

STUDY OF SUITABILITY AND ENVIRONMENTAL CARRYING CAPACITY FOR BARRAMUNDI (*Lates calcarifer*. Bloch) CULTURE IN WATERS OF LEMUKUTAN ISLAND AND PENATA BESAR ISLAND, BENGKAYANG REGION, WEST KALIMANTAN

Muhammad Zamhar Auli Shubhi^{1*} · **Yohana S. Kusumadewi**

² · **Denah Suswati**²

Ringkasan *The aim of this research are to study location suitability for developing Asian Seabass culture with floating cage culture system based on carrying capacity at Lemukutan Island and Penata Besar Island. The methods of this research include : field survey for assessing the biophysics characteristic of Lemukutan and Penata Besar Island, Geographical Information System for suitability analyze and carrying capacity analyze which compare to Kepmen LH No. 51 Years 2004. The results indicated that all the water quality parameters mostly good and suitable to support Asian Seabass culture. GIS results indicated that 1.564 Ha can be developed for Asian Seabass culture on the floating net cage, or around 14,44% from the total 10.830,7 Ha with depth about more than 6 metres and less than 25 metres. Limited factor are sheltered area from the wave, wind and storm, current rate are generally more than 0,6 m/s and depth water some less than 6 m and more than 25 m.*

Keywords *Suitability, Carrying Capacity, Asian Seabass, Lemukutan Island and Penata Besar Island*

Received : 26 Februari 2017

Accepted : 17 Maret 2017

¹)Mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan Universitas Tanjungpura; ²)Staf Pengajar Magister Ilmu Lingkungan Universitas Tanjungpura
E-mail: zamhar_as@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Ikan laut yang mulai banyak dibudidayakan dengan sistem karamba jaring apung (KJA) selain kerapu dan bawal bintang adalah ikan kakap putih (*L. calcarifer*, Bloch), karena ikan kakap putih yang dipelihara di KJA lebih diminati konsumen dibandingkan dengan yang dipelihara di tambak. Budidaya dengan sistem KJA merupakan sistem budidaya ikan yang cocok diterapkan di kawasan pesisir, dimana kawasan pesisir merupakan perairan tergenang yang tidak dapat kering. Pertimbangan lainnya adalah fakta bahwa KJA merupakan sistem budidaya yang berasal dari Negara-negara di Asia tenggara termasuk Indonesia, namun berhasil dikembangkan oleh Negara-negara Eropa dan Amerika Utara dengan ikan salmon sebagai komoditas utamanya (Phillipose et al., 2013).

Kakap putih merupakan salah satu komoditas perikanan budidaya laut (*sea farming*) yang mempunyai prospek sangat cerah untuk dikembangkan. Selain karena teknologi pemeliharaannya yang sudah dikuasai juga karena daging kakap putih ini cukup diminati masyarakat dunia terutama Negara-negara Eropa bagian utara dan selatan (Ravisankar et al., 2010). Oleh karena itu, akhir-akhir ini semakin banyak industri yang bergerak dalam usaha budidaya kakap putih di Indonesia, seperti Fega Marikultura di Kepulauan Seribu, *Indonesia Mariculture Industries* di Kepulauan Riau, Fish farm milik group Japfa Comfeed di situbondo dan Bali, Philips Seafood serta Bali Barra di Bali. Selain itu, di

Kepulauan Yapen, Provinsi Papua Barat, secara resmi telah dilakukan peletakan batu pertama pembangunan Hatchery dan Nursery kakap putih yang merupakan kerjasama antara pemerintah Indonesia dengan pihak Norwegia sebagai negara yang sangat berhasil menerapkan teknologi untuk budidaya laut (*Komunikasi pribadi dengan Borge Soraas, 12 Februari 2016*).

Satu diantara aspek penting yang harus diperhatikan dalam pengembangan usaha budidaya kakap putih adalah pemilihan lokasi. Pemilihan lokasi yang tepat sangat terkait dengan faktor resiko, kemudahan dan ekologis. Faktor resiko yang dimaksud berkaitan dengan masalah keterlindungan, masalah keamanan, dan masalah konflik. Keterlindungan dimaksudkan untuk menghindari kerusakan fisik sarana budidaya laut, maka diperlukan lokasi yang terlindung dari pengaruh angin dan gelombang yang besar. Lokasi yang terlindung biasanya didapatkan di perairan teluk atau perairan terbuka tetapi terlindung oleh adanya karang atau pulau di depannya (Phillipose et al., 2013). Satu diantara wilayah pesisir di Kalimantan Barat yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai lokasi budidaya laut dengan sistem KJA adalah perairan di sekitar pulau Lemukutan dan Penata Besar Kabupaten Bengkayang. Kawasan yang masuk ke dalam kecamatan Sungai Raya Kepulauan ini memiliki sekitar 12 pulau terdiri dari pulau Penata Besar, Penata Kecil, Seluas, Semesak, Kera, Baru, Batu Rakit, Tempurung, Kabung, Batu Payung, Lemukutan dan Randayan (BPS, 2014). Adanya gugusan pulau-pulau kecil ini menjadi penghalang angin, gelombang dan arus dimana merupakan beberapa faktor yang sangat penting dalam pemilihan lokasi KJA.

Daya dukung lingkungan merupakan dasar pertimbangan utama dalam penentuan lokasi KJA sebagai indikasi untuk menunjukkan seberapa besar produksi yang bisa dihasilkan dan berkelanjutan. Budidaya ikan dalam KJA secara intensif akan menghasilkan limbah yang dapat memicu produktivitas dan merubah karakteristik biotik dan abiotik perairan, sementara budidaya semi intensif bisa menyebabkan *blooming alga (overcropping algae)* dan penurunan produktivitas sehingga mengakibatkan rendahnya kelangsungan hidup ikan budidaya

(Phillipose et al., 2013). Oleh karena itu, pertimbangan dalam pemilihan lokasi KJA yang tepat sangat penting dilakukan sebelum melakukan kegiatan budidaya tersebut. Daya dukung suatu spesies dalam lingkungan perairan dilihat dari aspek biologis adalah jumlah populasi dari spesies tersebut dapat mempertahankan hidupnya tanpa batas, mendapatkan makanan, tempat hidup, air dan kebutuhan lainnya tersedia di lingkungan tersebut. Daya dukung bervariasi tergantung pada aliran air, volume, temperature, oksigen terlarut, pH, ukuran dan spesies ikan. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dikaji secara mendalam dan komprehensif mengenai kelayakan perairan sekitar pulau Lemukutan dan pulau Penata besar sebagai lokasi budidaya laut khususnya ikan kakap putih. Selain itu, perlu juga dikaji mengenai daya dukung lingkungan perairan sekitar pulau Lemukutan dan pulau Penata Besar untuk menentukan keberlanjutan usaha budidaya laut.

MATERI DAN METODE

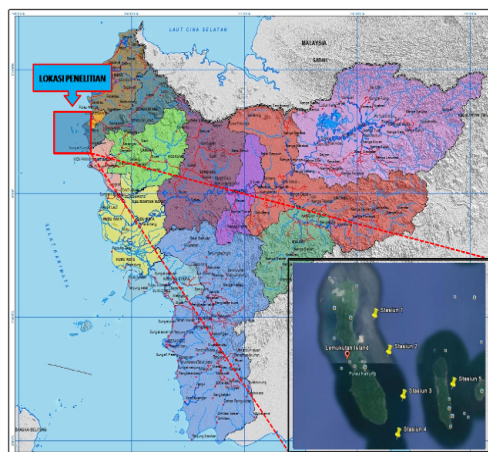
Penelitian dilaksanakan di perairan sekitar Pulau Lemukutan dan Penata Besar Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat (Gambar 1) mulai bulan Maret 2016 sampai Agustus 2016. Pemilihan lokasi didasarkan atas pertimbangan keterlindungan lokasi dan akses dari daratan pulau Kalimantan, serta mulai berkembangnya kegiatan marikultur dengan sistem KJA di sekitar pulau Penata Besar.

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode survey lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer berupa analisis parameter kualitas air serta hasil wawancara dengan penduduk setempat, sedangkan data sekunder meliputi data kondisi lingkungan dari data tertulis penelitian maupun data dari pemerintah setempat.

Analisis karakteristik sifat perairan merupakan kajian mengenai kondisi biofisik dan kimia perairan, meliputi kualitas perairan (fisika, kimia, dan biologi). Pengamatan kualitas air (Tabel 1) dilakukan untuk menentukan kelayakan perairan bagi kehidupan ikan Kakap putih. Sampel air diambil pada 5 titik lokasi sampling (Gambar 1) dengan masing-masing 3 ulangan.

Tabel 1 Parameter, alat/metode pengukuran, dan tempat pengamatan penelitian

Parameter	Alat/Metode
Kecerahan	Secchi disk
Kedalaman	Echosounder
Substrat Dasar	SCUBA set
Kecepatan arus	currentmeter
Suhu	termometer
Salinitas	Hand Refraktometer
TSS	Gravimetri
pH	pH meter
DO	DO Meter
BOD	Winkler azide
NH ₃ -N	Titiasi
NO ₃	Titiasi
NO ₂	Titiasi
Othopospat	Titiasi
Logam Pb	Spektrofotometer
Total Coliform	MPN
Kelimpahan Plankton	Sedgewick Rafter

**Gambar 1** Peta Lokasi Penelitian

Kesesuaian lokasi budidaya tiap stasiun penelitian dilakukan dengan membandingkan data hasil penelitian dengan standar lokasi budidaya dengan cara skoring data sebagaimana pada Tabel 2 (Adibrata, 2011), sementara untuk mengetahui luas lokasi berdasarkan kesesuaian tersebut dilakukan menggunakan operasi tumpang layer (*Overlay operation*).

Informasi mengenai daya dukung lingkungan perairan untuk budidaya kakap putih diperoleh melalui pendekatan data lapangan dengan nilai baku mutu lingkungan mengacu pada Kepmen LH No. 51 tahun 2004, tentang baku mutu air laut untuk biota laut (Tabel 3).

Indeks analisis kesesuaian kawasan budidaya Kakap Putih dengan sistem KJA di tiap stasiun diperoleh dari nilai total bobot kali skor untuk

9 parameter dengan nilai kelas sebagai berikut (Tabel 4).

Kelas S1 yaitu tingkat Kelas Kesesuaian dari Parameter Lingkungan Sangat sesuai, dimana kawasan tersebut sangat sesuai untuk budidaya ikan Kakap Putih tanpa faktor pembatas yang berarti terhadap penggunaannya secara berkelanjutan. Kelas S2 yaitu tingkat Cukup sesuai, dimana kawasan tersebut sesuai untuk menunjang kegiatan budidaya ikan Kakap Putih tetapi terdapat beberapa parameter lingkungan sebagai faktor pembatas karena tidak berada pada kondisi optimum. Kelas S3 yaitu tingkat Tidak sesuai, dimana kawasan perairan tersebut tidak sesuai untuk diusahakan bagi budidaya ikan Kakap Putih karena memiliki faktor pembatas yang sangat berat. Budidaya Kakap Putih dengan KJA biasanya direkomendasikan pada kelas S1 dan S2 yang selanjutnya disebut sebagai kawasan yang sesuai untuk budidaya Kakap Putih.

Untuk mengetahui sebaran nilai parameter kualitas air di perairan sekitar pulau Lemukutan dan Penata besar serta luas perairan yang masuk kategori S1, S2 dan S3 dilakukan pemetaan menggunakan software Arc View GIS 3.2. Data yang diperoleh berupa parameter lingkungan dari setiap titik koordinat kemudian didigitasi dengan software ArcView Gis 3.2. Hasilnya dalam bentuk spasial yaitu peta tematik seperti tema suhu, salinitas, dan sebagainya. Setelah basis data terbentuk, dilakukan operasi tumpang susun (*overlay operations*) dengan software ArcGis 9.2 terhadap peta tematik tadi. Operasi tumpang susun dimulai dari layer yang paling penting ke yang kurang penting sehingga diperoleh peta arahan kesesuaian kawasan, layout dilakukan dengan software ArcView Gis 3.2. Data hasil penelitian lainnya yang berupa parameter kualitas air akan dianalisis secara deskriptif kemudian dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan pada Kepmen LH No. 51 tahun 2004, tentang baku mutu air laut untuk biota laut.

Tabel 2 Skoring Data Kesesuaian Lokasi Budidaya

Parameter	Bobot	S1		S2		S3	
		Kelas	Skor	Kelas	Skor	Kelas	Skor
Keterlindungan	25	Sangat Terlindung	5	Terlindung	3	Terbuka	1
Kecepatan Arus (m/s)	25	0,2 – 0,4	5	0,1 - <0,2 atau >0,4-0,6	3	>0,6	1
Kedalaman	15	15 – 25	5	6 - <15 atau >25 – 40	3	<6 atau >40	1
Substrat	15	Pasir Berkarang	5	Pasir Berlumpur	3	Lumpur	1
Kecerahan (m)	10	> 5	5	3 – 5	3	< 3	1
Salinitas (ppt)	10	30 – 33	5	33 – 35	3	>35	1
Suhu (oC)	10	27 – 30	5	24 - <27 atau >30 – 34	3	<24 atau >34	1
Oksigen Terlarut (mg/L)	10	7 – 8	5	5 - <7 atau >8 – 10	3	<5 atau >10	1
pH	10	7,5 – 8	5	7 – <7,5 atau >8 – 8,5	3	<7 atau > 8,5	1
Total Bobot x Skor			650			390	130

Tabel 3 Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut (Kepmen LH No. 51 Tahun 2004)

Parameter	Satuan	Baku Mutu
Total Suspended Solid	mg/L	20
Biological Oksigen Demand (BOD)	mg/L	2.0
Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/L	0.3
Fosfat (PO ₄ -P)	mg/L	0.015
Timbal (Pb)	mg/L	0.008
Coliform	MPN/100ml	1000
Total Plankton	Sel/100ml	Tidak bloom

Tabel 4 Kriteria Kesesuaian Lokasi Budidaya

Kelas	Analisis Kesesuaian	Skor
S1	Sangat Sesuai	>520 – 650
S2	Cukup Sesuai	260 – 520
S3	Tidak Sesuai	130 - <260

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Kesesuaian Lahan

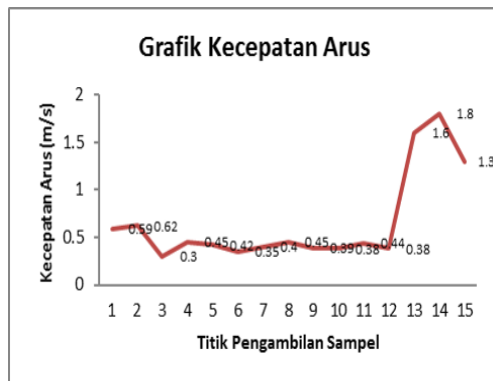
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa keterlindungan lokasi di sekitar perairan pulau Lemukutan dan Penata besar pada tiap musim tidak sama, dimana pada musim angin Utara (Desember – Februari) semua stasiun penelitian masuk pada kategori S3 atau terbuka hal ini bisa dilihat dari ketinggian gelombang dan kecepatan angin pada bulan-bulan tersebut. Sementara pada musim Timur (Maret – Mei) stasiun 3 (Teluk Surau), 4 (Lemukutan selatan) dan 5 (timur Penata) bisa dikategorikan ke dalam S1, dimana angin bertiup dari arah timur (daratan pulau Kalimantan) dan tertahan oleh pulau-pulau yang ada di depannya. Stasiun 1 (Teluk Cina) dan stasiun 2 (Teluk Melano) masuk ke dalam kategori S2 dimana angin langsung mengarah ke kedua stasiun tersebut tanpa adanya barrier di depannya.

Pada musim angin Selatan (Juni – Agustus) semua stasiun penelitian masuk ke dalam kategori S3 dimana angin bertiup dari arah timur pulau (Laut Jawa) ke arah Laut China Selatan. Musim angin Barat (September – Nopember) angin bertiup dari arah barat pulau (laut Natuna), lokasi stasiun penelitian yang kesemuanya berada di sebelah timur pulau relatif terlindung dan masuk ke dalam kategori S2, hanya saja pada musim barat ini berdasarkan informasi dari warga setempat angin terkadang berubah arah dan ketinggian gelombang tidak bisa diprediksi.

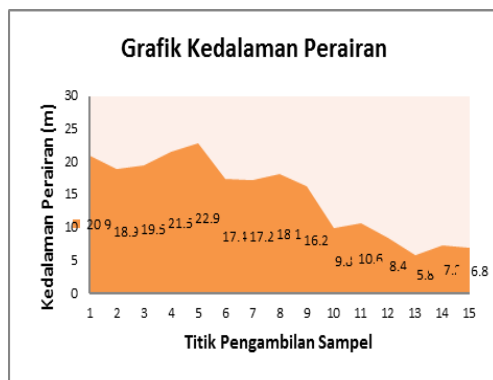
Ikan kakap putih merupakan ikan perenang aktif dan juga katadromous kondisi perairan yang bergelombang tidak akan terlalu mempengaruhi kelangsungan hidup maupun pertumbuhan ikan ini. Keterlindungan lokasi lebih erat kaitannya dengan struktur dan ketahanan KJA, gelombang besar dan badai bisa menyebabkan kerusakan struktur KJA maupun tali temali dan jangkar penahan KJA. Oleh karena itu, pertimbangan mengenai material penyusun KJA, diameter tali dan bobot jangkar harus disesuaikan dengan kondisi rencana lokasi KJA. Selain itu, jika memperhatikan keterlindungan lokasi berdasarkan musim maka sebaiknya periode budidaya dilakukan hanya pada musim-musim selain musim angin utara (antara bulan Maret – Nopember) setiap tahunnya.

Hasil pengukuran arus di tiap stasiun cukup bervariasi dengan kisaran antara 19 cm/det sampai dengan 62 cm/det. Rata-rata kecepatan arus di tiap stasiun ditunjukkan oleh Gambar 2.

Pengukuran kedalaman perairan dilakukan pada lokasi perairan dengan jarak rata-rata 0,25 mil atau lebih dari bibir pantai, lokasi-lokasi pengambilan sampel tersebut sebisa mungkin



Gambar 2 Grafik Kecepatan Arus di Tiap Stasiun



Gambar 3 Grafik Kedalaman Perairan di Tiap Stasiun

menghindari lokasi terumbu karang yang pada umumnya berada pada kedalaman 0 – 7 meter. Kedalaman perairan di setiap stasiun berada pada kisaran 5,8 – 22,9 meter. Secara lengkap disajikan pada Gambar 4 dengan sebarannya digambarkan pada peta bathimetri (Gambar 3).

Secara umum, semua stasiun penelitian mempunyai rata-rata kedalaman yang sesuai untuk budidaya kakap putih dengan sistem KJA. Kedalaman ideal untuk budidaya ikan kakap putih ini adalah minimal dua kali kedalaman jaring yang digunakan diukur pada saat surut terendah. Hal ini dimaksudkan agar sirkulasi air terjadi baik dari arah samping maupun bawah KJA. Semakin dalam sampai dengan kedalaman tertentu lebih menguntungkan bagi pembudidaya maupun ikan itu sendiri karena sisa pakan dan feses ikan akan berada jauh di dasar perairan sehingga diharapkan tidak terlalu mempengaruhi kualitas air di atasnya. Budidaya ikan yang biasa dilakukan oleh masyarakat pada umumnya berada dekat dengan pantai dengan

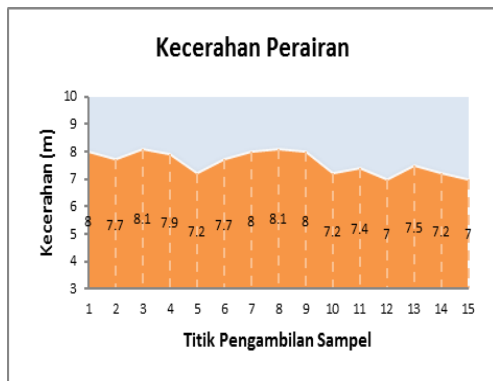
kedalaman antara 5 – 10m, sementara budidaya yang dilakukan secara intensif oleh pihak swasta skala industri biasanya akan memilih lokasi dengan kedalaman antara 15 – 30m. jika melihat peta sebaran kedalaman di atas, maka perairan sekitar pulau Lemukutan baik untuk dijadikan lokasi budidaya rakyat maupun skala industri.

Hasil pengamatan di setiap stasiun menunjukkan bahwa substrat dasar perairan berupa pasir berlumpur dengan persentase berbeda dimana pada stasiun 1, 3 dan 4 secara visual persentase pasir lebih tinggi daripada lumpur sementara stasiun 2 dan 5 hampir terlihat sama komposisi antara pasir dengan lumpurnya. Lokasi budidaya ikan kakap putih yang ideal sebaiknya mempunyai dasar perairan berupa campuran antara pasir dan lumpur, hal ini sesuai dengan pendapat Phillipose et al. (2013) yang menyatakan bahwa sebaiknya lokasi budidaya untuk ikan kakap putih mempunyai dasar perairan berupa campuran antara kerikil halus, pasir dan lumpur.

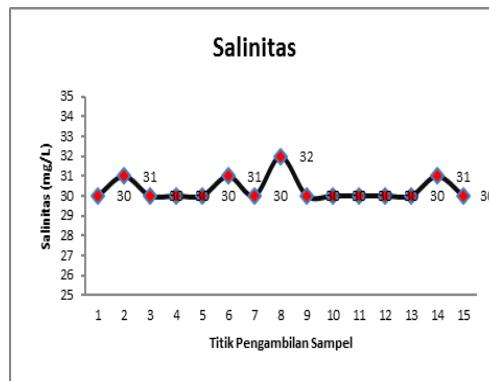
Lokasi KJA dengan substrat dasar batuan membutuhkan biaya lebih mahal terutama dalam hal pembuatan dan penempatan jangkar, demikian pula jika substrat dasar perairan berupa lumpur dapat merugikan usaha budidaya karena akan berpengaruh terhadap kecerahan perairan, oksigen terlarut dan terakumulasinya sisa pakan dan feses di dasar perairan. Dimana, suatu saat endapan tersebut bisa berubah menjadi toksik dan menjadi sumber penyakit serta parasit.

Kecerahan perairan mempunyai peranan penting dalam produktivitas perairan karena berpengaruh terhadap fotosintesis tumbuhan air maupun fitoplankton dan juga kadar oksigen terlarut. Hasil pengukuran kecerahan di perairan sekitar pulau Lemukutan dan Penata Besar berkisar antara 7 – 8,1 meter diukur pada saat surut terendah dengan kedalaman perairan rata-rata >10m. untuk lebih jelasnya, hasil pengamatan terhadap kecerahan ini disajikan pada gambar 4.

Jika dibandingkan dengan kriteria baku mutu perairan untuk biota laut berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, maka nilai kecerahan yang terukur berada jauh di atas ambang batas yang disyaratkan (>5m). Artinya secara umum jika dilihat dari parameter kecerahan perairan



Gambar 4 Kecerahan Perairan di Tiap Stasiun



Gambar 5 Grafik Salinitas di Tiap Stasiun

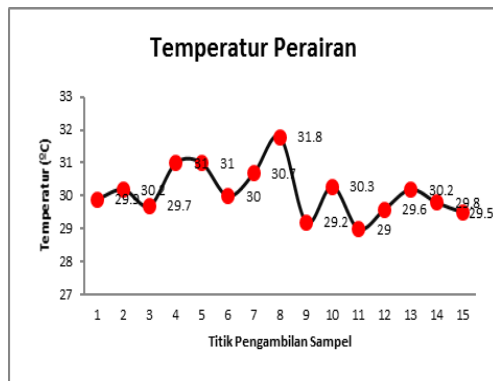
lokasi penelitian sangat sesuai untuk mendukung kegiatan budidaya perikanan dengan sistem KJA, demikian pula halnya dengan ikan Kakap putih.

Perairan laut yang jauh dari daratan biasanya mempunyai tingkat kestabilan salinitas yang tinggi karena kecilnya pengaruh masuknya air tawar ke dalam perairan. Berbeda halnya dengan perairan laut yang berada di sekitar pantai dan muara sungai, ketika hujan turun dan air tawar masuk ke dalam perairan maka salinitas akan menurun, hal ini bisa dijumpai pada perairan-perairan muara dan tambak. Perubahan salinitas ini akan berpengaruh terhadap berat jenis dan tekanan osmotik organisme akuatik sehingga dapat mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas di perairan sekitar pulau Lemukutan dan penata besar yang berkisar antara 30 – 32 ppt (Gambar 5) sangat ideal untuk mendukung pertumbuhan ikan kakap putih. Ikan kakap putih merupakan ikan euryhaline, artinya ikan ini sangat toleran terhadap perbedaan salinitas dan dapat hidup pada kondisi perairan dengan salinitas rendah maupun tinggi. Selain itu kakap putih merupakan ikan katadromous, dimana pada saat akan memijah induk ikan kakap putih akan mencari perairan dengan salinitas antara 30-34 ppt (air laut), dan ketika sudah memijah anakan ikan kakap putih akan berenang ke arah muara dan masuk ke dalam sungai mencari perairan dengan salinitas 0 – 15 (muara dan sungai). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Phillipose et al. (2013) bahwa ikan kakap putih mempunyai toleransi yang tinggi terhadap salinitas, ikan ini dapat hidup dan berkem-

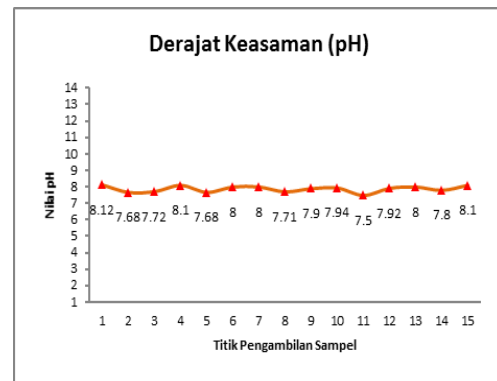
bangbiak pada kisaran salinitas 0 – 33ppt dengan salinitas optimum tambak sekitar 15 ppt dan KJA 15 – 30ppt.

Temperatur perairan merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhitungkan dalam penentuan lokasi budidaya ikan dengan sistem KJA karena berpengaruh langsung terhadap metabolisme dan aktivitas ikan. Dimana setiap peningkatan suhu sebesar 10°C akan meningkatkan reaksi sebesar dua kali lipat. Perairan tropis mempunyai sebaran suhu yang relatif merata dan stabil, rata-rata suhu permukaan laut di Indonesia berkisar antara 27 – 32°C, artinya kondisi ini sangat baik untuk mendukung kehidupan organisme akuatik laut tropis. Hasil pengamatan temperatur perairan di setiap lokasi penelitian berkisar antara 29,5°C s/d 31,8°C (Gambar 6). Hasil pengukuran tersebut menunjukkan variasi yang relatif kecil meskipun waktu pengambilannya berbeda, artinya kondisi perairan sekitar pulau Lemukutan dan Penata Besar mempunyai temperature yang cukup stabil dan baik untuk mendukung kelangsungan hidup ikan Kakap putih.

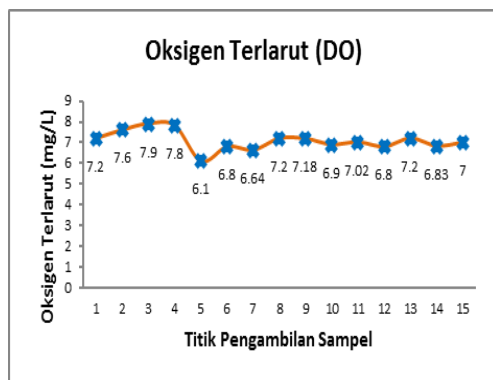
Kandungan oksigen terlarut dalam perairan tidak pernah konstan, karena dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti salinitas, suhu, aktivitas biologis, arus dan gerakan massa air serta difusi oksigen. Hasil pengukuran oksigen terlarut di setiap stasiun penelitian berkisar antara 6,1 s/d 7,9 (Gambar 7), artinya kondisi ini sangat sesuai untuk mendukung kegiatan budidaya ikan kakap putih yang memerlukan oksigen terlarut >5 ppm. Konsumsi oksigen tiap jenis ikan berbeda-beda, ikan-ikan pelagis seperti kakap merah dan kakap putih memerlukan DO yang lebih tinggi dibandingkan ikan-



Gambar 6 Temperatur perairan di Tiap Stasiun



Gambar 8 Grafik pH di Tiap Stasiun



Gambar 7 Grafik DO di Tiap Stasiun

ikan demersal seperti kerapu. Pada umumnya DO harus berada pada kisaran 5 ppm atau lebih dan tidak boleh kurang dari 4ppm untuk ikan pelagis atau 3 ppm untuk ikan demersal yang dibudidayakan di KJA (Phillipose et al., 2013).

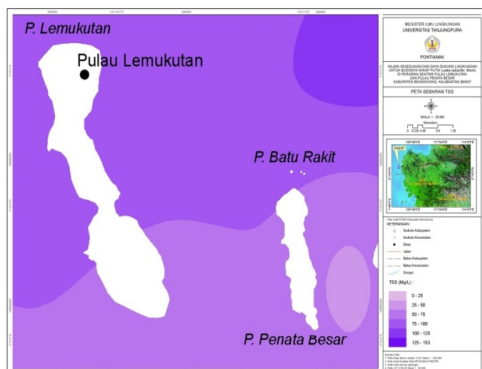
Air laut mempunyai kemampuan yang sangat baik dalam mempertahankan keseimbangan asam dan basa atau menyangga pH perairan. Sehingga perubahan sedikit saja terhadap pH ini bisa dijadikan indikator terganggunya suatu perairan. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi kadar oksigen terlarut dan karbondioksida. Hasil pengukuran pH berkisar antara 7,5 – 8,21 (Gambar 8) menunjukkan bahwa lokasi penelitian masih baik dan masuk kedalam kategori sangat sesuai serta bisa mendukung kegiatan budidaya ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Boyd et al. (1982), bahwa pH yang baik untuk hampir semua jenis ikan berkisar antara 6,5 – 8,5. Pada umumnya organisme akuatik sensitive terhadap perubahan pH dan sebagian besar menyukai pH antara

7,5 – 8,5 Effendi (2003). Jika dibandingkan dengan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, pH yang disarankan adalah 7 – 8,5, artinya jika ditinjau berdasarkan parameter ini, lokasi penelitian masih berada di dalam baku mutu yang disyaratkan.

Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah dan logam berat semakin larut pada kondisi asam. pH juga mempengaruhi toksisitas senyawa kimia seperti pada Amonium, senyawa ini bersifat Innocous atau tidak toksik akan tetapi pada suasana basa (alkali) lebih banyak ditemukan ammonia yang tidak terionisasi yang bersifat toksik karena lebih mudah diserap oleh organisme akuatik dibandingkan dengan ammonium. Selain itu pH juga berpengaruh terhadap kelimpahan plankton di suatu perairan, penurunan nilai pH ke kondisi asam akan menurunkan kelimpahan, biomassa serta produktivitas plankton dan bentos (Effendi, 2003).

Karakterisasi Parameter Daya Dukung Lingkungan

Total padatan tersuspensi sangat erat kaitannya dengan kecerahan dan kekeruhan perairan, semakin tinggi padatan tersuspensi akan menyebabkan meningkatnya kekeruhan dan menghalang-halangi penetrasi sinar matahari ke dalam perairan. Hal ini akan mengakibatkan terganggunya aktifitas fotosintesis organisme akuatik dan tidak meratanya penyebaran organisme ter-

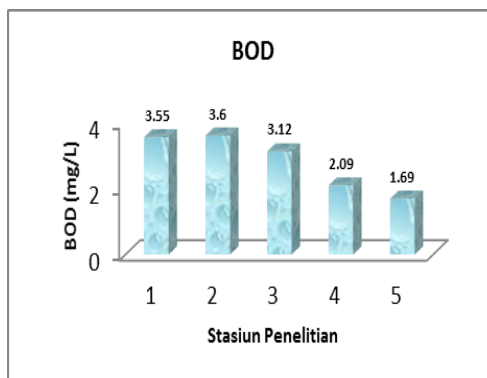


Gambar 9 Sebaran TSS di lokasi Penelitian

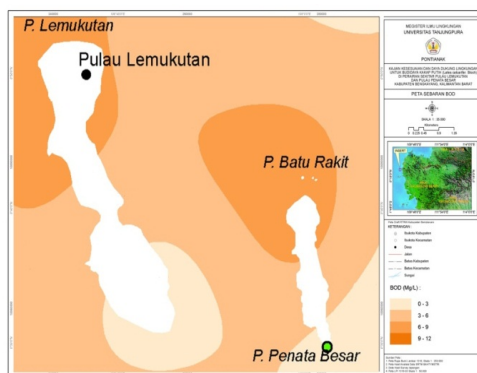
sebut dalam perairan sehingga akan berdampak terhadap organisme lainnya.

Hasil pengukuran TSS di Laboratorium dari tiap stasiun berkisar antara 50 – 58 mg/L, jika dibandingkan dengan baku mutu yang disyaratkan oleh Kepmen LH untuk biota laut (20 mg/L) maka perairan di sekitar lokasi penelitian memiliki kandungan TSS yang cukup tinggi dan melebihi ambang batas yang disyaratkan. Pengaruh TSS terhadap ikan budidaya diantaranya adalah ikan akan rentan terkena penyakit parasitic dan akhirnya terinfeksi bakteri. Ikan kakap putih yang dibudidayakan di Kepulauan Riau, Singapura dan Penang Malaysia dilaporkan mengalami peningkatan serangan parasit *Benedenia* ketika TSS meningkat dan kecerahan perairan menurun, terutama pada bulan Desember hingga Februari. Sebaran nilai TSS di lokasi penelitian disajikan pada Gambar 9.

BOD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik di dalam perairan. Bahan organik yang masuk ke dalam perairan pada umumnya berasal dari kegiatan industri, pertambangan, pertanian dan limbah rumah tangga. Oleh karena itu, pada umumnya nilai BOD di sekitar pemukiman padat penduduk dan area industri lebih tinggi jika dibandingkan dengan wilayah perairan yang jauh dari pemukiman. Hasil pengukuran BOD di tiap stasiun berkisar antara 1,69 s/d 3,6 mg/L (Gambar 17). Nilai BOD di stasiun 1, 2 dan 3 cenderung lebih tinggi dibandingkan stasiun 4 dan 5, hal tersebut terjadi karena stasiun 1 – 3 merupakan lokasi pemukiman penduduk (P. Lemukutan) sementara di stasiun 5 (P. Penata) tidak terlalu banyak ak-



Gambar 10 BOD di Tiap Stasiun

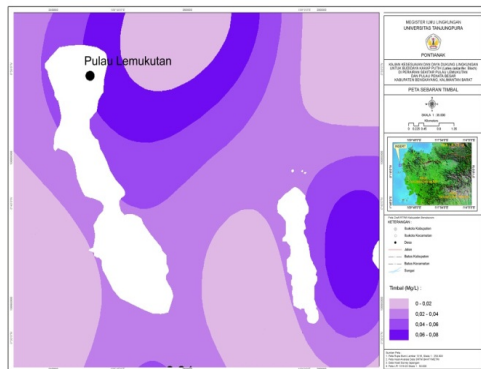


Gambar 11 Sebaran BOD di Lokasi Penelitian

tifitas masyarakat. Untuk mengetahui sebaran BOD bisa dilihat pada Gambar 10 dan 11.

Timbal dalam perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi, kelarutan timbal ini cukup rendah sehingga kadar timbal dalam air relatif kecil. Sumber alami timbal berasal dari galena (PbS), Gelesite ($PbSO_4$) dan Cerussite ($PbCO_3$). Hasil pengukuran timbal di Laboratorium dari tiap stasiun sebesar 0 mg/L menunjukkan bahwa kadar timbal dalam perairan sekitar lokasi penelitian sangat kecil atau tidak terdeteksi.

Bakteri koliform merupakan bakteri gram negatif yang biasa dijadikan indikator suatu perairan dinyatakan tercemar atau tidak (Faghri et al., 1984). Melalui pengamatan bakteri ini di perairan kita bisa mengetahui ada atau tidaknya patogen yang berasal dari virus, bakteri, protozoa dan mikroorganisme parasitik lainnya. Hasil pengamatan terhadap total koliform di tiap stasiun menunjukkan nilai 0 atau tidak terdeteksi. Hal tersebut di duga karena bakteri koliform yang ada di perairan sangat sedi-

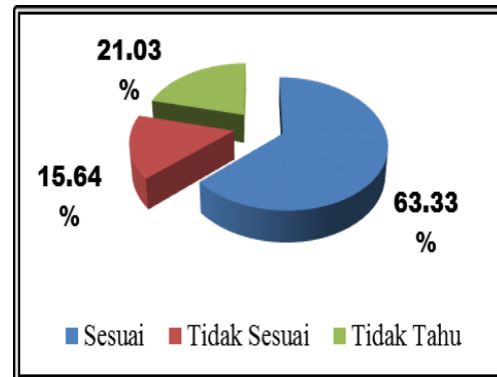


Gambar 12 Sebaran Timbal di Lokasi Penelitian

kit jumlahnya sehingga pada saat pengamatan di laboratorium tidak ditemukan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dan dibandingkan dengan baku mutu perairan untuk biota laut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 maka perairan di lokasi penelitian masih baik dan berada di bawah ambang batas yang disyaratkan.

Kelimpahan plankton merupakan salah satu parameter yang bisa diamati untuk menentukan kesuburan dan kestabilan suatu perairan. Selain kelimpahan ini yang bisa diamati adalah indeks keanekaragaman dan Indeks dominansinya. Berdasarkan hasil pengamatan pada 5 stasiun kelimpahan plankton ini tidak sama yaitu berkisar antara 774 – 963 ind/L dengan jumlah genera yang berbeda tiap stasiunnya (23 – 26 genera). Meskipun lokasi perairan berdekatan, sumber dan massa airnya sama akan memiliki keragaman yang berbeda baik dari jumlah maupun jenisnya, hal ini disebabkan oleh faktor arus, angin, *upwelling*, temperatur, zat hara, dan lain sebagainya.

Jika dilihat dari indeks keanekaragaman yang berkisar antara 2,6813 – 2,8589, perairan di sekitar lokasi penelitian ini masih baik dan stabil serta bisa mendukung kegiatan budidaya, indeks keanekaragaman plankton pada perairan yang stabil dengan keragaman yang cukup besar akan berada pada kisaran 1,00 – 3,00. Demikian pula jika dilihat dari Indeks dominansi sebesar 0,0716 – 0,1799 berarti bahwa perairan ini tidak terjadi dominansi salah satu spesies plankton, sebagaimana pendapat Odum (1998) bahwa perairan yang stabil akan mempunyai nilai indeks dominansi mendekati 0 dan tidak ada individu yang lebih dominan dari individu lainnya.



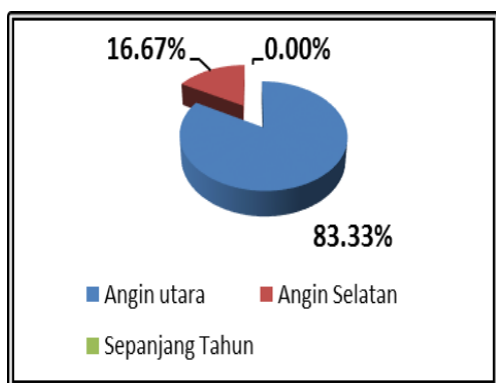
Gambar 13 Pendapat Masyarakat Mengenai Kesesuaian Lokasi

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa di lokasi penelitian terdapat 20 genera fitoplankton yaitu *Ceratium*, *Ditylium*, *Synedra*, *Biddulphia*, *Planktoniella*, *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Gelang*, *Hemiaulus*, *Stauroneis*, *Ampiphora*, *Asterionella*, *Dinophysis*, *Pleurozygma*, *Bacteriastrea*, *Nitzhia*, *Oscillatoria*, *Suriella*, *Dissodinium*, *Diatomae*. Sementara untuk zooplankton yang teridentifikasi terdapat 7 genera yaitu *Nauplius*, *Foraminifera*, *Cyclops*, *Lemnadia*, *Stentor*, *Spiratella*, *Phacus*.

Persepsi Masyarakat Sekitar Lokasi Penelitian

Untuk mengetahui pendapat masyarakat mengenai kesesuaian lokasi penelitian dilakukan wawancara kepada 40 orang masyarakat pulau Lemukutan yang tersebar di 4 dusun, 10 orang di Teluk Cina, 10 orang di Teluk Melano, 8 orang di Teluk Surau dan 12 orang di Teluk Meruhum batu barat. Berdasarkan hasil wawancara sebanyak 86,67% masyarakat mengetahui mengenai budidaya perikanan secara umum sementara hanya 40% yang mengetahui budidaya ikan dengan sistem KJA dan 0% yang mengetahui budidaya ikan kakap putih (Gambar 13).

Sebanyak 66,67% masyarakat menyatakan bahwa perairan sekitar pulau Penata baik untuk dijadikan Lokasi budidaya dan 73,3% juga menyatakan perairan pulau Lemukutan cocok untuk lokasi budidaya. 90% responden menyatakan bahwa arus di perairan sekitar lemukutan dan penata baik untuk mendukung kegiatan budidaya sementara hanya 43,3% yang menyatakan bahwa gelombang juga baik untuk



Gambar 14 Pendapat Masyarakat Mengenai Ketinggian Gelombang

mendukung usaha budidaya ikan. Secara umum, sebanyak 63,3% responden menyatakan bahwa perairan disekitar kedua pulau bisa dijadikan lokasi budidaya ikan, 15,64% menyatakan tidak cocok dan 21,03% tidak tahu.

Kesesuaian Lokasi Budidaya

Penentuan luas perairan yang sesuai untuk budidaya ikan kakap putih dengan system KJA dilakukan dengan menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis dengan operasi tumpang susun (*overlay*) dari masing-masing peta tematik parameter-parameter yang telah ditentukan. Sedangkan untuk mengetahui kesesuaian di tiap stasiun penelitian dilakukan melalui metode pembobotan (*scoring method*). Hasil penilaian kesesuaian lokasi dari setiap stasiun disajikan pada Tabel 5 dan 6.

Lokasi penelitian tidak seluruhnya terlindung dari angin dan gelombang, oleh karena itu rekapitulasi kesesuaian lokasi ini dibagi menjadi dua tabel sesuai dengan arah angin tiap musimnya. Faktor keterlindungan dan kecepatan arus mempunyai skor paling tinggi (25 point) dibandingkan parameter lainnya karena memang pengaruhnya sangat signifikan terutama untuk struktur KJA dan pergerakan massa air yang akan mempengaruhi parameter-parameter lainnya.

Berdasarkan data pada tabel di atas bisa dilihat bahwa keterlindungan lokasi dan kecepatan arus mendapatkan skor 1 di semua stasiun hal ini disebabkan karena pada bulan Juni –

Agustus angin bertiup dari arah selatan pulau Lemukutan sehingga semua stasiun penelitian terkena imbas langsung dari tiupan angin ini demikian pula dengan tinggi gelombang dan kecepatan arus. Sementara pada musim angin utara (Desember-Februari) terjadi sebaliknya. Parameter lainnya sebagian besar mendapatkan skor 5 atau sangat sesuai dan hanya beberapa yang mendapat skor 3. Meskipun demikian setelah di rekap, semua stasiun penelitian masuk ke dalam kategori S2 atau cukup sesuai untuk dijadikan lokasi budidaya ikan Kakap Putih. Hal ini di dukung oleh pendapat masyarakat bahwa pada musim angin selatan meskipun angin langsung menuju perairan sekitar lokasi penelitian akan tetapi kecepatan angin ini masih wajar dan tidak menimbulkan gelombang besar maupun arus yang bisa merusak bagan-bagan ikan milik masyarakat. Demikian halnya jika melihat hasil survey terhadap masyarakat mengenai ketinggian gelombang dan kecepatan arus, 83,33% menyatakan bahwa kecepatan arus dan ketinggian gelombang hanya terjadi pada musim utara sementara hanya 16,67% yang menyatakan terjadi juga pada musim angin selatan dan 0% yang menyatakan terjadi sepanjang tahun (Gambar 14).

Berdasarkan data-data tersebut bisa disimpulkan bahwa meskipun pada musim selatan dan utara masing-masing mempunyai nilai kesesuaian lokasi yang sama akan tetapi melihat kondisi riil di lapangan pada bulan Desember – Februari, pendapat masyarakat dan hasil survey di atas, maka sebaiknya kegiatan budidaya tidak dilakukan pada musim angin utara. Sebaliknya kegiatan budidaya masih memungkinkan untuk dilakukan pada musim angin selatan (Juni – Agustus).

Musim angin timur dijuluki musim kedamaian oleh masyarakat pulau Lemukutan, karena pada bulan-bulan ini angin bertiup dari arah timur (daratan pulau Kalimantan) dengan tiupan yang tidak kencang, selain juga terhalang oleh pulau-pulau yang ada di depannya. Pada musim ini hasil tangkapan nelayan juga biasanya meningkat baik nelayan bubu, pancing maupun bagan. Kondisi arus, angin dan gelombang juga cukup bersahabat. Demikian halnya ketika angin bertiup dari arah barat, lokasi penelitian (sebelah timur P. Lemukutan) relatif tenang dan baik untuk mendukung kegiatan bu-

Tabel 5 Rekapitulasi Kesesuaian Lokasi pada Musim Angin Selatan dan Utara

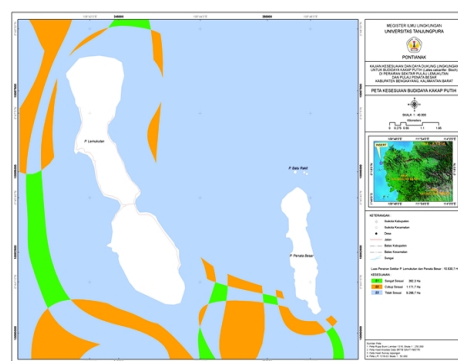
Parameter	Bobot	ST1		ST2		ST3		ST4		ST5	
		Skor	B x S	Skor	B x S	Skor	B x S	Skor	B x S	Skor	B x S
Keterlindungan	25	1	25	1	25	1	25	1	25	1	25
Kecepatan arus	25	1	25	1	25	1	25	1	25	1	25
Kedalaman	15	5	75	5	75	5	75	5	75	5	75
Substrat	15	3	45	3	45	3	45	3	45	3	45
Kecerahan	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Salinitas	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Suhu	10	5	50	3	30	3	30	5	50	5	50
DO	10	5	50	3	30	5	50	5	50	5	50
pH	10	5	50	3	30	5	50	5	50	5	50
Jumlah			420		380		400		420		420
Kategori			S2		S2		S2		S2		S2

Tabel 6 Rekapitulasi Kesesuaian Lokasi pada Musim Angin Timur dan Barat

Parameter	Bobot	ST1		ST2		ST3		ST4		ST5	
		Skor	B x S	Skor	B x S	Skor	B x S	Skor	B x S	Skor	B x S
Keterlindungan	25	3	75	3	75	1	25	3	75	1	25
Kecepatan arus	25	1	25	1	25	1	25	3	75	3	75
Kedalaman	15	5	75	5	75	5	75	5	75	5	75
Substrat	15	3	45	3	45	3	45	3	45	3	45
Kecerahan	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Salinitas	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Suhu	10	5	50	3	30	3	30	5	50	5	50
DO	10	5	50	3	30	5	50	5	50	5	50
pH	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Jumlah			470		430		400		520		470
Kategori			S2		S2		S2		S2		S2

didaya ikan. Hasil rekapitulasi terhadap kesesuaian lokasi menunjukkan bahwa pada musim tersebut semua stasiun penelitian masuk dalam kategori S2 (cukup sesuai).

Berdasarkan hasil analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) melalui software Arc View dan survey lapangan diperoleh total luasan area penelitian sebesar $\pm 10.830,7$ ha. Penentuan luas kesesuaian lahan untuk budidaya ikan kakap putih dengan sistem KJA dilakukan melalui tahapan meliputi : (1) penilaian berdasarkan hasil analisis parameter kualitas air yang disajikan dalam bentuk tabel, kemudian dilakukan pembobotan dan skor pada masing-masing parameter tersebut, (2) data parameter tersebut dimasukkan ke tiap-tiap stasiun pengamatan sehingga diperoleh peta-peta tematik, (3) proses tumpang tindih (overlay) dari tiap peta tematik tersebut sesuai dengan nilai dari masing-masing kriteria parameter kesesuaian, (4) total nilai akhir dicocokkan dengan masing-masing kelas kesesuaian. Hasil analisis spasial kesesuaian lahan untuk budidaya kakap putih dengan sistem KJA dibagi

**Gambar 15** Peta Luasan Kesesuaian Lokasi

menjadi 3 kelas kesesuaian yaitu kelas 1 (sangat sesuai) dengan luas lahan sebesar 392,3 Ha (3,62%), kelas 2 (cukup sesuai) dengan luas lahan sebesar 1.171,7 ha (10,82%), dan kelas 3 (tidak sesuai) sebesar 9.266,7 Ha (85,56%). Meskipun demikian, mengingat area sebelah barat pulau Lemukutan berhadapan langsung dengan perairan terbuka maka sebaiknya lokasi budidaya hanya di area sebelah timur pulau Lemukutan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 15.

Pada gambar di atas bisa kita lihat bahwa lokasi yang sesuai (S1 dan S2) berada di sekitar pulau Lemukutan yaitu di sekitar stasiun 1, 2 dan 3. Stasiun 4 dan 5 jika berdasarkan peta di atas masuk ke dalam kategori S3 atau tidak sesuai disebabkan karena ada beberapa faktor pembatas terutama arus, dimana berdasarkan peta kecepatan arus (Gambar 3) stasiun 4 dan 5 mempunyai kisaran arus $>0,6 - >2,4$ m/s sehingga sangat beresiko untuk dijadikan lokasi budidaya kakap putih dengan sistem KJA. Faktor pembatas berikutnya yaitu kedalaman, jika dilihat pada peta kedalaman (Gambar 4) stasiun 4 dan 5 relatif lebih dangkal ($<5 - 10$ m) jika dibandingkan dengan stasiun lainnya.

Daya Dukung Lingkungan

Penentuan lokasi budidaya sebaiknya juga memperhatikan parameter-parameter lain yang berhubungan dengan daya dukung lingkungan itu sendiri. Hal ini bertujuan agar keberlangsungan usaha budidaya bisa terjaga selain itu juga kelestarian lingkungan tetap terpantau. Sumberdaya alam yang ada pemanfaatannya harus tetap mengikuti kaidah-kaidah Sustainable agar di kemudian hari tidak terjadi degradasi lingkungan yang pada akhirnya juga akan mengakibatkan terhentinya usaha dalam memanfaatkan sumberdaya tersebut.

Hasil pengamatan terhadap parameter-parameter pendukung menunjukkan bahwa Total padatan tersuspensi (TSS) di lokasi penelitian sudah melebihi ambang batas yang di syarkan. Tingginya nilai TSS ini di duga karena lokasi penelitian masih cukup dekat dari daratan pulau Kalimantan, sehingga limpasan dari darat terbawa hingga ke perairan di lokasi penelitian. TSS akan berpengaruh terhadap penetrasi cahaya matahari dan mengganggu proses fotosintesis, selain itu padatan ini juga bisa menjadi sarang maupun tempat menempelnya mikroorganisme parasitik, sehingga akan mempengaruhi kesehatan dan kelangsungan hidup ikan kakap putih.

Salah satu parasit yang sering menyerang ikan kakap putih diantaranya adalah *Benedenia*, parasit ini biasanya akan menempel pada sisik dan insang ikan, jika didiamkan akan me-

nyebabkan luka selanjutnya ikan akan terinfeksi oleh bakteri yang biasanya berupa bakteri *Tennacibaculum maritimum* dan bakteri *Vibrio* sp. Selain berakibat terhadap kelangsungan hidup ikan, TSS juga berpengaruh terhadap kebersihan jaring dan sarana budidaya lainnya (tali, KJA, Pelampung), perairan dengan kadar TSS tinggi lebih cepat membuat jaring kotor dan harus dibersihkan atau dicuci. Di perairan terbuka tidak ada treatment yang benar-benar efektif untuk menurunkan nilai TSS ini, meskipun demikian melihat nilai TSS sebagaimana di atas dan membandingkannya dengan nilai kecerahan (>5 m) maka parameter ini bukan merupakan hambatan utama dalam budidaya KJA, antisipasi yang bisa dilakukan adalah *treatment* terhadap sarana budidaya dan ikan yang dibudidayakan itu sendiri.

Parameter lainnya yang melebihi ambang batas adalah BOD, nilai BOD antara 3,0 – 5,0 dikategorikan perairan tercemar ringan (Lee et al., 1978). tingginya nilai BOD ini disebabkan oleh tingginya limbah organik yang biasanya berasal dari limbah rumah tangga dan industri. Lokasi penelitian yang masih terhitung dekat dari daratan Kalimantan dan terkadang masih terpengaruh oleh kualitas perairan dari sungai-sungai di daratan Kalimantan di duga menjadi penyebab tingginya nilai BOD seperti yang digambarkan pada peta sebaran BOD di sub bab sebelumnya. Adanya kegiatan budidaya di masa yang akan datang secara logika akan menyumbang limbah organik pada perairan sekitarnya dan akan meningkatkan nilai BOD, sehingga pengaturan terhadap jumlah KJA, populasi ikan budidaya dan musim pemeliharaan harus diperhitungkan agar nilai BOD tidak meningkat hingga melebihi kisaran 3,0 – 5,0.

Hasil pengukuran terhadap timbal, koliform total dan kelimpahan plankton masih berada di bawah ambang batas yang disarankan. Secara lengkap data-data hasil pengukuran tersebut disajikan pada Tabel 7. Secara umum, lokasi penelitian masih bisa dikatakan baik untuk kegiatan budidaya ikan dengan sistem KJA dan masih bisa mendukung kelangsungan hidup ikan kakap putih.

Tabel 7 Hasil Pengukuran Parameter Daya Dukung Lingkungan di Lokasi Penelitian

Parameter	Baku Mutu	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
TSS (mg/L)	20	50	50	50	58	58
BOD (mg/L)	2.0	3.55	3.6	3.12	2.09	1.69
Coliform	-	0	0	0	0	0
Timbal (mg/L)	0.008	0	0	0	0	0
Plankton (ind/L)	Tidak Bloom	911	963	796	774	874

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan luas perairan study sebesar 10.830,7 Ha terdapat 392,3 Ha (3,62%) lokasi yang masuk kategori sangat sesuai, 1.171,7 ha (10,82%) masuk kategori cukup sesuai, dan sisanya 9.266,7 Ha (85,56%) tidak sesuai untuk lokasi pengembangan budidaya kakap putih dengan faktor pembatas berupa musim, keterlindungan, kecepatan arus dan kedalaman perairan. Secara umum lingkungan di lokasi penelitian masih bisa untuk mendukung kegiatan budidaya, namun harus tetap memperhatikan dan memantau nilai TSS dan BOD karena kedua parameter ini berada dalam kisaran nilai yang masuk dalam kategori tercemar ringan.

Pustaka

- Adibrata, S. (2011). Daya dukung lingkungan untuk budidaya kerapu (famili serranidae) di perairan pulau pongok kabupaten bangka selatan. *Jurnal Pesisir dan Pulau-pulau Kecil*, 2(2):43–58.
- Boyd, C. E. et al. (1982). *Water quality management for pond fish culture*. Elsevier Scientific Publishing Co.
- BPS (2014). Kecamatan sungai raya kepulauan dalam angka.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius.
- Faghri, M. A., Pennington, C. L., Cronholm, L. S., and Atlas, R. M. (1984). Bacteria associated with crabs from cold waters with emphasis on the occurrence of potential human pathogens. *Applied and environmental microbiology*, 47(5):1054–1061.
- Lee, C. D., wang, S. B., and Kuo, C. L. (1978). Benthic and fish as biological indicator of

water quality with references of water pollution control in developing countries. bangkok.

- Odum, E. (1998). *Dasar-dasar ekologi*. edisi ketiga. terjemahan t. samingan.
- Phillipose, K. K., Loka, J., Sharma, K. S. R., and Damodoran, D. (2013). *Hand book on open sea cage culture*. central marine fisheries research institut. karwar research centre. india.
- Ravisankar, T., Thirunavukkarasu, A., et al. (2010). Market prospects of farmed asian seabass *Lateolabrax niloticus* (bloch). *Indian J Fish*, 57(3):49–53.