

Studi Distribusi dan Kondisi Terumbu Karang dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan

Abdul Rauf^{1*} dan Muh. Yusuf²

¹ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UMI Makassar

² Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNDIP Semarang

Abstrak

Kepulauan Spermonde, yang terdiri dari 120 pulau, merupakan salah satu wilayah penyebaran terumbu karang yang cukup luas. Hingga saat ini belum tersedia data dan informasi yang cukup sebagai acuan dalam usaha pengelolaan dan pengembangan terumbu karang. Penelitian dikawasan terumbu karang dapat dilakukan dengan menggunakan data satelit penginderaan jauh untuk memberikan gambaran tentang distribusi dan kondisi terumbu karang di perairan dangkal dengan cakupan wilayah yang luas. Metode yang digunakan untuk memperoleh informasi terumbu karang dan mengeleminasi pengaruh kolom air dalam penelitian ini adalah metode yang didasari oleh Model Pengurangan Eksponensial (Standard exponential attenuation model). Hasil analisis spasial dengan menggunakan data Landsat_TM diperoleh informasi tingkat kerusakan terumbu karang di Kepulauan Spermonde. Berdasarkan hasil klasifikasi ini, tingkat kerusakan terumbu karang yang terjadi dalam kurung waktu 5 tahun mencapai 1.499,86 Ha atau sekitar 299,97 ha/tahun. Kondisi terumbu karang hidup berdasarkan analisis data lapangan menunjukkan bahwa Kepulauan Spermonde masih memiliki kondisi terumbu karang dengan katagori "Baik" dengan rata-rata presentase penutupan sekitar 50,98%.

Kata kunci : Terumbu Karang, Citra Satelit Landsat_T.M., Kepulauan Spermonde.

Abstract

Spermonde Archipelago, covering approximately 120 Islands, have widely distributed coral reef. Currently, there are not enough data and information available for refereces used in management and development efforts. Satellite remote sensing data are applied in researches concerning coral reef to help broadly cover their distribution and condition in shallow water. The methode used in acquiring coral reef information and eliminating the water column effect based on the Standard Exponential Attenuation Model. The level of coral reef damage in Spermonde archipelago were acquired using the spatial analysis on Landsat_TM data. Base on this classification result, the level of coral reef damage that happened in bracket time 5 years reach 1.499,86 Ha or about 299,97 ha / year. The condition of live coral reef based on field data analysis show that Spermonde Archipelago still have good category of coral reef condition with average percent covering about 50,98%.

Key words : Coral reef, Satelite Landsat T.M., Spermonde Islands

Pendahuluan

Secara geografis Propinsi Sulawesi Selatan diapit oleh tiga wilayah laut dan pantai yaitu Teluk Bone disebelah Timur, Laut Flores disebelah Selatan dan Selat Makassar di sebelah Barat. Propinsi ini memiliki banyak gugusan pulau seperti Kepulauan Spermonde di Selat Makassar, Kepulauan Taka Bonerate di Laut Flores dan Kepulauan Sembilan di Teluk Bone. Ketiga Kepulauan ini masih banyak dijumpai terumbu karang yang masih asli (alami).

Kepulauan Spermonde adalah merupakan salah satu wilayah penyebaran terumbu karang yang cukup

luas. Jumlah pulauanya sekitar 120 pulau dengan luas sekitar 150 km² (Moka, 1995). Permasalahannya sekarang ini adalah potensi tersebut banyak mengalami kerusakan akibat pemanfaatan yang tidak terkendali oleh manusia/masyarakat yang ada disekitarnya. Oleh karena itu diperlukan suatu upaya untuk meminimasi kerusakan tersebut dari pemanfaatan yang tidak ramah lingkungan ke pemanfaatan yang menganut kaidah-kaidah pelestarian, sehingga sumberdaya terumbu karang tersebut dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan.

Ekosistem terumbu karang merupakan sumberdaya wilayah pesisir yang sangat rentan

terhadap kerusakan, terutama yang disebabkan oleh perilaku manusia/masyarakat disekitarnya. Oleh karena itu pemanfaatannya harus dilakukan secara ekstra hati-hati. Apabila terumbu karang mengalami kematian (rusak) maka akan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat pulih kembali. Menurut Nybakken (1988), beberapa jenis terumbu karang membutuhkan waktu satu tahun untuk mencapai panjang 1 cm.

Kaitannya dengan perilaku manusia/masyarakat dalam pemanfaatan terumbu karang, akhir-akhir ini banyak menimbulkan dampak terhadap kerusakan terumbu karang, terutama dengan menggunakan bahan peledak (*bom*) dan bahan kimia beracun (*zianida*) dalam penangkapan ikan-ikan karang. Masalahnya adalah tingkat kerusakan yang terjadi pada ekosistem terumbu karang akibat aktivitas manusia tersebut sangat sulit dibuktikan, disamping arealnya sangat luas juga susah untuk menunjukkan dimana kerusakan itu terjadi.

Hingga saat ini belum tersedia data dan informasi yang cukup sebagai acuan dalam usaha pengelolaan dan konservasi terumbu karang di wilayah ini. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang dapat memberikan data dan informasi yang sinoptik dan bersifat spasial. Penelitian yang dimaksud adalah pemanfaatan citra satelit penginderaan jauh (Landsat_TM) Aquisisi Tahun 1997 dan 2002 untuk mengetahui distribusi dan kondisi (tingkat kerusakan) terumbu karang serta luasannya.

Jupp, et al (1985), dalam penelitiannya menggunakan citra landsat_TM untuk memetakan kawasan terumbu karang di Great Barrier Reef, Australia. Sementara Kuchler, et al (1986), memperkirakan bahwa penetrasi citra landsat kedalam air jernih sekitar 10 m untuk kanal 0,5 - 0,6 μm , 3 meter untuk kanal 0,6 - 0,7, 1 meter untuk kanal 0,7 - 0,8 μm dan hanya 10 cm untuk kanal 0,8 - 1,1 μm . Selanjutnya dikatakan bahwa kanal 0,5 - 0,6 μm pada citra landsat terbaik untuk pengukuran pada daerah dangkal dengan kedalaman 3 - 15 meter.

Dewasa ini penelitian terumbu karang mengenai distribusi, kondisi (tingkat kerusakan) dan luasannya masih dilakukan dengan cara konvensional yang masih mempunyai banyak kelemahan, disamping membutuhkan biaya yang cukup besar juga sulit mendapatkan data secara sinoptik dan bersifat spasial dalam areal yang luas. Sebagai solusi dari masalah ini, sekarang sudah tersedia sarana satelit (Citra Landsat_TM) yang dapat digunakan untuk mendapatkan data secara sinoptik dan bersifat spasial dalam areal yang luas tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi dan kondisi (tingkat kerusakan) terumbu karang yang terjadi dalam kurung waktu 5 tahun terakhir serta luasannya (terbatas pada kedalaman 0 - 10 meter) dengan menggunakan citra satelit Landsat_TM Aquisisi Tahun 1997 & 2002.

Penelitian ini diharapkan dapat memecahkan masalah kelangkaan data secara sinoptik dan bersifat spasial terhadap distribusi, kondisi dan luasan terumbu karang dengan Teknologi Penginderaan Jauh. Disamping itu data ini juga sangat penting dalam rangka mengevaluasi sejauhmana dampak aktivitas (perilaku) manusia/masyarakat terhadap tingkat kerusakan terumbu karang di Kepulauan Spermonde.

Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret sampai Agustus 2003, dengan pengolahan citra satelit landsat_TM dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh dan GIS, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar. Lokasi Penelitian adalah Kepulauan Spermonde, Selat Makassar Sulawesi Selatan.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian tercantum pada masing-masing sumber data yang digunakan, sebagai data primer digunakan data satelit hasil rekaman satelit Landsat_TM pada tanggal 29 Maret 1997 dan Tanggal 29 Maret 2002. Data diperoleh dari Bank Data Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (PUSPATJUA-LAPAN) Pekayon, Jakarta yang tersimpan dalam bentuk CD. Alat yang digunakan untuk pengolahan data Citra adalah Komputer dengan software ErMapper 6.1 dan ArcView 3.2. Alat yang digunakan untuk pengamatan *in situ* antara lain GPS, speed boat, alat dasar selam dan scuba, roll meter, sabak dan alat tulis menulis, kamera bawah air dan secchi disk. Peta yang diperlukan dalam kegiatan pemetaan luas dan sebaran terumbu karang dilokasi penelitian ini adalah peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) dan Peta Bathimetri, masing-masing dengan skala 1 : 50.000

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi kedalam 5 tahap, yaitu :

Tahap I : Pengolahan Citra Awal

Empat bagian utama yang harus dilakukan untuk pengolahan awal citra satelit Landsat_TM, yaitu pembatasan wilayah penelitian (*cropping citra*), penajaman citra (*image enhancement*), koreksi radiometrik dan koreksi geometrik dengan menggunakan software ErMapper 6.1.

Tahap II: Transformasi Citra

Pengolahan ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi obyek dasar perairan, karena informasi yang didapat dari citra awal masih tercampur dengan informasi lain seperti kedalaman air, kekeruhan, dan pergerakan permukaan air. Pengolahan ini meliputi penghilangan efek air, ekstraksi informasi obyek dasar laut dengan menggunakan metode yang didasari oleh "Model Pengurangan Eksponensial" (*Exponential Attenuation Model*) oleh Lyzengga (1978).

$$Liz = Li^{\wedge} + (0,54 Lib - Li^{\wedge})^{exp -2 kiz}$$

Penurunan dari persamaan ini telah menghasilkan persamaan berikut (Lyszengga, 1981; Engel, 1988 dan Siregar (1995) :

$$Y = \ln (TM1) + ki/kj . \ln (TM2)$$

Tahap III: Klasifikasi Citra

Klasifikasi merupakan suatu proses untuk mendapatkan citra yang telah dikelompokkan dalam kelas-kelas tertentu berdasarkan nilai reflektansi tiap-tiap objek, sehingga memudahkan dalam analisis dan pengecekan dilapangan. Adapun tahapan untuk melakukan proses klasifikasi citra yang dilakukan adalah penentuan training area, analisis ketelitian training area, dan klasifikasi.

Tahap IV: Survei Lapangan

Dua kegiatan pokok yang dilakukan dalam survei lapangan, yaitu penentuan stasiun dan pengambilan data. Dalam penentuan stasiun dan lokasi penelitian didasarkan pada pengamatan kualitatif, yaitu dengan melihat keragaman penutupan karang yang dilakukan secara visual pada hasil pengolahan citra awal. Hasil pengolahan citra awal dapat diperoleh gambaran tentang kondisi dan penyebaran terumbu karang secara umum, sehingga dapat ditentukan daerah yang tepat untuk dijadikan stasiun/lokasi pengamatan. Informasi tentang distribusi dan kondisi terumbu karang pada kedalaman sekitar 0 - 10 meter dapat dilakukan dengan pengamatan bawah air secara langsung melalui metode transek garis (*line transect method*) (English, et all, 1994). Kegiatan transek yang dilakukan

sejajar dengan garis pantai pada kedalaman yang berbeda, yaitu 1-3 m, 3-5 m dan 5-10 m sebanyak 36 transek dengan panjang transek masing-masing 30 meter.

Tahap V: Pengolahan Akhir

Pada dasarnya tahap ini hampir sama dengan tahap pengolahan citra awal, hanya saja dalam interpretasi citra dan identifikasi suatu objek harus dikonfirmasi dengan data lapangan, artinya klasifikasi tersebut harus didasarkan pada data lapangan dengan posisi yang sudah dicatat sebelumnya. Analisa lanjutan inilah yang disebut analisa dengan klasifikasi supervised, yaitu klasifikasi yang didasarkan pada data lapangan yang sudah ada (klasifikasi terbimbing).

Persentase Penutupan (PP) dihitung berdasarkan Jumlah Kemunculan (JK) setiap katagori dibagi Panjang Transek (PT) dikali seratus (UNEP, 1993) atau :

$$PT = (JK/PT) \times 100$$

Data kondisi presentase total penutupan karang hidup yang diperoleh dikategorikan berdasarkan Gomes dan Yap (1988) seperti pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Kriteria Penilaian Kondisi Ekosistem Terumbu Karang Berdasarkan Persentase Penutupan Bentuk Karang Penyusun Terumbu Karang

Persentase Penutupan (%)	Kriteria
0 - 24,9	Buruk
25 - 49,9	Sedang
50 - 74,9	Baik
75 - 100	Sangat Baik

Analisis citra untuk validasi klasifikasi dilakukan dengan membuat matrik kontingensi (Tabel 2), yang biasa disebut dengan matrik kesalahan (Confusion Matrix). Jumlah seluruh piksel yang terdapat pada setiap baris dan kolom merupakan jumlah total piksel yang diuji. Jumlah piksel yang di uji didapat dari training area pada proses klasifikasi, kemudian dilakukan operasi tabulasi dan korelasi silang dengan citra hasil pengolahan dari setiap algoritma (Hasim, 2001).

Tabel 2. Bentuk Matrik Kekeliruan Hasil Pengujian Pixel dari Setiap Kelas

Kelas Area	Diklasifikasikan Ke Kelas			Total Baris	Producer' s
Contoh	A	B	C		Accuracy
A	Xii	..	..	Xk+	Xkk/Xk+
B	..	..	..	..	..
C	..	..	Xkk	..	..
Total Kolom	X+K	..	..	N	
User' s Accuracy	Xkk/X+K	..	..

Klasifikasi dikatakan sempurna, apabila seluruh sel diluar sel diagonal utama ($X_{ii} - X_{kk}$) bernilai nol. Validasi citra yang dapat dihitung berdasarkan Tabel 2 adalah Overall Accuracy, Producer's Accuracy dan user's Accuracy. Secara matematis ketiga ukuran akurasi tersebut dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$OA = (\sum X_{kk}/X) \times 100\% ; PA = (X_{kk}/X_{k+}) \times 100\% ; UA = (X_{kk}/X+k) \times 100\%$$

Hasil dan Pembahasan

Distribusi dan Kondisi

Distribusi dan kondisi penutupan dasar perairan khususnya terumbu karang dapat diketahui melalui nilai luasan obyek dan presentase penutupannya dari hasil

analisis citra terklasifikasi. Berdasarkan hasil analisis visual dan digital dari citra Landsat_TM tahun 1997 dan 2002 di Kepulauan Spermonde, ditentukan enam kelas penutupan dasar perairan, antara lain kelas karang hidup, karang mati, pasir, lamun, daratan kepulauan dan kelas laut. Hasil perhitungan luasan penutupan dasar perairan tersebut memberikan indikasi bahwa dalam kurung waktu lima tahun terjadi perubahan luasan pada masing-masing kelas, dimana perubahannya ada yang bertambah dan juga ada yang berkurang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1, Tabel 3.

Khusus untuk kelas terumbu karang, terjadi pengurangan luasan dari 7.554,44 ha menjadi 6.054,58 ha bagi karang hidup dan sebaliknya terjadi peningkatan luasan dari 3.284,37 ha menjadi 5.540,76 ha bagi terumbu karang mati.

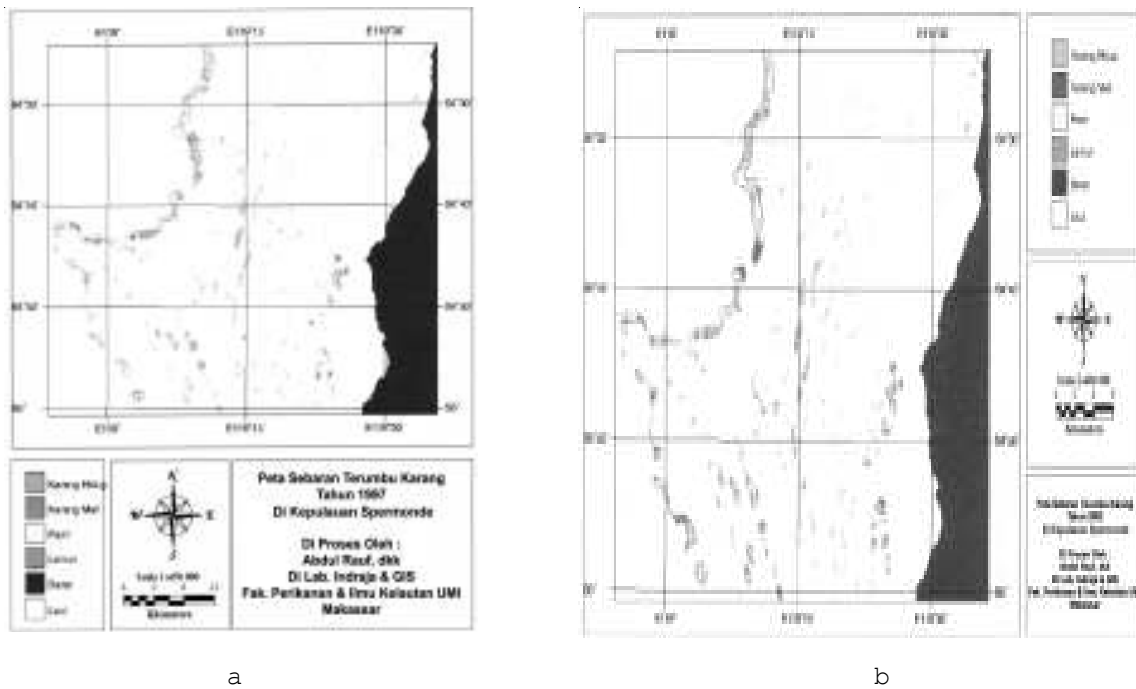
Tabel 3. Luasan Masing-Masing Kelas Penutupan Dasar Perairan Hasil Klasifikasi (*Maximum Likelihood Classification*) Data Landsat-TM Tahun 1997 dan 2002 di Kepulauan Spermonde.

Kelas	1997		2002		Perubahan (Ha)
	Hektar (Ha)	Persen (%)	Hektar (Ha)	Persen (%)	
Karang Hidup	7.554,44	1.63	6.054,58	1.28	- 1.499,86
Karang Mati	3.284,37	0.71	5.540,76	1.17	+ 2.256,39
Pasir	8.206,10	1.77	9.545,13	2.02	+ 1.339,03
Lamun	1.519,92	0.33	2.210,31	0.47	+ 690,39
Daratan Pulau	385,67	0.08	368,73	0.08	- 16,94
Laut	447.929,91	95.53	448.637,57	94.98	707,66
Total	468.880,91	100.00	472.357,08	100.00	3.476,67

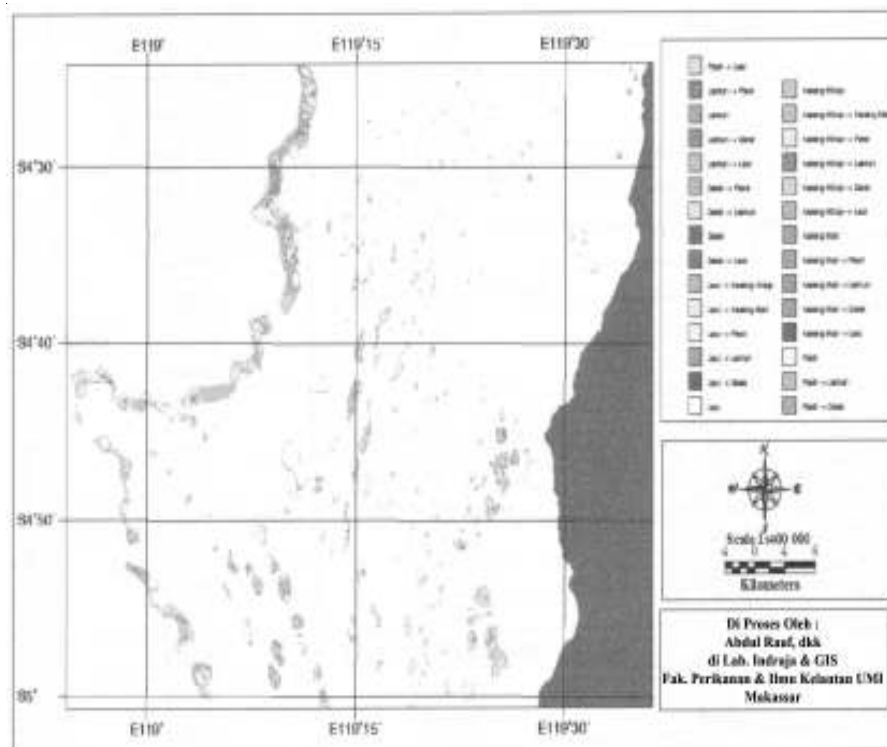
Terjadinya perubahan yang sangat drastis seperti ini diduga disebabkan oleh tingginya tekanan pemanfaatan terhadap sumberdaya hayati yang terdapat pada ekosistem terumbu karang oleh nelayan dengan menggunakan cara-cara yang tidak ramah lingkungan (tidak memperhatikan kelestarian lingkungan), seperti penggunaan bahan peledak (Bcm), bahan kimia beracun (potassium sianida), mini muroami dengan berbagai peralatannya seperti linggis,

kayu, dan lain-lain untuk mengusir ikan keluar dari sela-sela terumbu karang, pengambilan jenis-jenis karang tertentu untuk diperjual belikan, dan lain-lain

Berdasarkan hasil tumpang tindih (*super imposition*) antara hasil klasifikasi tahun 1997 dengan hasil klasifikasi tahun 2002, memperlihatkan perubahan luasan yang terjadi pada masing-masing katagori menjadi katagori lain. Hal ini dapat dilihat dengan jelas pada Tabel 4, Gambar 2.



Gambar 1. Peta Sebaran Terumbu Karang Berdasarkan Hasil Klasifikasi (*Maximum Likelihood Classification*) Data Lansat-TM Tahun 1997 (a) dan 2002 (b) di Kepulauan Spermonde.



Gambar 2. Distribusi Perubahan Katagori Penutupan Dasar Perairan Berdasarkan Hasil *Cross Classification* Data Landsat-TM Tahun 1997 – 2002 di Kepulauan Spermonde.

Tabel 4. Luasan Perubahan Penutupan Dasar Perairan Berdasarkan Hasil *Cross-Classification* Data Landsat TM Tahun 1997 – 2002 di Kepulauan Spermonde.

No	Katagori Perubahan		1997 - 2002	
	Awal	Menjadi	Luas (Ha)	(%)
1	Daratan Kepulauan	Tetap	146,79	0.031
2	Daratan Kepulauan	Lamun	19,44	0.004
3	Daratan Kepulauan	Laut	41,40	0.009
4	Daratan Kepulauan	Pasir	122,49	0.026
5	Karang Hidup	Tetap	1.868,04	0.397
6	Karang Hidup	Karang Mati	21,42	0.005
7	Karang Hidup	Pasir	1.942,29	0.413
8	Karang Hidup	Lamun	341,46	0.073
9	Karang Hidup	Daratan Kepulauan	1.456,56	0.309
10	Karang Hidup	Laut	1.888,20	0.402
11	Karang Mati	Tetap	1.012,77	0.216
12	Karang Mati	Pasir	9,00	0.002
13	Karang Mati	Lamun	635,67	0.135
14	Karang Mati	Daratan Kepulauan	679,77	0.145
15	Karang Mati	Laut	1.579,41	0.336
16	Lamun	Tetap	231,75	0.049
17	Lamun	Daratan Kepulauan	10,26	0.002
18	Lamun	Laut	171,00	0.036
19	Lamun	Pasir	843,21	0.179
20	Laut	Tetap	441.739,80	93.982
21	Laut	Daratan Kepulauan	900,27	0.192
22	Laut	Karang Hidup	3.088,62	0.657
23	Laut	Karang Mati	2.692,62	0.573
24	Laut	Lamun	290,16	0.062
25	Laut	Pasir	1.207,53	0.257
26	Pasir	Tetap	5.179,32	1.102
27	Pasir	Daratan Kepulauan	84,33	0.018
28	Pasir	Lamun	967,41	0.206
29	Pasir	Laut	855,27	0.182

Analisis Citra dan Validasi Data

Distribusi spasial kawasan terumbu karang dapat terlihat dengan menggunakan data citra satelit Landsat TM, dengan kombinasi kanal 542 (RGB) atau 321 (RGB). Citra komposit 542 terlihat kawasan terumbu karang berwarna biru berbeda dengan laut yang berwarna biru tua. Dari komposit ini dapat pula dibedakan antara terumbu karang dengan kekeruhan, dimana terumbu karang memiliki warna yang lebih tegas dari kekeruhan. Hal ini sangat jelas perbedaannya terutama pada daerah pantai yang dekat dengan muara sungai. Sedangkan pada citra komposit 321 (RGB), objek yang ada dibawah permukaan laut seperti terumbu karang, pasir, lamun dan lain-lain dapat terdeteksi dengan jelas.

Hasil ketelitian klasifikasi citra (validasi data) Tahun 1997 pada masing-masing kelas penutupan dasar perairan dengan User's Accuracy rata-rata 98,48 %, Produser's Accurasy rata-rata 99,16 % dan Overall Accuracy sebesar 99,99 %. Sedangkan validasi data Tahun 2002 diperoleh ketelitian pada masing-masing kelas dengan nilai rata-rata 99,05 % untuk User's Accuracy, 99,81 % untuk Produser's Accuracy dan 99,99 % untuk overall accuracy.

Analisis Data Lapangan

Hasil pengamatan dari masing-masing stasiun

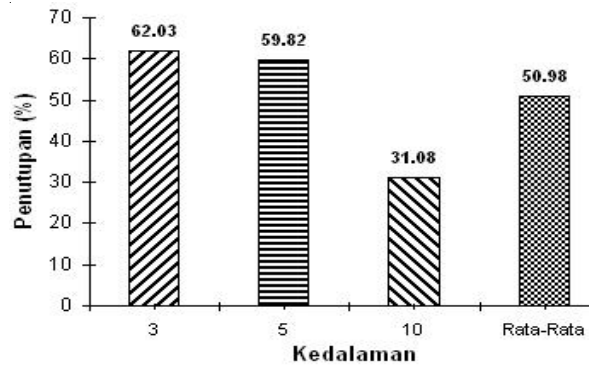
setelah dirata-ratakan menurut kedalaman (Gambar 3) memperlihatkan bahwa persentase penutupan biota karang penyusun ekosistem terumbu karang berdasarkan life form pada kedalaman 3,5 dan 10 m masing-masing sebesar masing-masing sebesar 62,03 %, 59,82 %, dan 31,08 % dengan rata-rata sekitar 50,98 %. Berdasarkan kriteria penilaian kondisi terumbu karang, maka hasil tersebut masuk dalam katagori "baik" untuk kedalaman < 5 meter sedangkan pada kedalaman 5 – 10 meter masuk katagori "sedang".

Komponen Penyusun Ekosistem Terumbu Karang

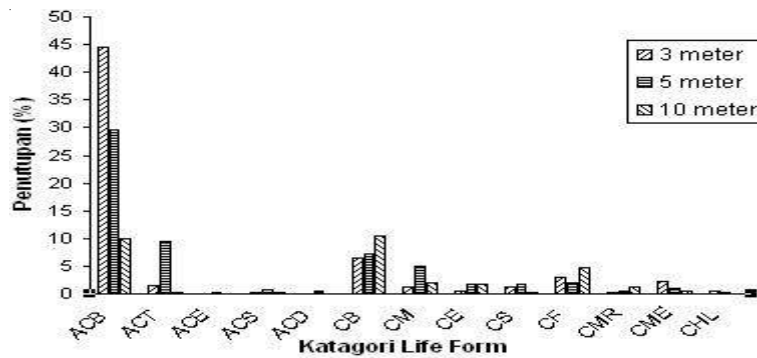
Hasil analisa persentase penutupan terumbu karang (Gambar 4), memperlihatkan bahwa jenis Acropora Branching (ACB) mempunyai presentase penutupan tertinggi dengan nilai masing-masing 44,57% (3 m), 29,56% (5 m) dan 9,9% (10 m).

Tingkat Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang di Kepulauan Spermonde

Terjadinya kerusakan terumbu karang pada umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia atau nelayan yang memanfaatkan terumbu karang sebagai objek penangkapan ikan, disamping itu juga sebagian kecil disebabkan oleh pengaruh alam itu sendiri.



Gambar 3. Kondisi Terumbu Karang Berdasarkan Presentase Penutupan Biota Karang Penyusun Ekosistem Terumbu Karang



Gambar 4. Persentase Penutupan Terumbu Karang Berdasarkan Katagori Life Form Pada Kedalaman 3.5 dan 10 meter

Berdasarkan uraian terdahulu mengenai distribusi, kondisi serta perubahan penutupan dasar perairan dalam kurung waktu lima tahun. Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa luas karang hidup pada Tahun 1997 mencapai 7.554,44 ha, sedangkan pada Tahun 2002 menurun menjadi 6.054,58 ha. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat kerusakan terumbu karang yang terjadi dalam kurung waktu lima tahun terakhir sudah mencapai luasan sekitar 1,499,86 ha atau sekitar 299,97 ha pertahun.

Kesimpulan

1. Kemampuan citra satelit Landsat_TM dalam mendeteksi objek dasar perairan di Kepulauan Spermonde maksimum 10 m.
2. Distribusi dan kondisi terumbu karang di Kepulauan Spermonde berdasarkan katagori *life form*, secara umum masih dalam kondisi baik dengan rata-rata penutupan 50,98% (terbatas pada 0 - 10 meter).

3. Tingkat kerusakan terumbu karang yang terjadi di Kepulauan Spermonde dalam kurung waktu 5 tahun mencapai 1.499,86 Ha atau sekitar 299,97 ha/tahun.
4. Aktivitas pemanfaatan terumbu karang sebagai penyebab utama terjadinya kerusakan terumbu karang di Kepulauan Spermonde adalah penangkapan ikan-ikan karang dengan menggunakan bahan peledak (bom), bus atau bahan kimia beracun (potassium sianida), linggis (mini muroami) dan pengambilan karang untuk bahan bangunan serta untuk komersial (ekspor).

Daftar Pustaka

- Dahuri, R., J.Rais dan S.P Ginting, dan M.J. Setepu.1996. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. -Pradhya Paramita. Jakarta.

- Gomez, E.D. and H.T. Yap. 1988. *Monitoring Reef Condition* in: Kenchinton, R.A. & Brydget E.T. Hudson (ed) *Coral Reef Management Hand Book*. Unesco Regional Office for Science and Technology for South East Asia. Jakarta.
- Hutchinson DR. 1945. *Coral reefs and cay of the Makassar Straits*. He, Allied Air Forces S.W Pacific Area Intel.
- Ilahude, A.G., 1978. *On The Factors Affecting the Productivity of The Southern Macassar Straits*. Mar. Res. Indonesia.
- Jupp, D.L.B., 1988. *The Application of Digital Remote Sensing Techniques in Coral reef, Oceanographic and Estuary Studies*. Report on a Regional UNESCO/GBRMPA Workshop. Australia.
- Kuchler, A.D., D.L.B. Jupp, R. Claasen., W. Bour., 1986. *Coral Reef Remote Sensing Applications*. Regional Seminar on The Application of Remote Sensing Techniques to Coastal Zone Management and Environmental Monitoring, Dhaka. Bangladesh.
- Lillesand, T.M. dan R.W. Kiefer. 1990 *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (Terjemahan dari "Remote Sensing and Image Interpretation" oleh Dulbari). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lysenga, R.D. 1978. *Shallow Water Bathymetry Using Combined Lidar and Passive Multispectral Scanner Data*. *Journal Remote Sensing* 6 : 1.
- Longhurst, A.R. and D. Pauly., 1987. *Ecology of Tropical Oceans*. ICLARM Contribution No. 3 89. Academic Press, INC.
- Moka, W. 1995. *Bentuk Kepulauan Spermonde (Spermonde)*. Materi Pendidikan dan Latihan Metodologi Penelitian Penentuan Kondisi Terumbu Karang. P30-LIPI; UNHAS dan YASINDO. Ujung Pandang.
- Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara, Djarabatan*. Jakarta.
- Nybakken I.W. 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia Jakarta. Jakarta.
- Siregar, V. 1995. *Pemetaan Terumbu Karang dengan Menggunakan Kombinasi Citra Satelit SPOT-1 Kanal XSI dan XS2*. Aplikasi pada Karang Congkak dan Karang Lebar di Kepulauan Seribu, Jakarta Utara. *Bulletin PSP I* (1). Bogor.