

PEMANFAATAN DATA SATELIT PENGINDERAAN JAUH UNTUK PENENTUAN LOKASI BUDIDAYA RUMPUT LAUT DI DESA KALIUDA KEC. PAHUNGALODU, KAB. SUMBA TIMUR – NTT

KOMANG IWAN SUNIADA¹⁾, B.REALINO¹⁾, MUJI WASIS INDRIYAWAN¹⁾

¹⁾ Balai Penelitian dan Observasi Laut
Jembrana Bali 82251

ABSTRACT

This research was carried out to support the strategic plan of the Ministry of Marine Affairs and Fisheries of Republic of Indonesia that seeks to increase fisheries production through the aquaculture. Objective of this study is providing information of potential area for seaweed cultivation around Kaliuda village water territory, East Sumba, Nusa Tenggara Timur.

Remote sensing data (terra or aqua MODIS satellite image), field survey data and secondary data were used for this study. Remote sensing data were used to produce Total Suspended Matter and Chlorophyll-a information, field survey data provided nitrate, phosphate, salinity, bottom substrate and water transparency while secondary data was used to provide bathymetry information. Geographical Information System software was used to analyze this study by using overlay technique for all parameter, which had previously been weighted and scored based on the criteria of aquatic habitat suitability. Higher score indicates that the area more suitable for marine aquaculture activities.

The results showed that the potential area suitable for seaweed cultivation activities around Kaliuda village water territory, East Sumba, Nusa Tenggara Timur is about 4,79 km² or only 24,69% from total 19,41 km² study area.

Keywords: seaweed cultivation, potential area, Terra/Aqua MODIS satellite image, chlorophyll-a, total suspended matter, Geographic Information system

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui zona potensi budidaya rumput laut di kawasan perairan Desa Kaliuda, Sumba Timur NTT. Data yang digunakan terdiri dari data penginderaan jauh (TSM dan klorofil-a permukaan), data survey lapangan (nitrat, fosfat, salinitas, *bottom substrate* dan tingkat kecerahan air) serta data sekunder (data kedalaman perairan).

Penentuan lokasi yang sesuai untuk kegiatan budidaya dilakukan dengan menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis yaitu dengan analisis tumpang susun (*overlay*) terhadap semua data yang ada yang sebelumnya telah diberi bobot dan *scoring* berdasarkan kriteria kesesuaian kondisi perairan untuk budidaya rumput laut. Semakin tinggi *score* yang diperoleh, akan semakin sesuai pula daerah tersebut untuk kegiatan budidaya rumput laut.

Hasil analisis menunjukkan bahwa karena kadar nutrient (nitrat dan fosfat) yang rendah serta kecilnya area kedalaman yang sesuai kriteria kesesuaian untuk budidaya menyebabkan luasan zona potensi untuk pengembangan budidaya rumput laut di Desa Kaliuda, Kabupaten Sumba Timur terletak pada pesisir pantai dengan luasan sekitar 4,79 km² atau 24,69% dari total 19,41 km² luasan lokasi penelitian.

Kata kunci : zona potensi budidaya, Sistem Informasi Geografis, budidaya rumput laut

PENDAHULUAN

Setelah NTT ditetapkan sebagai sentra pengembangan rumput laut oleh Pemerintah Indonesia karena dapat memenuhi 40% kebutuhan nasional, maka

beberapa kabupaten di NTT termasuk Sumba Timur berlomba-lomba untuk membudidayakan rumput laut tersebut. Keberhasilan kegiatan budidaya sangat ditentukan oleh faktor lingkungan, terutama kondisi perairannya, baik itu kondisi fisis, biologis, mau-

pun kimiawi. Oleh karena itu, sebelum dilakukan kegiatan budidaya terlebih dahulu perlu dilakukan pemilihan lokasi yang tepat. Saat ini budidaya rumput laut di Indonesia banyak dikembangkan di pesisir pantai Bali dan Nusa Tenggara. Mengingat panjangnya garis pantai Indonesia (81.000 km), maka peluang budidaya rumput laut sangat menjanjikan. Jika menilik permintaan pasar dunia ke Indonesia yang setiap tahunnya mencapai rata-rata 21,8% dari kebutuhan dunia, maka produksi yang ada saat ini untuk memasok permintaan tersebut masih sangat kurang, yaitu hanya berkisar 13,1%. Rendahnya pasokan rumput laut dari Indonesia disebabkan oleh masih kurang baiknya kegiatan budidaya yang ada dan kurangnya informasi kepada para pembudidaya tentang potensi rumput laut.

Secara umum penentuan lokasi budidaya yang tepat merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang keberhasilan suatu kegiatan budidaya. Dalam penentuan lokasi budidaya ini, beberapa parameter perairan yang penting seperti kondisi topografi, batimetri perairan, gelombang laut, arus laut, suhu air laut, kekeruhan, fitoplankton, oksigen terlarut, pH, dan salinitas harus turut diperhatikan, Kondisi batimetri perairan sangat diperlukan untuk memilih lokasi budidaya yang terlindung dari angin dan ombak besar serta memiliki kedalaman perairan yang sesuai. Sementara itu parameter-parameter lainnya sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi kualitas perairannya. Selain parameter yang telah disebutkan di atas, perlu diperhatikan pula faktor pendukung lainnya yang berperan cukup signifikan dalam kegiatan budidaya, yaitu mudahnya akses transportasi (darat, laut, udara) dari dan menuju ke tempat dilakukannya kegiatan budidaya.

Dari beberapa parameter yang diperlukan untuk menentukan lokasi budidaya rumput laut tersebut, beberapa di antaranya, yaitu kekeruhan (*turbidity*) dan konsentrasi klorofil-a permukaan, dapat dipenuhi dengan memanfaatkan data penginderaan jauh dari satelit Terra/Aqua MODIS yang mampu mengukur suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a permukaan dan juga konsentrasi *total suspended matter* (TSM) yang sangat berkaitan erat dengan parameter kekeruhan perairan. Selanjutnya, dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis yang saat ini telah dipergunakan secara luas untuk penentuan lokasi budidaya, seperti kerang-kerangan di Baynes Sound, Canada (Carswell *et al.*, 2006), *mangrove oyster raft* di Pulau Margarita, Venezuela (Buitrago *et al.*, 2005), budidaya laut di Sinola State, Mexico (Aguilar-Manjarez and Ross, 1995), *site*

selection di Canary Island, Tenerife (Perez *et al.*, 2002), *Japanese scallop* di Teluk Funka, Hokkaido (Radiarta *et al.*, 2008), budidaya laut di Teluk Tomini (Utojo *et al.*, 2007) dan di Teluk Kupang (Hartoko dan Kangkan, 2009).

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di wilayah perairan Desa Kaliuda (Gambar 1) karena desa tersebut merupakan salah satu desa penghasil rumput laut di Kabupaten Sumba Timur. Oleh karena itu, untuk mendukung hal tersebut perlu dilakukan kajian mengenai daerah yang sesuai untuk kegiatan budidaya rumput laut.

Pengambilan data lapangan dilakukan pada 20 stasiun pengamatan pada tanggal 16-21 September 2011. Beberapa parameter seperti suhu, salinitas, pH air laut diukur secara langsung di lokasi pengamatan, sedangkan parameter nitrat, fosfat dan TSM dianalisa di Laboratorium Riset Kelautan BROK, Perancak, Bali.

Alat dan Bahan Survey Lapangan

Alat dan bahan yang digunakan pada waktu survey pengambilan data lapangan diantaranya adalah : wahana survey yang berupa kapal nelayan, GPS, salinometer, pH meter, alat untuk mengambil sampel air, tempat sampel air (botol sampel 1000ml), coolbox, vacuum pump dan kertas saring (whatman 0.45 μ)

Data yang digunakan

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data satelit, data insitu, dan data sekunder.

1. **Data satelit** yang digunakan untuk menghitung konsentrasi TSM adalah data harian satelit Terra/Aqua MODIS band 1 dan 2 dengan resolusi spasial 250 meter. Data tersebut diperoleh dari website Goddard Space Flight Center (<http://ladsweb.nascom.nasa.gov>). Konsentrasi TSM dihitung dengan menggunakan algoritma yang dihasilkan oleh Suniada (2010), yaitu:

$$\text{TSM (mg/L)} = (83.66 \cdot (b_1 + b_2)) + 6.704$$

dimana : b_1 dan b_2 masing-masing adalah nilai reflektansi band 1 dan band 2 data satelit Terra/Aqua.

Data harian tersebut kemudian dikomposit dengan menggunakan software ER Mapper untuk memperoleh data rata-rata bulanan untuk mengetahui variabilitas bulanan TSM dikaitkan dengan perubahan musim yang terjadi pada daerah penelitian. Sementara itu data SST barian dengan resolusi spasial

1 km diperoleh dari website OceanColor (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>). Seperti halnya TSM, data SST harian tersebut kemudian dikomposit untuk menghasilkan data bulanan untuk mengetahui variabilitas bulannya.

2. **Data insitu** yang diambil adalah yang berhubungan dengan kegiatan budidaya rumput laut, yaitu kandungan nitrat dan fosfat, suhu permukaan laut, salinitas air laut, pH air laut dan kekeruhan perairan atau *total suspended matter* (TSM). Nilai suhu, salinitas dan pH air laut diukur secara langsung dengan menggunakan alat ukur portable, sementara itu untuk analisis kandungan nitrat dan fosfat dan TSM dilakukan dengan mengambil sampel air dan dianalisis di laboratorium.

Pengukuran dan pengambilan sampel air dilakukan di sekitar perairan Desa Kaliuda, Kabupaten Sumba Timur pada 20 titik stasiun pengamatan (Gambar 3). Pemilihan lokasi ini didasarkan pada informasi yang diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Sumba Timur yang menyatakan bahwa daerah tersebut merupakan sentra penghasil rumput laut di Kabupaten Sumba Timur.

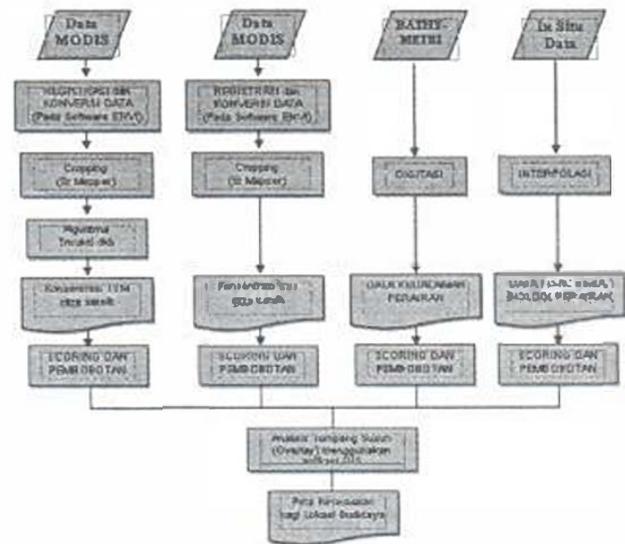
3. **Data sekunder** yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- Data batimetri atau kedalaman perairan di sekitar wilayah penelitian dengan skala 1 : 200.000 dari DISHIDROS TNI AL.
- Data mengenai keadaan umum Pulau Sumba khususnya Kabupaten Sumba Timur yang diperoleh dari Propinsi Nusa Tenggara Timur.

Penentuan Lokasi untuk Budidaya Rumput Laut

Penentuan lokasi budidaya di daerah Kabupaten Sumba Timur dilakukan dengan memanfaatkan data SST, klorofil-a permukaan, dan konsentrasi muatan tersuspensi (TSM) dari satelit Aqua/Terra MODIS. Selain itu digunakan juga data batimetri. Perez *et*

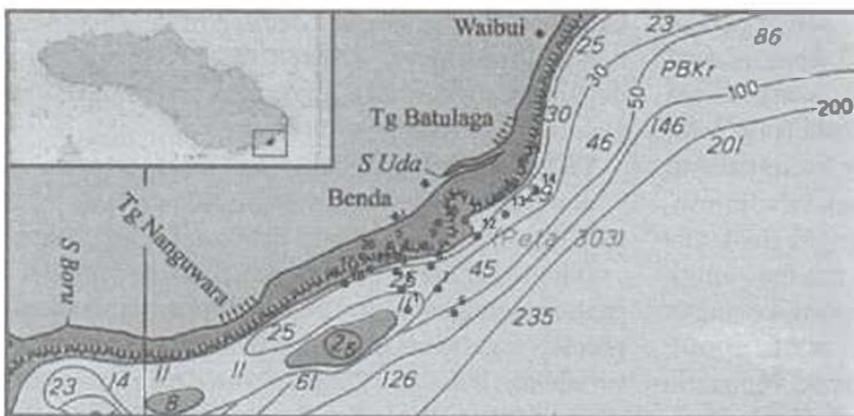
al. (2002) menyatakan bahwa secara umum suhu dan muatan tersuspensi merupakan faktor yang penting dalam menentukan lokasi yang sesuai untuk kegiatan budidaya. Sementara itu Hartoko dan Kangkan (2009) menyatakan bahwa parameter utama yang perlu diperhatikan dalam budidaya rumput laut adalah kesuburan perairan yang dapat diidentifikasi melalui kadar nitrat dan fosfat di badan air. Diagram alir penentuan lokasi budidaya rumput laut di wilayah Sumba Timur dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penentuan Kesesuaian Lokasi Budidaya Rumput Laut

Untuk menentukan lokasi yang sesuai bagi kegiatan budidaya rumput laut dengan menggunakan analisis spasial dan SIG, maka kriteria yang digunakan harus mengacu pada kriteria kondisi lingkungan yang sesuai bagi komoditas yang akan dibudidayakan. Kriteria tersebut akan digunakan sebagai dasar penilaian dan pembobotan dalam analisis spasial untuk memperoleh hasil yang paling sesuai dengan komoditas tersebut (Tabel 1).

Bobot tertinggi diberikan kepada parameter nutrisi yaitu nitrat dan fosfat karena nutrisi yang erat kaitannya dengan kesuburan perairan merupakan parameter yang paling penting bagi kegiatan budidaya rumput laut (Hartoko dan Kangkan, 2009). Bobot tertinggi berikutnya adalah tingkat kecerahan air (*water transparency*) yang berkaitan erat dengan



Gambar 1. Lokasi Survey dan Titik Pengukuran dan Pengambilan Sampel

Tabel 1. Kriteria Kesesuaian Fisik Perairan untuk Budidaya Rumput Laut

Parameter	Bobot	sangat sesuai			Sesuai			Tidak sesuai		
		kriteria	skala	Score	Criteria	Skala	Score	Criteria	skala	la score
Nitrat (mg/l)	0.25	0.9 – 3.2	5	1.25	0.7 – 0.8	3	0.75	< 0.7	1	0.25
Fosfat (mg/l)	0.25	0.2 – 0.5		1.25	0.1 – 0.2		0.75	< 0.1		0.25
Kedalaman (m)	0.1	1 - 10		0.25	11 – 15		0.15	< 1		0.05
TSM (mg/l)	0.1	< 25		0.5	25 – 50		0.3	> 50		0.1
Salinitas	0.05	32 - 34		0.25	30 – 32		0.15	< 30		0.05
Klorofil-a	0.05	> 10		0.25	4 – 10		0.15	< 4		0.05
Bottom Substrat	0.05	Karang		0.5	Pasir		0.3	Lumpur		0.1
Water Transparency	0.15	> 3		0.75	1-3		0.45	< 1		0.15
				5			3			1

Dimodifikasi dari Hemoto dan Kangkan (2009)

Keterangan :

Kisaran score total untuk parameter-parameter di atas adalah :

5.00 – 3.67 : Sangat Sesuai

3.67 – 2.33 : Sesuai

1.00 – 2.33 : Tidak Sesuai

penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam kolom air. Penetrasi cahaya ke dalam kolom air sangat erat kaitannya dengan proses fotosintesis rumput laut yang menggunakan energi matahari sebagai sumber energi pada proses tersebut. Sulma *et al.* (2008) menyatakan bahwa kedalaman perairan ideal untuk budidaya yang menggunakan karamba jaring apung adalah 5 – 15 meter. Tingkat kecerahan air juga berkaitan erat dengan banyaknya partikel-partikel pada kolom air yang dalam hal ini diwakili oleh TSM, dimana semakin tinggi konsentrasi TSM pada suatu perairan, semakin keruh pula perairan tersebut.

Proses erosi yang terbawa oleh aliran sungai ataupun yang langsung masuk ke badan air merupakan salah satu penyebab utama tingginya padatan tersuspensi (TSM) di perairan. Selain itu adanya proses pengadukan dasar perairan akibat pasang surut juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tingginya kekeruhan perairan. Sastrawijaya (2000) dalam Sulma *et al.* (2008) menambahkan bahwa padatan tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran manusia, kotoran hewan, lumpur, sisa tanaman dan hewan serta limbah industri. Bahan-bahan yang tersuspensi di perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika jumlahnya berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air (Effendi, 2000 dalam Sulma *et al.*, 2008). Batas kandungan TSM yang diperbolehkan berdasarkan baku mutu air laut untuk biota laut adalah lebih kecil dari 80

mg/L. Sedangkan kondisi perairan dikatakan ideal jika memiliki nilai TSM di bawah 20 mg/L (Akbar dan Sudaryanto, 2002 dalam Sulma *et al.*, 2008).

Bottom substrate berkaitan erat dengan metode budidaya yang akan dilakukan. Secara umum, *bottom substrate* dibedakan menjadi 3 kategori, yaitu karang, pasir dan berlumpur. Jika *bottom substrate* cenderung terdiri dari karang ataupun pecahan-pecahan karang, biasanya kondisi perairan akan menjadi lebih jernih daripada perairan yang berpasir atau berlumpur, sehingga teknik budidaya rumputlaut yang biasa digunakan adalah dengan metode tenggelam. Berbeda halnya jika kondisi perairan

adalah berpasir atau berlumpur, maka teknik budidaya yang digunakan adalah metode terapung karena pasir atau lumpur akan dapat menyebabkan keruhnya perairan dan mengganggu sistem respirasi dan fotosintesis rumput laut yang dibudidayakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survey di Wilayah Perairan Desa Kaliuda, Sumba Timur-NTT

Suhu perairan pada stasiun pengamatan diukur dengan menggunakan alat ukur portable type Eutech Salt 6+ dan DKK-TOA HIM-30P. Hasil pengukuran dengan menggunakan kedua alat tersebut kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai rata-rata di setiap titik pengamatan. Dari grafik tersebut terlihat bahwa secara umum suhu permukaan pada daerah survey tidak terlalu tinggi dan berada pada kisaran di bawah 30°C pada waktu pengukuran. Suhu tersebut merupakan suhu optimum bagi pertumbuhan biota-biota yang akan dibudidayakan

Salinitas merupakan salah satu parameter penting lain yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup hewan atau tumbuhan pada perairan. Pada survey ini pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan alat ukur portable type Eutech Salt 6+. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 15 berikut. Hasil pengukuran lapangan disekitar daerah penelitian menunjukkan bahwa secara umum nilai salinitas permukaan berada pada kisaran 28 – 34‰. Selain dipengaruhi oleh asupan air tawar dari sungai, salinitas air laut juga sangat dipengaruhi oleh curah

hujan (presipitasi) dan penguapan (evaporasi). Curah hujan akan dapat menurunkan kadar salinitas karena air hujan mempunyai salinitas yang rendah sedangkan penguapan akan menyebabkan tingginya salinitas pada suatu perairan. Musim hujan yang cenderung pendek (Desember – Maret) pada daerah pesisir serta Sungai Uda yang bermuara pada sekitar lokasi penelitian dengan kondisi cenderung kering menyebabkan variasi salinitas pada daerah ini tidak terlalu besar. Gambar 8 di bawah ini menunjukkan nilai salinitas di setiap stasiun pengamatan.

Total Suspended Matter (TSM) atau *Total Suspended Solid* (TSS) adalah padatan yang tersuspensi di dalam kolom air yang terdiri dari bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas millipore berporipori 0,45 µm. Hasil analisis TSM pada tiap stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 10 di bawah ini. Hasil analisis data TSM di laboratorium menunjukkan bahwa perairan di sekitar Desa Kaliuda, Sumba Timur relatif jernih dengan kandungan materi tersuspensi yang tidak begitu tinggi. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup standar baku mutu untuk biota laut, ambang batas untuk padatan tersuspensi adalah pada kisaran 20–80 mg/L. Hasil uji laboratorium untuk parameter TSM adalah berkisar antara 26 – 32 mg/L sehingga kualitas air pada lokasi survey masih terdapat pada rentang baku mutu untuk biota laut tersebut. Nilai TSM yang cukup tinggi pada stasiun 2 dan 3 kemungkinan disebabkan karena kedalaman perairan di stasiun tersebut relatif lebih dangkal yaitu sekitar 1 meter daripada stasiun-stasiun lainnya sehingga substrat dasar ikut terbawa pada saat pengambilan sampel air.

Penggunaan pH secara umum adalah untuk menunjukkan tingkat asam atau basa suatu larutan. Jika pH larutan bernilai 0 sampai 7 maka hal ini menunjukkan bahwa larutan tersebut bersifat asam dan jika menunjukkan nilai 7 sampai 14 maka larutan tersebut bersifat basa. Nilai pH perairan umumnya berkisar antara 6.5 sampai 9.0, sebagian besar biota akuatik umumnya sensitif terhadap perubahan pH serta menyukai pH pada kisaran 7.0 sampai 8.5. Pengukuran pH pada survey ini dilakukan dengan menggunakan pH meter portable DKK-TOA HM-30P. Hasil pengukuran parameter pH pada lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 11 di bawah. Pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa kisaran pH berada pada kisaran 8,01–8,47. Kisaran tersebut berada pada rentang yang optimal bagi biota yang ada di perairan tersebut. Musim hujan yang cen-

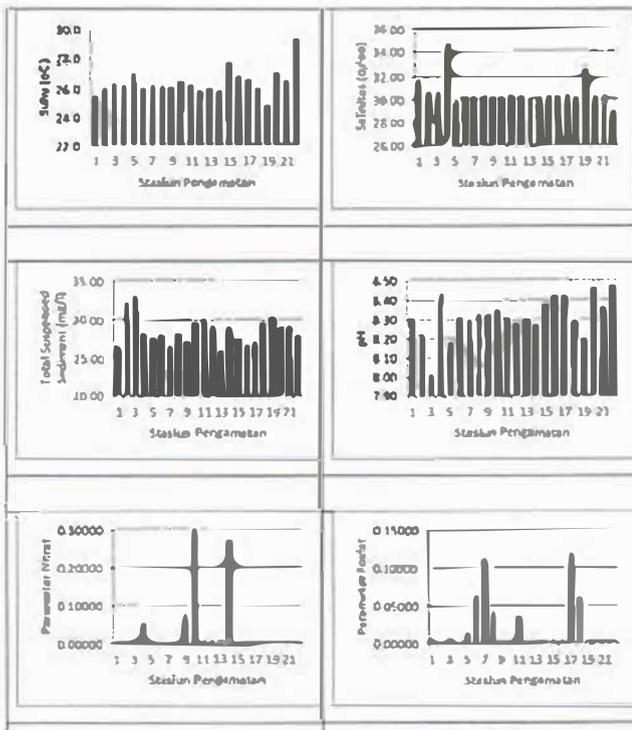
derung pendek (Desember – Maret) pada daerah pesisir serta Sungai Uda yang bermuara pada sekitar lokasi penelitian dengan kondisi cenderung kering menyebabkan variasi pH pada daerah ini tidak terlalu besar.

Zat hara merupakan zat-zat yang diperlukan dan mempunyai pengaruh terhadap proses dan perkembangan hidup organisme seperti fitoplankton, terutama zat hara nitrat dan fosfat. Kedua zat hara ini berperan penting terhadap sel jaringan jasad hidup organisme serta dalam proses fotosintesis. Tinggi rendahnya kelimpahan fitoplankton di suatu perairan tergantung pada kandungan zat hara di perairan antara lain nitrat dan fosfat. Senyawa nitrat dan fosfat secara alamiah berasal dari perairan itu sendiri melalui proses-proses pelapukan ataupun dekomposisi tumbuh tumbuhan, sisa-sisa organisme mati dan buangan limbah baik limbah daratan seperti domestik, industri, pertanian, dan limbah peternakan ataupun sisa pakan yang dengan adanya bakteri terurai menjadi zat hara. Tabel 12 di bawah ini menunjukkan hasil pengukuran kadar nitrat di lokasi penelitian. Secara umum kadar nitrat di wilayah penelitian pada saat dilaksanakannya survey sangat kecil, namun di beberapa stasiun pengamatan ditemukan kadar nitrat yang relatif tinggi, yaitu di stasiun 10 dan 14. Belum diketahui secara pasti penyebab tingginya kadar nitrat pada stasiun tersebut, namun secara umum masuknya nitrat ke dalam badan sungai disebabkan manusia yang membuang kotoran dalam air sungai, kotoran banyak mengandung amoniak. Kemungkinan lain penyebab konsentrasi nitrat tinggi ialah pembusukan sisa tanaman dan hewan, pembangunan industri, dan kotoran hewan.

Fosfat adalah bentuk persenyawaan fosfor yang berperan penting dalam menunjang kehidupan organisme akuatik. Secara alami fosfat dalam perairan berasal dari pelapukan batuan mineral. Di air laut, fosfat terdapat dalam bentuk organik dan anorganik yang berasal dari beberapa sumber, seperti dekomposisi bahan organik. Tabel 13. merupakan hasil pengukuran parameter fosfat di lokasi penelitian. Secara umum kadar fosfat di lokasi penelitian tidak terlalu tinggi, hanya berkisar antara 0,001–0,11550 mg/L.

Interpretasi Data Satelit Penginderaan Jauh Total suspended matter (TSM)

Pengukuran TSM dengan cara melakukan pengambilan data di lapangan (*insitu*) akan memerlukan waktu yang relatif lama, usaha yang cukup berat, dan juga dana yang cukup besar.



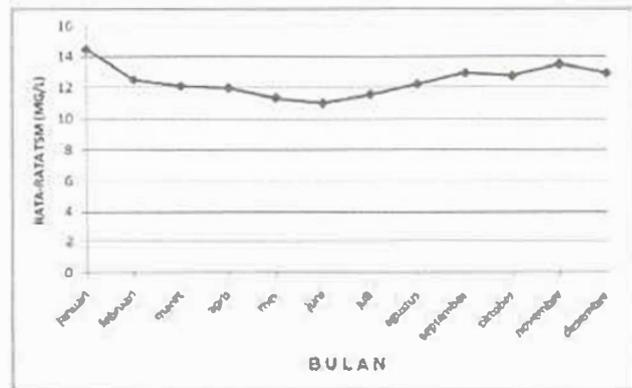
Gambar 3. Grafik Hasil Survey Kualitas Perairan di Desa Kaliuda, Sumba Timur - NTT

Sejak mulai dikembangkannya pemanfaatan data satelit penginderaan jauh untuk memantau kualitas perairan, maka kendala-kendala tersebut dapat dikurangi. Dengan menggunakan metode analisis yang tepat, kegiatan observasi dan monitoring dapat dilakukan dengan cepat dengan cakupan area yang cukup luas dan dana yang minimum.

Karakteristik satelit Aqua/Terra yang membawa sensor MODIS (*the Moderate resolution Imaging Spectroradiometer*) memang dirancang untuk melakukan kegiatan observasi dan monitoring bahkan pada wilayah perairan yang relatif sempit seperti teluk ataupun estuari. Dengan *band 1* pada sensor MODIS yang mampu menangkap pantulan pada sinar merah (620 – 670 nm) dengan resolusi spasial medium (250m) dan resolusi temporal 1 hari, satelit Aqua/Terra MODIS layak untuk digunakan dalam kegiatan *monitoring*.

Berdasarkan pada hasil pengolahan data citra satelit Aqua/Terra MODIS didapatkan bahwa konsentrasi TSM di sekitar Pulau Sumba tidak terlalu tinggi, berkisar antara 0 – 20 mg/L. Konsentrasi TSM tersebut diperoleh dengan menggunakan algoritma yang diturunkan dari lokasi penelitian sebelumnya, yaitu Pulau Morotai. Ada kemungkinan algoritma tersebut cukup sesuai untuk diaplikasikan di Pulau Sumba mengingat karakteristik perairan yang sama diantara keduanya, yaitu perairan yang relatif jernih. Secara umum konsentrasi TSM pada

perairan Pulau Sumba menunjukkan variasi yang tidak terlalu besar. Nilai rata-rata TSM bulanan pada perairan sumba dapat dilihat pada Gambar 4

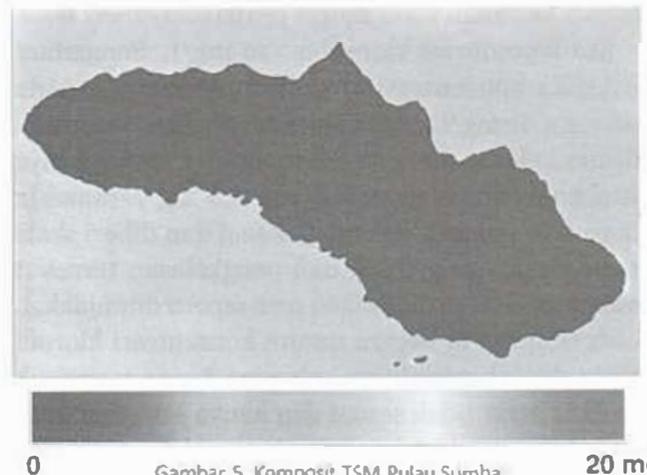


Gambar 4. Rata-rata TSM bulanan Pulau Sumba

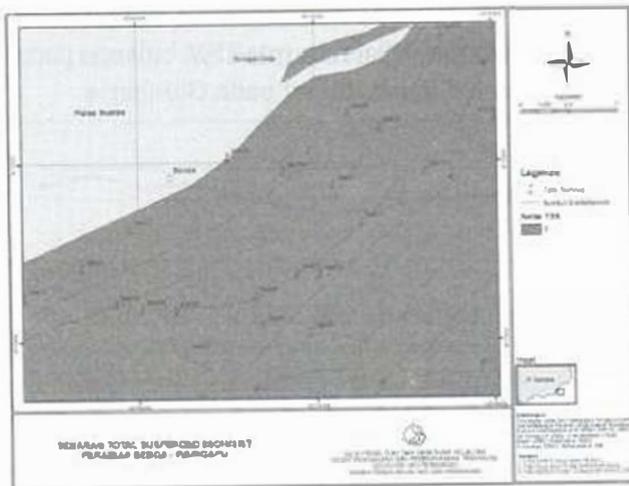
Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa konsentrasi TSM berkaitan erat dengan musim, dimana pada saat musim hujan konsentrasinya cenderung lebih tinggi daripada saat musim kemarau karena adanya asupan air dari sungai yang membawa serta sedimen bersamanya.

Gambar 5 di bawah menunjukkan komposit TSM tahun 2010 yang dihasilkan dengan menggunakan data komposit bulanan yang telah disusun sebelumnya. Data ini akan digunakan sebagai parameter input untuk pembuatan peta kesesuaian potensi bagi budidaya rumput laut.

Untuk mengetahui kesesuaian parameter TSM terhadap kegiatan budidaya, selanjutnya dilakukan *scoring* dengan cara pengkelasan dan pembobotan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Bila konsentrasi TSM <25 mg/L, maka akan diberi skala 5 yang berarti lokasi tersebut sangat sesuai untuk budidaya rumput laut. Bila konsentrasi TSM antara 25 – 50 mg/L, maka skala yang diberikan adalah 3 yang berarti sesuai untuk lokasi budidaya rumput laut, dan akan diberi skala 1



Gambar 5. Komposit TSM Pulau Sumba



Gambar 6. Kesesuaian Wilayah Perairan untuk Budidaya Rumput Laut Berdasarkan Konsentrasi TSM

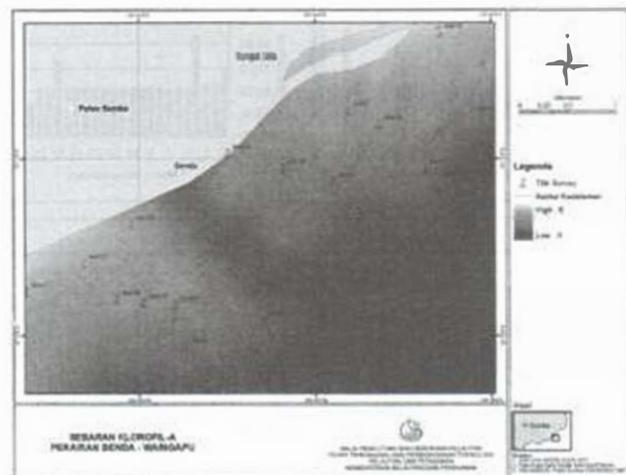
atau tidak sesuai untuk lokasi budidaya rumput laut apabila konsentrasi TSM-nya >50 mg/L. Dari hasil scoring ini, dan setelah citra di-crop sesuai dengan daerah penelitian, diperoleh bahwa daerah tersebut berdasarkan TSM-nya sangat sesuai untuk budidaya rumput laut (Gambar 6).

Konsentrasi Klorofil-A Permukaan Laut

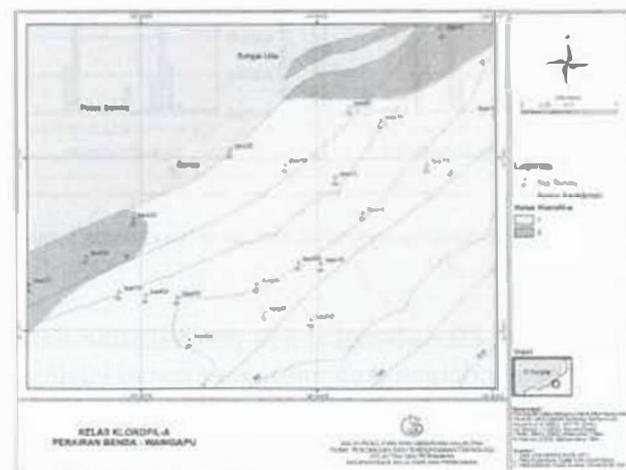
Data harian level 2 klorofil-a dengan resolusi 1 km diperoleh dari website OceanColor (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>). Seperti halnya TSM, data klorofil-a yang telah dikumpulkan kemudian dikomposit untuk mendapatkan nilai rata-ratanya dalam 1 tahun. Setelah itu di-crop sesuai dengan lokasi penelitian (Gambar 7.)

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa secara umum konsentrasi klorofil-a permukaan di daerah penelitian berada pada kisaran 0 – 6 mg/L, dimana konsentrasi di perairan dekat pantai cenderung tinggi dan semakin kecil ke arah lepas pantai.

Berdasarkan pada kriteria parameter perairan yang telah disusun sebelumnya, suatu perairan masuk ke dalam kelas sangat sesuai dan diberi skala 5 jika konsentrasi klorofil-a >10 mg/L. Sementara itu, jika konsentrasi klorofil-a nya berada pada selang 4-10mg/L, maka perairan tersebut masuk ke dalam kelas sesuai dan diberi skala 3.. Selanjutnya jika konsentrasi klorofil-a nya <4 mg/L maka ia masuk ke dalam kelas tidak sesuai dan diberi skala 1. Berdasarkan kriteria dan pengkelasan tersebut selanjutnya akan dihasilkan peta seperti ditunjukkan oleh Gambar 8. Secara umum konsentrasi klorofil pada daerah penelitian sebagian besar termasuk pada kriteria tidak sesuai dan hanya sebagian kecil yang termasuk kedalam kriteria sesuai dan tidak ada yang termasuk kedalam kriteria sangat sesuai.



Gambar 7. Data Klorofil-a dari Citra Satelit



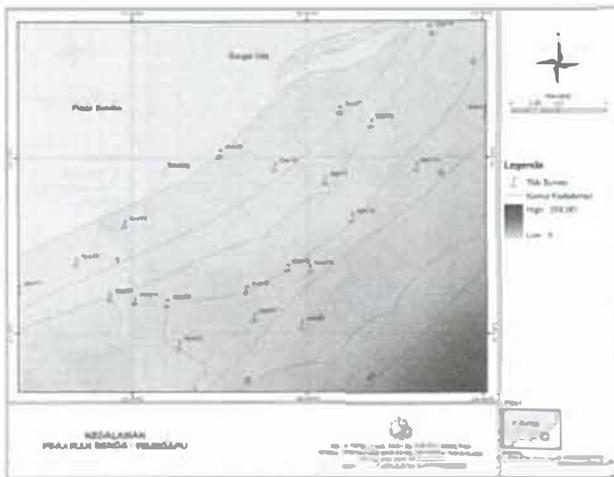
Gambar 8. Kesesuaian Wilayah Perairan untuk Budidaya Rumput Laut Berdasarkan Klorofil-a

Parameter Biofisik Zona Potensial Budidaya Rumput Laut

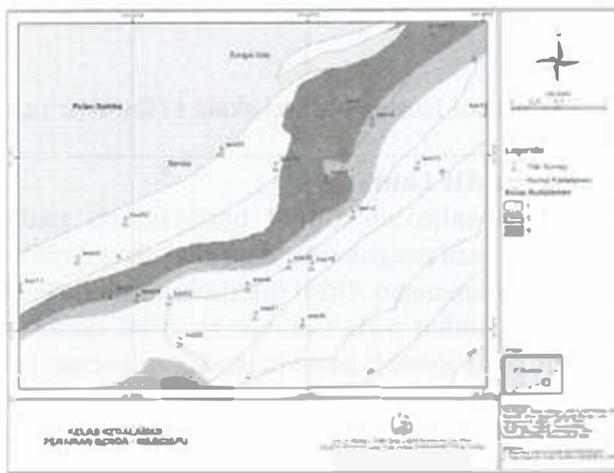
1 Kedalaman Perairan

Data kedalaman perairan dengan skala 1:250.000 yang diperoleh dari Dinas Hidro Oseanografi (Dishidros) TNI-AL dalam bentuk peta analog (peta kertas) selanjutnya dikonversi ke dalam bentuk digital dengan cara dipindai (scan) dan didigitasi titik-titik kedalamannya. Setelah proses digitasi selesai, selanjutnya data tersebut diinterpolasi dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weight* (IDW) untuk menghasilkan peta kedalaman perairan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 9. Proses konversi dari peta analog menjadi peta digital dilakukan untuk mempermudah proses pengolahan data selanjutnya.

Setelah diperoleh data kedalaman hasil interpolasi, maka proses selanjutnya adalah pengkelasan untuk mengetahui kesesuaian parameter kedalaman perairan terhadap kegiatan budidaya rumput laut berdasarkan kriteria yang telah dibuat sebelumnya.



Gambar 9. Data Kedalaman (bathymetri)



Gambar 10. Kesesuaian Wilayah Perairan untuk Budidaya Rumput Laut Berdasarkan Kedalaman

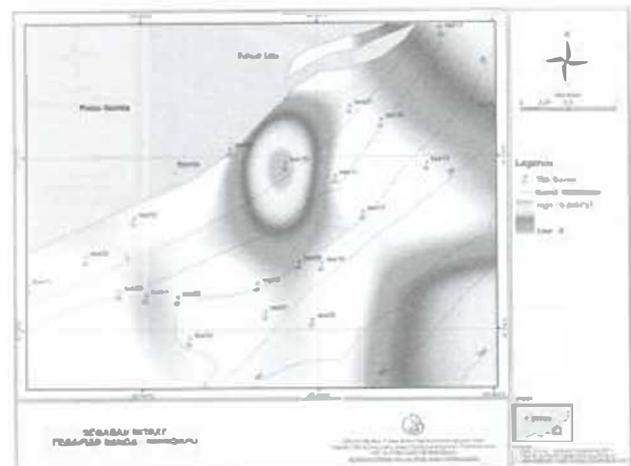
Metode yang digunakan adalah dengan pembobotan dan *scoring*, yaitu apabila kedalaman perairan berada pada kisaran 1 – 10 m diberi skala 5 yang berarti sangat sesuai untuk lokasi budidaya, apabila kedalaman berkisar antara 10 - 15 meter maka akan diberi skala 3 yang berarti lokasi tersebut sesuai untuk kegiatan budidaya dan apabila kedalaman perairan <1 meter dan >15 meter maka akan diberi skala 1 yang berarti daerah tersebut tidak sesuai untuk kegiatan budidaya (Gambar 10). Hasil reklasifikasi parameter kedalaman perairan di wilayah perairan Pantai Benda (Gambar 10) menunjukkan bahwa daerah yang potensial untuk dikembangkan menjadi daerah budidaya rumput laut adalah daerah-daerah yang berada di sekitar pantai saja, karena tipe kedalaman yang curam dengan kedalaman lebih dari 200 meter.

Kedalaman perairan merupakan salah satu faktor yang cukup penting bagi penentuan lokasi kegiatan budidaya. Perairan yang terlalu dangkal akan mempengaruhi kondisi kualitas air karena

adanya pengaruh dari sedimen dasar perairan dan juga karena adanya pengaruh dari limbah yang dihasilkan oleh kegiatan budidaya tersebut. Sedimen dasar perairan yang dangkal biasanya mudah teraduk dan terangkat akibat terjadinya pasang surut laut, sedangkan hasil sisa pakan ataupun kotoran yang menumpuk pada dasar perairan akan mempengaruhi kualitas air sehingga kedalaman perairan yang relatif dangkal tidak direkomendasikan untuk kegiatan budidaya laut. Perairan yang terlalu dalam juga tidak begitu dianjurkan karena akan menyulitkan pada konstruksi dan penempatan keramba jaringnya terutama penempatan jangkar karena akan memerlukan konstruksi tali-temali yang relatif panjang yang berpengaruh terhadap besarnya modal yang harus dikeluarkan untuk investasi awal.

2 Kadar Nitrat

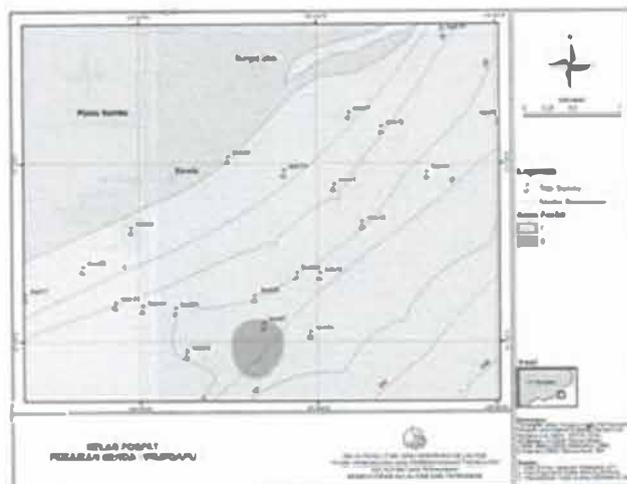
Hasil interpolasi kadar nitrat perairan dari hasil survey dengan menggunakan *image processing software* dapat dilihat pada Gambar 21. Kadar nitrat pada perairan di sekitar wilayah survey bervariasi pada kisaran 0 – 0,6 mg/L. Berdasarkan pada kriteria kesesuaian untuk budidaya rumput laut, apabila kadar nitrat berada pada kisaran 0,9 – 3,2 mg/l. maka diberi skala 5 yang berarti daerah tersebut sangat sesuai untuk budidaya, bila kadar nitrat berada pada kisaran 0,7 – 0,8 dan 3,3 – 3,4 mg/l. maka daerah tersebut termasuk dalam kriteria sesuai dan diberi skala 3, sedangkan bila kandungan nitrat <0,7 dan >3,4 maka daerah tersebut termasuk dalam kriteria tidak sesuai untuk budidaya dan diberi skala 1. Hasil reklasifikasi untuk kadar fosfat bagi kesesuaian budidaya rumput laut menunjukkan bahwa perairan ini termasuk kedalam kategori yang tidak sesuai karena kandungan nitratnya sangat kecil. (Gambar 12).



Gambar 11. Data Nitrat



Gambar 12. Kesesuaian Wilayah Perairan untuk Budidaya Rumput Laut Berdasarkan Nitrat



Gambar 14. Kesesuaian Wilayah Perairan untuk Budidaya Rumput Laut Berdasarkan Fosfat

3 Kadar Fosfat

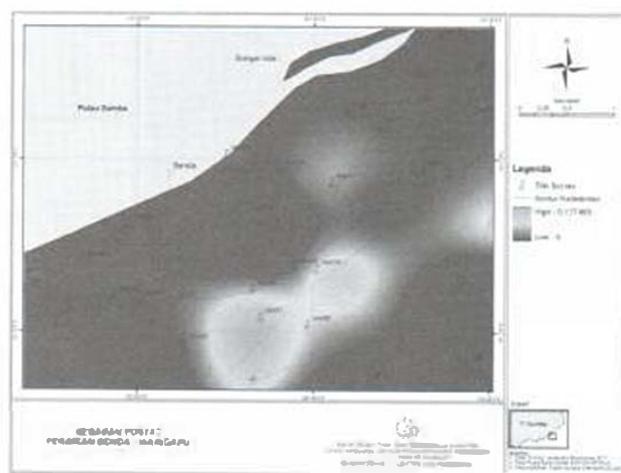
Hasil interpolasi kadar fosfat air laut dengan menggunakan *image processing software* dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini.

Kadar fosfat di lokasi penelitian berkisar antara 0 – 0,127 mg/L. Nilai tersebut tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan kriteria kesesuaian untuk parameter fosfat yang berkisar antara 0,2 – 0,5 untuk daerah yang sangat sesuai. Berdasarkan kriteria kesesuaian untuk zona potensi budidaya rumput laut yang telah disusun sebelumnya, maka apabila kandungan fosfat berada pada kisaran 0,2 – 0,5 mg/L maka diberi skala 5 yang berarti daerah tersebut sangat sesuai untuk budidaya rumput laut, bila kandungan fosfat berada pada kisaran 0,1 – 0,2 dan 0,5 – 1,0 mg/L maka daerah tersebut termasuk dalam kriteria sesuai dan diberi skala 3, sedangkan bila kandungan nitrat <0,1 dan >1,0 maka daerah tersebut termasuk dalam kriteria tidak sesuai untuk bu-

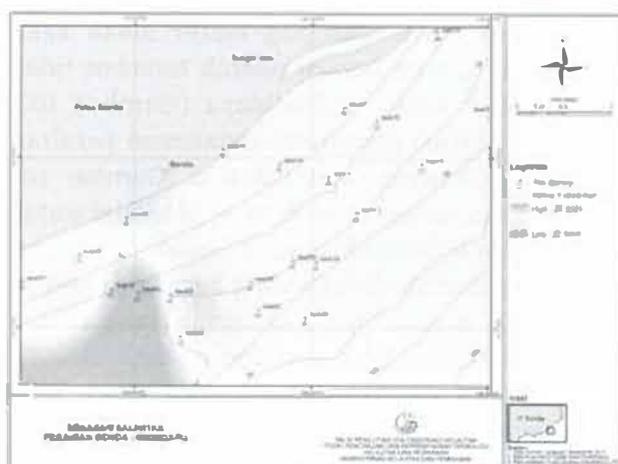
didaya rumput laut dan diberi skala 1 (Gambar 14).

4 Salinitas Air Laut

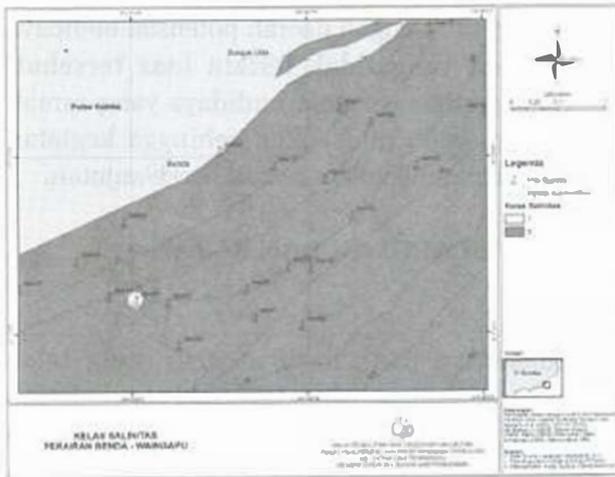
Sebaran salinitas dibuat berdasarkan pada interpolasi hasil pengukuran yang dilakukan di titik-titik survey lapangan. Hasil interpolasi salinitas air laut dapat dilihat pada Gambar 15. Nilai salinitas air laut pada daerah penelitian cukup bervariasi pada kisaran 22,9 – 37,5‰. Salinitas biasanya dipengaruhi oleh penguapan yang akan menyebabkan naiknya salinitas, atau presipitasi dan masuknya air tawar dari sungai yang akan menurunkan salinitas. Berdasarkan pada kriteria kesesuaian untuk zona potensi budidaya rumput laut yang telah disusun sebelumnya, maka apabila salinitas air laut berada pada kisaran 32 – 34‰ akan diberi skala 5 yang berarti daerah tersebut sangat sesuai untuk budidaya, sedangkan bila salinitas berada pada kisaran 30 – 32‰ maka daerah tersebut termasuk dalam kriteria



Gambar 13. Data Fosfat



Gambar 15. Data Salinitas

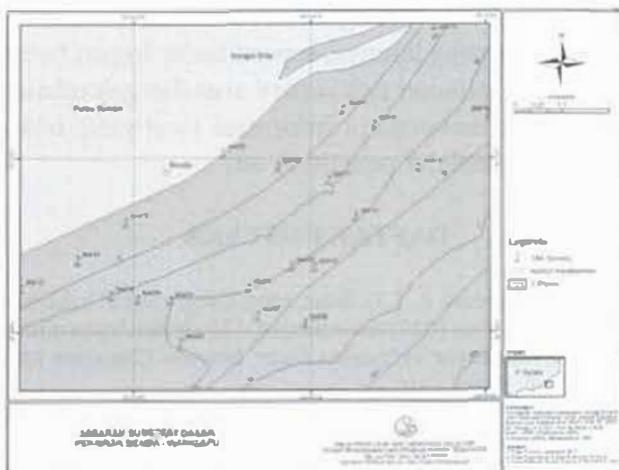


Gambar 16. Kesesuaian Wilayah Perairan untuk Budidaya Rumput Laut Berdasarkan Salinitas

sesuai dan diberi skala 3, dan bila salinitas $<30\text{‰}$ dan $>34\text{‰}$ maka daerah tersebut termasuk dalam kriteria tidak sesuai untuk budidaya rumput laut dan diberi skala 1 (Gambar 16).

5 Bottom Substrate

Bottom substrate merupakan salah satu parameter yang berpengaruh terhadap keberhasilan kegiatan budidaya. Secara umum ada 3 tipe *bottom substrate*, yaitu tipe karang atau pecahan-pecahan karang, tipe berpasir, dan tipe berlumpur. Pada substrat dengan tipe berkarang biasanya pola budidaya rumput laut dilakukan dengan sistem tenggelam karena kolom perairan cenderung jernih, sedangkan pada tipe berpasir biasanya diterapkan pola budidaya terapung karena kolom perairan cenderung keruh, dan apabila berlumpur maka tidak tepat untuk dijadikan lokasi budidaya karena kolom perairan yang keruh dan dapat mengganggu pertumbuhan rumput laut. Berdasarkan pengamatan secara visual,

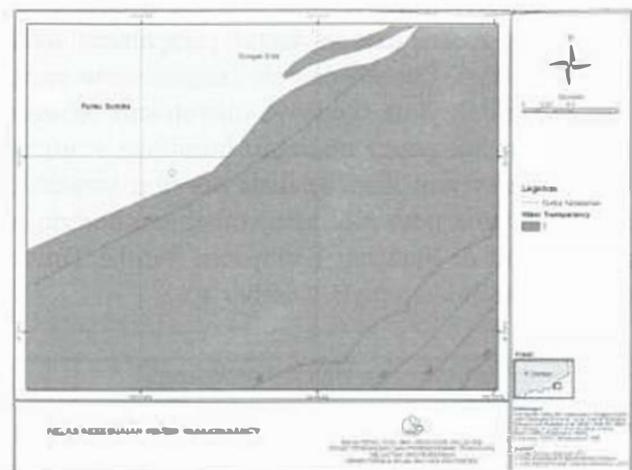


Gambar 17. Kesesuaian Wilayah Perairan untuk Budidaya Rumput Laut Berdasarkan Bottom Substrate

tipe *bottom substrat* di daerah penelitian adalah berpasir, sehingga apabila disesuaikan dengan kriteria kesesuaian zona potensi budidaya rumput laut akan tampak seperti pada Gambar 17 di bawah ini.

6 Tingkat Kecerahan Air (Water Transparency)

Tingkat kecerahan air (*water transparency*) berkaitan erat dengan kejernihan perairan yang berpengaruh pada intensitas sinar matahari yang dapat menembus kolom air. Berdasarkan kriteria kesesuaian untuk zona potensi budidaya rumput laut yang telah disusun sebelumnya, jika tingkat kecerahan air >3 meter maka daerah tersebut termasuk dalam lokasi yang sangat sesuai untuk pengembangan budidaya rumput laut. Dari hasil pengamatan secara visual didapatkan bahwa tingkat kecerahan air di lokasi penelitian lebih dari 3 meter, sehingga daerah penelitian ini dapat dikategorikan sebagai daerah yang sangat sesuai untuk budidaya rumput laut (Gambar 18).



Gambar 18. Kesesuaian Wilayah Perairan untuk Budidaya Rumput Laut Berdasarkan Water Transparency

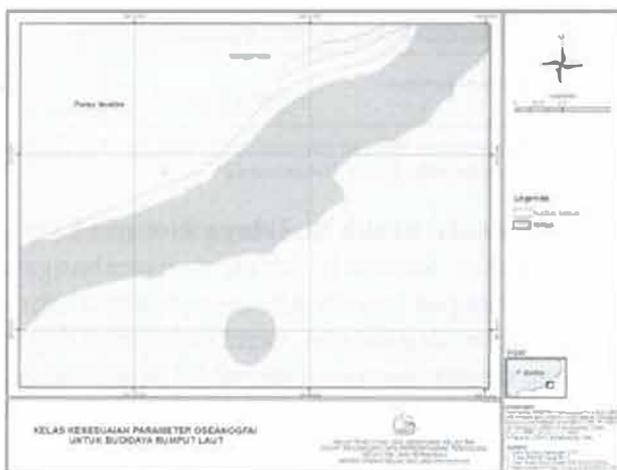
Zona Potensial untuk Budidaya Rumput Laut

Penentuan kawasan untuk pengembangan budidaya rumput laut dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan, terutama yang dapat dipantau dengan menggunakan satelit penginderaan jauh, diharapkan mampu memberikan informasi awal bagi para pengambil keputusan baik di pusat maupun di daerah dalam penataan kawasan di wilayah perairannya. Tentu saja, karena sifatnya yang masih merupakan informasi awal, maka harus dilengkapi dengan kajian lebih lanjut agar informasi yang disampaikan dapat lebih lengkap dan akurat.

Proses penentuan wilayah perairan yang sesuai bagi kegiatan budidaya rumput laut ini disusun dengan menggunakan beberapa parameter dasar,

yaitu kadar nitrat dan fosfat, *total suspended matter*, salinitas, konsentrasi klorofil-a permukaan, kedalaman perairan, *bottom substrate* dan tingkat kecerahan air atau *water transparency*. Idealnya untuk pengembangan lebih lanjut diperlukan lebih banyak lagi data agar dapat mempertajam analisis lokasi pemilihan tempat yang sesuai bagi pengembangan budidaya rumput laut. Untuk kajian awal pada penelitian ini hanya digunakan 8 parameter saja, yaitu 2 parameter yang diperoleh dari data citra satelit (klorofil-a dan TSM), 5 parameter yang diperoleh dari hasil pengukuran dan pengamatan lapangan di lokasi penelitian (kadar nitrat, fosfat, dan salinitas serta tingkat kecerahan air dan *bottom substrate*), dan 1 parameter yang berasal dari data sekunder ((kedalaman perairan).

Kedelapan parameter tersebut kemudian dianalisis pada perangkat lunak Sistem Informasi Geografis dengan menggunakan analisis tumpang susun (*overlay*). Sebelumnya, masing-masing parameter tersebut telah diberi bobot dan *score* sehingga dengan menggunakan analisis *overlay* akan terlihat hasil secara spasial daerah-daerah yang mempunyai *score* tertinggi. Daerah-daerah dengan *score* yang tertinggi inilah yang nantinya dinyatakan sebagai zona potensial pengembangan budidaya rumput laut. Berdasarkan hasil analisis *overlay* tersebut, diperoleh zona potensial pengembangan budidaya rumput laut di Perairan Kabupaten Sumba Timur seperti ditunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 19. Zona Potensial Budidaya Rumput Laut.

Daerah di sekitar pesisir Desa Kaliunda merupakan kawasan yang potensial untuk dikembangkan menjadi daerah budidaya rumput laut. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak GIS, luasan daerah yang potensial tersebut mencapai sekitar 4,79 km² dari total 19,41 km² atau

sekitar 24,69%. Dengan daerah potensial budidaya rumput laut yang tidak terlalu luas tersebut, maka pengembangan pola budidaya yang ramah lingkungan wajib diterapkan sehingga kegiatan budidaya dapat dilakukan secara berkelanjutan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan pada hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan bahwa teknologi penginderaan jauh yang digabung dengan hasil pengamatan lapangan dapat digunakan untuk memberikan informasi awal mengenai potensi suatu perairan untuk kegiatan budidaya laut seperti rumput laut. Dengan adanya informasi awal ini, maka kegiatan perencanaan pengembangan wilayah perairan untuk pembangunan sektor kelautan dan perikanan dapat dilakukan dengan lebih mudah dan dengan biaya yang tidak terlalu besar.

Hasil kajian juga menunjukkan bahwa kesesuaian lokasi budidaya sangat dipengaruhi oleh banyak faktor yang mencakup kondisi fisis, biologis, dan kimiawi perairan serta lingkungan di sekitarnya. Oleh karena dalam menentukan suatu kawasan budidaya laut diperlukan suatu kajian yang bersifat komprehensif dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut agar dapat ditentukan kawasan yang memang paling potensial untuk pengembangan budidaya yang memiliki daya dukung lingkungan yang baik.

Saran

Untuk mendapatkan informasi yang lebih lengkap lagi tentang daerah yang telah menjadi arahan untuk pengembangan lokasi budidaya rumput laut yang dihasilkan pada kajian ini, perlu dilakukan kegiatan pengukuran untuk mengetahui parameter-parameter kualitas air yang lainnya, seperti kadar logam berat dan juga parameter fisis seperti arus dan gelombang laut untuk melengkapi informasi awal yang telah dihasilkan melalui penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar-Manjarrez, J., I. G. Ross. 1995. Geographical Information System (GIS) environmental Model for Aquaculture development in Sinaloa State, Mexico. Chapman and Hall. P 103 - 115
- Buitrago J., M. Rada, H. Hernandez, E. Buitrago. 2005. A Single-use site selection technique, using GIS, for aquaculture planning: Choosing location for mangrove oyster raft culture in margarita island, venezuela. Springer Science. P 544 - 556

- Carswell B., S. Cheesman, J. Anderson. 2005. The Use of Spatial analysis for environmental assessment of shellfish aquaculture in Bayness Sound, Vancouver Island, British Columbia, Canada. Elsevier. P 408 – 414
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta. Hal 223 – 225
- Dahuri, R., Rais, J. Ginting, S. P., dan Sitepu MJ. 2004. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu, Edisi Revisi. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dawes, C. J. 1981. *Marine Botany*. Jhon Wiley & Sons, Inc. 229 hal
- Ditjenkan, 2004. *Petunjuk teknis budidaya laut : rumput laut eucheuma cottonii spp*. Dirrektorat Jenderal Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 40 hal
- Ditjenkan Budidaya, 2005. *Profil Rumput Laut Indonesia*. Direktorat Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta
- Doty, M.S. 1985. *Biotechnological and Economic Approaches to Industrial Development Based on Marine Algae in Indonesian*. Makalah dalam Workshop on Marine Algae in Biotechnology. Jakarta
- Fatmawati, 1998. Studi Kesesuaian Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma*) di Wilayah Perairan Laut Kab. Kota Baru Kalimantan Selatan. Tesis.
- Grove, K. 2001. The Bay's water : properties an processes. San Francisco State University. Available at <http://geosci.sfsu.edu/courses/geol103/labs/estuaries/partVIIE.html>. (verified : 25 November 2010)
- Hartoko, A and A.L. Kangkan. 2009. Spatial Modelling For Mariculture Site Selection Based On Ecosystem Parameter At Kupang Bay, East Nusa Tenggara Indonesia. International Journal of Remote Sensing and Earth Science vol.6. p 57-64
- Hartono. 1995. *Model Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Evaluasi Lahan dan Pemilihan Letak*. UGM. Yogyakarta. 175 hal
- Iksan, 2005. Kajian Pertumbuhan, Produksi Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*), dan Kandungan Karaginan Pada Berbagai Bobot Bibit dan Asal Thallus Di Perairan Desa Guruaping Oba Maluku Utara. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 86 hal.
- Masser. M.P. 1997. Cage Culture : Site Selection and Water Quality. Auburn University and publish by Southern Regional Aquaculture Centre. Available at <http://www.thefishsite.com/articles/323/cage-culture-site-selection-and-water-quality>. (verified : 11 November 2010)
- Miller, R.L and B.A McKee. 2004. Using MODIS Terra 250 m Imagery to Map Concentration of Total Suspended Matter in Coastal Waters. Remote Sensing of Environment. Elsevier Inc. P 259 – 266.
- Perez, O.M., L.G Ross, T.C. Telfer, L.M del Campo Barquin. 2002. Water Quality requirement for marine fish cage site selection in Tenerife (Canary Island) : predictive modelling and analysis using GIS. Elsevier. P 51 - 68
- Puslitbangkan. 1991. *Budidaya Rumput Laut (Eucheuma sp) Dengan Rakit dan Lepas Dasar*. Pusat Penelitian dan Pengembangan erikanan, Badan Penelitian Pengembangan Pertanian. Jakarta. 9 hal.
- Radiarta, I N., S. Saitoh, A. Miyazono. 2008. GIS-based Multi-criteria evaluation models for identifying suitable site for Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan. Elsevier. P 127 – 135
- Rowland, S.J. 2005. Site Selection and design for aquaculture. Grafton Aquaculture Centre. Website <http://www.dpi.nsw.gov.au/fisheries/aquaculture/publications/species-freshwater/site-selection-and-design>. Verified 11 November 2010)
- Rustam, 2005. Analisis Dampak Kegiatan Pertambakan Terhadap Daya Dukung Kawasan Pesisir (Studi Kasus Tambak Udang di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan [Disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 136 hal
- Soegiarto, A; W.S Sulistijo; dan H. Mubarak. 1978. *Rumput Laut (Alga) Manfaat, Potensi dan Usaha Budidaya*. PT Pustaka Binaman Presindo. Jakarta
- Sulma, S., A.K.S. Mannopo, D. Indarto. 2008. Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh Untuk Kajian Potensi Budidaya Perikanan Laut. Laporan. Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh. LAPAN
- Trisakti, B., Parwati and Syarif Budhiman. The Study of MODIS-AQUA Data for Mapping Total Suspended Matter (TSM) in Coastal Waters Using the Approach of Landsat-7 ETM Data. LAPAN.
- Utojo, A. Mansyur, A. M. Tangko, Hasnawi, T. Mulia. 2007. Pemilihan Lokasi Budidaya Ikan, Rumput Laut dan Kerang Mutiara yang ramah lingkungan di teluk Tomini, Sulawesi Tengah. Pengembangan Teknologi Budidaya Perikanan, BBRPBL. Hal 200 – 210.