

**METODE DETEKSI TERUMBU KARANG DENGAN MENGGUNAKAN
DATA SATELIT SPOT DAN PENGUKURAN SPEKTROFOTOMETER
STUDI KASUS: PERAIRAN PANTAI RINGGUNG,
KABUPATEN PESAWARAN
(DETECTION METHOD OF CORAL REEF USING SPOT SATELLITE
DATA AND MEASUREMENT SPEKTROFOTOMETER CASE STUDY:
COASTAL WATERS RINGGUNG, DISTRICT PESAWARAN)**

Muchlisin Arief

Peneliti Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lapan

e-mail:muchlisin.arief@yahoo.com

Diterima 12 Juli 2013; Disetujui 5 Oktober 2013

ABSTRACT

Coral reefs are one of the spectacular ecosystems. These ecosystem provides good sand services, including protection from tropical storms, reef fisheries, opportunities for tourism and development of new pharmaceuticals. Coral reefs are marine resource that are to environmental changes (changes in water quality). it is very important to identify its status and monitor the changes of coralreef areas very often. Therefore, , it is necessary to identify and monitor status changes as often as possible. This information is critical for conservation and sustainable development. This study focused on the identification of coral reefs by combining spectral information obtained from direct measurements in the field with the information band spectral remote sensing satellite SPOT. Based on the experiments, the correlation function which has the biggest correlation coefficient is a function obtained between the summation of the band (band1+band3) with the sum of spectral (spectral1 + spectral3). Based on the analisis, the metode/algorithm has been developed can identify/detect the shallow coral reefs/ coral reefs-1 (depth of less than 1 meter) and not superficial coral reef/coral reefs-2 (depth of greater than 1 meters). Processing results show that Coral reefs-2 are found along the beach of Ringgung, while based on the calculation, around of the Tegal island there are 49 ha coral reefs-1, and 116 ha of Coral reefs-2, and around sandbar /sand arising surface water (area is 320 m²), the area coral reefs-1 are 12.38 ha and 2.33 ha and coral reef-2 in the area of approximately 42 ha.

Keywords: *Coral reefs, Correlation, Ringgung, Spectrophotometer, SPOT*

ABSTRAK

Terumbu karang adalah salah satu ekosistem yang menakjubkan. Ekosistem ini menyediakan barang dan jasa, termasuk perlindungan dari badai tropis, perikanan karang, peluang untuk pariwisata dan pengembangan obat-obatan baru. Terumbu karang merupakan sumber daya kelautan yang sensitif terhadap perubahan lingkungan (perubahan kualitas air), oleh karena itu, perlu untuk mengidentifikasi status dan memantau perubahannya sesering mungkin. Informasi ini sangat penting untuk tujuan konservasi dan pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini difokuskan pada identifikasi terumbu karang dengan mengkorelasikan informasi spektral yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan menggunakan spektrofotometer dengan informasi band spektral satelit penginderaan jauh SPOT. Berdasarkan berbagai percobaan, fungsi korelasi yang mempunyai nilai koefisien korelasi terbesar adalah fungsi yang diperoleh antara penjumlahan band (band1 dan band3), kemudian fungsi yang diperoleh digunakan untuk memproses band1. Berdasarkan hasil analisis, metode/algorithm yang telah dibangun dapat mendeteksi terumbu karang dangkal/

terumbu karang-1 (kedalaman kurang dari 1 meter) dan terumbu karang dalam/terumbu karang-2. Hasil pemrosesan menunjukkan bahwa terumbu karang-2 terdapat disepanjang Pantai Ringgung, sedangkan didasarkan pada perhitungan disekitar Pulau Pegal terdapat 49 ha terumbu karang-1, dan 116 ha terumbu karang-2, serta terumbu karang disekitar gosong (pasir yang timbul dipermukaan air dengan luas 320 m²), terdapat terumbu karang-1 seluas 12,38 ha dan 2,33 ha dan terumbu karang-2 seluas kurang lebih 42 ha.

Kata kunci: *Terumbu karang, Korelasi, Ringgung, Spektrofotometer, SPOT*

1 PENDAHULUAN

Perairan Ringgung terletak di Desa Sidodadi, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Perairan tersebut menyimpan potensi ekowisata berupa hutan mangrove, pulau-pulau eksotis, keindahan terumbu karang di bawah laut yang mempesona. Keindahan tersebut dapat dinikmati dengan berjalan kaki melalui jalur yang menantang didalam hutan sampai pinggir pantai, kemudian dijumpai dengan alam bawah laut (terumbu karang) masih alami, didampingi dengan aneka biota laut yang bisa dinikmati dengan menyelam/*diving* dan *snorkling*. Sementara pulau di seberang pantai Ringgung, seperti pulau Tegal memiliki keunikan alami, yaitu bentuknya mirip orang tidur.

Terumbu karang beserta ekosistemnya terdapat pada lingkungan perairan dangkal di daerah subtropis ataupun tropis yang terletak antara lintang 30 °LU dan 25 °LS. Terumbu karang sebagai tempat hidup dari berbagai biota laut tropis lainnya memiliki keanekaragaman jenis biota yang sangat tinggi dan sangat produktif. Pada umumnya keberadaan dan kondisi terumbu karang sangat mempengaruhi kekayaan dan keanekaragaman ikan karang. Dengan demikian, jika kondisi terumbu karang baik maka keanekaragaman ikannya tinggi, begitu juga sebaliknya, jika kondisi terumbu karang buruk maka keanekaragaman ikannya rendah (Nybakken, 1992).

Beberapa penelitian terakhir ini menyatakan bahwa hampir 58% dari ekosistem terumbu karang di seluruh dunia terancam oleh akibat kegiatan manusia (Bryant et al., 1998). Keadaan tersebut diperparah dengan adanya

pengaruh siklus-*ElNiño/Southern Oscillation* (ENSO) serta dampak dari perubahan iklim global yang tidak bisa lagi diabaikan (Wellington et al., 2001). Begitu pula dengan kondisi ekosistem terumbu karang Indonesia hingga kini sudah sangat memprihatinkan. Saat ini hanya 24,23% terumbu karang di Indonesia yang berada dalam kondisi baik, 29,22% dalam kondisi sedang, dan 40,14% dalam kondisi buruk (Suharsono, 1998), oleh sebab itu, penelitian tentang identifikasi atau pemetaan terumbu karang terus digalakkan baik oleh instansi nasional maupun internasional. Informasi ini sangat signifikan dalam rangka untuk melakukan intervensi pada konservasi dan pemanfaatan pembangunan berkelanjutan (Andréfouët and Wantiez, 2010). Andréfouët S. and L. Wantiez, 2010.

Metode identifikasi dan pemetaan terumbu karang telah banyak dilakukan, dari penelitian yang menggunakan data satelit multi spektral resolusi berorde puluhan meter (Lyzenga, 1981, Dobson and Dutsan, 2000, Hochberg and Atkinsson, 2003, Maritorea, S. 1996) hingga data satelit resolusi sangat tinggi (*very high resolution*) berorde puluhan centimeter seperti QuickBIRD maupun IKONOS (Ahmad, and Neil, 1994, Nurlidiasari, 2004, Purkis, S. J. and Riegl B, 2005). Metode yang telah dibangun oleh Lyzenga bertujuan untuk meningkatkan jenis informasi bawah permukaan air yang dikenal dengan metode "*Depth Invariant Index/DII*". Metode tersebut beranggapan bahwa dasar perairan memantulkan cahaya datang secara linier, dan merambat dalam media air secara eksponensial (Lyzenga, 1981, Mumby, et

al., 1998). Sehingga keluaran dari metode Lyzenga adalah nilai indeks yang merupakan perbaikan informasi dasar perairan. Jadi nilai yang diperoleh dari metode tersebut adalah nilai reflektansi obyek di bawah permukaan air, yang mana nilai tersebut tidak sama dengan nilai reflektansi yang diperoleh dari hasil pengukuran. Metode *Depth Invariant Index/DII* yang diikuti dengan proses klasifikasi ISOCCLASS telah dicoba dengan menggunakan data SPOT dalam kasus Pulau Pari dan hasilnya beberapa obyek yang berbeda (misalnya karang dan pasir) dikelompokkan dalam kelas yang sama (Arief, 2011a). Metode Lyzenga tersebut juga telah dicoba dengan menggunakan data AVNIR-2. Akan tetapi nilai koefisien K_i/K_j tidak digunakan untuk seluruh citra melainkan dilakukan per region (menganggap nilai K_i/K_j tidak konstan untuk seluruh citra) dan membagi nilai K_i/K_j menjadi tiga region yaitu perairan dangkal, sedang dan agak dalam, ternyata nilai K_i/K_j keseluruhan lebih kecil dari ketiga region hasilnya hanya dapat mengklaskan terumbu karang dangkal saja (Arief, 2011b). Ketiga penelitian di atas tersebut hanya didasarkan pada informasi citra yang berarti tidak menggunakan data/pengukuran dilapangan. Oleh karena itu, pada penelitian ini, dilakukan penggabungan informasi reflektansi yang diperoleh dari citra SPOT yang diintegrasikan dengan titik-titik informasi reflektansi yang dilakukan melalui pengukuran dilapangan (berupa titik pengamatan) menggunakan alat spektrofotometer (*Ocean Optics*). Kemudian dicari fungsi korelasi yang mempunyai koefisien indeks korelasi relatif lebih besar dari lainnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a) Untuk mencoba mengekstrak informasi terumbu karang dari data satelit SPOT 4 dengan penambahan informasi reflektansi yang diukur secara langsung dengan menggunakan alat *Ocean Optics*.
- b) Membangun metodologi yang sesuai (*suitable methodology*) untuk mengekstrak

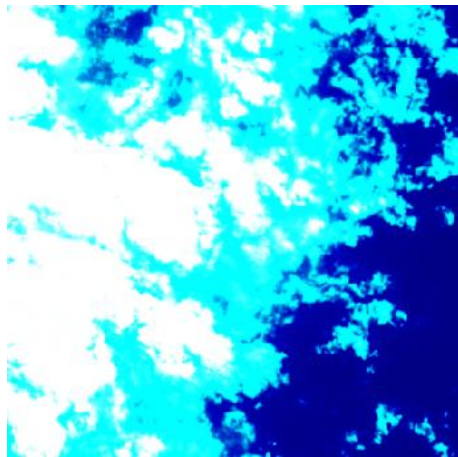
terumbu karang serta menghitung sebaran terumbu ke perairan Pantai Ringgung.

Pada paper ini, dijelaskan metode mengekstrak/deteksi terumbu karang yang didasarkan pada fungsi korelasi yang diperoleh dengan cara mengkorelasikan antara gabungan data spektrofotometer (spektral1 dan spektral3) yang diperoleh dari pengukuran langsung menggunakan alat Ocean Optiks pada tanggal 7 Agustus 2012 dengan gabungan band (band1 dan band3) dari satelit SPOT. Data SPOT yang digunakan direkam pada tanggal 7 Agustus 2012 dan tanggal 16 Juni 2012. Akan tetapi yang dianalisa dalam penelitian ini hanya data yang direkam pada tanggal 16 -06-2012. Saja, karena tanggal 7 Agustus 2012 hampir seluruhnya tertutup awan

2 MATERIAL

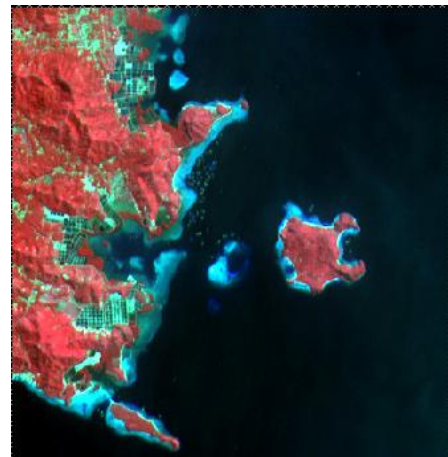
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah: 1 buah data SPOT yang direkam pada tanggal 16 Juni 2012 (Gambar 2-1) dan data pengukuran spektrofotometer yang dilakukan pada tanggal 7 sampai dengan 11 Agustus 2012. Pengukuran dilakukan menggunakan alat Ocean Optics dengan cara mencelupkan alat tersebut ke dalam air (dibawah permukaan air) dan dengan jarak kurang lebih 10 centimeter di atas permukaan terumbu karang dan dilakukan sebanyak 10 (sepuluh) kali untuk setiap pengukuran serta data skunder lainnya (berupa peta sebaran terumbu karang dan peta administrasi) yang diperoleh dari Dinas Kelautan Kabupaten Pesawaran.

Data satelit penginderaan jauh yang diperoleh untuk penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2-1. Sedangkan Peralatan yang digunakan memproses data adalah: komputer beserta *software* ER-MAPPER 7.0 untuk memproses data citra, Arc View 3.3 untuk menggabungkan data, ENVI 4.5 untuk melihat nilai spektral dari garis pengamatan (*transect line*) dan visualisasi hasil akhir serta *software* penunjang lainnya.



(a)

RGB satelit SPOT tanggal 7 -08-2012



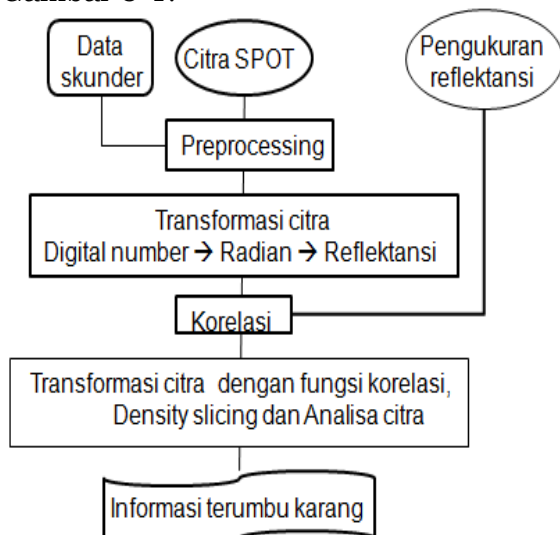
(b)

RGB satelit SPOT tanggal 16 -06-2012

Gambar 2-1: Citra satelit SPOT pesisir Ringgung Kabupaten Pesawaran

3 METODE PEMEROSAN

Langkah-langkah yang dilakukan untuk pengolahan data hingga menghasilkan informasi terumbu karang di pesisir Ringgung dapat dilihat pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1: Skema umum identifikasi Terumbu Karang di Pesisir Ringgung

Pada Gambar 3-1 memperlihatkan bahwa, secara garis besar pengolahan citra untuk menghasilkan informasi terumbu karang di pesisir Ringgung dibagi dalam 2 bagian yaitu:

- Pertama adalah pengolahan awal (*preprocessing*) citra yaitu melakukan koreksi geometrik citra, agar supaya citra dapat diintegrasikan dengan data sekunder (peta administrasi dan titik-titik pengamatan. Kemudian dilakukan transformasi citra yang dilakukan dalam dua tahapan yaitu: Transformasi citra

dari citra *Digital Number* ke citra radian dengan menggunakan formulasi: $L_{\lambda} = DN / (G_{\lambda} * A_{\lambda}) + B_{\lambda}$ Dimana A, G, B berturut-turut adalah Koefisien kalibrasi, *gain* dan konstanta bias yang nilainya diperoleh dari meta data. Sedangkan transformasi dari citra radian ke reflektansi menggunakan formula: $R_p = ((\pi * L_{\lambda} * d^2) / (E_{\lambda} * \cos(\theta_s)))$ dimana L adalah Radiansi citra dan, E, θ dan d^2 berturut-turut adalah *irradiance* matahari untuk setiap band, sudut zenith dan jarak antara matahari dengan bumi yang keduanya diperoleh dari meta data.

- Kedua adalah integrasi data reflektansi hasil pengukuran lapangan dengan nilai reflektansi citra menggunakan Software ER MAPPER atau Arc View serta analisa untuk melihat kecocokan setiap titik pengamatan pada citra. Kemudian untuk setiap titik pengamatan, diamati/dicatat nilai reflektansi setiap band dari citra SPOT (band1, band2 dan band3). Setelah itu, dilakukan beberapa kemungkinan untuk mengkorelasikan setiap nilai reflektansi dilakukan korelasi dengan nilai reflektansi hasil pengamatan band. Proses ini dilakukan untuk mencari nilai koefisien korelasi yang paling besar. Kemudian menentukan fungsi korelasi yang mempunyai koefisien korelasi relatif paling besar. Setelah itu, dilakukan transformasi citra dengan

menggunakan fungsi korelasi yang telah ditentukan. Citra hasil dari tranformasi tersebut kemudian dilakukan *density slicing* untuk menghasilkan informasi terumbu karang dan akhirnya dilakukan analisa citra serta membandingkannya dengan hasil survey lapangan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

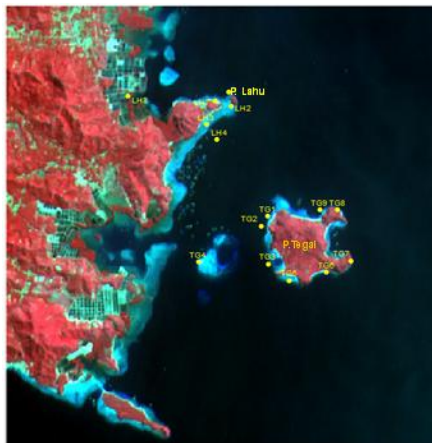
Sebagaimana disebutkan di atas, bahwa data yang digunakan pada penelitian ni hanya tanggal 16 Juni 2012. Citra SPOT yang diintegrasikan dengan posisi titik-titik (*lonitude, lattitude*) pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4-1.

Pada pengamatan tersebut dilakukan pengukuran nilai spektral tiap jenis terumbu karang, dan hasil pengukuran spektral menggunakan alat *Ocean Optics* dapat dilihat pada Gambar 4-1b.

Pada Gambar 4-1b memperlihatkan bahwa skala nilai reflektansi hasil pengukuran dalam persen (skala dari nol sampai 100) dan nilai reflektan spektral yang paling tinggi terjadi pada spektrum panjang gelombang 0.7 µm untuk karang sirip, sedangkan untuk spektrum panjang gelombang 0.5 sampai dengan 0.6 µm paling tinggi untuk jenis karang bulan, jahe dan kasur (karang yang terdiri dari 3 jenis atau lebih). Pada gambar tersebut terlihat bahwa pada spektrum panjang gelombang 0.5 - 0,6 µm,

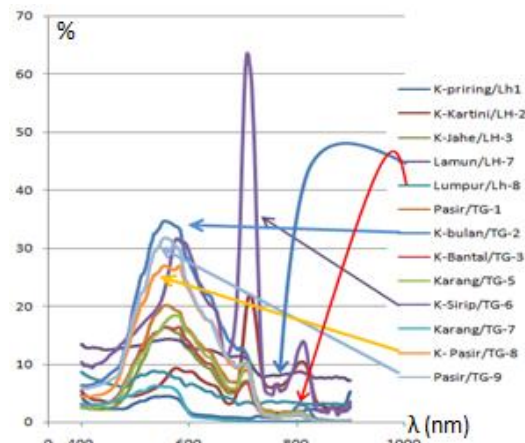
nilai reflektansi lumpur lebih kecil dari pada nilai reflektansi lamun lebih kecil dari nilai reflektansi pasir dan lebih kecil dari nilai reflektansi karang ($R_{lumpur} < R_{lamun} < R_{pasir} < R_{karang}$) yang mana kisaran panjang gelombang tersebut sesuai dengan kisaran panjang gelombang band hijau pada citra SPOT 0.530 - 0.590 µm. Begitu pula, pada panjang gelombang serkitar 0,7 µm nilai reflektansi yang paling tinggi adalah karang sirip, diikuti dengan karang kartini, karang bulan dan yang kecil adalah karang pasir dan lumpur. Hal ini, berarti bahwa panjang gelombang dengan kisaran (0.65 - 0,7 µm) lebih peka terhadap obyek dengan yang lebih kasar, yang mana kisaran panjang gelombang tersebut sesuai dengan kisaran panjang gelombang band merah pada citra SPOT (0.625 - 0.690 µm).

Agar supaya nilai tersebut dapat dikorelasikan dengan nilai reflektansi SPOT, maka nilai tersebut harus dibagi 100 (skala nilai reflektansi pengamatan dari nol hingga 100), sehingga skala (kisaran) nilai reflektansi hasil pengamatan sesuai dengan nilai reflektansi dari tiap band SPOT (skala 0 sampai dengan 1), karena pengukuran dilapangan dilakukan 10 kali untuk setiap pengamatan, maka nilai reflektansi hasil pengamatan dilakukan rata-rata hasil dari nilai perata-rataan spektral tersebut disandingkan dengan nilai pixel (*picture element*) dapat dilihat pada Tabel 4-1.



(a)

Integrasi RGB SPOT dengan titik pengamatan atau pengukuran



(b)

Hasil pengukuran spectral menggunakan *Ocean Optics*

Gambar 4-1: integrasi RGB SPOT dengan titik pengamatan dan hasil pengukuran spektral

Tabel 4-1: NILAI SPEKTRAL CITRA DAN PENGUKURAN RATA-RATA SPEKTRAL

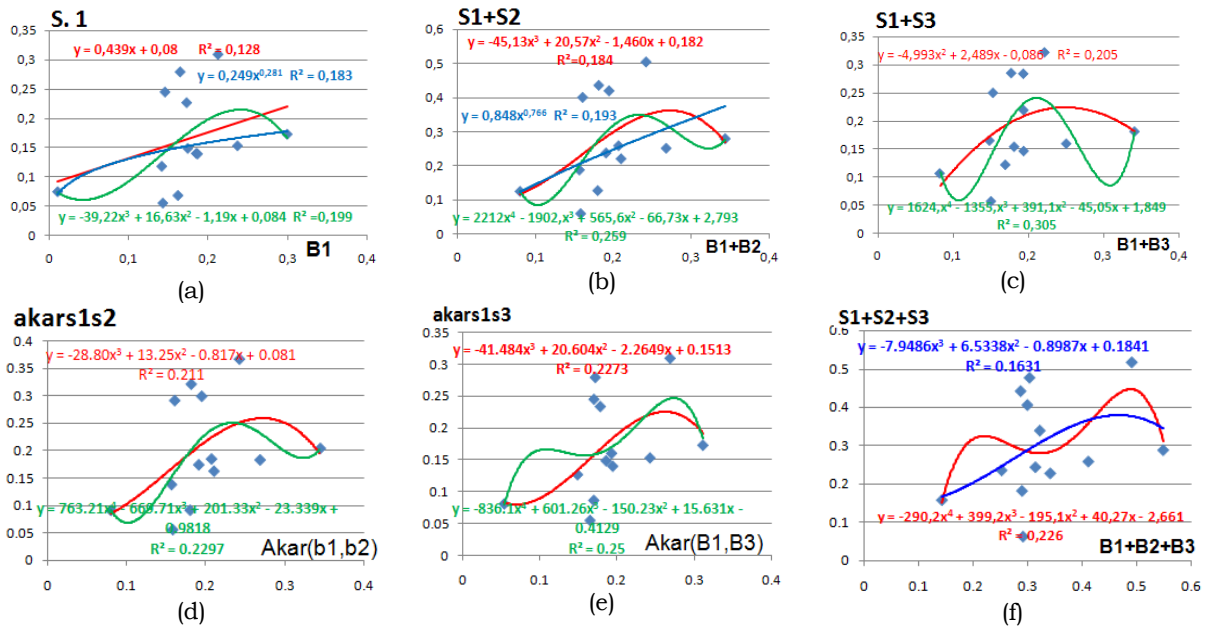
Notasi	Pengamatan Citra			Pengukuran Ocean Optics			DO	Depth	Jenis Terumbu Karang
	B1	B2	B3	Spek. 1	Spek. 2	Spek. 3			
LH1	0.1416633	0.0657996	0.044868	0.118193	0.0711	0.046672	6.03	1.1	karang piringan
LH2	0.1620955	0.0775173	0.050146	0.068522	0.060307	0.053485	5.17	0.5	karang tampah, berpasir
LH3	0.185252	0.0982486	0.058064	0.140181	0.081831	0.006196	6	0.4	karang (jahe, kasur, bulan)
LH4	0.1430255	0.0676023	0.047507				6	22.4	
LH7	0.1866142	0.0883334	0.052786	0.139331	0.120986	0.079423	5.27	0.5	karang + lamun
LH8	0.0104603	0.07932	0.081818	0.07496	0.051529	0.03179	5.02	0.5	limbah lumpur
TG1	0.2996724	0.1677654	0.163635	0.172822	0.107861	0.008064	5.86	0.4	Lamun dan karang
TG2	0.2124949	0.1153746	0.063343	0.308608	0.196859	0.012526	6.14	0.8	karang bulan batu dan lamun
TG3	0.1743548	0.0766159	0.050146	0.148681	0.090248	0.005261	6.14	0.6	karang (bantal/otak)
TG4	0.3010346	0.155936	0.042229	1.634405	3.590623	0.442005	gosong	0.5	pasir, karang,
TG5	0.2370136	0.1243883	0.081818	0.153161	0.099585	0.006219	5.88	0.6	karang jahe
TG6	0.1729927	0.0883337	0.087096	0.226527	0.194477	0.056741	5.99	0.8	Karang (sirip, susu, jelatong)
TG7	0.1430254	0.0667	0.04751	0.055618	0.005691	0.00183		5	
TG8	0.1457498	0.0667009	0.047507	0.244671	0.157085	0.004789		0.5	mangrove
TG9	0.1648198	0.0748132	0.065982	0.278881	0.158253	0.00561	5.82	0.5	lamun & batu

Catatan: *Depth* : kedalaman

Pada Tabel 4-1 menunjukkan bahwa pada pengamatan dititik LH4 tidak dilakukan pengukuran spektral karena kedalamannya 22.4 meter, karena dasar laut tidak dapat dijangkau dengan peralatan yang tersedia juga dasar laut tidak kelihatan sehingga jenis karang tidak dapat ditentukan. Sedangkan pengamatan pada titik TG4 yaitu wilayah gosong (gosong adalah wilayah timbul ditengah lautan yang terdiri dari pasir pecahan karang dan binatang laut), nilai pengukuran spektral lebih besar dari satu, yang seharusnya nilai spektral lebih kecil dari satu. Oleh karena, pengukuran pada titik tersebut merupakan suatu kesalahan atau biasa disebut sebagai *outlier observation*. Sehingga selanjutnya titik pengamatan tersebut tidak diikutsertakan dalam pembahasan. Pada pengamatan ini juga diukur nilai DO, karena nilai DO berhubungan erat dengan kualitas air atau kandungan oxygen yang terlarut didalam air. Pada Tabel tersebut menunjukkan bahwa nilai DO kecil kalau air laut bercampur dengan lumpur (titik LH8) sedangkan bila kualitas airnya jernih sinar matahari dapat menembus dasar perairan maka DO

akan tinggi (titik pengamatan LH1). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa, perubahan nilai DO tidak begitu signifikan terhadap kejernihan air, atau dapat dikatakan bahwa perubahan nilai DO tidak berkaitan dengan dengan kekasaran obyek di bawah permukaan air, dan yang terkait dengan informasi keberadaan obyek dibawah permukaan air adalah nilai spektral. Disamping itu, ada beberapa pengamatan karang yang berada pada kedalaman 1-2 meter dan 2-3 meter. akan tetapi keberadaan karang tersebut hanya dilihat, diukur kedalamannya dan dicatat posisi/koordinat (*longitude* dan *latitude*) nya saja. Akan tetapi tidak diamati nilai reflektansinya, karena baik komputer maupun peralatan yang digunakan bermasalah, juga kabel yang digunakan tidak mencapai 2 meter.

Untuk mencari nilai koefisien korelasi yang prelatif paling besar, dicoba mengkorelasikan beberapa nilai reflektansi spektral hasil pengukuran dengan nilai reflektansi tiap band SPOT. Berdasarkan beberapa percobaan, hasil korelasi kedua nilai tersebut untuk berbagai pasangan band dapat dilihat pada Gambar 4-2.



Gambar 4-2: fungsi korelasi antara band SPOT dengan spektral pengamatan

Pada Gambar 4-2, menunjukkan berbagai fungsi korelasi, dari fungsi korelasi antara *single* band hingga fungsi korelasi antar band campuran (penjumlahan band). Fungsi korelasi antar band tersebut beserta nilai koefisien korelasinya adalah sebagai berikut:

- a. Antara band1 dengan spektral 1 :
 $y = -39,22x^3 + 16,63x^2 - 1,19x + 0,084$ dengan $R^2 = 0,199$ (4-1)
- b. Antara jumlah (band1 + band2) dengan jumlah (spektral 1+ spektral 2):
 $y = 2212x^4 - 1902x^3 + 565,6x^2 - 66,73x + 2,793$ dengan $R^2 = 0,259$ (4-2)
- c. Antara jumlah (band1 + band3) dengan jumlah (spektral 1+ spektral 3):
 $y = 1624x^4 - 1355x^3 + 391,1x^2 - 45,05x + 1,849$ dengan $R^2 = 0,305$ (4-3)
- d. Antara akar dari jumlah kuadrat (band1 + band2) dengan akar dari jumlah kuadrat (spektral 1+ spektral 2):
 $y = 763,21x^4 - 669,71x^3 + 201,33x^2 - 23,339x + 0,9818$ dengan $R^2 = 0,2297$ (4-4)
- e. Antara akar dari jumlah kuadrat (band1 + band3) dengan akar dari jumlah kuadrat (spektral 1+ spektral 3):

$$y = -836,1x^4 + 601,26x^3 - 150,23x^2 + 15,631x - 0,4129$$

dengan $R^2 = 0,25$ (4-5)

f. Antara jumlah (band1 + band2 + band3) dengan jumlah (spektral 1+ spektral 2+spektral 3):

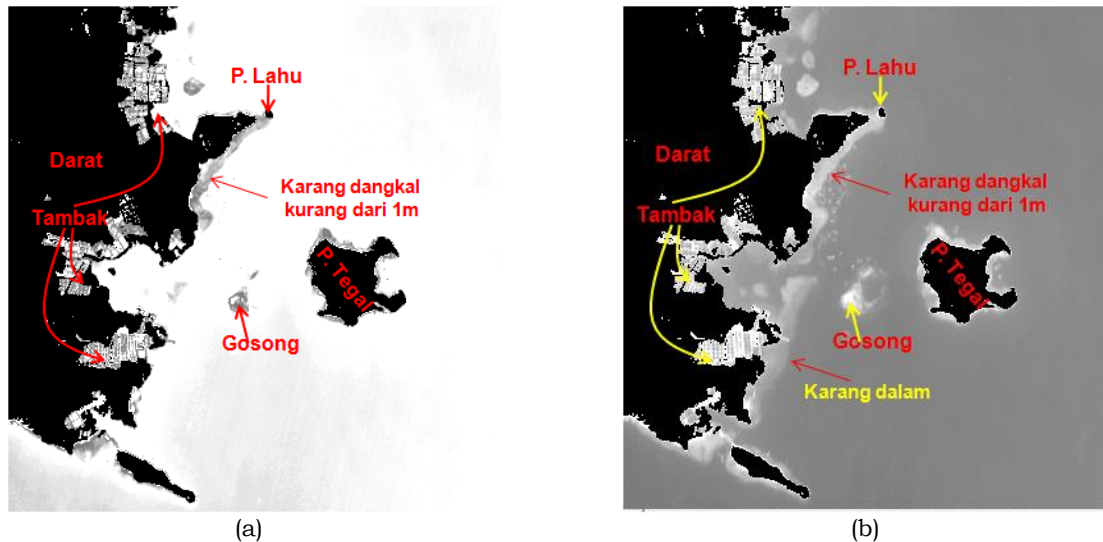
$$y = -290,2x^4 + 399,2x^3 - 195,1x^2 + 40,27x - 2,661$$

dengan $R^2 = 0,226$ (4-6)

Berdasarkan persamaan beberapa fungsi korelasi di atas, maka fungsi yang digunakan untuk proses selanjutnya adalah fungsi korelasi yang mempunyai koefisien korelasi yang paling besar, yaitu persamaan 4-3 dengan koefisien korelasi sebesar 0.305. Agar daratan dan lautan/perairan dapat terpisahkan, maka persamaan tersebut harus didahului dengan proses thresholding, sehingga persamaan 4-3 berubah menjadi persamaan sebagai berikut:

$$Y(i,j) = \begin{cases} 0 & \text{jika } B3 > B1 \\ 1624x^4 - 1355x^3 + 391,1x^2 - 45,05x + 1,849 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4-7)$$

Aplikasi Persamaan 4-7 pada citra satelit SPOT baik pada penjumlahan band1 dan band3 maupun pada band-1 dapat dilihat pada Gambar 4-3.



(a) Hasil proses pada citra band1+band3 didahului dengan threshold

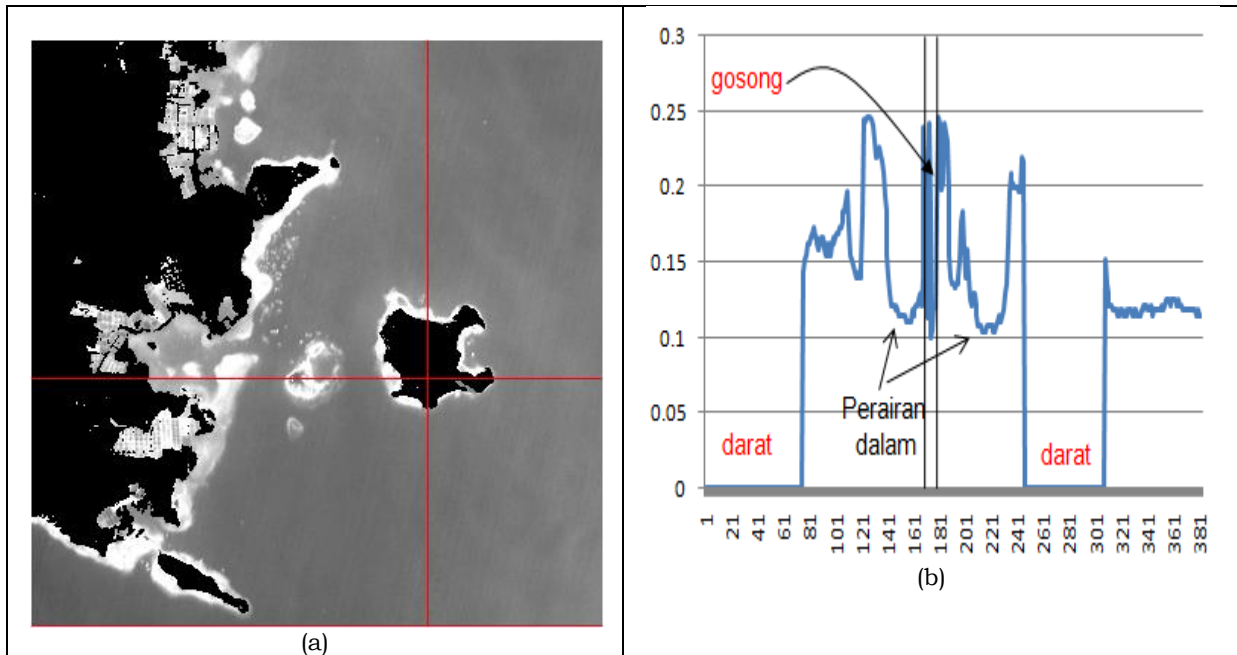
(b) Hasil proses pada citra band1 didahului dengan threshold

Gambar 4-3: Citra hasil proses menggunakan persamaan 4-7

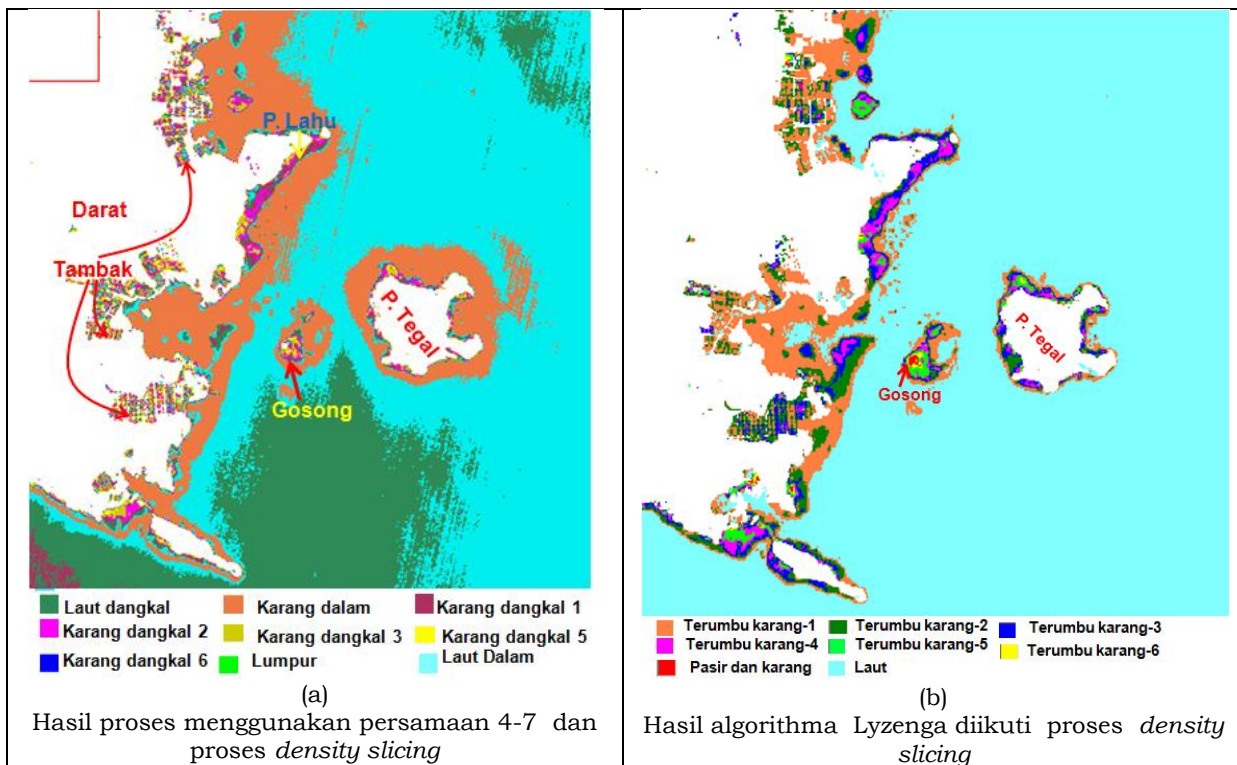
Baik Gambar 4-3a dan 4-3b keduanya memperlihatkan bahwa daratan (berwarna hitam) dengan lautan dapat dipisahkan secara jelas/tegas. Akan tetapi pada Gambar 4-3a memperlihatkan bahwa disatu pihak terumbu karang dangkal/terumbu karang-1 (terumbu karang pada kedalaman kurang dari satu meter) mempunyai kenampakan yang jelas, begitu juga dengan gosong dapat dibedakan dengan terumbu karang. Disamping itu juga lautan hampir mempunyai warna yang sama (putih) yang berarti nilai digital seluruh lautan hampir sama (tidak terdegradasi). Hal ini mengindikasikan bahwa (band1+band3) hanya dapat digunakan untuk mendeteksi terumbu karang yang dangkal saja dan tidak dapat digunakan untuk mendeteksi terumbu karang dalam. Akan tetapi pada Gambar 4-3b memperlihatkan bahwa terumbu karang dangkal /terumbu karang-1 mempunyai kenampakan yang jelas untuk terumbu karang dangkal dan gosong (nilai digitalnya tidak sama). Juga lautan/perairan mempunyai warna yang tidak sama (terdegradasi). Hal ini mengindikasikan bahwa terdeteksinya terumbu karang dalam/terumbu karang-2 (terumbu karang dalam). Oleh karena itu, pada analisa/metode deteksi terumbu karang di Perairan Pinggung menggunakan band-1.

Agar dapat mengklaskan obyek dengan proses *density slicing*, maka untuk setiap obyek terlebih dahulu dilakukan pengamatan nilai digitalnya. Jika diamati secara detail Gambar 4-3b. nilai digital sepanjang garis transek seperti terlihat pada Gambar 4-4a dan hasil dari pengamatan nilai digital sepanjang garis transek dapat dilihat pada Gambar 4-4b. Pada Gambar 4-4b memperlihatkan bahwa nilai digital untuk terumbu karang dangkal/terumbu karang-1 lebih besar dari pada terumbu karang dalam (terumbu karang-2) dan laut dalam. Sedangkan untuk obyek yang berada di atas permukaan laut seperti gosong nilainya nol (karena masking). Akan tetapi, ada obyek disamping gosong (Gambar 4-4b) nilai digitalnya kecil (lebih kecil dari terumbu karang dangkal). Hal ini kemungkinan besar obyek tersebut adalah lamun atau lumpur.

kemudian untuk mengklaskan terumbu karang, maka Gambar 4-4a dilakukan proses *density slicing*. Hasil dari proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 4-5a. Sebagai perbandingan, citra SPOT yang diproses dengan algoritma Lyzenga diikuti dengan proses *density slicing*. Hasil proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 4-5b.



Gambar 4-4: Transek pada citra dan hasil pengamatan *gray level per region*



Gambar 4-5: Informasi spasial terumbu karang hasil proses menggunakan persamaan 4-7 dan proses *density slicing* (a) Hasil algoritma Lyzenga diikuti proses *density slicing* (b) Hasil proses algoritma yang diusulkan dan algoritma Lyzenga

Pada Gambar 4-5a menunjukkan bahwa, obyek terumbu karang dengan bukan terumbu karang dapat dilihat dalam dua aspek: pertama adalah teksturnya dan kedua adalah nilai digitalnya. Terumbu karang dangkal, terumbu karang dalam dan gosong dapat dipisahkan menurut spektralnya,

akan tetapi apabila ada kedua obyek tersebut dapat dibedakan secara visual menurut teksturnya (misalnya: obyek tambak walaupun mempunyai nilai digitalnya sama akan tetapi mempunyai tekstur yang berbeda /berbentuk petak-petak). Hasil algoritma ini dapat memetakan terumbu karang bukan saja

yang berada pada kedalaman kurang dari satu meter (terumbu karang-1) akan tetapi juga dapat memetakan terumbu karang yang berada pada kedalaman lebih dari satu (terumbu karang-2). Terumbu karang yang berada pada kedalaman lebih dari satu meter terdapat disepanjang pesisir Ringgung, disekitar pulau tegal dan gosong. Hal ini sesuai dengan program Pemerintah daerah kabupaten Pesawaran yang akan menjadikan Pesisir Ringgung menjadi daerah wisata laut di Provinsi Lampung.

Hasil tersebut dapat dibandingkan dengan hasil pengolahan citra yang didahului koreksi kolom air dari algoritma Lyzenga kemudian dilakukan proses *density slicing* dapat dilihat pada Gambar 4-5b, yang mana pada gambar tersebut memperlihatkan bahwa klasifikasi terumbu karang yang didahului dengan koreksi kolom air dari Lyzenga hanya dapat memetakan terumbu karang dengan kedalaman kurang dari 1 meter serta di sekitar pesisir, sebagai mana terlihat pada Gambar 4-5b. Dengan demikian, untuk kasus perairan pantai Ringgung algoritma yang telah dibangun menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode Lyzenga. Mungkin kesimpulan ini terlalu dini, karena analisa ini masih mempunyai kelemahan karena data yang digunakan tidak sama dengan tanggal pengukuran lapangan.

Berdasarkan perhitungan disekitar Pulau Tegal terdapat ekosistem terumbu karang dangkal seluas kurang lebih 49 ha terumbu karang dengan kedalaman 0 hingga 1 meter, terumbu karang dalam seluas 116 ha dengan kedalaman antara 1 meter hingga 3 meter. Luas gosong (pasir yang timbul dipermukaan air) adalah 320 meter persegi, terumbu karang dengan kedalaman kurang dari satu meter seluas 12,38 ha dan 2,33 ha, sedangkan terumbu karang dalam (kedalaman 1 hingga 3 meter) seluas kurang lebih 42 ha. hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa terumbu karang di Perairan Ringgung masih

terpelihara secara baik. Hal ini sesuai dengan program Pemerintah daerah kabupaten Pesawaran yang akan menjadikan Pesisir Ringgung menjadi daerah wisata laut Lampung.

Walaupun demikian, metode ini masih menyisakan kekurangan, artinya algoritma ini tidak dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis terumbu karang. Hal ini terjadi karena resolusi spasial dari citra jauh lebih besar dari resolusi spasial obyek.

5 KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan informasi spektral pada citra SPOT dapat memperkaya informasi untuk obyek karang yang berada di bawah permukaan laut, dan penggabungan dua buah band spektral yang tidak terkorelasi dari hasil pengukuran dengan band dari data SPOT, dapat menambah akurasi identifikasi terumbu karang, sehingga dapat mengidentifikasi atau memetakan terumbu karang hingga lebih dari satu meter.

Hasil pemerosesan citra menunjukkan, bahwa terumbu karang yang berada pada kedalaman lebih dari satu meter terdapat hampir diseluruh perairan ringgung, disekitar Pulau Tegal dan gosong.

Berdasarkan perhitungan disekitar Pulau Tegal terdapat ekosistem terumbu karang dangkal/terumbu karang-1 (terumbu karang dengan kedalaman 0 hingga 1 meter) seluas kurang lebih 49 ha, terumbu karang dalam/terumbu karang-2 (kedalaman antara 1 meter hingga 3 meter) seluas 116 ha. Luas gosong (pasir yang timbul dipermukaan air) adalah 320 meter persegi, terumbu karang dengan kedalaman 0 hingga 1 meter seluas 12,38 ha dan 2,33 ha, sedangkan terumbu karang dalam (kedalaman 1 hingga 3 meter) seluas kurang lebih 42 ha. Dengan demikian, program pemerintah daerah yang mencanangkan Perairan Ringgung sebagai daerah wisata.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad, W., and Neil, D. T., 1994. *An evaluation of Landsat Thematic Mapper (TM) digital data for discriminating coral reef zonation: Heron Reef (GBR)*, International Journal of Remote Sensing, 15, 2583–2597.
- Andréfouët, S. and L. Wantiez, 2010, *Characterizing the diversity of coral reef habitats and fish communities found in a UNESCO World Heritage Site: The strategy developed for Lagoons of New Caledonia*, Marine Pollution Bulletin 61, pp. 612–620a.
- Andréfouët, S. and M. Claereboudt, 2000. *Objective Class Definitions Using Correlation of Similarities between Remotely Sensed and Environmental Data*. International Journal of Remote Sensing. 21 (9): 1925-1930.
- Arief, M (b), 2011b. *Pengembangan Metode Deteksi Terumbu Karang di Kepulauan Seribu Dengan Menggunakan Data Satelit AVNIR-2*, Laporan kegiatan tahun 2011.
- Arief, M., 2011a. *Aplikasi Data Satelit SPOT-4 Untuk Mendeteksi Terumbu Karang*, Studi Kasus: Pulau Pari, Laporan kegiatan.
- Dobson EL and Dustan P., 2000, *The use of satellite imagery for detection of shifts in coral reef communities*, Proceedings, American Society of Photogrammetry and Remote Sensing Washington, D.C.
- Hochberg, E. and M. Atkinsson, 2003. *Spectral Discrimination of Coral Reef Benthic Communities*, Coral Reefs, Vol, 19: 164 – 171.
- Liceaga-Correa, M. A. and J. I. Euan-Avila, 2002. *Assessment of Coral Reef Bathymetric Mapping Using Visible Landsat Thematic Mapper Data*, International Journal of Remote Sensing, 23 (1): 3-14.
- Lillesand, T. and Kiefer, R., 1999. *Remote Sensing and Image Interpretation*, 4th Edition, John Wiley & Sons Inc., ISBN 0-471-25515-7.
- Luczkovich, J. J., T. W. Wagner, J. L. Michalek, and R. W. Stoffle, 1993. *Discrimination of Coral Reefs, Seagrass Meadows, and Sand Bottom Types from Space: a Dominican Republic Case Study*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. 59 (3): 385-389.
- Lyzenga Dr, 1981. *Remote Sensing of Bottom Reflectance and Water Attenuation Parameters in Shallow Water Using Aircraft and Landsat Data*, International Journal of Remote Sensing. 2 (1): 71-82.
- Lyzenga, David R., 1978. *Passive Remote Sensing Techniques for Mapping Water Depth and Bottom Features*. Applied Optics. 17: 379-383.
- Maritorena, S., 1996. *Remote Sensing of the Water Attenuation in Coral Reefs: a Case Study in French Polynesia*, International Journal of Remote Sensing. 17 (1): 155-166.
- Mumby, P. J., C. D. Clark, E. P. Green, and A. J. Edwards, 1998. *Benefits of Water Column Correction and Contextual Editing for Mapping Coral Reefs*. International Journal of Remote Sensing. 19 (1): 203-210.
- Nurlidiasari, M., 2004. *The Application of QuickBird and Multi-temporal Landsat TM data for coral reef habitat mapping, Case Study: Derawan Island, East Kalimantan, Indonesia (MSc. Thesis)*. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede, The Netherlands.
- Nybakken, J.W., 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis (Alih bahasa oleh: Muh. Eidman, Koesoebiono, Dietrich G.B., M. Hutomo, S. Sukardjo)*. Penerbit PT. Gramedia. Jakarta. 459 hal.
- Purkis, S. J. And Riegl B., 2005. *Spatial and Temporal Dynamics of Arabian Gulf Coral Assemblages*

Quantified from Remote-Sensing and in Situ Monitoring Data, MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES, Vol. 287: 99–113.

Suharsono, 1998. *Conditions of Coral Reef Resources in Indonesia*, Paper dalam Jurnal Pesisir dan Lautan Vol 1 No 2. PKSPL-IPB. Bogor.

Wellington, G.M, Glynn P.W., Strong A.E., Navarrete S.A., Wieters E., and Hubbard D., 2001. *Crisis on Coral Reefs Linked to Climate Change*, EOS, Vol. 82, No. 1. Available online at: [http:// www.agu.org/pubs/eos.html](http://www.agu.org/pubs/eos.html).