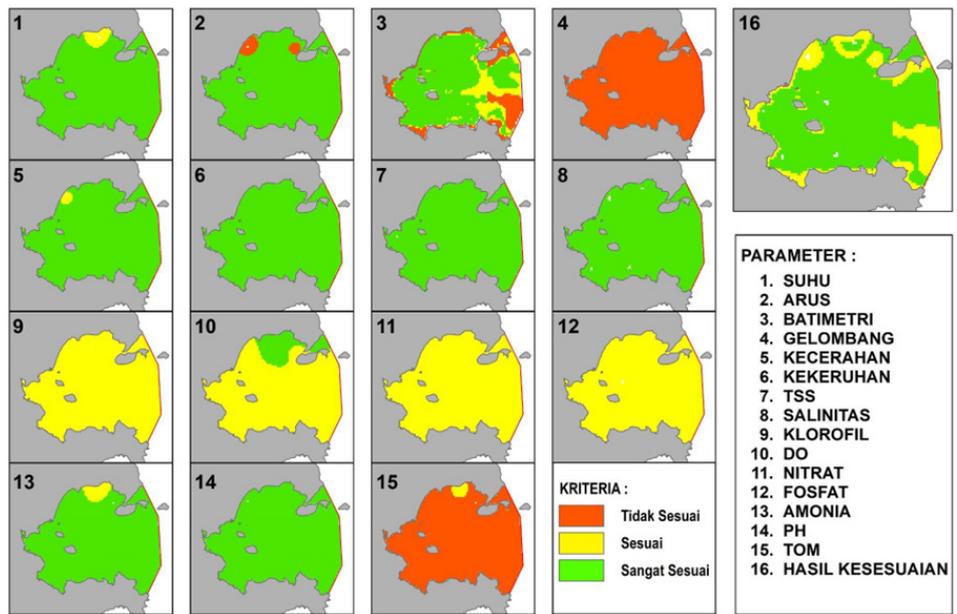
Nilai pH perairan Teluk Pidada berdasarkan data survei lapang berkisar antara 8,0–8,2, sedangkan nilai pH perairan yang sangat sesuai untuk budidaya adalah 7,8–8,2. Kegiatan budidaya lobster akan sangat sesuai apabila memiliki pH berkisar 7,8–8,2 (Mojjada *et al.* 2012). Berdasarkan kriteria tersebut seluruh perairan memiliki nilai pH yang sangat sesuai untuk budidaya lobster. Kesesuaian pada tiap parameter ditampilkan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa dari 15 parameter oseanografi yang dinilai, dua parameter masuk ke dalam kategori tidak sesuai, yaitu gelombang dan TOM. Empat parameter yang tergolong sesuai yaitu klorofil-a, DO, nitrat, dan fosfat. Sembilan parameter memiliki kondisi sangat sesuai untuk dilakukan budidaya lobster yaitu kedalaman, arus, kecerahan, kekeruhan, TSS, suhu, salinitas, pH, dan amonia. Kuantifikasi kesesuaian lahan berdasarkan parameter oseanografi dan kualitas perairan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa kondisi kedalaman, kecerahan, kekeruhan, TSS, suhu permukaan, salinitas, amonia, dan pH pada perairan Teluk Pidada tergolong dalam kategori Sangat Sesuai dengan persentase >95% dari seluruh luasan perairan. Hasil analisis kesesuaian wilayah perairan untuk budidaya lobster yang dibangun dari 15 parameter ditampilkan pada Gambar 4. Berdasarkan peta kesesuaian budidaya

lobster (Gambar 4), seluruh perairan Teluk Pidada dapat digunakan untuk praktik budidaya komoditi lobster. Hal ini dikarenakan 79% atau seluas 2.890,8 ha perairan dalam kategori sangat sesuai, kemudian hanya 21% perairan atau seluas 755,2 ha yang tergolong sesuai. Ini adalah kesesuaian lokasi untuk budidaya lobster berdasarkan aspek oseanografi dan kualitas air saja.

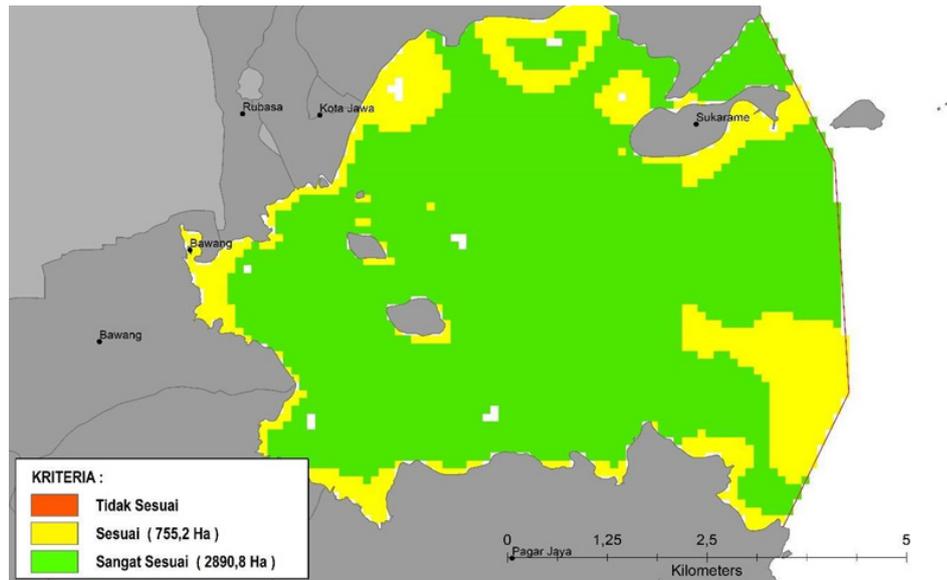
Tingkat kesesuaian ini diverifikasi juga saat survei lapang yang sudah ada KJA untuk budidaya lobster di sekitar Tanjung Putus (utara Teluk Pidada). Terdapat juga keramba untuk kerapu, kakap, dan simba milik masyarakat yang dikelola secara konvensional. Budidaya lobster dengan sistem KJA eksisting seluas 1.000 m² yang rencana akan dikembangkan oleh investor hingga 4 ha.



Gambar 3. Kesesuaian parameter oseanografi dan kualitas budidaya lobster dengan sistem KJA di Teluk Pidada

Tabel 3. Luasan dan persentase kesesuaian lahan budidaya lobster menggunakan sistem KJA di Teluk Pidada (SS = Sangat Sesuai; S = Sesuai; TS = Tidak Sesuai)

Parameter	Luas (ha)			Komposisi (%)		
	SS	S	TS	SS	S	TS
Suhu	3.533,3	129,6		96	4	0
Arus	3.530,3		133,5	96	0	4
Kedalaman	2.466,0	523,2	675,6	67	14	18
Gelombang			3.663,8			100
Kecerahan	3.623,3	41,5		99	1	0
Kekeruhan	3.663,8			100	0	0
TSS	3.663,8			100	0	0
Salinitas	3.663,8			100	0	0
Klorofil-a		3.663,8		0	100	0
DO	71,2	3.222,7		2	98	0
Nitrat		3.663,8		0	100	0
Fosfat		3.663,8		0	100	0
Amonia	3.527,4	136,5		96	4	0
pH	3.663,8			100	0	0
TOM		63,3	3.600,6	0	2	98



Gambar 4. Kesesuaian lokasi budidaya lobster dengan sistem KJA di Teluk Pidada

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Parameter oseanografi dan kualitas perairan merupakan komponen penting dalam kegiatan budidaya lobster menggunakan keramba jaring apung. Sebagai salah satu habitat dari lobster, Teluk Pidada dengan luas mencapai 3.668 ha memiliki sekitar 78,8% atau sekitar 2.890,8 ha lokasi yang sangat sesuai untuk kegiatan budidaya. Rendahnya dan total bahan organik menjadi tantangan dalam budidaya karena berkaitan dengan *flushing* perairan dan ketersediaan bahan organik yang mampu menunjang bagi kesuburan perairan di sekitar teluk.

Saran

Kesesuaian lokasi harus memperhatikan aspek legal, sosial budidaya, dan aspek bisnis. Aspek legal mencakup rencana tata ruang wilayah, kebijakan pembangunan sektoral, perizinan dan sebagainya. Aspek sosial budaya mencakup kependudukan yakni ketersediaan tenaga kerja, tingkat pendidikan, mata pencaharian masyarakat dan sebagainya. Aspek bisnis mencakup aksesibilitas lokasi yakni kedekatan lokasi budidaya dengan sentra benih dan sumber pakan, serta sentra konsumen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah memberikan pendanaan penelitian kolaborasi dengan industri melalui program *Matching Fund* Kedaireka Tahun 2021. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada PT Seibatin Perikanan Indonesia sebagai mitra Kedaireka yang telah bekerjasama selama kegiatan penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [APHA] American Public Health Association. 2017. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23rd Edition. Washington DC (US): American Public Health Association.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. SNI 06-6989.3-2004. Air dan Limbah-Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid, TSS*) secara Gravimetri. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. SNI 06-6989.22-2004. Air dan Limbah-Bagian 22: Cara Uji Nilai Permanganat secara Titrimetri. Jakarta.
- Beveridge MCM. 2004. *Cage Aquaculture*,

- 3rd Edition. Oxford (GB): Blackwell Publishing Ltd.
- Boesono H, Anggoro S, Bambang AN. 2011. Laju Tangkap dan Analisis Usaha Penangkapan Lobster (*Panulirus* sp.) dengan Jaring Lobster (*Gillnet Monofilament*) di Perairan Kabupaten Kebumen. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*. 7(1): 77-87. DOI: <https://doi.org/10.14710/ijfst.7.1.77-87>.
- Budiardi T, Widyaya I, Wahjuningrum D. 2007. Hubungan Komunitas Fitoplankton dengan Produktivitas Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Biocrete. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 6(2): 119-125. DOI: <https://doi.org/10.19027/jai.6.119-125>.
- Chandrapavan A, Gardner C, Green BS. 2010. Growth Rate of Adult Rock Lobsters *Jasus edwardsii* Increased through Translocation. *Fisheries Research*. 105(3): 244-247. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.03.014>.
- [CMEMS] Copernicus Marine Environment Monitoring Service. 2021. Copernicus Marine Service Ocean Products. <https://marine.copernicus.eu/>. [25 Mei 2021].
- Damis D, Asmidar A, Rauf A, Saenong M. 2021. Penentuan Kesesuaian Lokasi Budidaya Lobster Menggunakan Aplikasi SIG di Wilayah Pesisir Puntondo. *Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan*. 1(1): 55-62. DOI: <https://doi.org/10.55678/jikan.v1i1.381>.
- Damora A, Wardiatno Y, Adrianto L. 2018. Hasil Tangkapan Per Upaya dan Parameter Populasi Lobster Pasir (*Panulirus homarus*) di Perairan Gunung Kidul. *Marine Fisheries: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Laut*. 9(1): 11-23. DOI: <https://doi.org/10.29244/jmf.9.1.11-24>.
- Effendi I, Suprayudi MA, Nurjaya IW, Surawidjaja EH, Supriyono E, Junior MZ, Sukenda. 2016. Kondisi Oseanografi dan Kualitas Air di Beberapa Perairan Kepulauan Seribu dan Kesesuaiannya untuk Budidaya Udang Vaname *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 8(1): 403-417. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v8i1.13912>.
- Hastari IF, Kurnia R, Kamal MM. 2017. Analisis Kesesuaian Budidaya KJA Ikan Kerapu Menggunakan SIG di Perairan Ringgung Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9(1): 151-159. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v9i1.17926>.
- Irfannur, Wahju RI, Riyanto M. 2017. Komposisi Hasil Tangkapan dan Ukuran Lobster dengan Jaring Insang di Perairan Kabupaten Aceh Jaya. *Albacore*. 1(2): 211-223. DOI: <https://doi.org/10.29244/core.1.2.211-223>.
- Irvin SJ, Williams KC. 2009. *Panulirus ornatus* Lobster Feed Development: from Trash Fish to Formulated Feeds. *Spiny Lobster Aquaculture in the Asia-Pacific Region, proceedings of An Inter-national Symposium, 9-10 December 2008, Nha Trang, Vietnam*. Australian Centre for International Agricultural Research.
- Jamilah. 2014. Kajian Kimia Oseanografi dan Biologi untuk Pengembangan Budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) di Perairan Kota Baubau Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biotek*. 1(1): 51-56. DOI: <https://doi.org/10.24252/jb.v1i1.1690>.
- Jones CM. 2009. *Advances in The Culture of Lobsters. New Technologies in Aquaculture: Improving Production Efficiency, Quality and Environmental Management*. Cambridge (GB): Woodhead Publishing Limited.
- Jones CM. 2010. Tropical Rock Lobster Aquaculture Development in Vietnam, Indonesia and Australia. *Journal of the Marine Biological Association of India*. 52(2): 304-315.
- Junaidi M, Nurliah, Azhar F. 2018. Kondisi Kualitas Perairan untuk Mendukung Budidaya Lobster di Kabupaten Lombok Utara, Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. 4(2): 108-119. DOI: <https://doi.org/10.29303/jstl.v4i2.92>.
- Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. 2021. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Lobster (*Panulirus* spp.), Kepiting (*Scylla* spp.), dan Rajungan (*Portunus* spp.) di Wilayah Negara Republik Indonesia. Jakarta.
- [MMAF] Ministry of Marine Affairs

- and Fisheries. 2015. Prosedur Penanganan Lobster Laut (*Panulirus* spp.) di Instalasi Karantina Ikan UPT KIPM. Jakarta (ID): Badan Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Mojjada SK, Joseph I, Koya KM, Sreenath KR, Dash G, Sen S, Mahendra, Fofandi D, Anbarasu M, Bhint HM, Pradeep S, Shiju P, Rao GS. 2012. Capture Based Aquaculture of Mud Spiny Lobster, *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793) in Open Sea Floating Net Cages of Veraval, North-west Coast of India. *Indian Journal of Fisheries*. 59(4): 29-34.
- Poppo A, Mahendra MS, Sundra IK. 2012. Studi Kualitas Perairan Pantai di Kawasan Industri Perikanan, Desa Pengambangan, Kecamatan Negara, Kabupaten Jembrana. *ECOTROPIC*. 3(2): 98-103.
- Presiden Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Priyambodo B, Bahrawi S. 2015. Puerulus Assessment and Survey in Banyuwangi East Java. Trip Report 30 July to 2 August 2015, ACIAR FIS/2014/059 Expanding Spiny Lobster Farming in Indonesia. Lombok (ID): Marine Aquaculture Development Centre.
- Rahman A, Mansyur A. 2016. Kesesuaian Pemanfaatan Perairan bagi Pengembangan Perikanan Budidaya di Kawasan Teluk Staring Konawe Selatan. *Jurnal Bisnis Perikanan*. 3(1): 31-48.
- Setyowati DN, Diniarti N, Waspodo S. 2013. Budidaya Lobster (*Panulirus homarus*) dan Abalon (*Haliotis* sp.) dengan Sistem Integrasi di Perairan Teluk Ekas. *Jurnal Kelautan*. 6(2): 137-141. DOI: <https://doi.org/10.21107/jk.v6i2.787>.
- Sirajuddin M. 2009. Informasi Awal tentang Kualitas Biofisik Perairan Teluk Waworada untuk Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 8(1): 1-10. DOI: <https://doi.org/10.19027/jai.8.1-10>.
- Syafrizal, Jones CM, Permana IG, Utomo NBP. 2018. Effect of Feeding Frequency on Survival and Growth of Juvenile Spiny Lobster *Panulirus versicolor* in Indonesia. *AACL Bioflux*. 11(5): 1427-1434.
- Szuster WB, Albasri H. 2018. Site Selection for Grouper Mariculture in Indonesia. *African Journal of Fisheries Science*. 6(2): 001-006.
- Teteleptal JMS, Ongkers OTS, Pattikawa JA. 2017. Sustainability Status of Spiny Lobster (*Panulirus* sp.) Fishery in Latuhatat Waters, Ambon Island, Indonesia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 5(6): 205-210.
- The Swan Team. 2019. Scientific and Technical Documentation, SWAN Cycle 3 Version 41.31. Delft (NL): Delft University of Technology.
- Verghese B, Radhakrishnan EV, Padhi A. 2007. Effect of Environmental Parameters on Immune Response of the Indian Spiny Lobster, *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758). *Fish & Shellfish Immunology*. 23(5): 928-936. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2007.01.021>.
- Zairion, Islamiati N, Wardiatno Y, Mashar A, Wahyudin RA, Hakim AA. 2017. Dinamika Populasi Lobster Pasir (*Panulirus homarus* Linnaeus, 1758) di Perairan Palabuhanratu, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 23(3): 215-226. DOI: <https://doi.org/10.15578/jppi.23.3.2017.215-226>.
- Zurma IA, Mubarak M, Elizal E. 2017. Pengaruh Geomorfologi terhadap Pola Arus dan Pasang Surut Desa Putik Kecamatan Palmatak Kabupaten Kepulauan Anambas Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 22(2): 40-48. DOI: <http://dx.doi.org/10.31258/jpk.22.2.40-48>.