

Deteksi Perubahan Padang Lamun Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh Dan Kaitannya Dengan Kemampuan Menyimpan Karbon Di Perairan Teluk Banten

Firman Setiawan¹, Syawaludin A. Harahap², Yuli Andriani² dan Andreas A. Hutahaean³

¹) Alumni Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNPAD

²) Staf Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNPAD

³) Peneliti P3SDLP Balitbang KP

ABSTRAK

Ekosistem laut di Indonesia mempunyai potensi besar untuk menyerap CO₂ sebagai gas utama penyebab pemanasan global yang berimplikasi pada terjadinya perubahan iklim salah satunya padang lamun. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi perubahan luasan dan klasifikasi lamun menggunakan teknologi penginderaan jauh serta mengkaitkannya dengan kemampuan menyimpan karbonnya di Perairan Teluk Banten. Pada penelitian ini dilakukan analisis perubahan lamun menggunakan data citra ALOS AVNIR-2 selama dua tahun (2008 dan 2010) dengan perbandingan post-classification. Algoritma yang digunakan pada pengolahan data adalah algoritma lyzenga sebagai koreksi kolom air. Berdasarkan hasil penelitian, luas ekosistem lamun pada peta hasil pengolahan data citra dengan nilai overall accuracy 57,69% untuk tahun 2008 mencapai 59,5 ha dan 46,8 ha untuk tahun 2010. Kondisi tutupan padang lamun di Perairan Teluk Banten untuk lokasi Pulau Panjang dan Tanjung Kepu masuk ke dalam kelompok status lamun "kurang rapat" sedangkan lokasi Pulau Kubur, Pamujan Besar, Pamujan Kecil dan Dermaga Bojonegara masuk ke dalam kelompok status lamun "jarang". Untuk perubahannya mengalami penurunan luas area sekitar 2,9% atau 1,4 ha dimana tahun 2008 memiliki area seluas 45,2 ha menjadi 43,8 ha pada tahun 2010. Keterkaitan simpanan karbon dengan luas area perubahan menunjukkan adanya penurunan potensi penyerapan dimana potensi penyerapan sebesar 0,0004 tonCha⁻¹tahun⁻¹ dari 0,0114 tonCha⁻¹tahun⁻¹ pada tahun 2008 menjadi 0,0110 pada tahun 2010.

Kata kunci : Lamun, Penginderaan Jauh, Karbon, Teluk Banten

ABSTRACT

Seagrass Change Detection Using Remote Sensing Technology And Relation With Carbon Storage In Banten Bay

Marine ecosystems in Indonesia has great potential to absorb CO₂ as the main gas that causes global warming implications of climate change one of those are seagrass. The purpose of this study is to identify changes in seagrass area and classification using remote sensing technology and relation with carbon storage in Banten Bay. This study to analysis chage seagrass using image data ALOS AVNIR-2 during two period (2008 and 2010) with post-classification comparison. Image processing used Lyzenga algorithm as water coloum correction. Based on the results of research, area seagrass ecosystems in the map image processing with the overall accuracy 57.69% for the year 2008 reached 59.5 ha and 46.8 ha for 2010. Condition of seagrass cover in Banten Bay to the location of Panjang Island and Cape Kepu into the status of seagrass "less dense" while the location of the island of Kubur island, Pamujan Besar, Pamujan Kecil and Pier Bojonegara into the status of seagrass "rarely". To change area has decrease 2,9% or 1,4 ha where for of image 2008 has an area 45,2 ha to 43,8 ha for of image 2010. In relation carbon storage with change area indicates that decrease of absorption potential where potential absorption of 0,0004 tonCha⁻¹year⁻¹ from 0,0114 tonCha⁻¹year⁻¹ in 2008 year to 0,0110 in 2010.

Keyword : Carbon, Seagrass, Remote Sensing, Banten Bay

PENDAHULUAN

Ekosistem laut di Indonesia mempunyai potensi besar untuk menyerap CO₂ sebagai gas utama penyebab pemanasan global yang berimplikasi pada terjadinya perubahan iklim. Salah satu sumber daya laut yang cukup potensial untuk dapat dimanfaatkan sebagai penyerap gas CO₂ adalah padang lamun yang secara ekologis padang lamun mempunyai beberapa fungsi penting di daerah pesisir karena padang lamun merupakan satu-satunya tumbuhan berbunga yang ada di laut yang memiliki peran penting dalam penyerapan karbon di laut juga melalui proses fotosintesis (Kawaroe 2005).

Luas total padang lamun di Indonesia diperkirakan kini telah menyusut 30 sampai dengan 40 persen dari luas keseluruhannya. Kerusakan ekosistem lamun antara lain, karena reklamasi dan pembangunan fisik di garis pantai, pencemaran, penangkapan ikan dengan cara destruktif (bom, sianida, pukut dasar), dan tangkap lebih (*over-fishing*) (Nontji 2009). Di beberapa wilayah Indonesia tutupan lamun (*seagrass coverage*) dan distribusinya telah mengalami perubahan dari waktu ke waktu, salah satunya di Perairan Teluk Banten. Kerusakan dan hilangnya padang lamun di Teluk Banten mencapai sekitar 50 ha atau sekitar 35% dari seluruh luas padang lamun (Kiswara 1993). Melihat kondisi perubahan tersebut perlu dilakukan pemantauan secara berkelanjutan, salah satunya dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*). Penggunaan teknologi penginderaan jauh untuk studi pemetaan padang lamun, mangrove dan karang mempunyai banyak kelebihan, jika dibandingkan dengan cara konvensional menggunakan metode survei *in situ*, yang secara spasial hanya dapat mencakup wilayah sempit (Hoczkovich dan Atkinson 2003).

Masalah yang dapat dirumuskan pada penelitian ini adalah Sejauh mana terjadi perubahan luasan dan kelas pada ekosistem padang lamun di Perairan Teluk Banten menggunakan teknologi penginderaan jauh serta sejauh mana potensi kemampuan penyimpanan karbonnya. Tujuan Penelitian ini adalah mengidentifikasi perubahan luasan dan kelas padang lamun di Perairan Teluk

Banten menggunakan teknologi penginderaan jauh selama 2 periode dalam kurun waktu 2 tahun dan mengidentifikasi keterkaitan perubahan padang lamun menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan potensi simpanan karbon di Perairan Teluk Banten. Manfaat yang diharapkan adalah sebagai informasi dalam usaha perbaikan kualitas lingkungan dan rencana pengelolaan ekosistem pesisir laut secara terpadu serta sebagai data awal untuk menghitung jumlah karbon yang tersimpan dalam kaitannya mengurangi emisi CO₂ dalam proses pemanasan global (*global warming*).

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2012 sampai dengan Mei 2012. Lokasi penelitian dilakukan di Perairan Teluk Banten, Kabupaten Serang, Provinsi Banten Indonesia yang secara geografis terletak pada koordinat 5°55'-6°-5' LS dan 106°5'-106°15' BT dengan kedalaman perairan tidak lebih dari 10 meter dan dasar perairannya disusun oleh lumpur dan pasir.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari alat pengukuran *in-situ* ; *Global Positioning System* (GPS), alat transek kuadrat 1 x 1 meter, meteran, kertas data monitoring, jam, klip board, alat tulis, kertas identifikasi lamun (*seagrass watch*), kamera under water, dan snorkel. Alat Pengolahan data ; laptop, printer, scanner, software image processing, dan Microsoft Office 2007. Bahan pada penelitian ini adalah data citra ALOS-AVNIR2 tahun 2008 dan data citra ALOS-AVNIR2 tahun 2010 di Perairan Teluk Banten serta Peta Rupa Bumi Indonesia dengan skala 1 : 50.000 yang didapat dari Bakosurtanal.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tahapan pengolahan data citra pada tahun 2008 dan 2010 mulai dari koreksi radiometrik dan geometrik, pemisahan daerah daratan dan perairan, algoritma lyzenga dengan rumus :

$$Y = [\log(b1)] + [\text{nilai } ki/kj * \log(b2)]$$

Keterangan

b1 = band 1 (biru)

b2 = band 2 (hijau)

ki/kj = nilai koefisien atenuasi

Untuk klasifikasi citra menggunakan klasifikasi tidak terbimbing (*Unsupervised Classification*) yang diikuti dengan pemeriksaan lapangan untuk uji akurasi menggunakan *confusion matrix*. Dalam mendeteksi perubahannya digunakan metode perbandingan (*post classification comparison*). Metode ini melakukan deteksi perubahan dengan membandingkan peta klasifikasi yang diperoleh dengan mengklasifikasikannya secara independen antara dua citra dari area yang sama dalam waktu yang berbeda (Bruzzone dan Seprico, 1997).

Analisis dalam penelitian ini dilakukan secara deskriptif. Analisis peta sebaran padang lamun dilakukan secara pertahun. Pada peta sebaran padang lamun dikaji perubahan luas dan klasifikasinya pada tahun 2008 dan 2010 di Perairan Teluk Banten. Dari luasan dan perubahan luasan setiap tahunnya dikaitkan dengan kemampuan menyimpan karbon lamun berdasarkan data UNEP (2009) diperkirakan rata-rata potensi penyerapan karbon lamun mencapai $0,83 \text{ TonCHa}^{-1}\text{tahun}^{-1}$ dan laju pengendapan karbon organik/karbon tersimpan lamun $27,4 \text{ TgCTahun}^{-1}$ dengan area rata-rata $0,33 \times 10^4$ ha. Dari data tersebut diasumsikan perubahan luasan dapat mempengaruhi simpanan karbon padang lamun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koreksi Radiometrik dan Geometrik

Citra yang digunakan adalah level 1B, sehingga sudah terkoreksi radiometrik dan geometrik secara sistematis. Koreksi geometrik tetap dilakukan hanya pada tahun 2008 untuk melakukan pemulihan (*restoration*) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi dan mencocokkan posisi citra dengan citra tahun 2010. Sistem koordinat yang digunakan dalam koreksi geometrik ini adalah proyeksi UTM (*Universal Transverse Mercator*) zone 48 Selatan, dengan datum WGS 84. Koreksi geometrik menggunakan transformasi (tipe geocoding) polinomial yang dilakukan dengan cara memilih titik kontrol lapangan (*Ground Control Point/GCP*) yang tersebar merata pada citra agar memperoleh ketelitian yang lebih baik. Pada koreksi citra tahun 2008 dibuat 30 titik GCP

dengan nilai rata-rata *RMS error* 0,099. Nilai *RMS error* menunjukkan nilai keakuratan yang cukup baik karena nilai tersebut lebih kecil dari limit maksimum kesalahan rata-rata yaitu 0,5 piksel. Menurut Purwadhi (2010) *RMS error* secara umum nilainya kurang dari 0,5 pada setiap pixel (*Image cell*).

Pemotongan Citra Area Penelitian (Cropping) dan Kombinasi Band

Citra hasil koreksi kemudian dapat *dicropping* menurut lokasi/tempat penelitian. *Cropping* dilakukan untuk memfokuskan area penelitian sehingga memudahkan analisis citra dan lebih efektif pada daerah penelitian yang dikaji. Selain itu *cropping* dapat mempercepat pengolahan data karena mengurangi kapasitas memori citra. Dalam penelitian ini citra *dicropping* dan difokuskan pada pulau-pulau sekitar Teluk Banten yang secara visual terdeteksi terdapat padang lamun. Selain itu dalam penampakan citra visual yang lebih tajam digunakan komposit citra RGB (*Red-Green-Blue*) dengan pilihan kanal (*band*) 3-2-1 pada citra ALOS AVNIR-2. Pemilihan ketiga kanal (*band*) ini dilakukan karena komposit band 3-2-1 paling sesuai untuk melihat penampakan dari penutupan lahan. Pemotongan citra dilakukan di pulau-pulau kecil perairan Teluk Banten yaitu P. Panjang, P. Kubur, P. Lima, P. Pisang, P. Pamujan Besar, P. Pamujan Kecil, Tanjung Kepu dan Dermaga. Selain itu dibandingkan juga dengan citra Seluruh Teluk Banten yang tidak dilakukan pemotongan untuk mengetahui keakuratan dalam pengolahan data.

Masking dan Algoritma Lyzenga

Masking dalam penelitian ini dilakukan secara manual dengan menggunakan file vektor. Teknik ini digunakan karena band 4 (inframerah) pada citra tidak tersedia. Dalam penggunaan algoritma Lyzenga untuk mengetahui kondisi lamun diawali dengan pembuatan *training area* yang berjumlah minimal 30 region. Penentuan ketiga puluh region tersebut dilakukan pada obyek atau area pada citra yang secara visual dapat diduga atau diidentifikasi sebagai bagian dari ekosistem padang lamun. Kemudian dilakukan penajaman citra dengan mengkombinasikan *band* 1 untuk

mendeteksi daerah perairan dan *band 2* untuk mendeteksi klorofil vegetasi yang berdasarkan algoritma penurunan *standard exponential attenuation model* yang menghasilkan persamaan yang

disebut transformasi Lyzenga. Hasil dari proses ini didapatkan nilai rasio koefisien *band 1* dan *band 2* (k_i/k_j) dimana nilai yang didapat untuk setiap *cropping* citra antara lain.

Tabel 1. Nilai rasio koefisien band 1 dan band 2 (K_i/K_j)

No	Lokasi	Nilai (K_i/K_j) Tahun 2008	Nilai (K_i/K_j) Tahun 2010
1	Teluk Banten	0,526	0,676
2	P. Panjang	0,390	0,617
3	P. Kubur, P. Lima dan P. Pisang	0,433	0,845
4	P. Pamujan Besar dan P. Pamujan Kecil	0,563	1,032
5	Tj. Kepu	0,492	0,484
6	Dermaga	0,514	0,647

Perbedaan nilai (K_i/K_j) tergantung panjang gelombang band dan tingkat kekeruhan air. Nilai-nilai koefisien tersebut diterapkan pada algoritma

$$\text{Lyzenga (Y)} = [\log(b1)] + [\text{nilai } k_i/k_j * \log(b2)]$$

Hasil dari transformasi Lyzenga berupa tampilan citra baru yang menampakkan kelas dasar perairan dangkal.

Klasifikasi Citra

Kelas yang dihasilkan pada *unsupervised classification* adalah kelas spektral dimana kelas didasarkan pada nilai natural spektral citra. Banyaknya kelas diperlihatkan pada histogram hasil algoritma lyzenga yang diwakili oleh puncak-puncak nilai piksel yang dominan. Klasifikasi citra dibagi menjadi 20 kelas agar lebih memudahkan dalam penggabungan kelas mengingat jumlah kelas yang dihasilkan diperkirakan sekitar

154 untuk citra tahun 2008 dan sekitar 128 untuk citra tahun 2010 yang selanjutnya di *reclass* menjadi 7 kelas yaitu kelas lamun, pasir, karang hidup, karang mati, kekeruhan, darat dan laut dalam sesuai kunci interpretasi yang digunakan COREMAP (2001).

Pemeriksaan Lapangan (*Ground Check*)

Pemeriksaan lapangan pada penelitian dilakukan selama 4 hari (27, 28, 29 dan 30 Maret 2012). Pemeriksaan lapangan dilakukan untuk melengkapi dan membuktikan hasil interpretasi citra satelit. Pemeriksaan yang dilakukan dipilih 26 (dua puluh enam) titik sampel secara acak dan perlu dibuktikan hasil interpretasi klasifikasinya (Lampiran 1). Berdasarkan data lapangan tersebut maka dapat ditentukan uji akurasi (*confusion matriks*) yang terdiri dari nilai *Overall accuracy* (OA), *producer accuracy* (PA) dan *user accuracy* (UA) dari hasil klasifikasi citra.

Tabel 2. Confusion matrix klasifikasi citra tahun 2010

		Data Sampel					
Kategori Dasar Perairan		Lamun	Pasir	Karang Hidup	Karang mati	Total Baris	User's Accuracy (%)
Klasifikasi Citra	Lamun	15	1	1	0	17	88,23
	Pasir	4	0	0	0	4	0
	Karang Hidup	4	0	0	1	5	0
	Karang Mati	0	0	0	0	0	0
Total Kolom		23	1	1	1	26	22,06
Producer's Accuracy (%)		65,21	0	0	0	16,30	57,69

$$\begin{aligned}
 \text{Overall Accuracy} &= (15 + 0 + 0 + 0) / 26 \times 100\% \\
 &= 15 / 26 \times 100\% \\
 &= 57,69 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari perhitungan *confusion matrix* yang telah dilakukan, maka hasil perhitungan tahun 2010 dari *producer's accuracy* (PA) menghasilkan nilai presentase sebesar 16,30% dan *user's accuracy* (UA) menghasilkan nilai presentase sebesar 22,06% dan *overall accuracy* (OA) menunjukkan nilai presentase sebesar 57,69%. Nilai akurasi untuk pemetaan habitat dasar pada setiap citra satelit berbeda-beda. Penelitian Sagawa *et al.* (2007) di Teluk Gabes Tunisia dengan menggunakan citra satelit IKONOS dengan resolusi spasial 4 meter menemukan nilai *overall accuracy* yang diperoleh dari *depth invariant index* sebesar 54%. Jika dibandingkan dengan penelitian ini yang menggunakan citra satelit ALOS resolusi spasial 10 meter dimana nilai *overall accuracy* diperoleh sebesar 57,69% dapat dikatakan relatif baik. Namun, pada penelitian Komatsu (2008) menggunakan satelit ALOS di Akeshi Jepang untuk pemetaan lamun mendapatkan nilai *overall accuracy* 71,80%. Nilai *overall accuracy* lebih kecil diperkirakan akibat data citra yang kurang baik dan pengaruh awan yang cukup besar. Secara keseluruhan kedua citra multitemporal tersebut terdapat beberapa kesalahan pada saat pengolahan citra klasifikasi yaitu kesalahan tematik dan kesalahan dari segi penentuan posisi.

Kesalahan tematik merupakan kesalahan dalam pengelompokan jenis habitat berdasarkan kelas yang sebenarnya yang terdapat di lapang pada saat pengambilan data insitu sedangkan posisi pada saat di lapang dengan beberapa koordinat yang terdapat pada citra satelit ALOS seharusnya sama, akan tetapi GPS yang digunakan pada saat pengambilan data di lapang menghasilkan galat/error GPS sebesar < 25 meter sehingga koordinat titik sampel akan bergeser. Dalam penggunaan Algoritma Lyzenga seharusnya digunakan untuk membandingkan nilai reflektansi dari beberapa band citra satelit di suatu perairan yang dangkal dan sangat jernih. Penerapan algoritma ini sangat terbatas untuk perairan yang memiliki daya tembus rendah, sehingga hasil dari transformasi citra masih mengalami kekeliruan.

Kondisi Lamun di Perairan Teluk Banten

Kondisi lamun di Perairan Teluk Banten dalam penelitian ini merupakan data tematik dari hasil interpretasi citra lamun dan klasifikasi lainnya. Data tematik digunakan untuk mewakili informasi tertentu tentang suatu daerah. Pada penelitian ini, data tematik yang telah dihasilkan adalah data tematik klasifikasi dasar perairan dangkal tahun 2008 dan 2010.

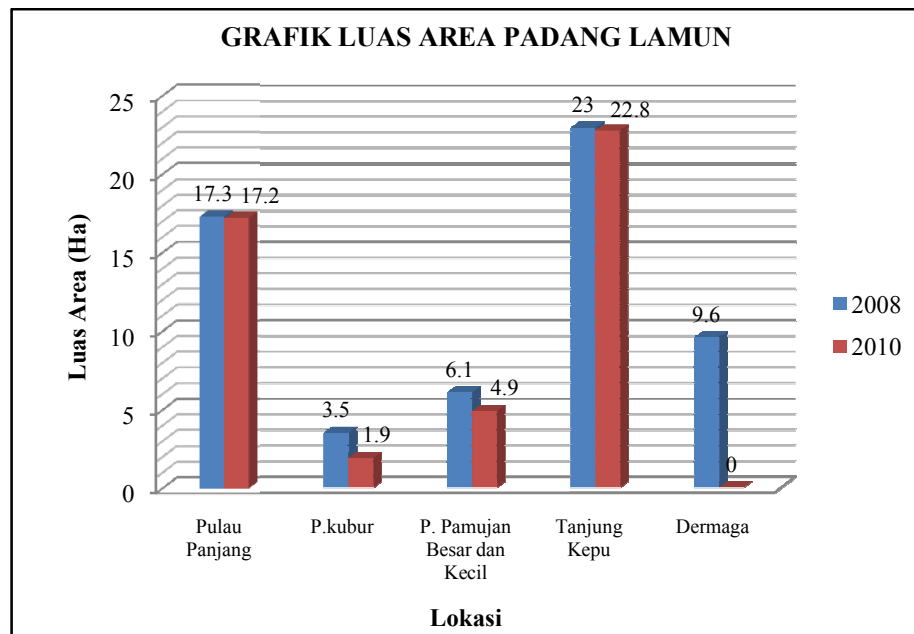
Tabel 3. Kondisi ekosistem padang lamun di Perairan Teluk Banten

Lokasi	Area (ha)		Persen Tutupan (%)	
	2008	2010	2008	2010
Seluruh Teluk Banten	23,8	22,5	-	-
Pulau Panjang	17,3	17,2	29,9	36,7
P. Kubur	3,5	1,9	5,1	4,1
P. Pamujan Besar dan P. Pamujan Kecil	6,1	4,9	10,2	10,5
Tanjung Kepu	23	22,8	38,7	48,7
Dermaga	9,6	-	16,1	-
Total	59,5	46,8	100	100

Hasil klasifikasi dan interpretasi citra didapatkan juga luasan padang lamun di Pulau Lima sekitar 4 ha dan Pulau Pisang 2,6 ha untuk tahun 2008 namun tidak teridentifikasi untuk tahun 2010 karena kualitas citra yang kurang baik dan tertutup awan sehingga tidak dibandingkan pada tabel di atas.

Menurut perhitungan statistik kondisi ekosistem padang lamun berdasarkan tabel 8 di atas bahwa pada tahun 2008 luasan padang lamun mencapai 59,5 ha yang merupakan jumlah dari sebaran lamun di Pulau Panjang, Kubur, Pamujan Besar, Pamujan Kecil, Tanjung Kepu dan Dermaga sedangkan

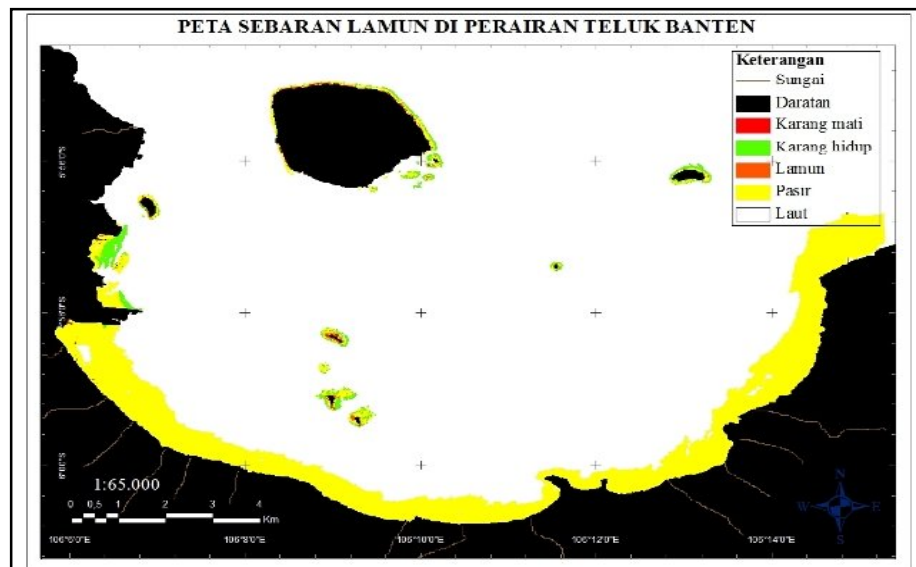
pada 2010 luasan padang lamun sebesar 46,8 ha. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya perubahan luasan padang lamun akibat penurunan luasan di setiap lokasi. Kondisi tersebut apabila dibandingkan dengan pengolahan citra tanpa dilakukan pemotongan tiap citra, kondisi lamun di Teluk Banten hanya mencapai 23,8 ha untuk tahun 2008 dan 22,5 ha untuk tahun 2010. Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan keakuratan dalam interpretasi citra dimana semakin luas daerah yang dikaji maka nilai akurasi akan rendah dibandingkan dengan pemotongan citra setiap daerah kajian akan menghasilkan nilai akurasi yang tinggi.



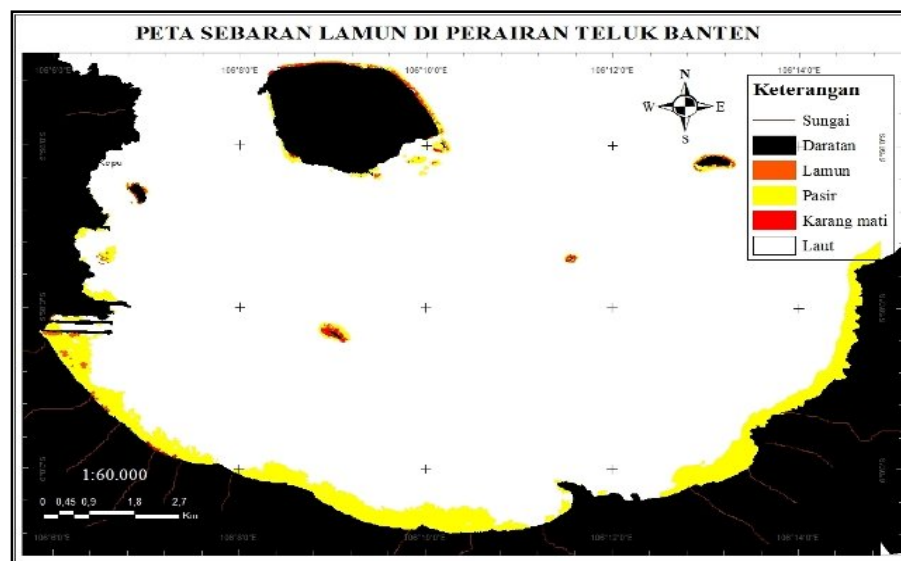
Gambar 1. Grafik Luasan Lamun di Perairan Teluk Banten

Kondisi ekosistem padang lamun dapat diketahui dengan melihat persentase tutupan lamunnya. Persentase penutupan lamun di perairan Teluk Banten dilihat berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 200 tahun 2004. Persentase lamun $\geq 60\%$ masuk dalam kelompok status lamun “rapat”, persentase penutupan lamun antara 30%-59,9% masuk dalam kelompok status lamun “kurang rapat” sedangkan lamun yang memiliki persentase penutupan $\leq 29,9\%$ masuk dalam kisaran status lamun “jarang”. Pada penelitian ini berdasarkan kondisi tutupan padang lamun di Perairan Teluk Banten (tabel 8) untuk lokasi Pulau

Panjang dan Tanjung Kepu masuk ke dalam kelompok status lamun “kurang rapat” sedangkan lokasi Pulau Kubur, Pamujan Besar, Pamujan Kecil dan Dermaga Bojonegara masuk ke dalam kelompok status lamun “jarang”. Di Perairan Teluk Banten ditemukan 7 spesies lamun yaitu *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata*, *C. serrulata*, *Halodule uninervis*, *Halophila ovalis*, *Syringodium isoetifolium*, dan *Thalassia Hemprichii*. Jenis lamun yang dominan yang tersebar hampir setiap kawasan adalah *Enhalus acoroides* dan *Thalassia Hemprichii*.



Gambar 1. Peta Sebaran Lamun Di Perairan Teluk Banten tahun 2008



Gambar 2. Peta Sebaran Lamun Di Perairan Teluk Banten tahun 2010

Deteksi Perubahan Padang Lamun

Deteksi perubahan dianalisis dari klasifikasi bawah air khususnya lamun berdasarkan perbandingan *post-classification* yang menghasilkan data

matriks perubahan antara dua kategori. Sebagai informasi dihasilkan juga peta deteksi perubahan padang lamun di Perairan Teluk Banten.

Tabel 2. Matriks perubahan padang lamun dan klasifikasi lainnya dari tahun 2008 sampai 2010 di Perairan Teluk Banten (Satuan: Ha)

2008 \ 2010	Lamun	Karang hidup	Karang mati	Pasir	Total
Lamun	14,5	2,2	0,7	27,8	45,2
Karang hidup	9,6	14,2	0,3	19,8	44
Karang mati	3,3	0,4	1,2	7,4	12,3
Pasir	16,4	14,5	0,5	205,2	236,6
Total	43,8	31,4	2,7	260,2	338,1

Perubahan padang lamun dari tahun 2008 sampai 2010 dapat dideteksi mengalami perubahan klasifikasi dengan kelas lain dan seberapa luas perubahannya, yaitu ; lamun menjadi karang hidup 2,2 ha, lamun menjadi karang mati 0,7 ha dan lamun menjadi pasir 27,8 ha pada tahun 2008 yang menandakan adanya degradasi lamun. Namun terdapat perubahan juga dari kelas karang hidup menjadi lamun 9,6 ha, karang mati menjadi lamun 3,3 ha dan pasir menjadi lamun 16,4 ha yang menandakan adanya pertumbuhan lamun. Perubahan didominasi oleh kelas pasir sebanyak 11,4 ha yang mempengaruhi kelas lamun. Melihat perubahan tersebut masih perlu uji akurasi lebih lanjut untuk

perubahannya karena *error* uji akurasi tahun 2010 sebesar 42,31% dari nilai *Overall Accuracy* 57,69%. Sebagai contoh perubahan lamun menjadi karang hidup dan lamun menjadi karang mati atau pun sebaliknya dengan periode selama 2 tahun sangat tidak memungkinkan. Kesalahan uji akurasi ini dapat diakibatkan karena kesalahan kualitas citra dan ketelitian peneliti dalam menginterpretasikan klasifikasi. Dalam deteksi perubahan ini juga tidak semua mengalami perubahan klasifikasi, dapat dilihat pada tabel 2 kondisi lamun tahun 2008 seluas 59,5 ha dan tahun 2010 seluas 46,8 ha yang mengalami perubahan hanya 45,2 ha dan 43,8 ha.

Tabel 3. Luas area perubahan lamun dan klasifikasi lainnya tahun 2008 dan 2010

Klasifikasi	Area (Ha)		Persen Tutupan (%)		Area Perubahan		
	2008	2010	2008	2010	Ha	%	
Lamun	45,2	43,8	13,4	13	1,4	2,9	-
Karang hidup	44	31,4	13	9,2	12,5	27,1	-
Karang mati	12,3	2,7	3,6	0,8	9,6	20	-
Pasir	236,6	260,2	70	77	23,6	50	+
Total	338,1	338,1	100	100	47,1	100	

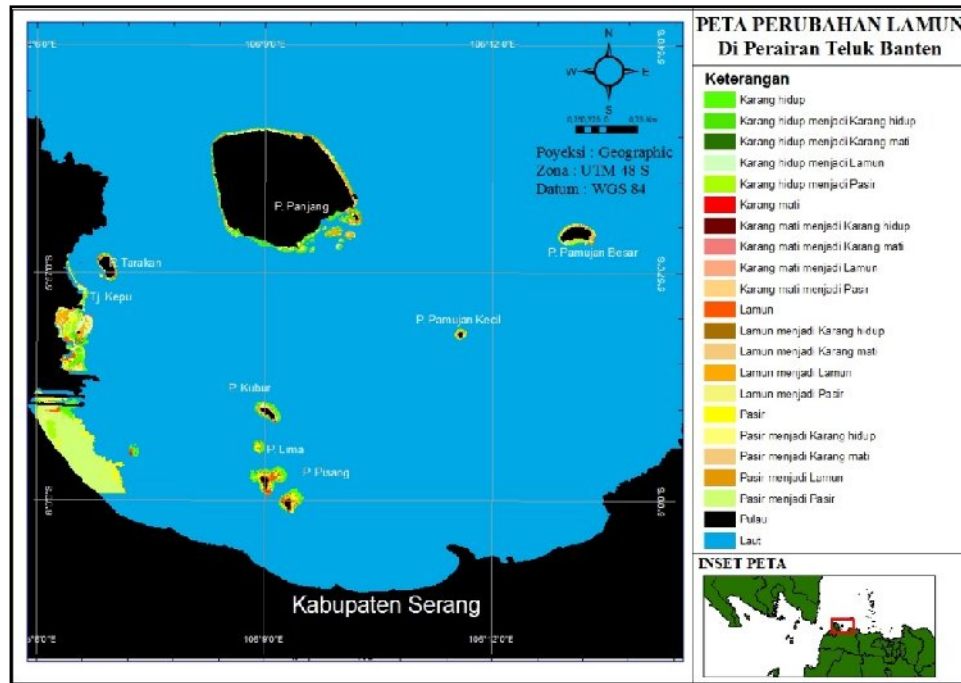
Keterangan: + = peningkatan, - = penurunan

Dari tabel diatas luas area padang lamun mengalami penurunan sekitar 2,9% atau 1,4 ha dimana tahun 2008 memiliki area seluas 45,2 ha menjadi 43,8 ha pada

tahun 2010. Perubahan lebih didominasi oleh kelas pasir dengan area perubahan mencapai 50% atau 23,6 ha dari luas keseluruhan perubahan 47,1 ha dimana

luas area pada tahun 2008 236,6 ha meningkat menjadi 260,2 ha pada tahun 2010. Dari keseluruhan perubahan dari kelas lamun, karang hidup dan karang

mati mengalami penurunan dan dapat diartikan berubah menjadi pasir karena terjadi peningkatan pada kelas pasir.



Gambar 4. Peta Perubahan Padang Lamun

Berdasarkan peta sebaran lamun (Gambar 2 dan 3) dan peta perubahan lamun di perairan Teluk Banten (Gambar 4), padang lamun tersebar di sebelah Barat Teluk Banten, Tanjung Kepu dan pulau-pulau karangnya. Lamun tidak dijumpai di sebelah Timur Teluk Banten sampai Tanjung Pontang diduga karena terjadi pelumpuran/pengendapan sedimen yang dibawa Sungai Ciujung. Kirkman (1979) melaporkan hilangnya lamun jenis *z. Capricorni* dari perairan Moreton Bay di Australia disebabkan tanah. Erosi di daratan yang dibawa aliran sungai kemudian diendapkan di perairan pesisir yang ditumbuhi lamun dapat menyebabkan kematiannya. Selain itu kekeruhan air sangat mempengaruhi kualitas biota laut terutama karena kekeruhan pada umumnya mengandung unsur-unsur cemaran selain muatan padatan suspensi total (*total suspended solid*).

Perubahan padang lamun yang diamati dari perairan Teluk Banten, terutama karena kegiatan manusia seperti penambangan batuan alam untuk pembangunan lapangan terbang

Cengkareng, perataan bukit dan pengerukan laut untuk perluasan industri dan pembangunan pelabuhan. Hilangnya padang lamun karena kegiatan reklamasi untuk perkembangan pembangunan terjadi pula di negara-negara seperti Australia (Kirkman 1979; Spemherd *et al.* 1989), Perancis (Peres dan Picard). Akibat adanya kegiatan manusia tersebut secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap sumberdaya perikanan yaitu penurunan jumlah jenis, marga dan individu jenis-jenis ikan yang berasosiasi dengan padang lamun yang berfungsi baik sebagai tempat mencari makan, memijah, berkembang biak dan sebagainya.

Analisis Simpanan Karbon Lamun Dan Prediksi

Peran Lamun yang penting adalah dalam menangkap karbon melalui sistem *solubility pump* dan *biological pump* mampu mengikat CO₂ di air menjadi DIC (*dissolves inorganic carbon*) untuk dapat dimanfaatkan sebagai komponen fotosintesis atau tersedimentasi di dasar sehingga istilah ini sering disebut *Blue Carbon Sink* (Kawaroe, 2009).

Berdasarkan data UNEP (2009) diperkirakan rata-rata potensi penyerapan karbon lamun mencapai $0,83 \text{ Ton C Ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ dan laju pengendapan karbon tersimpan lamun $27,4 \text{ Tg C Tahun}^{-1}$

dengan area rata-rata $0,33 \times 10^4 \text{ ha}$. Dalam penelitian ini dilakukan konversi data simpanan karbon dengan hasil luasan tiap tahun dan perubahannya. Hasil simpanan karbon disajikan dalam tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rata-rata potensi penyerapan karbon pada ekosistem lamun dan laju pengendapan karbon di Perairan Teluk Banten

Tahun	Luas Area (Ha)	Penyerapan Karbon ($\text{Ton C ha}^{-1} \text{y}^{-1}$)	Laju Pengendapan Karbon Tersimpan (Tg C y^{-1})
2008	66,10	0,0168	0,554
2010	50,24	0,0126	0,417

Keterangan : T = Tera (10^{12})

Proses penyerapan dan pengendapan karbon dalam tubuh tumbuhan hidup dinamakan sekuestrasi. Jumlah karbon yang disimpan dalam tubuh tumbuhan hidup (biomassa) pada satu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO_2 di atmosfer yang diserap oleh tumbuhan (Hairiah dan Rahayu, 2007). Dari tabel di atas dengan luas area 66, 1 ha pada tahun 2008 diperkirakan mampu menyerap karbon sebesar $0,0168$

$\text{Ton C ha}^{-1} \text{y}^{-1}$ dengan laju pengendapan $0,554 \text{ TgC y}^{-1}$ dan $0,0126 \text{ ha}$ mampu menyerap karbon sebesar $0,0126 \text{ Ton C ha}^{-1} \text{y}^{-1}$ dengan laju pengendapan $0,417 \text{ Tg C y}^{-1}$ pada tahun 2010.

Melihat adanya perubahan luas area padang lamun dari citra multitemporal ALOS tahun 2008 dan 2010 (Tabel 5) , tentunya dapat mempengaruhi besarnya simpanan karbon yang diserap oleh lamun.

Tabel 5. Rata-rata perubahan penyerapan karbon pada ekosistem lamun dan laju pengendapan karbon di Perairan Teluk Banten

Tahun	Luas Area (Ha)	Penyerapan Karbon ($\text{Ton C ha}^{-1} \text{y}^{-1}$)	Laju Pengendapan Karbon Tersimpan (Tg C y^{-1})
2008	45,2	0,0114	0,37
2010	43,8	0,0110	0,36
Perubahan	1,4	0,0004	0,01

Keterangan : T = Tera (10^{12})

Diperkirakan potensi penyerapan karbon akan berbanding lurus dengan luas area lamun, dimana semakin tinggi luas area lamun yang dimiliki suatu perairan potensi penyerapan akan tinggi juga. Sebaliknya semakin rendah luas areanya maka semakin rendah juga potensi penyerapannya. Seperti pada tabel 14 luas area pada tahun 2008 sebesar 45,2 ha lebih tinggi dibandingkan tahun 2010 sebesar 43,8 ha mengakibatkan penurunan potensi penyerapan sebesar $0,0004 \text{ TonC ha}^{-1} \text{y}^{-1}$ dari $0,0114 \text{ Ton C ha}^{-1} \text{y}^{-1}$ pada tahun 2008 menjadi $0,0110$ pada tahun 2010.

Kerapatan suatu area lahan lamun sangat berpengaruh terhadap simpanan karbonnya. Semakin besar kerapatan pada suatu daerah maka semakin besar pula biomassa tumbuhan yang terdapat di dalamnya. Besarnya biomassa lamun bukan hanya merupakan fungsi dari ukuran tumbuhan, tetapi juga merupakan fungsi dari kerapatan (Fortes 1989). Kandungan karbon tersimpan ini akan memasuki rantai makanan dengan dimakan oleh herbivora dan dalam bentuk detritus lamun. Kontribusi lamun dalam menyumbang karbon pada siklus karbon laut ialah menyediakan sekitar 12 %

cadangan karbon di ekosistem (Duarte dan Gattuso, 2008). Kemampuan penyerapan karbon lamun melalui proses fotosintesis berperan penting dalam mitigasi pemanasan global terutama disebabkan laut merupakan reservoir besar untuk karbon (Campbell *et al.* 2000).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Terjadi perubahan padang lamun yang mengalami penurunan luas area padang lamun sekitar 2,9% atau 1,4 ha dari tahun 2008 sebesar 45,2 ha menjadi 43,8 ha pada tahun 2010.
2. Simpanan karbon padang lamun sangat terkait dengan luas areanya, semakin tinggi luas area lamun yang dimiliki suatu perairan potensi penyerapan akan tinggi juga, dimana pada tahun 2008 dengan luas area 66,1 ha mampu menyerap karbon sebesar 0,0166 Ton C ha⁻¹ y⁻¹ dengan laju pengendapan 0,554 Ton C y⁻¹ menurun pada tahun 2010 dengan luas 0,0126 ha mampu menyerap karbon sebesar 0,0126 Ton C ha⁻¹ y⁻¹ dengan laju pengendapan 0,417 Ton C y⁻¹. Selain itu dalam luas area perubahannya juga mengalami penurunan potensi penyerapan sebesar 0,0004 tonC/ha/tahun dari 0,0114 tonC/ha/tahun pada tahun 2008 menjadi 0,0110 pada tahun 2010.
3. Perubahan padang lamun di Teluk Banten diakibatkan adanya kegiatan manusia seperti penambangan batuan alam, perataan bukit dan pengerukan laut untuk perluasan industri dan pembangunan pelabuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- A *Case Study in Bintang Beach International Resort, Riau Islands, Indonesia*. Thesis. IPB. Bogor.
- Bruzzone, L and Serpico, S. B. 1997. *An Alternative for the Detection of Land Cover Transition in Multitemporal Remote Sensing Image*. 35(4).
- Congalton, R. G and Kass, G. 2000. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data : Principles and Practices*. Lewis Publisher. United State of America.
- Coremap, 2001. *Riau Reef Resources Assessment Workshop. Phase I: FieldSurvey Design. In: GIS Reef Basemap Training Course; 13-18 December 1999*.
- Bruzzone, L and Serpico, S. B. 1997. *An Alternative for the Detection of Land Cover Transition in Multitemporal Remote Sensing Image*. 35(4).
- Congalton, R. G and Kass, G. 2000. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data : Principles and Practices*. Lewis Publisher. United State of America.
- Coremap, 2001. *Riau Reef Resources Assessment Workshop. Phase I: FieldSurvey Design. In: GIS Reef Basemap Training Course; 13-18 December 1999*.
- Hoczkovich, J.J. and M.J. Atkinson 2003. *Capabilities of remote sense sensors to classify coral, algae and sand as pure and mixed spectra. Remote Sensing of Enviroment* 85(2): 174-189.
- Kirkman, H. and D.D. Reid 1979. *Biomass and Growth of Zostera capricorni Aschers. in Port Hacking, N.S.W., Australia. Aquat. Bot.* 12 : 57-67.
- Kawaroe, M. 2005. *Kajian Marine Carbon Sink Sebagai Potensi Kelautan yang Belum Populer*. Makalah Pribadi Falsafah Sains (PPS-702). Sekolah Pasca sarjana IPB. [http://www.rudyc.t.com/PPS702-ipb/10245/mujizat_kawaroe .pdf](http://www.rudyc.t.com/PPS702-ipb/10245/mujizat_kawaroe.pdf). Diakses tanggal 10 Maret 2010.
- Kiswara, W. *Struktur Komunitas Padang Lamun Di Perairan Indonesia*. Makalah disampaikan pada seminar Ilmiah Nasional Biologi XI Ujung Pandang. 20-21 Juni 1993.

Lyzenga, D.R. 1981. "Remote Sensing of Bottom Reflectance and Water Attenuation Parameters in Shallow Water Using Aircraft and Landsat Data". International Journal of Remote Sensing, Vol. 2, No. 1, 71-82.

Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 200 : Kriteria baku kerusakan dan pedoman penentuan status padang lamun*. Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. Jakarta. Indonesia.

Nontji. A. 2009. *Rehabilitasi Ekosistem Lamun dalam Pengelolaan sumberdaya Pesisir. Lokakarya Nasional I Penelolan ekosistem Lamun*. Jakarta, 18 November 2009. Purwadhi, F.S.H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. PT Grasindo. Jakarta.

Sagawa, T, T. Komatsu, E. Boinsier, K.B Mustapha, A. Hattour, N. Kosaka, dan S. Miyazaki. 2007. *New application method for Lyzenga optical model*. Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 1-15-1 Minamidai, Nakano-ku, Tokyo. Jepang. Hal. : 13.

UNEP-IUCN-FAO, 2009. *Blue Carbon-The role of Healthy Oceans in Binding Carbon*. Report A new Rapid Response Assessment report released 14 October 2009 at the Diversitas Conference, Cape Town Conference Centre, South Africa.