 Posted 22 January 2004
Makalah Diskusi, Kelompok 1
Pengantar Ke Falsafah Sains (PPS702)
Sekolah Pasca Sarjana, Program S3/TKL
Institut Pertanian Bogor

Januari 2004

Dosen:
Prof. Dr. Ir. Rudy C. Tarumingkeng

STUDI IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK TERUMBU KARANG UNTUK PENGELOLAAN DAN PENENTUAN PULAU KECIL MENGGUNAKAN DATA LANDSAT

Oleh:

Kelompok I

Wikanti Asriningrum, C561030204

Adhyaksa Dault, C561030254

Pathul Arifin, C561030124

1. PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan rumah bagi ribuan hewan dan tumbuhan yang memiliki nilai ekonomis tinggi, berbagai jenis hewan laut mencari makan dan berlindung di ekosistem tersebut. Pada kondisi yang sangat maksimal, terumbu karang menyediakan ikan-ikan dan molusca hingga mencapai jumlah sekitar 10 – 30 ton/km^2 per tahunnya. Ekosistem ini merupakan sumber plasma nuftah bagi makhluk hidup baik di masa sekarang maupun di masa yang akan datang. Selain itu, terumbu karang merupakan laboratorium alam yang sangat unik untuk berbagai penelitian yang dapat mengungkapkan penemuan yang sangat berguna bagi kehidupan manusia. Keindahannya dapat menjadi sumber devisa pariwisata bagi pemerintah setempat, sehingga dapat menambah penghasilan manusia, terutama bagi masyarakat pesisir.

Secara umum pengetahuan masyarakat tentang terumbu karang sangat minim sehingga terumbu karang banyak digunakan destruktif misalnya sebagai pondasi bangunan. Kerusakan terumbu karang juga terjadi karena aktivitas pelayaran dan penangkapan. Perahu motor yang berlabuh sering melabuh jangkar di daerah terumbu karang, karena ada musim-musim tertentu yang membuat para pemilik perahu motor menjadikan areal terumbu karang sebagai pelabuhan sementara.

Di dunia terdapat dua kelompok karang yaitu karang hermatifik dan karang ahermatifik. Perbedaannya terletak pada kemampuan karang hermatifik dalam menghasilkan terumbu. Kemampuan ini disebabkan adanya sel-sel tumbuhan yang bersimbiosis dalam jaringan karang hermatifik. Sel tumbuhan ini dinamakan *zooxanthellae*. Karang hermatifik hanya ditemukan di daerah tropis, sedangkan karang ahermatifik tersebar di seluruh dunia (Guilcher, 1988). Dengan kata lain Indonesia yang terletak di daerah tropis memiliki kedua jenis kelompok ini.

Komunitas terumbu karang di Indonesia tercatat seluas lebih dari 20.000km^2 yang meliputi karang hidup, karang mati, lamun, dan pasir (COREMAP, 2001). Mengetahui kekayaan sumber daya ini, maka perlu suatu bentuk pengelolaan yang benar-benar cocok melalui pemahaman karakteristik dan kondisi lingkungannya. Untuk itu perlu diciptakan data base informasi spasial karakteristik terumbu karang dan kondisi lingkungannya. Implikasi manfaat ketersediaan data base ini sangat luas, tidak hanya untuk tujuan pengelolaan namun juga untuk tujuan pengembangan dan promosi.

Mengingat luasnya terumbu karang itu maka perlu suatu teknik yang efisien dan ekonomis untuk mendapatkan informasi tersebut. Teknik penginderaan jauh merupakan pilihan untuk mewujudkan data base terumbu karang. Selain itu, oleh karena pemanfaatan data Landsat paling banyak yaitu 50,52% (Hanggono, 2000), maka studi eksploratif data ini untuk terumbu karang dapat menjadi pilihan yang efisien untuk wilayah Indonesia yang luas.

2. PERMASALAHAN

Terumbu karang dapat berkembang dengan baik di daerah tropis. Namun praktek eksploitasi terumbu karang serta degradasi lingkungan daratan dan lautan telah memperburuk ekosistem terumbu karang. Kondisi ini membuat masyarakat dunia mulai mengkhawatirkannya yang antara lain tertuang dalam proyek COREMAP. Hal ini dapat juga dipandang sebagai perlunya pengelolaan terumbu karang, karena terumbu karang merupakan sumber daya perikanan laut dan juga dapat berkembang menjadi pulau kecil.

Dengan latar belakang dan permasalahan tersebut maka menarik untuk dilakukan studi yang bertujuan untuk melakukan identifikasi karakteristik terumbu karang melalui berbagai teknik analisis kanal-kanal citra Landsat. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan sumbangan teknis dalam hal perolehan informasi karakteristik terumbu karang pada wilayah yang luas di Indonesia menggunakan citra Landsat dari sudut pandang geomorfologis. Sebagai daerah studi kasus adalah Pulau Mapia dan Pulau Berhala untuk mewakili bentuk dan tipe terumbu karang.

TINJAUAN PUSTAKA

Terumbu karang (coral reefs) merupakan ekosistem laut tropis yang terdapat di perairan dangkal yang jernih, hangat (lebih dari 22^{o}C), memiliki kadar CaCO3 (Kalsium Karbonat) tinggi, dan komunitasnya didominasi berbagai jenis hewan karang keras. Kalsium Karbonat ini berupa endapan masif yang dihasilkan oleh organisme karang (filum Scnedaria, klas Anthozoa, ordo Madreporaria Scleractinia), alga berkapur, dan organisme lain yang mengeluarkan CaCO3 (Guilcher, 1988).

Arah perkembangan terumbu organik dikontrol oleh keseimbangan ketiga faktor yaitu hidrologis, batimetris, dan biologis. Jika ketiga faktor seimbang, terumbu berkembang secara radial dan akan terbentuk terumbu paparan dan apabila pertumbuhan ini berlanjut akan terbentuk terumbu pelataran bergoba. Namun jika perkembangan radial dibatasi oleh kondisi batimetri akan terbentuk terumbu paparan lonjong. Terumbu yang terakhir ini tidak membentuk lagun yang benar dan depresi menyudut merupakan penyebaran pasir. Sedangkan terumbu paparan dinding terbentuk pada kondisi batimetris dan hidrologis tidak simetris, di mana perkembangan terumbu terbatas pada satu atau dua arah. Kondisi ini akan menghasilkan perkembangan terumbu secara linier, dan membentuk terumbu dinding berupa terumbu dinding tanduk dan terumbu dinding garpu. Terbentuknya terumbu dinding garpu ini menunjukkan adanya arus pasang surut yang kuat. (Zuidam, 1985).

Terumbu karang dapat berkembang dan membentuk suatu pulau kecil. Dari lima jenis pulau yaitu Pulau Benua (*Continental Islands*), Pulau Vulkanik (*Volcanic Islands*), Pulau Daratan Rendah (*Low Islands*) , Pulau Karang Timbul (*Raised Coral Islands*), dan Pulau Atol (*Atolls*), dua yang terakhir terbentuk dari terumbu karang. Di sisi lain, dari sepuluh jenis bentuklahan (Zuidam, 1985, dan F-G UGM &

Bakosurtanal, 2000), terumbu karang adalah salah satunya. Bentuklahan (*landforms*) ini adalah bentuklahan organik yaitu berupa binatang. Bentuk lain yang berhubungan dengan terumbu karang adalah bentuklahan karst, yaitu terbentuk melalui proses karstifikasi pada batuan kalsium karbonat. Namun bentuklahan karst ini terbentuk secara alami melalui proses eksogenik dan endogenik dan berlangsung pada skala besar (Thornbury, 1954). Sedangkan terumbu karang terbentuk secara organik dan relatif perlahan sehingga lebih dimungkinkan adanya campur tangan manusia dalam pertumbuhannya. Hasil identifikasi bentuklahan mencerminkan karakteristik fisik lahan dan untuk mendapatkannya dengan melalui analisis geomorfologis. Geomorfologi adalah studi yang mendeskripsi bentuklahan dan proses-proses yang menghasilkan bentuklahan serta menyelidiki hubungan timbal-balik antara bentuklahan dan proses-proses tersebut dalam susunan keruangan (Zuidam, 1985).

Pulau Karang Timbul adalah pulau yang terbentuk oleh terumbu karang yang terangkat ke atas permukaan laut karena adanya gerakan ke atas (uplift) dan gerakan ke bawah (subsidence) dari dasar laut karena proses geologi. Pada saat dasar laut berada di dekat permukaan laut (kurang dari 40 m), terumbu karang mempunyai kesempatan untuk tumbuh dan berkembang di dasar laut yang naik tersebut. Setelah berada di atas permukaan laut, terumbu karang akan mati dan menyisakan rumahnya dan membentuk pulau karang. Jika proses ini berlangsung terus, maka akan terbentuk pulau karang timbul. Pada umumnya, karang yang timbul ke permukaan laut berbentuk teras-teras seperti sawah di pegunungan. Proses ini dapat terjadi pada pulau-pulau vulkanik maupun non-vulkanik. Pulau Atol, adalah pulau (pulau karang) yang berbentuk cincin. Pada umumnya pulau atol ini adalah pulau vulkanik yang ditumbuhi oleh terumbu karang membentuk terumbu pinggiran (*fringing reef)*, kemudian berubah menjadi terumbu penghalang (*barrier reef)*, dan akhirnya berubah menjadi pulau atol. Proses pembentukan tersebut disebabkan oleh adanya gerakan ke bawah (*subsidence*) dari pulau vulkanik semula, dan oleh pertumbuhan vertikal dari terumbu karang (Stoddart, 1975, dalam Retraubun, 2002).

Definisi pulau-pulau kecil adalah pulau dengan luas kurang dari 2000 km^2 atau pulau yang memiliki lebar kurang dari 10 km (IHP UNESCO, 1993). Jika data karakteristik terumbu karang tersedia dan kebijakan pengelolaan dicanangkan, maka luas terumbu karang yang 20.000km^2 dapat memberi manfaat bagi masyarakat nelayan di sekitarnya. Selain itu dimungkinkan terumbu karang akan menjadi pulau kecil. Sedangkan pulau didefinisikan sebagai: *an island is a naturally formed area of land surrounded by water, whiich is above water at high tide*. Pulau adalah suatu wilayah daratan yang terbentuk secara alamiah, dikelilingi oleh air dan selalu ada di atas air pada saat air pasang (UNCLOS, 1982).

METODOLOGI

Data

Pelaksanaan kegiatan ini membutuhkan beberapa data primer dan sekunder antara lain :

1. Data primer (penginderaan jauh) LANDSAT Path/Row105/059 tanggal 3 Januari 2003 untuk Pulau Mapia dan.Path/Row 128/058 tanggal 2 Februari 2002 untuk Pulau Berhala.
2. Data sekunder: Peta Rupa Bumi Indonesia 1: 250.000 dan Peta Geologi 1: 100.000.

Metode

Pengolahan data inderaja meliputi pengolahan awal dan pengolahan lanjut. Pengolahan awal meliputi pemilihan data untuk mencari data yang bebas dari tutupan awan. Proses berikutnya adalah koreksi radiometrik dan geometrik citra. Koreksi radiometrik dan geometrik berfungsi untuk memulihkan data citra yang mengalami distorsi ke arah gambaran yang lebih sesuai dengan keadaan sebenarnya. Setelah proses ini selesai maka data sudah dapat digunakan untuk mendapatkan informasi selanjutnya dengan cara mengekstrak menggunakan metode yang sesuai dengan informasi yang diperlukan.

Sedangkan pengolahan lanjut terdiri atas pengolahan untuk mendapatkan informasi tentang bentuklahan dan penutup lahan/penggunaan lahan, yaitu membuat citra komposit dan penajamannya. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan tampilan visual citra yang optimal untuk identifikasi bentuklahan untuk mengetahui karakteristik terumbu karang. Pengolahan data ini dilakukan dengan menggunakan software ER Mapper 5.5, dengan tujuan menonjolkan detail bentuk permukaan bumi dengan memanfaatkan konfigurasi variasi nilai spektral dan penajaman, sehingga aspek-aspek morfologi, morfogenesis, dan morfokronologi bentuklahan diharapkan dapat diidentifikasi. Kemudian dilakukan interpretasi bentuklahan secara visual pada monitor komputer dengan menggunakan unsur-unsur interpretasi dan fasilitas memperbesar dan memperkecil liputan citra yang ada pada komputer agar detail ataupun pola keruangan bentuklahan dapat diamati. Analisis geomorfologis dilakukan dengan pendekatan bentanglahan (*landscape*) dengan mengutamakan perhatian pada bentuklahan, litologi, genesis, dan proses-proses masa lampau dan sekarang yang dapat diamati dari citra.

Fusi multispektral dilakukan dengan memilih tiga (3) kanal, yaitu untuk membuat citra warna komposit dengan memasukkan setiap kanal ke dalam filter merah, hijau, dan biru (RGB), dan dari kombinasi tersebut harus dapat menyajikan keragaman warna paling banyak agar diperoleh informasi yang optimal. Keragaman warna terbanyak dari tiga kanal, untuk resolusi radiometrik 8 bit, adalah sebesar $(2^8)^3$ = 16.777.216 warna. Fusi multispektral dari 3 (tiga) kanal ini selanjutnya dilakukan pada 6 (enam) kanal, yaitu kanal-kanal 1, 2, 3, 4, 5, dan 7, sehingga dapat diperoleh kombinasi-kombinasi warna komposit sebanyak $C_3^6 = 6! / (3!)\,(6-3)! = 20$. Untuk memperoleh urutan (*ranking*) nilai OIF dari kombinasi tiga kanal tersebut, maka digunakan algoritma (OIF) seperti pada persamaan 1 berikut:

$$\mathrm{OIF} = \frac{\sum_{k=1}^{3} S_k}{\sum_{j=1}^{3} \mathrm{Abs}\,(r_j)} \qquad (1)$$

di mana:

S_k : standard deviasi nilai-nilai spektral pada kanal

Abs (r_j): nilai absolut koefisien korelasi antara tiap dua dari tiga kanal.

Menurut Jensen (1986) dari 20 kombinasi tersebut hasil yang terbaik untuk interpretasi citra adalah yang memiliki nilai OIF tinggi. Sedangkan penajaman citra dilakukan sebagai tahap lanjutan setelah pembuatan model fusi kanal selesai, karena penajaman diaplikasikan pada model-model fusi kanal yang sudah terpilih.

Identifikasi karakteristik terumbu karang terkait dengan klasifikasi dan akurasinya terkait dengan sumber data yang digunakan. Penggunaan data Landsat ETM dengan resolusi spasial 30m dan 15 m cukup akurat untuk klasifikkasi skala 1 : 50.000. Pada skala 1 : 50.000 ini, bentuklahan dikelompokkan menjadi lebih dari 189 kelas dan untuk terumbu karang dikelompokkan menjadi 9 kelas. Sedangkan penutup lahan/penggunaan lahan dikelompokkan menjadi 28 kelas (F-G UGM – Bakosurtanal, 2000).

Kelas terumbu karang adalah:

No	Nama Bentuklahan	
	Skala 1:250.000	Skala 1:50.000
1	Terumbu paparan pelataran	Terumbu pelataran bergoba Terumbu pelataran lonjong Terumbu pelataran tapulang

2	Terumbu paparan dinding	Terumbu dinding tanduk Terumbu dinding garpu
3	Terumbu paparan sumbat	Terumbu sumbat
4	Terumbu samudra	Terumbu pinggiran (fringing reef) Terumbu penghalang (barier reef) Terumbu cincin (atoll)

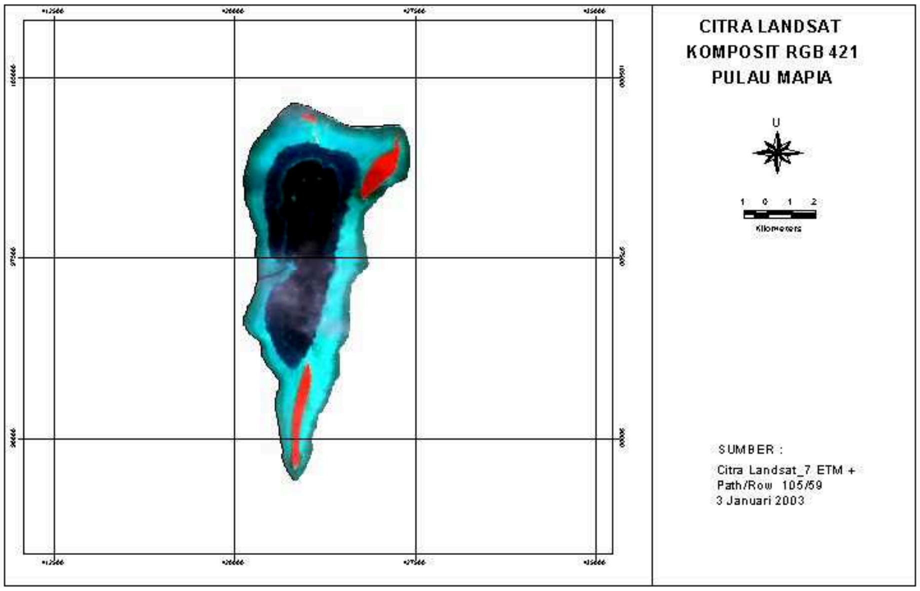
Sumber: Zuidam, 1985 dan F-G UGM & Bakosurtanal, 2000.

HASIL DAN PEMBAHASAN

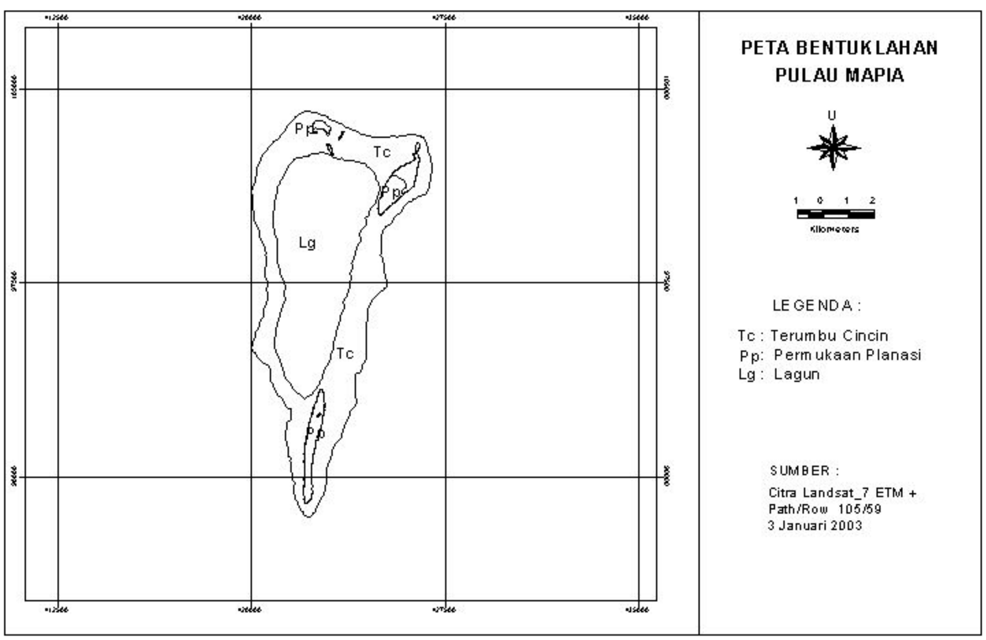
Seleksi fusi multispektral dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan perhitungan nilai *optimum index factor* (OIF). Tahap seleksi fusi ini selanjutnya memilih fusi 124 dan 345 sebagai yang terbaik. Dari fusi terseleksi ini selanjutnya dipilih warna komposit RGB-nya, dan akhirnya dipilih sebagai yang terbaik, karena menampilkan warna natural dengan kontras warna paling tegas dan paling jelas dalam menampilkan bentuk permukaan bumi. Untuk analisis terumbu karang digunakan komposit RGB 421, unntuk analisis daratan digunakan komposit RGB 543 dan untuk analisis penutup lahan hutan lahan basah (seperti mangrove) digunakan komposit RGB 453. Ketiganya dengan penajaman *equalisasi histogram* atau *autoclip*. Contoh komposit RGB 421 untuk Pulau Mapia ditunjukkan pada Gambar 1.

Identifikasi Karakteristik Terumbu Karang

Hasil identifikasi bentuklahan dengan analisis geomorfologis diketahui bahwa Pulau Mapia (0º56’32.72’’ - 0º48’3.92” LS dan 134º16’51’’ - 134º20’39’’ BT) terdiri atas tiga bentuklahan yaitu permukaan planasi, lagun, dan terumbu cincin (Gambar 2). Sedangkan Pulau Berhala terdiri atas lima bentuklahan yaitu perbukitan denudasional terkikis sedang, dataran aluvial, gisik pantai, tombolo, dan terumbu paparan pelataran (Tabel 1 dan 2).



Gambar 1. Citra Landsat komposit RGB 421 Pulau Mapia.



Gambar 2. Peta Bentuk lahan Pulau Mapia.

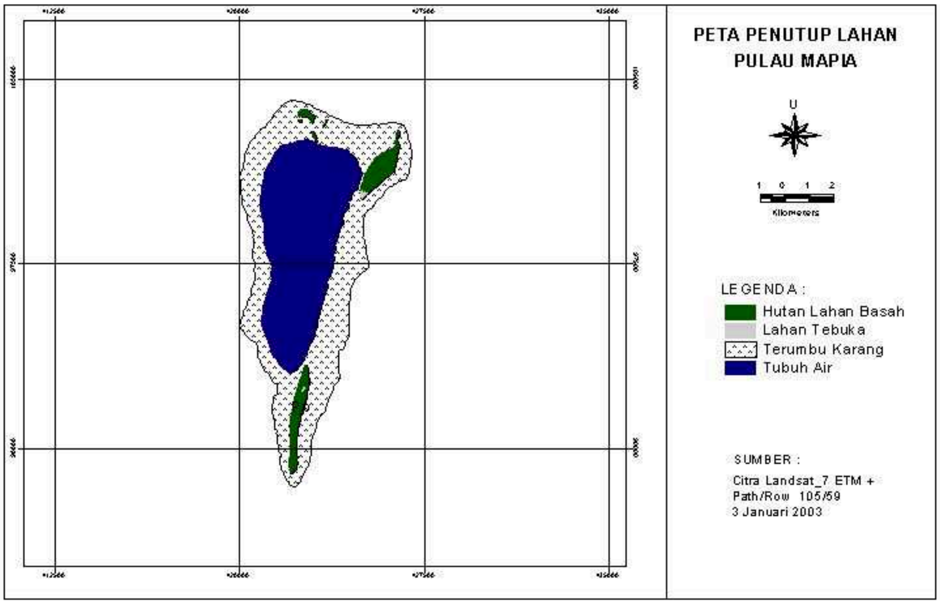
Tabel 1. Luas Bentuklahan Pulau Mapia

Bentuklahan	Luas (Ha)	Persentase
Permukaan planasi	342	5,80
Lagun	2.490	42,26
Terumbu cincin	3.060	51,94
Total	5.891	100

Tabel 2. Luas Bentuklahan Pulau Berhala

Bentuklahan	Luas (Ha)	Persentase
Perbukitan denudasional terkikis sedang	38,19	72,54
Dataran aluvial pantai	0,24	0.,6
Gisik pantai	2,05	3,89
Terumbu paparan pelataran	8,79	16,70
Tombolo	3,38	6,42
Total	52,65	100

Hasil identifikasi penutup lahan/penggunaan lahan diketahui bahwa Pulau Mapia terdiri atas empat penutup lahan/penggunaan lahan yaitu hutan lahan basah, lahan terbuka, terumbu karang, dan tubuh air. Sedangkan Pulau Berhala juga terdiri atas empat penutup lahan/penggunaan lahan namun dengan kelas berbeda yaitu hutan lahan basah, hutan lahan kering, lahan terbuka, dan terumbu karang (Tabel 3 dan 4).



Gambar 3. Peta Penutup lahan/penggunaan lahan Pulau Mapia.

Tabel 3. Luas Penutup Lahan Pulau Mapia

Penutup lahan	Luas (Ha)	Persentase
Hutan lahan basah	331	5,62
Lahan terbuka	11	0,19
Terumbu karang	3.059	51,93
Tubuh air	2.490	42,26
Total	5.891	100

Tabel 4. Luas Penutup Lahan Pulau Berhala

Penutup lahan	Luas (Ha)	Persentase
Hutan lahan basah	3,62	6,87
Hutan lahan kering	38,19	72,54
Lahan terbuka	2,05	3,89
Terumbu karang	8,79	16,70
Total	52,65	100

Berdasarkan kedua klasifikasi tersebut diketahui bahwa keduanya memiliki terumbu karang namun berbeda karakter. Terumbu cincin terbentuk di Pulau Mapia dengan bentuk lagun memanjang pulau (panjang 8.17 km dan lebar 1.87km). Terumbu cincin ini termasuk tipe terumbu samodra. Terumbu ini tumbuh pada pulau vulkanik (pada bentuklahan permukaan planasi) berawal sebagai terumbu pinggiran kemudian berubah menjadi terumbu penghalang dan akhirnya berubah menjadi pulau atol. Lagun dan pulau ini berbentuk memanjang disebabkan oleh adanya kontrol batimetris. Dari bentuk dan tipe ini maka terumbu karang ini dapat disebut sebagai Pulau Atol.

Pada Pulau Mapia ini ditemukan permukaan planasi (Pp), tampak warna merah pada citra komposit 421, di mana dari informasi ini menunjukkan bahwa terumbu karang berkembang pada batuan masif dan diperkirakan batuan vulkanik. Pada permukaan planasi mempunyai penutup lahan berupa hutan lahan basah dan lahan terbuka. Keberadaan hutan lahan basah menunjukkan daratan ini masih terjangkau air payau.

Terumbu paparan pelataran terbentuk di Pulau Berhala dan perkembangan terumbu di sini tidak membentuk lagun (goba). Namun untuk menyebutkan secara spesifik tipe terumbu ini dibutuhkan data lain seperti cek lapangan. Suatu hal yang bisa diidentifikasi adalah bahwa di lingkungan ini kondisi hidrologis, batimetris dan biologis tidak seimbang. Terumbu ini berkembang ke arah tenggara di mana dijumpai tombolo. Tombolo adalah gundukan pasir yang masih terhubung dengan pulau di dekatnya.

Pulau Berhala merupakan perbukitan denudasional dengan tingkat pengikisan sedang. Batuan dasarnya adalah vulkanik. Sehingga pulau ini dapat digolongkan sebagai pulau vulkanik. Hasil dari pengikisan membentuk dataran aluvial yang berupa hutan lahan basah atau mangrove. Di pantai bagian tenggara terbentuk gisik pantai yang menggambarkan bahwa proses marin pernah berlangsung intensif di daerah ini.

Pengelolaan dan penentuan pulau

Pengelolaan Pulau Mapia sebagai pulau Atol perlu lebih memperhatikan syarat hidup terumbu karang, di mana parameter stabilitas ekosistem terumbu karang seperti kecerahan, temperatur, salinitas, dan kecepatan arus perlu diperhatikan. Selain itu, di pulau ini juga terdapat ekosistem mangrove yang perlu penanganan berbeda. Permukaan planasi tempat tumbuh mangrove ini berada di tengah terumbu karang dan awalnya menjadi tempat berkembangnya terumbu karang, sehingga menjaga ekosistem mangrove sekaligus akan menjaga terumbu karang..

Berdasarkan luasnya yaitu 5.891 Ha, Pulau Mapia yang terletak di Kabupaten Biak Numfor, Papua ini luasnya kurang dari 2000Km2 atau 200.000Ha. Dan dari ukuran lebarnya yaitu 15,56km arah Utara - Selatan dan 6,93km arah Barat -

Timur, maka terumbu karang ini dapat dikatakan sebagai pulau kecil (kurang dari 10 km). Namun perlu dicermati apakah pulau ini selalu berada di atas air saat air laut pasang, karena vegetasi yang tumbuh adalah mangrove di mana air pasang masih dapat menjangkau.

Pengelolaan terumbu karang di Pulau Berhala perlu memperhatikan hasil sedimentasi dari perbukitan denudasional yang berada pada tingkat pengikisan sedang. Dengan kata lain hutan di perbukitan ini perlu dijaga agar kecerahan air tejaga dari proses sedimentasi.

Pulua Berhala terletak di Selat Malaka (3º46’38’’ LU dan 99º30’03’’ BT), termasuk Kecamatan Tanjung, Kabupaten Deli Serdang, Sumatra Utara dan berbatasan dengan Malaysia. Berdasarkan luasnya yaitu 52,65 Ha, dan ukuran lebarnya yaitu 0,71km arah Utara - Selatan dan 0,92km arah Barat - Timur, maka pulau ini termasuk kategori pulau kecil. Sedangkan menurut definisi suatu pulau, maka Pulau berhala ini termasuk “pulau” karena wilayah daratannya selalu ada di atas air pada saat air pasang.

KESIMPULAN

Terumbu karang dapat diidentifikasi menggunakan citra Landsat komposit kanal 421 dan 543 dengan penajaman *equalisation histogram* dan *autoclip*. Identifikasi terumbu karang ini dapat memberikan informasi karakteristik fisik terumbu karang. Informasi ini merupakan data dasar untuk pengelolaan terumbu karang dan berguna untuk penetapan suatu pulau.

Pulau Mapia adalah Pulau Atol yang digolongkan sebagai pulau kecil karena luas dan lebarnya, namun masih perlu dipertimbangkan oleh karena kondisinya yang tidak selalu berada di atas air pasang. Sedangkan Pulau Berhala adalah Pulau Vulkanik yang termasuk kategori pulau kecil ditinjau dari luas dan lebarnya. Pulau ini selalu berada di atas air saat air pasang sehingga cukup kuat alasan untuk menyebutnya sebagai pulau.

Pemahaman tahap pertumbuhan terumbu karang dan identifikasi karakteristiknya adalah penting terutama di daerah perbatasan. Oleh karena itu identifikasi karakteristik terumbu karang merupakan informasi dasar untuk berbagai analisis seperti penilaian ekologi kawasan terumbu karang untuk tujuan pengembangan dan promosi.

DAFTAR PUSTAKA

ER Mapper 1997. *ER Mapper 5.5 Level One Training Workbook.* Western Australia. Earth Resorce Mapping.

EROS Data Center. 1995. Landsat-7 Technical Working Group. *Sioux Falls, USA South Dakota. October 31 – November 2, 1995.*

F-G UGM - Bakosurtanal. 2000. *Pembakuan Spek Metodologi Kontrol Kualitas Pemetaan Tematik Dasar dalam Mendukung Perencanaan Tata Ruang. Yogyakarta.*

Guilcher Andre. 1988. *Coral reef Geomorphology.* John Willey & Sons.Chhichester

Hanggono, A., Bambang K., Suhud, Rasjid A., dan Murad S. 2000. Pemanfaatan Data Satelit Penginderaan Jauh di Indonesia pada Tahun 2000. *Seminar Internasional 11 - 12 April 2000. Jakarta.*

Jensen, J. R. 1986. *Introductory Digital Image Processing. A Remote Sensing Perspective.* Second Edition. Prentice Hall, New Jersey.

Retraubun, A.S.W. 2002. Pulau-pulau Kecil di Indonesia. Data dan Masalah Pengelolaannya. *Makalah Lokakarya dalam rangka Penetapan Luas Terumbu Karang, Panjang Pantai, dan Jumlah Pulau di Indonesia Berdasarkan Data Penginderaan Jauh.* oleh COREMAP. LIPI.

Thornbury, W.D. 1954. *Principles of Geomorphology*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Zuidam R. A. van. 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping.* ITC, Enschede. The Netherlands.

WA, Januari 2004