

Aplikasi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Satelit untuk Evaluasi Pemanfaatan Ruang Budidaya Rumput Laut di Pantai Amal, Kota Tarakan, Kalimantan Utara

Muhammad Banda Selamat*, Muhammad Farid Samawi, Zainuddin, Arniati Massinai

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin,
Jl. Perintis Kemerdekaan km. 10 Tamalanrea, Makassar 90241

*E-mail: mbandas2006@yahoo.com

ABSTRAK

Budidaya rumput laut di sepanjang pantai timur Kota Tarakan berkembang pesat dalam empat tahun terakhir. Kawasan budidaya ini awalnya berada di sekitar pantai, namun sekarang meluas ke arah laut hingga berjarak 5-7 km. Masalah yang telah teridentifikasi oleh pemerintah daerah adalah potensi konflik dalam perebutan lahan budidaya, dan terhalangnya akses transportasi laut untuk keluar masuk pantai. Tujuan studi ini adalah untuk mengevaluasi status kesesuaian, luas perairan yang telah dimanfaatkan untuk budidaya rumput laut di Tarakan dan kemungkinan mengatur pemanfaatan ruang untuk budidaya tersebut. Sistem informasi geografis telah digunakan untuk mengintegrasikan data lapangan, analisis spasial, dan mengevaluasi status kesesuaian lokasi. Penginderaan jauh satelit telah digunakan untuk pemetaan lokasi eksisting kawasan budidaya. Pengukuran lapangan dilakukan di 25 lokasi, mencakup parameter: kedalaman, padatan tersuspensi, oksigen terlarut, nitrat, fosfat, salinitas, pH dan arus. Data pengukuran tersebut digeoreferensi dan diinterpolasi agar dapat dilakukan analisis spasial. Analisis spasial untuk kesesuaian lokasi dilakukan dengan metode matching. Hasilnya berupa luasan potensial perairan untuk budidaya rumput laut yang divalidasi dengan luasan budidaya eksisting dari citra satelit Landsat 8 OLI. Hasil analisis citra satelit Landsat 8, memperlihatkan bahwa usaha budidaya rumput laut di lokasi studi saat ini menempati wilayah perairan sekitar 6.203,5 hektar, namun sekitar 16,5% tidak berada di lokasi yang sesuai. Hasil operasi matching pada sistem informasi geografis menunjukkan bahwa budidaya rumput laut di lokasi studi saat ini hanya memanfaatkan 58,9% dari luas potensial dalam wilayah kewenangan daerah 4 mil. Fakta ini menunjukkan masih terbukanya peluang bagi pihak-pihak terkait untuk mengoptimasi usaha budidaya rumput laut di Tarakan.

Kata kunci: analisis spasial, rumput laut, sistem informasi geografis, penginderaan jauh

Pendahuluan

Budidaya rumput laut di sepanjang pantai timur Kota Tarakan berkembang pesat dalam empat tahun terakhir. Kawasan budidaya ini awalnya hanya menempati wilayah di sekitarpantai, namun sekarang mulai meluas ke arah laut hingga jarak 5-7 km. Kedalaman perairan di wilayah ini relatif dangkal yaitu antara 2 hingga 5 meter. Masalah yang telah teridentifikasi oleh pemerintah daerah adalah adanya potensi konflik dalam perebutan lahan budidaya, dan terhalangnya akses transportasi laut untuk keluar masuk pantai (Bappeda, 2013).

Indonesia memiliki perairan laut seluas 1,1 juta hektar yang potensial untuk budidaya rumput laut. Bila produksi rata-rata 10 ton/hektar/tahun, maka total produksi dapat mencapai 11 juta ton per tahun (Sumantadinata, 2011) Pemilihan lokasi merupakan faktor penting dalam keberhasilan budidaya rumput laut. Hal ini dapat dimaklumi oleh karena budidaya rumput laut merupakan sistem budidaya terbuka, dimana selalu terjadi interaksi dinamis dengan perairan laut sehingga hampir sulit melakukan kontrol terhadap berbagai parameter lingkungannya.

Kajian ini menggunakan teknologi penginderaan jauh satelit, sistem informasi geografi (SIG) dan survei lapangan untuk memetakan dan mengevaluasi

lokasi eksisting budidaya rumput laut di Kota Tarakan. Citra landsat 8 OLI, digunakan untuk mendapatkan gambaran sinoptik kawasan budidaya eksisting. Citra satelit ini dan data kualitas air yang diperoleh dari survei lapangan, kemudian diintegrasikan ke dalam basisdata spasial pada sistem informasi geografis. Tujuan studi ini adalah mengevaluasi status kesesuaian, luas potensial dan pola penggunaan ruang budidaya rumput laut di perairan Pantai Amal, Kota Tarakan.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan. Parameter kualitas air yang dikumpulkan selama survei dan alat yang digunakan disajikan pada Tabel 1. Lokasi titik sampling disajikan pada Gambar 1. Selain menggunakan citra satelit landsat 8, kajian ini juga menggunakan data sekunder yaitu peta laut dishidros no lembar 259 dan data pasang surut rill time dari BIG (Badan Informasi Geospasial).

Pengambilan sampel air laut (permukaan) dilakukan dengan menggunakan botol sampel plastik volume 250 mL. Sampel ini kemudian dimasukkan ke dalam coolbox dan diawetkan dengan suhu rendah $<4\text{ }^{\circ}\text{C}$, untuk kemudian di analisa di laboratorium oseanografi kimia Universitas Hasanuddin.

Tabel 1. Parameter hidro oseanografi yang dikumpulkan selama survei

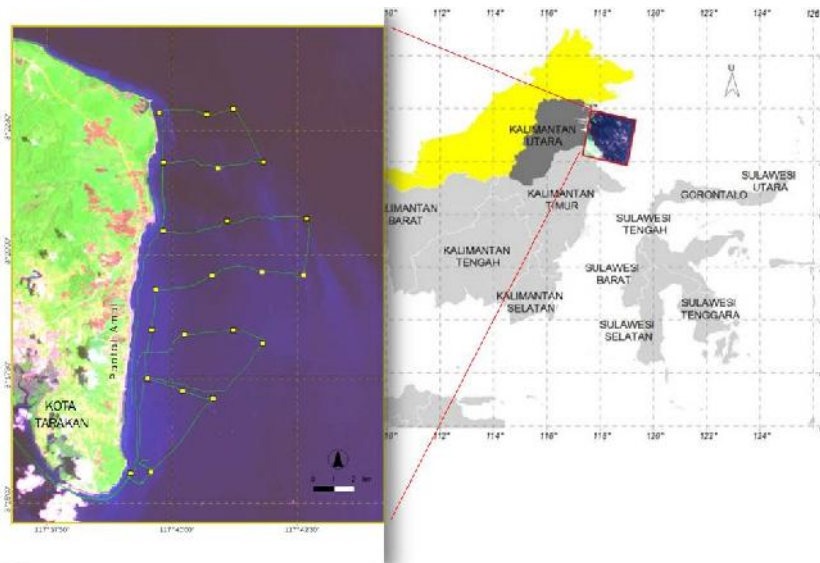
No	Parameter	Peralatan
1	Posisi stasiun sampling	GPS e 10
2	Kedalaman	Mapsonder 420
3	Arah dan kecepatan arus	Geo drifter L 2.0
4	Salinitas	handrefractometer
5	DO	DO meter
6	pH	pH meter
7	suhu	Thermometer
8	kekeruhan	Turbiditymeter
9	NO ₃	Botol sampel / analisis lab
10	PO ₄	Botol sampel / analisis lab
11	TSS	Botol sampel / analisis lab
12	Logam	Botol sampel / analisis lab

Lokasi Penelitian. Lokasi studi diidentifikasi berdasarkan karakter geometrik bentangan rumput laut pada citra satelit landsat 8. Tanggal akuisisi citra adalah 11 maret 2014 pada posisi path/row 116/58 (Gambar 1). Kawasan pantai Amal terletak di sebelah Timur Kota Tarakan berjarak sekitar 8 km bila ditempuh dengan jalan darat dan sekitar 17 km bila diakses dari laut.

Survei kualitas air dilakukan dengan bantuan speed boat bermesin 40 pk, dan dilakukan selama dua hari yaitu dari tanggal 22 hingga 23 Oktober 2014. Sejumlah 25 posisi titik sampling telah di survei pada daerah seluas 110 km², membentang dari Selatan ke Utara sejauh 17 km dan dari pantai ke arah Timur hingga jarak 6.5 km dimana masih ditemukan bentangan rumput laut.

Analisis Data

Interpolasi spasial. Interpolasi spasial dilakukan untuk memperoleh nilai estimasi kualitas air pada lokasi yang tidak disampling. Studi ini menggunakan interpolator Kriging pada ukuran grid 100 m.

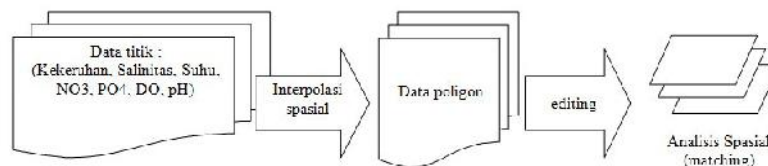


Gambar 1. lokasi studi dan distribusi titik sampling di pantai timur, Tarakan

Zonasi kesesuaian dan analisis spasial. Zonasi kesesuaian lahan budidaya rumput laut ditentukan oleh berbagai faktor lingkungan, biologi maupun fisik. Beberapa parameter penting dalam pemetaan zona kesesuaian ini menurut Cornelia *et al.* (2005) adalah: kedalaman perairan, bebas dari bahan pencemar (seperti limbah industri dan rumah tangga), tipe substrat, kecerahan air laut, suhu, arus, salinitas, derajat keasaman, kandungan Fe, Na, Pb dan Cd.

Parameter kesesuaian yang diacu dalam studi ini disajikan pada Tabel 2. Nilai setiap parameter diukur di lapangan, kemudian disusun dalam matriks untuk mendapatkan kisaran nilai kesesuaian: Sesuai (S) dan tidak sesuai (N). Cara sederhana untuk mendapatkan zona-zona kesesuaian adalah dengan metode matching. Dalam metode matching, kesesuaian merupakan fungsi interaksi semua parameter penting dan terukur, tanpa ada pembobotan. Hasil tingkat kesesuaian (Km) mengacu pada nilai kesesuaian terendah dari suatu kumpulan parameter (Kpar). Bila salah satu parameter diketahui memiliki nilai kesesuaian N, maka kesesuaian matching akan menghasilkan N. Kesesuaian S hanya bisa diperoleh bila semua parameter bernilai S.

Metode matching ini lebih aman dalam menentukan kesesuaian karena dikontrol oleh parameter yang bernilai minimum. Kelemahannya adalah tidak semua parameter memiliki kontribusi yang sama dalam penentuan kesesuaian. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa beberapa parameter dapat saja ditolerir dan tidak menghambat pertumbuhan komoditi yang dibudidaya (Wiradisastra, 2004). Gambar 2 menunjukkan aliran data sebelum dilakukan analisis spasial.



Gambar 2. Data flow kesesuaian perairan untuk budidaya rumput laut

Analisis spasial dilakukan dengan cara menumpukkan dua atau lebih layer secara sekuensial sehingga dihasilkan layer-layer baru yang merupakan gabungan

data spasial dan atribut dari layer-layer input. Zonasi kesesuaian merupakan fungsi minimum dari parameter kesesuaian yang menyusunnya:

$$K_m = f \min (K_{par-1}, K_{par-2}, \dots K_{par-n})$$

K_m = matching kesesuaian

K_{par} = parameter kesesuaian

Dengan demikian dalam studi ini, fungsi matching kesesuaian pada studi ini adalah

$$K_m = f \min (\text{kekeruhan, Salinitas, Suhu, NO}_3, \text{PO}_4, \text{DO, pH})$$

Tabel 2. Parameter Kesesuaian Budidaya Rumput Laut dan Acuan Nilai Kesesuaian yang digunakan dalam studi ini

Parameter	Kisaran Angka	Sumber	Studi ini
Kedalaman	15 – 25		
Perairan (meter)	5 -15 dan 26 – 35	Radiarta et al (2003)	1-10
MPT (Mg/l)	< 5 dan > 35		
	< 25	SK. Meneg. LH, No. 51 Tahun 2004	0-50
	26 - 50		
	>50		
Suhu Perairan (° C)	28 – 30	DKP (2002) ;	
	25 – 27 dan 31 – 32		25-32
	<25 dan >32	Romimohtarto (2003)	
Kecepatan Arus (cm/detik)	20-50		
	10 – 19 dan 51- 75	DKP (2002)	10-75
	< 10 dan >75		
Salinitas Perairan (ppt)	30 - 35	Radiarta et al (2003) ;	
	20 – 29	SNI : 01 – 6487.3-2000	20-35
	< 20 dan > 35		
pH	6.5 – 8,5	Bakosurtanal (1996) ;	
	4 – 6.4 dan 8.5 – 9	Romimohtarto (2003)	4-9
	<4 dan >9.5		
Fosfat (mg/l)	0, 2 – 0,5		
	0, 6 – 0,7	Romimohtarto (2003)	0.2-0.7
	< 0,2 dan > 0,8		
Nitrat (mg/l)	0.9 - 3.2	DKP (2002) ;	
	0,7 - 0,8 & 3.3 -3,4	SK Meneg LH No 51 Tahun 2004	0.7-3.4
	<0,7 ; > 3,4		
Oksigen Terlarut (mg/l)	> 6		
	4 – 6	Bakosurtanal (1996)	>4
	< 4		

Pengolahan Citra Landsat 8 OLI. Studi ini menggunakan citra landsat 8 OLI untuk memetakan sebaran eksisting budidaya rumput laut di pantai timur Kota Tarakan. Pengenalan objek pada citra dilakukan dengan membandingkan sidik spektral (Lillesand dan Kiefer, 1990) dan tekstur permukaan yang terlihat pada citra.

Tekstur objek adalah penampakan kasar atau halus nya suatu objek yang terlihat pada citra (Campbell dan Wynne, 2011). Tekstur merupakan pola cahaya atau bayangan yang terbentuk pada suatu daerah manakala permukaan yang tidak teratur terkena cahaya dari sudut tertentu. Tekstur pada citra tidak saja bergantung pada kondisi permukaan tetapi juga pada sudut pencahayaan, sehingga akan berbeda pada setiap kondisi pencahayaan. Menurut Mather dan Koch (2011), tekstur dapat dikatakan sebagai variabilitas tone dalam suatu lingkungan bertetangga, atau pola dari hubungan spasial diantara tingkat keabuan piksel yang bertetangga, biasa dikatakan sebagai ‘kasar’ atau ‘halus’ dan merupakan dasar

untuk pengelompokan piksel. Operasi pengelompokan tekstur dilakukan dalam tiga tahap:

1. Penggunaan variabilitas dalam jendela bergerak untuk mengukur sejumlah parameter, diantaranya entropi
2. Estimasi dimensi fraktal dari permukaan citra tersebut.
3. Penggunaan filter penajaman tepi pada arah tertentu

Hasil dan Pembahasan

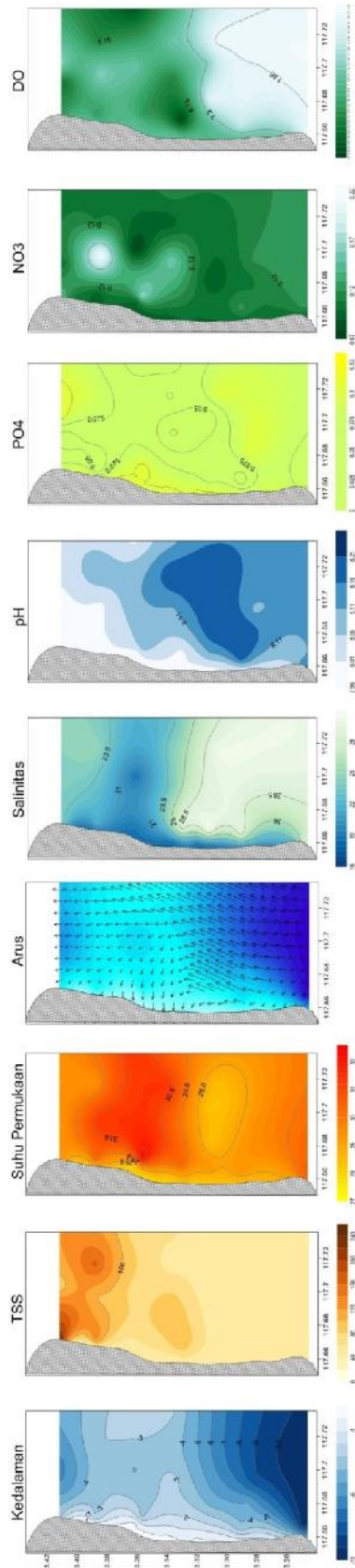
Pengamatan Lapangan. Hasil sampling sejumlah parameter kualitas air yang dijadikan penyusun data set untuk kesesuaian lokasi budidaya rumput laut disajikan pada Tabel 3. Kedalaman perairan tergolong sesuai karena masih berada dalam kisaran 1 hingga 10 meter. Demikian pula dengan parameter lain seperti suhu, arus, salinitas, pH, PO₄, NO₃ dan DO. Nilai padatan tersuspensi di kawasan ini cukup tinggi yaitu antara 28.9 hingga 243.7 mg/L dan berada diatas ambang batas KLH (1988) yaitu antara 5 hingga 25 mg/L.

Pasokan padatan tersuspensi ini berasal dari muara-muara sungai yang tersebar di sebelah Barat hingga Utara pulau Tarakan dan sangat mempengaruhi warna air di bagian Utara kawasan budidaya. Nilai nitrat perairan ini masih sesuai untuk kehidupan rumput laut yang membutuhkan nilai 0,1-3,5 mg/L. Demikian juga dengan kisaran fosfat masih berada dalam syarat kisaran yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut berdasarkan Indriani dan Sumiarsih (1991) yaitu antara 0.051 ppm – 1.00 ppm.

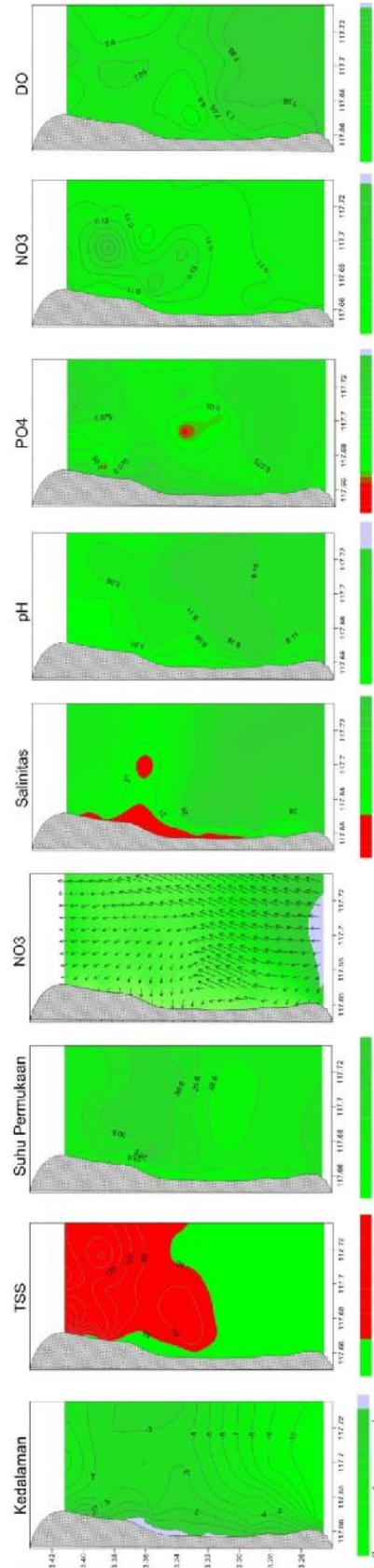
Tabel 3. Hasil pengukuran lapangan parameter kualitas air, Pantai Amal, Tarakan

Parameter	Rata-rata	Tertinggi	Terendah	Kisaran Sesuai
Kedalaman (m)	4.3	10.5	1.6	1-10
TSS (mg/L)	77.9	243.7	28.9	0-50
Suhu (°C)	29.5	31.5	27.6	25-32
Arus (m/det)	0.0	0.2	0.1	0.1-0.75
Salinitas (ppt)	26	30	19	20-35
pH	7.8	7.9	7.7	4-9
PO ₄ (mg/l)	0.07	0.12	0.02	0.2-0.7
NO ₃ (mg/l)	0.12	0.22	0.07	0.7-3.4
DO (ppm)	7.2	7.8	6.3	>4

Prediksi Spasial Kualitas Air. Berdasarkan prediksi spasial sebaran kualitas air (Gambar 3) terlihat bahwa profil batimetri kawasan ini memang



Gambar 3. Prediksi spasialsebaran kualitas air di lokasi budidaya rumput laut eksisting

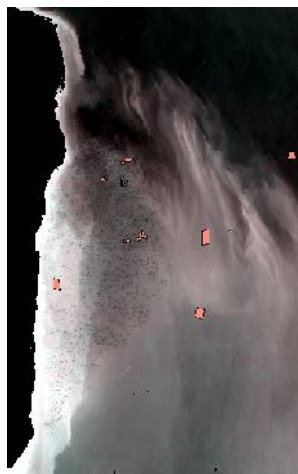


Gambar 4. Status kesesuaian berdasarkan parameter kualitas air

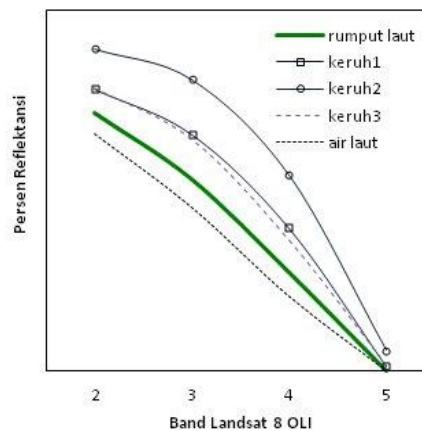
dangkal dan landai dengan perkecualian di sebelah Tenggara dimana ditemukan daerah yang kedalamannya lebih dari 10 meter. Arus permukaan bergerak menyusur pantai dari arah Selatan ke Utara pada saat pasang dan sebaliknya pada saat surut. Pengaruh muara sungai dari arah Barat Laut terlihat pada tingginya konsentrasi padatan tersuspensi di sebelah utara kawasan. Suhu permukaan laut cenderung lebih tinggi di bagian tengah kawasan yang dangkal dibandingkan dengan bagian Tenggara yang lebih dalam.

Status kesesuaian untuk setiap parameter kualitas air diperlihatkan pada Gambar 4. Berdasarkan gambaran itu terlihat bahwa sedimen tersuspensi, sangat mempengaruhi status kesesuaian di bagian Utara kawasan. Selain itu nilai salinitas yang rendah di sekitar pesisir pantai juga ikut mempengaruhi tingkat kesesuaian di bagian tengah kawasan budidaya. Meskipun demikian, perlu diingat bahwa pengukuran kualitas air yang dilakukan hanya sesaat sehingga sebaran eksisting lokasi budidaya lebih bisa mewakili aktifitas budidaya.

Sebaran Budidaya Rumput Laut Eksisting. Analisis spektral piksel-piksel yang mewakili lokasi budidaya rumput laut pada citra Landsat 8 OLI, memperlihatkan bahwa nilai pantulan spektralnya lebih tinggi daripada air laut yang relatif jernih namun lebih rendah daripada air laut yang memiliki padatan tersuspensi yang tinggi (Gambar 5). Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan pendekatan kasus air 1 dan 2 menurut penjelasan Robinson (1985). Pada kasus perairan pantai Amal ini, kondisi air nya dapat dikategorikan sebagai air kasus 2, dimana konsentrasi padatan tersuspensi cukup tinggi dan mendominasi pantulan spektral badan air. Untuk setiap lokasi dimana terdapat bentangan rumput laut, kondisi air menjadi lebih tenang karena arus terhalang oleh keberadaan rumput laut dan material lain seperti pelampung dan tali. Hal ini membuat keadaan air menjadi sedikit lebih jernih, sehingga pantulan spektralnya juga menjadi lebih rendah dibanding sekitarnya. Karakter spektral inilah yang kemudian dijadikan dasar guna melakukan analisa tekstur sehingga dihasilkan data vektor sebaran lokasi budidaya rumput laut eksisting.

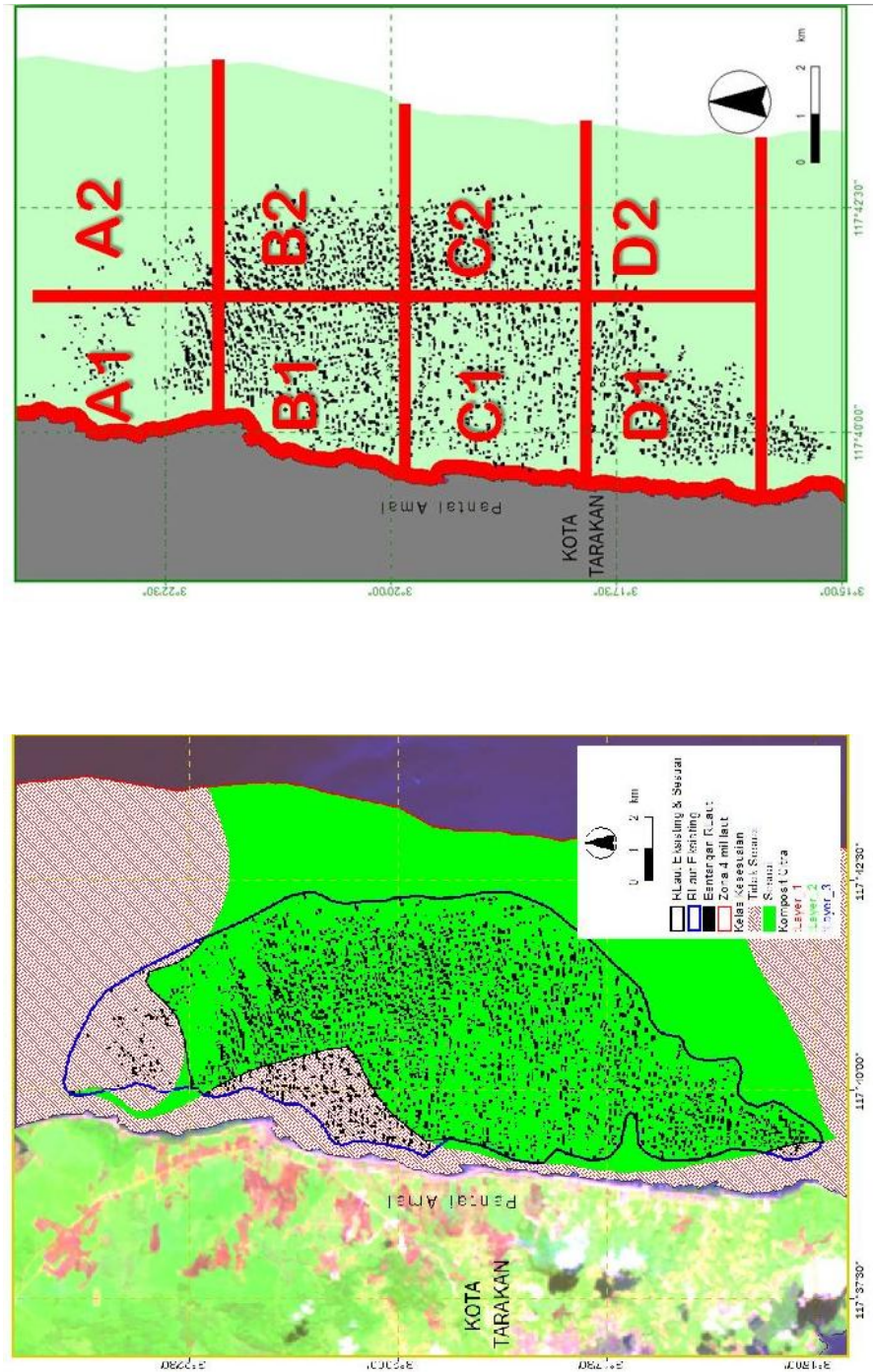


(a)



(b)

Gambar 5. Pengenalan lokasi budidaya rumput laut berdasarkan sidik spektral. (a) sampling piksel untuk analisa spektral (b) sidik spektral rumput laut, air keruh dan air laut yang relatif jernih (laut lebih dalam)



Gambar 6. Status Pemanfaatan Ruang Budidaya Rumpuk Laut di Pantai Amal, dam (kiri) Usulan Blok Pengelolaan Kawasan Budidaya dan Alur Transportasi untuk akses ke pantai dan lokasi budidaya (kanan)

Status Pemanfaatan Ruang untuk Budidaya Rumput Laut. Spot-spot budidaya rumput laut eksisting berdasarkan analisa tekstur citra landsat berjumlah kurang lebih 1.982 petak, memanfaatkan ruang seluas 6.203 hektar atau 58,9% dari total potensi. Analisis spasial dengan metode matching memperlihatkan bahwa eari ruang perairan yang termanfaatkan itu, terdapat sekitar 5.177 hektar (atau 59%) lokasi budidaya yang masuk ke dalam kawasan dengan kategori sesuai dan 1.026 hektar berada di kawasan yang tidak sesuai (Gambar 6).

Kabupaten atau kota memiliki kewenangan dalam mengelola kawasan perairan pesisir hingga batas 4 mil laut dari garis pantai (Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004). Mengacu pada batasan ini, mata total luasan potensial perairan yang sesuai untuk budidaya rumput laut di pantai Timur Kota Tarakan ini dapat mencapai luas sekitar 8.796 hektar. Dengan kata lain, luas perairan potensial yang masih bisa di manfaatkan adalah sekitar 41% atau sekitar 3.615 hektar.

Produksi rumput laut kering Kota Tarakan diketahui meningkat secara signifikan dari tahun ke tahun. Peningkatan 50% terjadi di tahun 2013 yaitu dari total produksi sekitar 3.719 ton di tahun 2012 menjadi 5.567 ton. Dalam tahun 2014, hingga agustus terjadi peningkatan produksi sekitar 44% dari tahun sebelumnya atau sekitar 8.003 ton dengan nilai produksi sekitar 96 Milyar Rupiah (Dinas Perikanan Kelautan, 2014).

Mengacu dengan angka-angka produksi dan angka-angka luasan sebelumnya, dan bila diasumsikan 100% produksi rumput laut kering Kota Tarakan berasal dari pantai Amal, maka pemanfaatan 100% luas perairan yang tersedia akan dapat meningkatkan lebih dari 50% nilai produksi rumput laut kering di tahun-tahun mendatang. Besarnya volume produksi ini dapat menjadi nilai tambah daerah untuk membangun kawasan industri berbasis rumput laut. Bila industri olahan ini dapat diwujudkan, maka peningkatan nilai tambah bagi produksi rumput laut dengan sendirinya akan mendongkrak pendapatan daerah Kota Tarakan.

Dalam upaya mengoptimalkan potensi luas perairan laut untuk budidaya rumput laut ini, Pemerintah Kota Tarakan sebaiknya mempertimbangkan aspek aksesibilitas dan transportasi laut di sekitar kawasan. Pemerintah Kota dapat menetapkan zona-zona alur diantara zona budidaya ini, untuk memudahkan akses ke pantai dan ke lokasi budidaya (Gambar 6). Selain itu, guna memudahkan pembinaan pembudidaya, pengelolaan data produksi dan lainnya, Pemerintah Kota sebaiknya mempertimbangkan penerapan sistem blok yang diintegrasikan dengan pengadaan sistem informasi spasial spesifik. Adanya sistem informasi ini bisa dimanfaatkan untuk memonitor antara lain, produksi, kualitas air, masalah-masalah teknis budidaya, sarana dan prasarana terkait dengan produksi dan juga bila memungkinkan dapat dikembangkan untuk mekanisme informasi harga serta pendapatan daerah dari produksi rumput laut.

Kesimpulan

Total luasan potensial perairan yang sesuai untuk budidaya rumput laut di pantai Timur Kota Tarakan diestimasi mencapai 8.796 hektar. Luas perairan yang masih bisa di manfaatkan adalah sekitar 41%. Pikel-pikel budidaya rumput laut pada citra Landsat 8, memiliki nilai pantulan spektral yang lebih tinggi daripada air laut jernih namun lebih rendah daripada air laut keruh. Berdasarkan analisa citra ruang budidaya saat ini adalah 6.203 hektar atau 58,9% dari total potensi. Pemerintah Kota sebaiknya menetapkan zona-zona alur di dalam zona budidaya ini, untuk memudahkan aksesibilitas sebagai upaya optimalisasi luas perairan laut yang tersedia.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada BAPPEDA Kota Tarakan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan dan Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LP2M) Universitas Hasanuddin atas terlaksananya studi ini.

Daftar Referensi

- Bakosurtanal. 1996. Pengembangan Prototipe Wilayah Pesisir dan Marine Kupang Nusa Tenggara Timur. Pusat Bina Aplikasi Inderaja dan SIG, Jakarta
- Cornelia, M.I, Suryanto, H., Dartoyo, AA. 2005. Prosedur dan Spesifikasi Teknis Analisis Kesesuaian Budidaya Rumput Laut. Pusat Survei Sumberdaya Alam Laut-Bakosurtanal
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2002. Modul Sosialisasi dan Orientasi Penataan Ruang, Laut, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Ditjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Direktorat Tata Ruang Laut, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Jakarta.
- Indriani, H. dan E. Sumiarsih. 1991. Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta. 99 hal.
- James B. Campbell, Randolph H. Wynne. 2011. Introduction to remote sensing. The Guilford Press, New York. 130-150
- KEPMEN LH. Nomor : KEP- 51/MENLH/10/1995. Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri
- KEPMEN LH. Nomor: KEP-02/MENKLH/I/1988 Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan
- Paul M. Mather and Magaly Koch. 2011. Computer processing of remotely-sensed images : an introduction. John Wiley & Sons, Ltd.
- Radiarta, I. Ny., S. E. Wardoyo., B. Priyono dan O. Praseno. 2003. Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Penentuan Lokasi Pengembangan Budidaya Laut di Teluk Ekas, Nusa Tenggara Barat. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Pusat Riset Perikanan Budidaya Jakarta. Vol 9 No 1, hal 67 – 71.
- Robinson, I. S. 1985. Satellite oceanography: An introduction for oceanographers and remote-sensing scientists. John Wiley and Sons, Inc., Somerset, N.J. 455 p.
- Romimohtarto, K., 2003. Kualitas Air dalam Budidaya Laut. Jakarta. 62hal.
- SNI : 01 – 6487.3-2000. Produksi benih ikan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*, Valenciennes) kelas benih sebar.
- Wiradisastra, U.S. 2004. Laporan Akhir – Analisis Tingkat Kesesuaian Marine Culture Wilayah ALKI II, Buku I (Teknis – analisis). Bogor: Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat, IPB.