

**ANALISIS KARAKTERISTIK REFLEKTANSI SPEKTRAL PADA  
EKOSISTEM MANGROVE MENGGUNAKAN CITRA QUICKBIRD  
DI DUSUN BINANGA SANGKARA KECAMATAN BONTOA  
KABUPATEN MAROS**

SKRIPSI

Oleh :  
HABIL NOOR



Tgl. Pengantar	3 - 3 - 09
Asst. Dekan	Kelautan
Sang. Dekan	1 sds,
Her. Dekan	1 sds
No. Induk	42
No. Klasifikasi	Sice - klog

Noor  
a.

EKSPLORASI SUMBERDAYA HAYATI LAUT  
JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2009

## ABSTRAK

**HABIL NOOR. Analisis Karakteristik Reflektansi Spektral pada Ekosistem Mangrove Menggunakan Citra QuickBird di Dusun Binanga Sangkara Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros.** Dibimbing oleh Nurjannah Nurdin dan Amran Saru

---

QuickBird merupakan salah satu sensor satelit penginderaan jauh yang mempunyai resolusi tinggi (2,44 m-2,88 m), dengan lima saluran (*pankromatik, red, green, blue, dan near infra red*). Hasil perekaman obyek pada sensor ini mengandung informasi yang dapat diolah melalui mekanisme interpretasi, sehingga mampu menjelaskan obyek yang telah diindra. Hasil interpretasi akan berbeda-beda, karena setiap obyek mempunyai daya reflektansi yang berbeda. Pada ekosistem mangrove terdapat beragam obyek yang mempunyai karakter pantulan spektral yang berbeda. Perbedaan energi elektromagnetik yang dipantulkan, diserap, dialirkan maupun dipancarkan oleh obyek sifatnya sangat bervariasi tergantung pada karakteristik obyek-obyek pada ekosistem tersebut. Pengolahan citra menggunakan software Er Mapper 7.0 untuk mengeluarkan nilai digital yang kemudian dikonversi menjadi nilai radiansi dan nilai reflektansi. Sebelas kategori yang didapatkan pada hasil pengamatan vegetasi dari klasifikasi tidak terbimbing, kemudian dibuatkan pola reflektansi spektral tiap-tiap kategori. Sedangkan pengamatan ekosistem mangrove dengan menggunakan metode yang kemukakan oleh English, *et, al* (1994) untuk validasi data. Saluran pada citra QuickBird yang paling dapat untuk membedakan masing-masing obyek atau kategori pada ekosistem mangrove adalah saluran merah (654nm). Pada saluran merah (654nm) vegetasi tampak gelap, tanah cerah tampak kelabu cerah hingga cerah, air jernih yang dalam tampak gelap, dan air keruh cerah karena pantulan oleh material tersuspensinya yang nilai pantulannya menyerupai tanah atau batuan asalnya. Sedangkan pada saluran hijau (546,5nm), air tampak gelap sehingga mudah membedakannya terhadap tanah dan vegetasi, akan tetapi tanah tidak dapat dibedakan terhadap vegetasi karena beda pantulannya terlalu kecil.

**Kata kunci :** Citra QuickBird, Multispektral, Pantulan Spektral, Ekosistem Mangrove

**ANALISIS KARAKTERISTIK REFLEKTANSI SPEKTRAL  
PADA EKOSISTEM MANGROVE MENGGUNAKAN CITRA  
QUICKBIRD DI DUSUN BINANGA SANGKARA  
KECAMATAN BONTOA KABUPATEN MAROS**

Oleh :  
**HABIL NOOR**

Skripsi  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
pada  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



PEMBUKUAN	10/10/2009
Tgl. Pengantar	
Amplas	
Maras	
No. Invent	
No. KIP	

**EKSPLORASI SUMBERDAYA HAYATI LAUT  
JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2009**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Karakteristik Reflektansi Spektral pada Ekosistem Mangrove Menggunakan Citra QuickBird di Dusun Binanga Sangkara Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros.

Nama Mahasiswa : Habil Noor

Nomor Pokok : L 111 02 067

Program Studi : Ilmu Kelautan

Skripsi telah diperiksa  
dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama,



Dr. Nurjannah Nurdin, ST. M.Si  
NIP. 132 170 490

Pembimbing Anggota,



Dr. Amran Saru, ST. M.Si  
NIP. 132 130 426

Mengetahui,

Dekan  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



Prof. Dr. Ir. Sudirman, MP  
NIP. 131 860 849

Ketua Program Studi  
Ilmu Kelautan



Dr. Ir. Farid Samawi, M.Si  
NIP. 131 965 080

Tanggal Lulus :

## RIWAYAT HIDUP

Habil Noor, anak ketiga dari tiga bersaudara, diciptakan oleh Allah SWT melalui perantara Muhammad Noor dan St. Zaenab.B pada tanggal 21 Juni 1983. sebelum mencapai Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin, penulis meluluskan pendidikan formalnya pada TK Idhata Desa Moncobalang, SDN Inp Karampuang Desa Moncobalang, SLTP Negeri 1 Sungguminasa, dan SMUN 1 Sungguminasa. Pendidikan non formal yang didapatkan penulis selama ini lebih banyak didapatkan dalam sebuah keluarga yang menganut paham muhammadiyah. Tempaan yang paling banyak memberikan garis dan corak berfikir penulis lebih banyak didapatkan dari sebuah desa kecil tempat interaksi awalnya dengan hidup. Selama menjalani hidup bermahasiswa, penulis tidak pernah menjadi asisten pada mata kuliah yang disajikan dalam kurikulum ilmu kelautan. Dalam dunia kelembagaan penulis pernah berkecimpung dalam likaliku organisasi kemahasiswaan, baik itu organisasi intra maupun ekstra kampus. Sampai saat ini penulis masih tergabung dalam sebuah lembaga swadaya masyarakat yang beralamat di BTN Asal Mula Blok B10/4 Tamalanrea. Penulis melakukan Praktek Kerja Lapang (PKL) di Pulau Bonetambung Makassar. Sedangkan terakhir penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Singki Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang. Dilokasi itu selama dua bulan penulis berinteraksi dengan masyarakat yang selalu tersenyum dan sabar dalam melakukan kesehariannya di bentang alam berbukit dan bergunung.

## KATA PENGANTAR

Kepada Allah SWT yang telah menciptakan bumi dan langit beserta isinya, penulis menumpahkan segala rasa syukur kepadaNya. Karena dengan karuniaNya lah terciptakan bumi dan langit beserta isinya. Tidak lupa kepada kekasihNya yang tercipta paling awal dari ciptaanNya yang lain. Beliau lah Rasulullah SAW yang menghijrahkan manusia kepada jalan yang dimauinya. OlehNya lah sehingga segala goresan tinta yang terlahir diatas kertas putih ini dapat terselesaikan, walupun didalamnya banyak terdapat kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dari penulis. Dalam goresan ini pula masih banyak rahasiaNya yang belum dapat tersingkap dalam sebuah kejelasan. Namun dari sedikit kejelasan inilah penulis melihat kecerahan akan diriNya.

Tulisan merupakan sebuah manifestasi dari pemikiran seseorang. Begitu pula sebuah skripsi yang harus dibuat seorang mahasiswa untuk bisa menyelesaikan studinya pada sebuah universitas. Skripsi "Analisis Karakteristik Reflektansi Spektral pada Ekosistem Mangrove Menggunakan Citra QuickBird di Dusun Binanga Sangakara Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros" adalah sebuah karya ilmiah yang bertajuk tentang pola reflektansi spektral. Dimana pada karya ilmiah ini diperuntukkan dalam pengejawantahan nilai panjang gelombang visibel pada citra. Karya ilmiah ini tidak akan pernah dapat hadir apabila tidak ada kekuatan atau pihak yang membantu dalam penyelesaiannya. Pada kesempatan ini penulis mengapresiasi tulisan ini kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaiannya.

Tamalanrea, Februari 2009

Habil Noor

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian skripsi ini begitu banyak pihak yang terlibat dalam memberikan bantuan, dorongan dan semangat. Oleh sebab itu selayaknyalah penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Pembimbing yang layaknya seorang kakak mengayomi adiknya dalam menuntun tulisan ini menjadi lebih baik. Kepada Kanda Dr. Nurjannah Nurdin, ST. M,Si yang selalu membagi pengetahuan serta selalu menemani penulis dalam keseriusan maupun dalam canda dan tawa, Tidak lupa kepada Bapak Dr. Amran Saru ST. M,Si yang meluangkan waktunya bagi penulis.
2. Kepada Prof. Dr. Ir. Hj. A. Niartiningsih, M. Si yang telah menjadi penasehat akademik penulis walau hanya seperdua masa studi penulis. Namun, dalam kurun waktu itu beliau tidak pernah bosan untuk mendengarkan segala ocehan penulis.
3. Kepada Bappeda Kabupaten Maros, yang telah memberikan bantuan dalam bentuk file metadata citra QuickBird tahun 2006.
4. Buat Ilham Halid, Ramli, Imran, Ijah sahruni, Muh Mubarak Aziz Malinggi, Ince Muhammad Idham, Kemal Antasari, Muhammad Syaifuddin Ali dan Muhammad Imaduddin Arif. Mereka layaknya saudara yang selalu setia menemani penulis baik dalam keadaan kenyang maupun lapar dalam sebuah ruangan yang berukuran kurang dari 10 x 10 meter.
5. Kepada teman-teman seperjuangan: Evy Fadly, La Ode Ali Imran, Bambang, Idham Khalik, Irwan "papwa", Irwan Ode, Yamin, Ikroman,

Fadly "ladunk", Sutawi Arman, Tri Supatma, kalian telah memberi banyak kenangan dalam masa berkelautan.

6. Untuk Rezki Lacindung dan Rustam Effendi, sebuah team kecil yang muncul dari sebuah ikatan emosional yang mampu membuka jalur dalam ekosistem mangrove yang rapat sekalipun.
7. Kepada Kanda Urban El Fatih Bani Adam, Erwin Widiyanto, Ramlan Jamal, Ismail Apulembang, Yessi Yahya, Nasri, Muhajir, Arianto Hidayat, Nasruddin, Yasser Fauzan, Muhammad Ridwan Salim, Sahroni, Heri Pratomo, Roni Bidang, dan Andi Muammar, sebuah keluarga kecil dalam bingkai "Nypah Indonesia" yang telah mengajarkan banyak hal dalam melihat serta menelaah dunia yang teramat kecil ini.
8. Padepokan "Earthcare" yang selalu ingin melihat sebuah kawasan bernuansa hijau. Jaga semangat dan kebersamaan guna mencapai dunia yang bersih dan rindang.
9. Buat Irma sabriany yang tidak pernah diam, selalu mencari dan mencari pengalaman di alam. Dan Dwi Fajriati Inaku yang selalu muncul dalam memberikan pencerahan sosial.
10. Untuk M. Akbar As yang selalu menemani di lapangan hijau maupun ganasnya lautan yang biru serta dinginnya hembusan angin laut pada malam hari.
11. Untuk teman-teman angkatan 2003, 2004, 2005, 2006 dan 2007. Kalian merupakan jiwa-jiwa yang tidak pernah tenang saat melihat sesuatu keluar dari koridornya.
12. Buat Senat Mahasiswa Ilmu dan Teknologi Kelautan Universitas Hasanuddin (SEMA ITK UH), ruangan yang berukuran kurang dari 10x10 m namun selalu terkenang dalam ingatan. Untuk Keluarga Mahasiswa Ilmu dan Teknologi Kelautan (KMF ITK UH), teman-teman



Himpunan Mahasiswa Islam Komisariat Ilmu dan Teknologi Kelautan, Marine Science Diving Club (MSDC UH), Marine Football Club (MFC) kalian adalah sebuah komunitas kecil yang selalu hadir untuk menuai perubahan yang ada di universitas ini.

13. Khusus buat Daeng Tene yang merupakan teman, sahabat, ibu maupun guru dalam memaknai dan mengetahui serta mencicipi arti dari kesabaran.
14. Terakhir tapi merupakan yang utama, keluarga kecilku yang selalu menjadi semangat dan inspirasi dalam hidupku. Muhammad Noor dan St Zaenab B, orang tua yang selalu megingatkan serta membarikan masukan dalam bentuk solusi. Muhammad Iqbal Noor dan Fadhillah Noor, kakak yang hadir dalam menahasehati serta mewarnai hidup. Boniska Fitri Almaida dan Rulianda, kakak ipar yang memberikan sentuhan dalam keluarga. Khusus buat kemenakan tercinta, Radhimas Sherall Noor dan Mutiara Almaida Noor si kecil dengan semangat serta keceriaannya memberikan tawa serta senyuman di kala memandangnya.

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar belakang .....	1
B. Tujuan penelitian.....	2
C. Ruang lingkup penelitian.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
A. Reflektansi spektral.....	3
1. Saluran biru (0,4 $\mu\text{m}$ -0,5 $\mu\text{m}$ ).....	3
2. Saluran hijau (0,5 $\mu\text{m}$ -0,6 $\mu\text{m}$ ) .....	4
3. Saluran merah (0,6 $\mu\text{m}$ -0,7 $\mu\text{m}$ ).....	4
4. Saluran Inframerah dekat (0,7 $\mu\text{m}$ -1,1 $\mu\text{m}$ ).....	5
B. Mangrove .....	6
1. Komposisi, zonasi dan penyebaran vegetasi mangrove .....	7
C. Penginderaan jauh.....	11
1. Karakteristik citra QuickBird.....	13
2. Pemanfaatan penginderaan jauh untuk pendeteksian ekosistem mangrove .....	15
III. METODE PENELITIAN .....	20
A. Waktu dan tempat.....	20
B. Alat dan bahan.....	20
1. Alat yang digunakan di lapangan.....	20
2. Alat yang digunakan di laboratorium.....	20
C. Prosedur kerja.....	21
1. Tahap persiapan.....	21
2. Tahap pengecekan lapangan ( <i>ground truthing</i> ) .....	21
3. Tahap pengolahan citra .....	23
4. Analisis data .....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28
A. Pengolahan citra .....	28
1. Koreksi geometrik.....	28
2. Pemotongan citra ( <i>cropping</i> ) .....	29
3. Pembentukan komposit citra warna semu .....	30

4. <i>Masking</i> .....	31
5. Klasifikasi citra tidak terbimbing ( <i>unsupervised clasification</i> ) .....	32
6. Pengecekan lapangan ( <i>ground truthing</i> ).....	35
B. Analisis pola reflektansi spektral ekosistem mangrove .....	37
1. Ekstraksi nilai digital, nilai radiansi, dan nilai reflektansi.....	37
2. Pola reflektansi spektral.....	38
3. Analisis ragam (ANOVA) .....	44
4. Analisis gerombol ( <i>cluster analisis</i> ).....	48
5. Analisis diskriminan .....	51
V. SIMPULAN DAN SARAN .....	53
a. Simpulan .....	53
b. Saran .....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	54
LAMPIRAN.....	56

## DAFTAR TABEL

No	Teks	Hal
1.	Keistimewaan dan keuntungan citra QuickBird .....	14
2.	Karakteristik citra QuickBird .....	15
3.	Karakteristik spektral daun .....	18
4.	Klasifikasi penutupan mangrove.....	35
5.	Jenis mangrove pada wilayah penelitian .....	35
6.	Kerapatan jenis dan kerapatan relatif.....	36
7.	Rata-rata pengulangan ekstraksi nilai digital, nilai radiansi dan nilai reflektansi.....	38
8.	Persentase pantulan spektral setiap kategori pada ekosistem mangrove...	40
9.	Rata-rata reflektansi spektral sebelas kategori tutupan mangrove pada saluran merah .....	45
10.	Rata-rata reflektansi spektral sebelas kategori tutupan mangrove pada saluran hijau.....	45
11.	Rata-rata reflektansi spektral sebelas kategori tutupan mangrove pada saluran biru .....	46

## DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Hal
1.	Kurva pantulan tanah galuh kekuningan, vegetasi dan air (Rehder, 1985)....	6
2.	Zonasi ekosistem mangrove menurut Bengen (2000) .....	10
3.	Kurva pantulan spektral daun, substrat dan bayangan (Sumber : Lo 1996).....	16
4.	Kurva pantulan spektral vegetasi hijau (Sumber : Hoffer, 1978 dalam Amran, 1999) .....	17
5.	Diagram alir penelitian.....	27
6.	Koreksi geometrik citra QuickBird tahun 2006 Desa Ampekale Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros : a) Sebelum koreksi geometrik b) Setelah koreksi geometrik .....	29
7.	Pemotongan Citra QuickBird Tahun 2006 : a) Sebelum Pemotongan b) Sesudah Pemotongan.....	30
8.	Komposit warna semu : a) Sebelum dilakukan komposit citra, b) Setelah dilakukan komposit citra .....	31
9.	Masking citra :a) Sebelum dilakukan masking, b) Setelah dilakukan masking.....	32
10.	Hasil klasifikasi tak terbimbing.....	33
11.	Hasil klasifikasi yang terdiri dari 11 kategori.....	34
12.	Kategori tutupan ekosistem mangrove .....	39
13.	Kurva kontinyu yang terbentuk berdasarkan jumlah reflektansi spektral dari kategori tutupan ekosistem mangrove (Lumpur kering) .....	41
14.	Kurva kontinyu yang terbentuk berdasarkan jumlah reflektansi spektral dari kategori tutupan ekosistem mangrove (Akar <i>Avicennia</i> sp dan lumpur, <i>Rhizophora mucronata</i> 2,53 ind/m <sup>2</sup> , <i>Rhizophora mucronata</i> 0,17 ind/m <sup>2</sup> , dan <i>Avicennia alba</i> 1,18 ind/m <sup>2</sup> ).....	42
15.	Kurva kontinyu yang terbentuk berdasarkan jumlah reflektansi spektral dari kategori tutupan ekosistem mangrove ( <i>Avicennia alba</i> 0,01 ind/m <sup>2</sup> , <i>Sonneratia alba</i> 0,02 ind/m <sup>2</sup> , <i>Sonneratia alba</i> 0,01 ind/m <sup>2</sup> dan Genangan air) .....	43
16.	Kurva kontinyu yang terbentuk berdasarkan jumlah reflektansi spektral dari kategori tutupan ekosistem mangrove (Anakan <i>Rhizophora</i> sp, Semaian <i>Rhizophora</i> sp).....	44
17.	Pola reflektansi spektral pada tutupan ekosistem mangrove .....	47
18.	Grafik dendogram delapan kategori tutupan ekosistem mangrove .....	49
19.	Pola centroid 11 kategori pada ekosistem mangrove .....	52

**DAFTAR LAMPIRAN**

No	Teks	Hal
1.	Titik <i>Ground Control Point</i> (GCP).....	57
2.	Nilai parameter citra QuickBird.....	58
3.	Perubahan nilai digital menjadi nilai radiansi dan nilai reflektansi.....	59
4.	Kerapatan jenis (Di) .....	62
5.	Kerapatan relatif jenis (RDi) .....	63
6.	Analisis gerombol.....	64
7.	Analisis diskriminan .....	65
8.	Analisis ragam (ANOVA) pada saluran merah .....	70
9.	Analisis ragam (ANOVA) pada saluran hijau.....	77
10.	Analisis ragam (ANOVA) pada saluran biru .....	84

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar belakang

Pesatnya perkembangan teknologi, memudahkan manusia dalam penelitian tentang kondisi bumi. Teknologi dalam penelitian yang terus dikembangkan sampai hari ini salah satunya adalah penginderaan jauh. Penginderaan jauh digunakan untuk menganalisis obyek tanpa bersentuhan langsung. Lillesand and Kiefer (1997) menjelaskan bahwa penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis menggunakan kaidah ilmiah. Data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah, atau gejala yang dikaji. Obyek di permukaan bumi akan disadap informasinya menggunakan alat yang disebut sensor.

Penyiaman yang dilakukan sensor terekam dalam bentuk data. Informasi yang terkandung dalam data tersebut harus dikelola melalui mekanisme interpretasi, yang akan menjelaskan obyek yang telah diindera. Hasil interpretasi akan berbeda-beda, karena setiap obyek mempunyai daya reflektansi yang berbeda. Hal ini disebabkan karena gelombang elektromagnetik yang dipancarkan sensor terhadap obyek di dalamnya terdapat interaksi fisis berupa pemantulan (*refleksi*), penyerapan (*absorpsi*) dan penerusan (*transmisi*). Energi elektromagnetik yang dipantulkan, diserap, dialirkan maupun dipancarkan ini sifatnya sangat bervariasi tergantung pada karakteristik obyek-obyek di permukaan bumi tersebut. Keadaan ini menunjukkan bahwa setiap obyek di bumi mempunyai reaksi spektral (*spectral respond*) yang berbeda. Hal inilah yang dimanfaatkan dalam sistem penginderaan jauh melalui sistem sensor pada satelit yang mempunyai kepekaan terhadap spektral (*spectral sensitivity*) tertentu sebagai dasar terbentuknya data penginderaan jauh (Sutrisno, 2002).

Salah satu pemanfaatan penginderaan jauh dalam pemantauan Sumber Daya Alam (SDA) khususnya multispektral dititik beratkan pada estimasi jumlah dan distribusi vegetasi. Estimasi tersebut didasarkan pada pantulan dari kanopi vegetasi. Intensitas pantulan tergantung pada panjang gelombang yang digunakan dan tiga komponen vegetasi yaitu kerapatan jenis, daun, dan substrat.

Citra QuickBird merupakan salah satu sensor satelit penginderaan jauh yang diluncurkan pada tahun 2001 dengan wahana Boeing Delta II mempunyai resolusi tinggi (2,44 m-2,88 m), dengan lima saluran (*pankromatik, red, green, blue, dan near infra red*). Saluran ini masing-masing mempunyai panjang gelombang tersendiri, sehingga interpretasi pada ekosistem mangrove dapat dilakukan, yakni pada panjang gelombang tampak (0,4-0,8  $\mu\text{m}$ ). Penjabaran diatas merupakan dasar dalam melakukan pengklasifikasian reflektansi spektral pada ekosistem mangrove.

## **B. Tujuan penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik reflektansi spektral ekosistem mangrove, berdasarkan panjang gelombang elektromagnetik pada citra QuickBird.

Manfaat penelitian adalah sebagai informasi dasar tentang karakteristik reflektansi spektral ekosistem mangrove sehingga dapat menjadi acuan dalam memilih panjang gelombang yang digunakan dalam interpretasi citra khususnya pada wilayah ekosistem mangrove.

## **C. Ruang lingkup penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini yaitu : ekosistem mangrove (jenis, substrat, kerapatan jenis, dan kerapatan relatif jenis) dan analisis pola reflektansi spektral obyek pada ekosistem mangrove dengan menggunakan citra QuickBird tahun 2006.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Refraktansi spektral

Penginderaan jauh multispektral menurut Rehder (1985) adalah penginderaan obyek dengan menggunakan lebih dari satu spektrum elektromagnetik yang pengindraannya dilakukan pada saat yang sama dan dari tempat serta ketinggian yang sama. Foto multispektral merupakan keluaran penginderaan penginderaan jauh multispektral dengan cara fotografik. Sensornya berupa kamera multi lensa atau kamera tunggal berlensa jamak. Di samping foto multispektral, keluaran penginderaan jauh multispektral dapat pula berupa citra multispektral. Sensornya pada umumnya berupa alat penyiam multispektral.

Pada foto multispektral, tiap saluran mempunyai keunggulan-keunggulan sendiri, berikut dikemukakan keunggulan dan manfaat saluran biru, saluran hijau, saluran merah dan saluran inframerah menurut Rehder (1985).

#### 1. Saluran biru ( $0,4 \mu\text{m}$ - $0,5 \mu\text{m}$ )

Air jernih tampak biru karena sebagian besar pantulannya berupa pantulan saluran biru. Karena kepekaan film berwarna sama dengan kepekaan mata kita, air jernih juga tampak biru pada foto berwarna asli. Kalau kita perhatikan kurva pantulan air jernih maupun air keruh, puncak kurvanya terletak pada perbatasan antara saluran biru dan saluran hijau. Ke arah kanan maka kurvanya menurun tajam dan pantulannya pada saluran merah dan saluran inframerah rendah sekali (Gambar 1). Oleh karena itu maka saluran hijau dan saluran biru merupakan saluran terbaik untuk mengindera air. Bagi film pankromatik hitam putih, pada umumnya

dipasang filter Wratten 47 untuk membuat foto multispektral dengan panjang gelombang  $0,4 \mu\text{m}$ - $0,5 \mu\text{m}$ .

Untuk mengindera kelembaban atmosfer, kedalaman air, kekeruhan air, dan gejala lain yang berhubungan dengan air, pada umumnya digunakan saluran biru dan atau saluran hijau.

## **2. Saluran hijau ( $0,5 \mu\text{m}$ - $0,6 \mu\text{m}$ )**

Seperti foto saluran hijau, foto saluran hijau sama baiknya untuk penginderaan gejala yang berhubungan dengan air seperti kelembaban atmosfer, kedalaman air, kualitas dan kekeruhan air, dan gejala lainnya. Pada umumnya dipasang filter hijau yaitu filter Wratten 58 untuk membuat foto saluran hijau. Karena hambatan yang berupa hamburan *Rayleigh* pada saluran hijau lebih kecil dari hambatannya pada saluran biru, foto saluran hijau lebih baik untuk penginderaan gejala yang berhubungan dengan gejala air tersebut.

## **3. Saluran merah ( $0,6 \mu\text{m}$ - $0,7 \mu\text{m}$ )**

Pada saluran merah, tanah kering yang cerah pada umumnya nilai pantulannya lebih besar. Oleh karena itu ronanya pada foto saluran merah juga cerah. Kurva pantulan vegetasi umumnya ada puncak kecil pada saluran hijau. Kurvanya menurun dari panjang gelombang  $0,55 \mu\text{m}$  hingga  $0,68 \mu\text{m}$ . Oleh karena itu vegetasi pada foto saluran merah pada umumnya tampak gelap. Sesuai dengan dua hal ini maka foto saluran merah merupakan foto yang terbaik untuk membedakan vegetasi terhadap tanah kering yang cerah. Foto pada saluran merah dapat dibuat dengan menggunakan filter pangkromatik hitam putih, yaitu dengan menahan saluran panjang

gelombang dibawah  $0,6 \mu\text{m}$ . Untuk maksud ini pada umumnya digunakan filter merah Wratten 25.

Pada foto saluran merah maka vegetasi tampak gelap, tanah cerah tampak kelabu cerah hingga cerah, air jernih yang dalam tampak gelap, dan air keruh cerah karena pantulan oleh material tersuspensinya yang nilai pantulannya menyerupai tanah atau batuan asalnya.

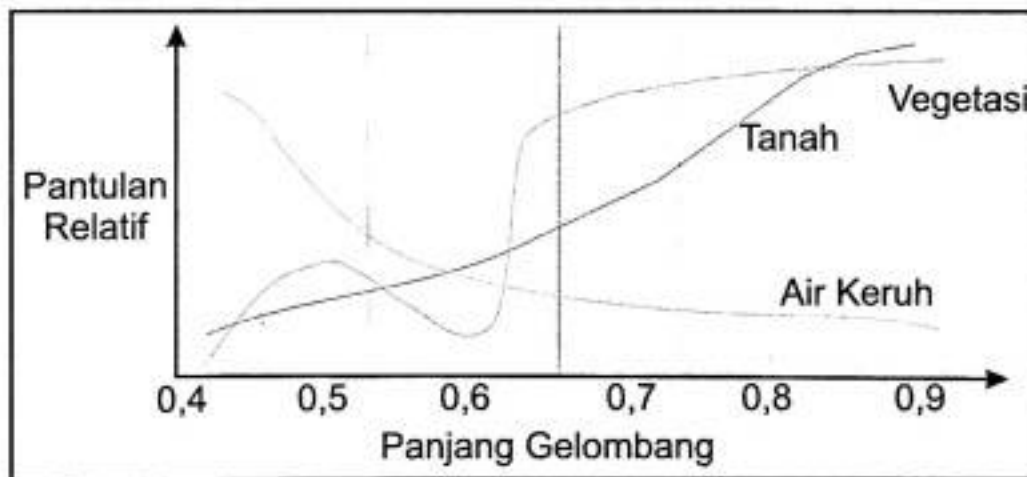
#### **4. Saluran Inframerah dekat ( $0,7 \mu\text{m}$ - $1,1 \mu\text{m}$ )**

Kurva pantulan tanah pada umumnya dan kurva pantulan vegetasi sehat meningkat tajam pada panjang gelombang  $0,7 \mu\text{m}$  dan lebih meningkat lagi pada spektrum inframerah dekat (Gambar 1). Karena nilai pantulannya yang tinggi ini maka vegetasi sehat mudah dibedakan terhadap obyek lain pada foto inframerah berwarna dan mudah dibedakan terhadap obyek yang lain pada foto inframerah hitam putih. Untuk membuat foto inframerah hitam putih umumnya digunakan filter merah tua Wratten 89 B yang menahan panjang gelombang di bawah  $0,7 \mu\text{m}$ . Untuk membuat foto inframerah berwarna digunakan filter kuning Wratten 15 guna menahan sinar dengan panjang gelombang dibawah  $0,5 \mu\text{m}$ .

Pada saluran inframerah ini tutupan vegetasi mudah dibedakan terhadap permukaan tanah maupun permukaan batuan. Beberapa jenis vegetasi dapat pula dibedakan pada saluran ini. Pohon yang mendapat gangguan dapat dibedakan terhadap pohon yang sehat sehingga pohon yang terserang penyakit sering dapat dilihat sebelum gejalanya tampak bila dilihat dengan spektrum tampak maupun oleh mata manusia yang melihatnya di medan. Dengan demikian maka foto inframerah bermanfaat untuk mendeteksi tanaman maupun hutan yang mengalami gangguan penyakit, hama, kekeringan, atau gangguan lainnya.

Air banyak menyerap banyak sinar pada saluran inframerah sehingga air tampak gelap sekali pada foto inframerah. Pada foto inframerah hitam putih, air jernih maupun air keruh tampak gelap dengan beda kegelapan tidakl besar. Pada foto inframerah berwarna agak berbeda. Air keruh tampak biru muda. Semakin keruh airnya, semakin muda warna birunya. Semakin kecil butir-butir suspensinya maka akan semakin cerah warna birunya. Dengan demikian maka air sangat keruh yang butir-butir suspensinya halus akan tampak putih pada foto inframerah berwarna.

Air yang sangat jernih dan dangkal dengan material dasar perairan yang besar nilai pantulannya, menyebabkan air tampak biru muda pada foto inframerah berwarna. Ini disebabkan oleh pantulan material dasar perairan yang menambah kecerahan warna airnya.



Gambar 1. Kurva pantulan tanah galuh kekuningan, vegetasi dan air (Rehder, 1985)

## B. Mangrove

Mangrove berasal dari bahasa Portugis mangue dan bahasa Inggris grove, menurut Dewi, dkk. (1996). Dalam Bahasa Inggris, kata mangrove digunakan untuk komunitas hutan atau semak yang tumbuh di pantai/pulau walaupun beberapa spesies lain berasosiasi didalamnya. Sedangkan dalam

bahasa Portugis umumnya, kata mangrove digunakan untuk spesies secara individu dan untuk komunitas hutan yang terdiri dari spesies mangrove

Menurut Nybakken (1988) hutan bakau adalah merupakan sebutan umum yang digunakan untuk menggambarkan suatu varietas komunitas pantai tropik yang didominasi oleh beberapa spesies pohon-pohon yang khas atau semak-semak yang memiliki kemampuan untuk tumbuh dalam perairan yang asin atau payau yang mengungguli persekutuan mangal.

Darsidi dan Liang (1982) mengatakan bahwa hutan bakau adalah hutan mangrove yang didominasi oleh jenis-jenis bakau (*Rhizophora sp.*), dimana hutan mangrove tidak hanya dihuni oleh pohon bakau saja tetapi dihuni pula oleh berbagai jenis tumbuhan yang bervariasi dan kumpulan tumbuhan mangrove beserta asosiasinya seperti *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Avicennia* dan sebagainya.

Anwar dkk, (1984), mengemukakan bahwa istilah bakau untuk menghindarkan kemungkinan salah pengertian dengan hutan yang melulu terdiri atas pohon bakau *Rhizophora sp.* Kemudian oleh Nontji (1987), menjelaskan bahwa untuk menghindari kekeliruan perlu dipertegas bahwa istilah bakau hendaknya hanya untuk jenis tumbuhan tertentu saja, yakni dari marga *Rhizophora*. Sedangkan istilah mangrove digunakan untuk segala tumbuhan yang hidup di lingkungan khas ini.

#### **1. Komposisi, zonasi dan penyebaran vegetasi mangrove**

Bengen (2000) mengatakan bahwa vegetasi hutan mangrove di Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi dengan jumlah jenis tercatat sebanyak 202 jenis yang terdiri atas 89 jenis pohon, 5 jenis Palem, 19 jenis Liana, 44 jenis Epifit, 21 jenis Sikas. Namun demikian hanya terdapat kurang lebih 47 jenis tumbuhan yang spesifik hutan mangrove. Paling tidak di dalam hutan mangrove terdapat salah satu tumbuhan sejati penting/dominan yang

termasuk ke dalam 4 famili *Rhizophoraceae* (*Rhizophora*, *Bruguiera*, dan *Ceriops*), *Sonneratiaceae* (*Sonneratia*), *Avicenniaceae* (*Avicennia*) dan *Meliaceae* (*Xylocarpus*).

Whitten, (1987) menyatakan dalam hutan mangrove di Sulawesi umumnya hanya dijumpai sembilan belas jenis pohon mangrove utama, jenis-jenis tersebut adalah : *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Avicennia officinalis*, *Lumnitzera littorea*, *Lumnitzera racemosa*, *Ex coecaria agallocha*, *Xylocarpus granatum*, *Xylocarpus moluccensis*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Bruguiera cylindrica*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Bruguiera parviflora*, *Bruguiera sexangula*, *Ceriops tagal*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, dan *Sonneratia ovata*.

Mulyadi (1994), mengemukakan bahwa komposisi hutan mangrove di Sulawesi Selatan dari beberapa survei yang telah dilakukan terdapat sekitar 17 spesies. Dari 17 spesies tersebut terdapat 5 jenis yang berlimpah dan tersebar luas yaitu: *Sonneratia alba*, *Avicennia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Bruguiera gymnorrhiza*.

Zonasi adalah kondisi dimana kumpulan vegetasi yang saling berdekatan mempunyai sedikit atau tidak ada sama sekali jenis yang sama walaupun tumbuh dalam lingkungan yang sama dan keadaan dimana terdapat perubahan lingkungan yang dapat mengakibatkan perubahan yang nyata diantara kumpulan vegetasi. Lebih lanjut dijelaskan bahwa perubahan vegetasi dapat terjadi dengan batas yang jelas atau tidak jelas atau bisa terjadi bersama-sama (Anwar, dkk, 1984).

Mangrove di Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi, yang seluruhnya tercatat sebanyak 202 jenis tumbuhan (Bengen, 2000). Jenis pohon dan zonasi tumbuhan mangrove memiliki berbagai variasi pada lokasi yang

berbeda, ditentukan oleh jenis tanah, kedalaman dan periode genangan, kadar garam dan daya tahan terhadap ombak serta arus (Nontji, 1987).

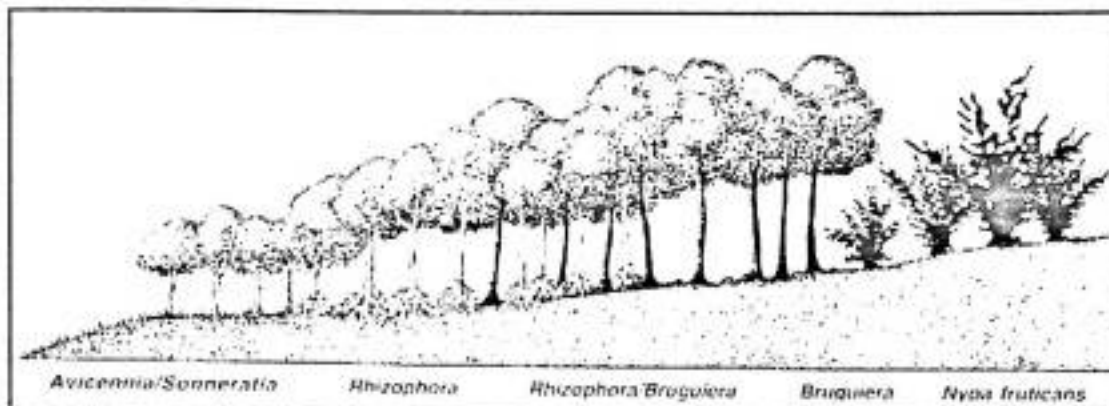
Jenis tumbuhan mangrove mempunyai berbagai variasi pada lokasi yang berbeda. Suatu kawasan hutan mangrove dapat meliputi beberapa kelompok mangrove yang masing-masing kelompok terdiri dari spesies-spesies yang berbeda. Kelompok mangrove dapat terdiri dari satu spesies yang dominan ataupun pencampuran antar beberapa spesies (Amran, 1999).

Adapun daerah penyebaran pohon mangrove pada mintakatnya menurut Walter (1971), tersusun sebagai berikut : jenis pohon mangrove yang terdapat pada batas pantai yang mengarah ke laut didominasi oleh *Avicennia sp*, yaitu jenis pohon yang memiliki akar pasak. Pohon bakau merah (*Rhizophora sp*) menggantikan jenis *Avicennia sp* pada tingkat pemukiman berikutnya. Jenis pohon ini ditandai oleh bentuk akar-akarnya yang bersifat menopang (akar tunjang) yang sangat tebal dan hampir tidak dapat ditembus. *Bruguiera sp* merupakan spesies tumbuhan mangrove lain yang sering dijumpai pada mintakat berikutnya yang mengarah ke daratan. Terakhir diikuti oleh tumbuh-tumbuhan, semak, dan *Ceriops*.

Bengen (2000), mengatakan bahwa salah satu tipe zonasi hutan mangrove yang ada di Indonesia (Gambar 2) adalah sebagai berikut :

- a. Daerah yang paling dekat dengan laut, dengan substrat agak berpasir, sering ditumbuhi oleh *Avicennia sp*. Pada zona ini biasa berasosiasi dengan *Sonneratia sp* yang dominan tumbuh pada lumpur dalam yang kaya bahan organik.
- b. Lebih kearah darat, hutan mangrove umumnya didominasi oleh *Rhizophora sp*. Di zona ini juga *Bruguiera spp* dan *Xilocarpus sp*.
- c. Zona berikutnya didominasi oleh *Bruguiera sp*.

- d. Zona transisi antara hutan mangrove dengan hutan dataran rendah biasa ditumbuhi oleh *Nypa fruticans*, dan beberapa spesies palem lainnya.



Gambar 2. Zonasi ekosistem mangrove menurut Bengen (2000)

Anwar dkk (1984) mengatakan bahwa faktor utama yang menyebabkan adanya zonasi di dalam hutan mangrove adalah sifat-sifat tanah, disamping faktor salinitas, frekuensi serta tingkat penggenangan dan ketahanan suatu jenis terhadap ombak dan arus.

Menurut Nybakken (1988), bahwa salah satu faktor fisik yang berpengaruh terhadap penzonasian hutan mangrove adalah pasang surut, dimana pasang surut dan kisaran vertikalnya yang membedakan periodesitas penggenangan hutan mangrove yang penting dalam membedakan kumpulan jenis mangrove yang dapat tumbuh pada suatu daerah, dan mungkin berperan dalam perbedaan tipe-tipe zonasi.

Menurut Nurkin (1995), di Sulawesi Selatan terdapat tiga formasi mangrove yang umum dijumpai. Ketiga formasi tersebut, pertama adalah tumbuh dan berkembang sebagai jalur vegetasi mangrove di pantai, kedua adalah mangrove yang terdapat pada daerah estuaria, dan formasi yang terakhir adalah mangrove yang terdapat pada daerah fluvial. Formasi mangrove yang berupa jalur vegetasi mangrove dipantai umumnya ditumbuhi oleh *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba* dan *Avicennia alba*. Dua spesies yang terakhir



adalah jenis-jenis pionir dan tumbuh dibagian luar dari pantai. Formasi estuaria dicirikan oleh tegakan yang ekstensif dari *Rhizophora mucronata*. Lebih ke darat menjauhi pantai dan badan air sungai, mangrove membentuk tegakan yang agak seragam dan didominasi oleh *Rhizophora apiculata* atau bercampur dengan *Ceriops tagal*, *Xylocarpus sp* atau *Bruguiera sp*. Formasi mangrove pada daerah fluvial biasanya didominasi oleh *Sonneratia caseolaris* yang menduduki tapak dari lahan yang baru terbentuk karena adanya proses pengendapan.

### C. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (inderaja) adalah ilmu, teknologi dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah, atau fenomena melalui suatu analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand and Kiefer, 1997). Sedangkan penginderaan jauh (Inderaja) menurut Buttler (1988) adalah ilmu untuk mendapatkan informasi mengenai permukaan bumi seperti lahan dan air dari citra yang diperoleh dari jauh. Foto udara, citra satelit dan radar adalah semua bentuk penginderaan jauh. Teknologi inderaja adalah suatu cara untuk mendapatkan dan mengumpulkan informasi mengenai suatu obyek tanpa menyentuh atau melakukan kontak fisik secara langsung dengan obyek tersebut

Lo (1976) dalam Sutanto (1994), mengemukakan pada dasarnya kegiatan interpretasi citra terdiri dari dua tingkat yaitu, tingkat pertama berupa pengenalan obyek melalui proses deteksi dan identifikasi, dan tingkat kedua berupa penilaian atas pentingnya obyek yang telah dikenali tersebut, yaitu arti pentingnya tiap obyek dan kaitannya dengan antar obyek tersebut. Tingkat pertama berarti perolehan data, sedangkan tingkat kedua berupa interpretasi atau analisis data. Di dalam upaya otomatisasi, hanya tingkat pertamalah yang dapat di

komputenkan. Tingkat kedua harus dilakukan oleh orang yang berbekal ilmu pengetahuan cukup memadai pada disiplin ilmu tertentu.

Model data pada citra adalah model data raster yaitu bentuk dimana setiap lokasi dipresentasikan sebagai suatu posisi sel. Sel yang diorganisasikan ini dalam bentuk kolom dan baris sel-sel yang biasa disebut grid. Setiap baris matrik berisikan sejumlah sel yang memiliki nilai tertentu yang mempresentasikan suatu fenomena geografis. Nilai yang terkandung oleh suatu sel adalah angka yang menunjukkan data nominal, misalnya kelas lahan, konsentrasi polutan dan lain-lain (Hakim, 1996).

Interpretasi citra merupakan perbuatan mengkaji foto udara dan atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi obyek dan menilai arti pentingnya obyek tersebut (Estes dan Simonet, 1975 *dalam* Sutanto, 1994).

Prinsip dasar dalam penginderaan jauh dengan gelombang elektromagnetik untuk sumber daya alam ada dua, yaitu pengumpulan dan analisa data. Elemen proses pengumpulan data meliputi sumber energi, perjalanan energi melalui atmosfer, interaksi antara energi dengan kenampakan di muka bumi, sensor wahana satelit/atau pesawat terbang, dan pembentukan untuk menganalisa data sensor numerik. Proses analisa data meliputi pengujian data dengan menggunakan alat interpretasi dan alat pengamatan analisis data piktorial, dan/atau komputer untuk menganalisa data (Lillesand dan Kiefer 1997).

Nasril (1985) mengatakan bahwa dalam penginderaan jauh, sumber energi yang digunakan adalah radiasi elektromagnetik yang dapat menembus atmosfer, yaitu radiasi ultraviolet (0,3-0,4  $\mu\text{m}$ ), radiasi infra merah (0,7-300  $\mu\text{m}$ ) dan radiasi gelombang mikro serta radar (0,3-300  $\mu\text{m}$ ).

Meaden and Kapetsky (1991) menjelaskan bahwa penginderaan jauh dalam kerjanya memanfaatkan sensor yang digunakan untuk memotret suatu area dari udara dengan tujuan mengidentifikasi dan mengukur parameter-

parameter fisik yang direfleksikan dan dipantulkan dari obyek tersebut dengan menggunakan radiasi elektromagnetik. Beberapa kelebihanannya antara lain :

- a. Citra menggambarkan obyek, daerah, dan gejala dipermukaan bumi dengan wujud dan letak obyek yang mirip dengan obyek aslinya.
- b. Karakteristik yang tidak nampak dapat diwujudkan dalam bentuk citra, sehingga dimungkinkan pengenalan obyeknya.
- c. Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi.
- d. Citra sering dibuat dengan periode ulang yang pendek.
- e. Dapat merekam kondisi laut pada wilayah dengan cakupan yang sempit maupun luas.

#### 1. Karakteristik citra QuickBird

Citra Quickbird adalah citra pertama dari seri wahana angkasa yang dibangun oleh DigitalGlobe dengan akurasi tinggi dengan citra resolusi tinggi. Data yang dihasilkan oleh Quickbird berupa citra pankromatik dan multispektral yang didesain untuk mendukung aplikasi dari publikasi peta tanah dan aset hingga ke menghitung resiko dari asuransi.

Saat ini Quickbird adalah satu-satunya wahana yang mampu melayani resolusi citra dibawah 1 meter, industri terdepan dalam akurasi *geolocalional*, penyimpanan data yang lebih besar dan kemampuan pengambilan citra 2 sampai 10 kali lebih luas dari satelit resolusi tinggi lainnya. Selain itu kemampuan untuk mengkoleksi dan *update* arsip data dapat langsung di ketahui dari internet karena sistem QuickBird memberikan efisiensi dalam mengoleksi lebih dari 75 juta kilometer persegi data citra satelit secara berkala.

Keunggulan Quickbird adalah mampu menyajikan data dengan resolusi hingga 61 cm. Dengan resolusi setinggi ini, sebuah lokasi permukiman dapat

diidentifikasi per individu bangunan, sebuah jaringan jalan dapat diidentifikasi sebagai poligon dua sisi, dan yang tidak kalah pentingnya adalah pemesanan data sangat mudah dilakukan, tidak serumit pembuatan foto udara yang mengharuskan adanya security clearance (ijin dari pihak keamanan), ijin jalur terbang, sewa hanggar, sewa pesawat dll. Adapun keistimewaan dan keuntungan citra QuickBird dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keistimewaan dan keuntungan citra QuickBird

Keistimewaan	Keuntungan
Tersedia secara komersil sensor dengan resolusi tertinggi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 61 cm (2 ft) pankromatik</li> <li>• 2.4 m (8 ft) multispektral</li> </ul>	Menghasilkan citra kualitas tinggi untuk pembuatan peta, deteksi perubahan lahan dan analisis citra.
Terdepan dalam akurasi citra <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keseimbangan wahana untuk menghasilkan pengukuran lokasi yang tepat</li> <li>• 3-axis stabilized, star tracker/IRU/reaction wheels, C/A Code GPS</li> </ul>	Kemampuan penyesuaian lokasi bumi hingga 23 meter dan menciptakan peta pemantauan tanpa menggunakan titik kontrol bumi (GCP).
Pengumpulan data dengan cakupan yang lebih luas <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16.5 km lebar setiap petak cakupan</li> <li>• 128 Gbits kapasitas penyimpanan citra</li> </ul>	Pengumpulan data yang lebih besar untuk memperbarui produksi citra global lebih cepat dari sistem lainnya.
Citra kualitas tinggi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desain teleskop Quickbird yang bebas pandang</li> <li>• Cakupan pandang lebih luas</li> <li>• Kontras warna yang tinggi (MTF)</li> <li>• Sinyal tinggi untuk perbandingan sinyal tidak normal</li> <li>• 11 bit jarak dinamik data</li> </ul>	Perpanjangan range kesesuaian koleksi citra target dan meningkatkan kualitas interpretasi citra sehingga citra dapat digunakan walaupun pada kualitas rendah tanpa mengorbankan kualitas citra.

(Sumber :Digital Globe 2007)

QuickBird merupakan citra yang diluncurkan pada tahun 2001. citra yang diangkut dengan menggunakan Boeing Delta II. Citra QuickBird mempunyai lima saluran yaitu : pankromatik, biru, hijau, merah, dan infra merah dekat. Penyimpanan citra QuickBird dalam tiga format yakni GeoTIFF 1.0, NTIF 2.0 dan NTIF 2.1. Karakteristik citra QuickBird dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik citra QuickBird

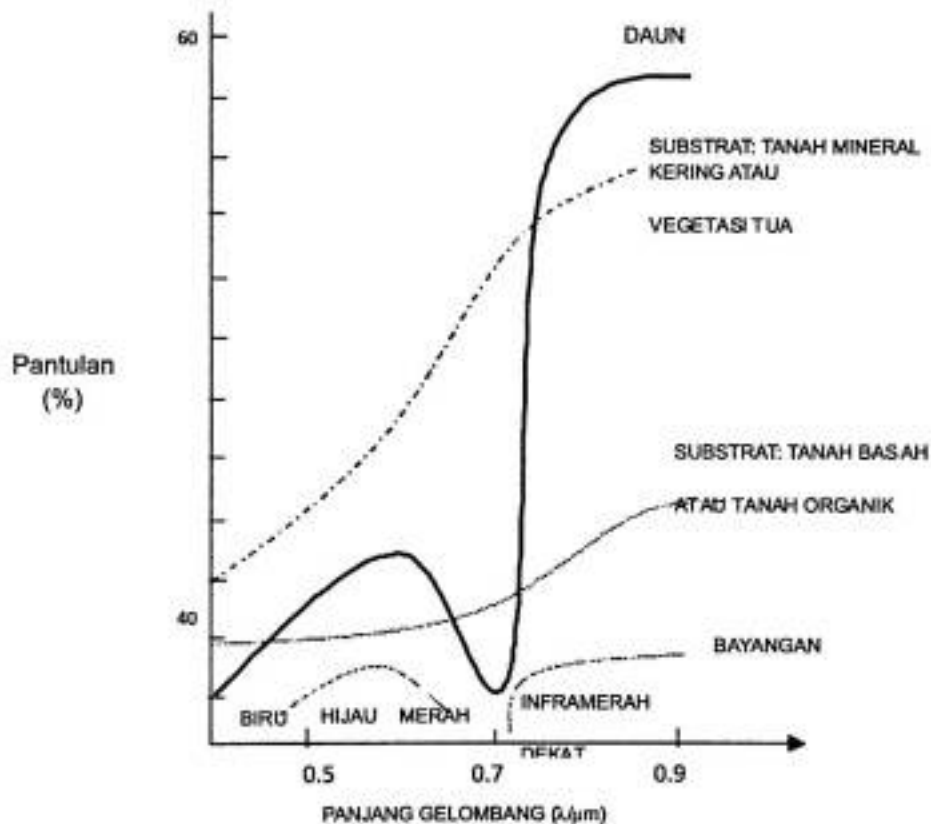
Informasi peluncuran	Tanggal : 18 Oktober 2001 Jendela peluncuran : 1851-1906 GMT (1451-1506 EDT) Wahana peluncuran : Boeing Delta II Lokasi peluncuran : SLC-2W, Vandenberg Air Force Base, California
Orbit	Ketinggian : 450 km, 98 derajat, sun-synchronous inclination Frekuensi pengambilan gambar : 2-3 hari tergantung posisi lintang Sudut pengambilan : Agile spacecraft - in-track and cross-track pointing Periode : 93.4 menit
Koleksi setiap orbit	~128 gigabit (kira-kira 57 area citra terpisah)
Lebar petak & Luas area	Lebar petak minimal : 16.5 km pada titik terendah yang diakses Petak lintasan : 544 km ditengah-tengah lintasan satelit (~30° diatas titik terendah) lokasi yang diinginkan. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Single Area: 16.5 km x 16.5 km</li> <li>• Strip: 16.5 km x 115 km</li> </ul>
Akurasi	23 meter kesalahan dalam lingkaran, 17 meter kesalahan dalam garis (tanpa cek lapangan)
Resolusi sensor & Band Spektral	Pankromatik <ul style="list-style-type: none"> <li>• 61 centimeter (2 ft) Ground Sample Distance (GSD) at nadir</li> <li>• Black &amp; White: 725 nanometers</li> </ul> Multispectral <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.4 meter (8 ft) GSD at nadir</li> <li>• Blue: 479,5 nanometers</li> <li>• Green: 546,5 nanometers</li> <li>• Red: 654 nanometers</li> <li>• Near-IR: 814,5 nanometers</li> </ul>
Cakupan dinamis	11-bits per pixel
Komunikasi	Data Satelit <ul style="list-style-type: none"> <li>• 320 Mbps X-band</li> </ul> Stasiun penerima <ul style="list-style-type: none"> <li>• X-band from 4, 16 and 256 Kbps</li> <li>• 2 Kbps S-band uplink</li> </ul>
ADCS Approach	3-axis stabilized, star tracker/IRU/reaction wheels, C/A Code GPS
Pointing dan Agility	Akurasi : kurang dari 0.5 milliradians absolut per axis Diketahui : kurang dari 15 microradians per axis Stabilitas : kurang dari 10 microradians per detik
Kapasitas penyimpanan	128 gigabits
Wahana	Pemakaian untuk 7 tahun 2100 pounds, 3.04-meters (10-ft) in length

(Sumber : Digital Globe 2007)

## 2. Pemanfaatan penginderaan jauh untuk pendeteksian ekosistem mangrove

Salah satu aplikasi penginderaan jauh multispektral adalah estimasi jumlah dan distribusi vegetasi. Estimasi tersebut didasarkan pada pantulan dari kanopi vegetasi. Intensitas pantulan tergantung pada panjang gelombang yang digunakan dan tiga komponen vegetasi yaitu daun, substrat dan bayangan. Menurut Lo (1996), daun-daun memantulkan lemah pada panjang gelombang

biru dan merah, namun memantulkan kuat pada panjang gelombang inframerah dekat. Komponen bayangan dari kanopi vegetasi sangat gelap pada panjang gelombang tampak dengan radiasi yang diabsorpsi kuat oleh daun, namun cukup gelap pada panjang gelombang infra merah dekat dengan radiasi yang diabsorpsi ringan oleh daun (Gambar 3).

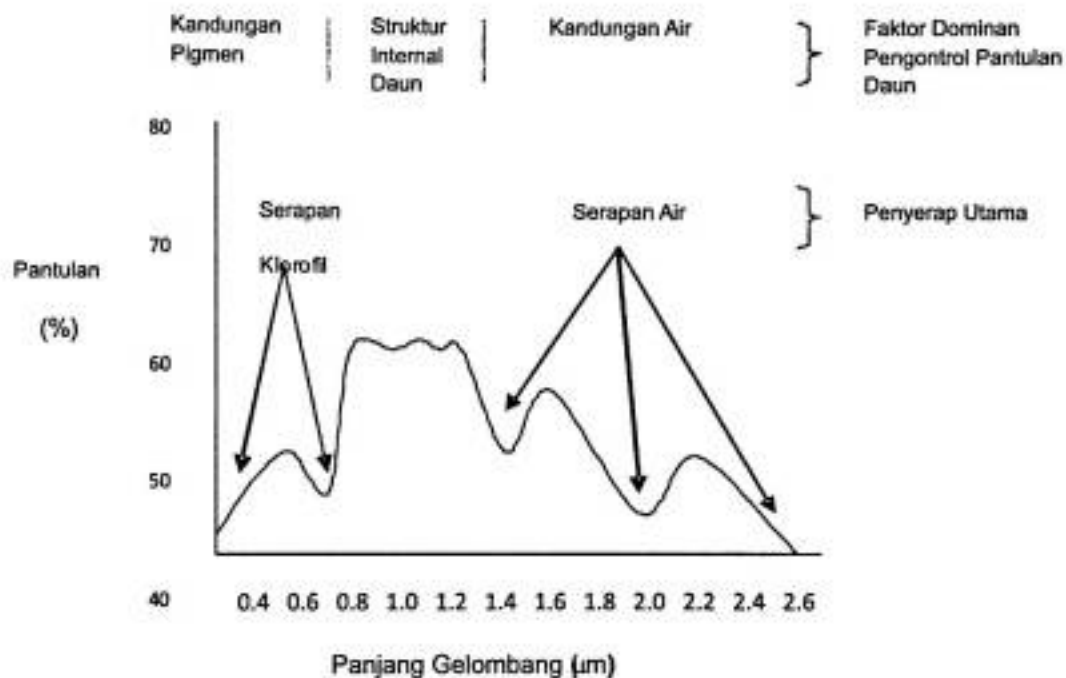


Gambar 3. Kurva pantulan spektral daun, substrat dan bayangan (Sumber : Lo 1996)

Deteksi perubahan pantulan tergantung pada kontras pantulan antara daun hijau dengan substrat. Pantulan pada panjang gelombang inframerah dekat lebih peka terhadap perubahan pada vegetasi hijau dalam substrat berona cerah dibanding dengan substrat berona gelap. Faktor lingkungan lain yang berpengaruh adalah pantulan kanopi vegetasi termasuk sudut matahari dan sensor. Sudut matahari mengontrol areal dan kegelapan bayangan. Sudut pandang sensor menentukan jumlah substrat (tanah) tampak pada sensor.

Karena sudut pandang bergerak vertikal, maka tanah yang lebih sedikit dan vegetasi yang lebih banyak akan menjadi jelas (Lo, 1996).

Menurut Hoffer (1978) dalam Amran (1999), pantulan spektral vegetasi sangat dipengaruhi oleh pigmentasi, struktur internal daun dan kandungan uap air, seperti yang ditunjukkan oleh kurva pantulan spektral vegetasi (Gambar 4).



Gambar 4. Kurva pantulan spektral vegetasi hijau (Sumber : Hoffer, 1978 dalam Amran, 1999)

Pengaruh pigmentasi sangat dominan pada panjang gelombang tampak (0,4-0,7 µm). kurva pantulan spektral vegetasi menunjukkan bahwa nilai pantulan sangat rendah pada panjang gelombang biru dan merah. Rendahnya nilai pantulan pada panjang gelombang ini berhubungan dengan dua pita serapan klorofil pada panjang gelombang 0,45 µm dan 0,65 µm. Klorofil dalam daun menyerap sebagian besar dari tenaga yang datang dengan panjang gelombang tersebut. Puncak pantulan pada spektrum tampak adalah 0,54 µm pada panjang gelombang hijau (Hoffer, 1978 dalam Amran, 1999).

Tumbuhan mangrove yang sehat memiliki daun yang berwarna hijau. Warna hijau tersebut menjadi indikasi banyaknya kandungan klorofil yang terkandung di dalamnya yang akan menyerap banyak energi pada saluran biru dan merah dan akan memantulkan banyak pada spektrum hijau (Hoffer, 1978 dalam Amran, 1999).

Pigmen lainnya yang berpengaruh adalah *carotene*, dan *xanthophyll* yang merupakan pigmen kuning dan *anthocyanin* yang merupakan pigmen merah. Perbedaan pigmen diantara ketiganya menyebabkan perbedaan pantulan spektral vegetasi (Hoffer, 1978 dalam Amran, 1999).

Pantulan spektral vegetasi pada panjang gelombang infra merah tengah sangat dipengaruhi oleh serapan air. Tingkat serapan energi oleh vegetasi pada panjang gelombang infra merah tengah merupakan fungsi dari jumlah total air dalam daun dan ini ditentukan oleh persentase kandungan air dan ketebalan daun. Banyaknya lapisan daun juga berpengaruh terhadap pantulan spektral vegetasi. Daun hijau banyak memantulkan dan meneruskan spektrum infra merah dekat, tetapi sedikit menyerap spektrum tersebut. Sebagian dari radiasi infra merah dekat yang diteruskan ke bagian bawah daun akan kembali dipantulkan oleh permukaan daun di bawahnya sehingga terjadi multiplikasi pantulan (Hoffer, 1978 dalam Amran, 1999).

Karakteristik spektral vegetasi sangat dipengaruhi oleh karakteristik spektral daun, khususnya karakteristik pigmen daun, dan kandungan air daun pada wilayah spektral visible, infra merah dekat, infra merah tengah. Karakteristik daun ini secara ringkas disajikan pada Tabel 3 (Dimiyati, 1998).

Tabel 3. Karakteristik spektral daun

Bagian spektral ( $\mu\text{m}$ )	Karakteristik spektral
0,5 – 0,75 (visible light)	Bagian serapan pigmen didominasi oleh pigmen-pigmen, chlorophyll primer a dan b, carotene, dan xanthophyllis.

Sumber: Dimiyati (1998)



Secara umum pigmen daun menyerap energi elektromagnetik sinar matahari yang mengenai daun, terutama pada spektrum biru ( $0,45 \mu\text{m}$ ) dan merah ( $0,68 \mu\text{m}$ ), sekitar 20% dari energi yang dipantulkan kembali oleh pigmen daun, terutama pada spektrum hijau ( $0,55 \mu\text{m}$ ) (Dimiyati, 1998).

Selain pigmen, struktur internal daun yang berpengaruh pada karakteristik struktur daun secara keseluruhan pada wilayah spektrum infra merah dekat. Daun yang strukturnya didominasi oleh rongga daun memberikan reflektansi lebih rendah dari daun yang berstruktur masif. Akibatnya, daun muda yang berstruktur lebih masif memantulkan energi infra merah dekat lebih banyak (sekitar 15%) dari daun tua (Dimiyati, 1998).

Struktur eksternal daun (pola susunan daun) juga berpengaruh terhadap karakteristik spektral vegetasi secara menyeluruh. Sebagaimana halnya struktur internal, pengaruh struktur eksternal daun juga dominan pada spektrum infra merah dekat. Susunan daun yang lebih rapat memantulkan energi lebih banyak pada spektrum infra merah tengah (Dimiyati, 1998).

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Desember 2008 yang meliputi studi literatur, pengambilan data lapangan dan analisis citra serta penyusunan laporan akhir. Pengambilan data/uji lapangan dilakukan pada bulan Juli 2008 di Dusun Binanga Sangkara Desa Ampekale Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. Sedangkan proses pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh, Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin Makassar.

#### B. Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi atas dua yaitu alat yang digunakan di lapangan dan alat yang digunakan di laboratorium.

##### 1. Alat yang digunakan di lapangan

Pengukuran lapangan menggunakan beberapa alat yaitu : transek kuadran 10 x 10, transek kuadran 5 x 5, transek kuadran 1 x 1 meter. Transek ini berfungsi untuk mengukur tingkat kepadatan mangrove (pohon, anakan, semaian). Transek garis sepanjang 100 meter, fungsinya sebagai patokan dari transek kuadran. GPS (*Global Positioning System*), berfungsi untuk megambil data posisi di lapangan. Alat tulis menulis, berfungsi sebagai alat pencatat data yang diperoleh di lapangan. Kamera sebagai alat dokumentasi obyek di lapangan.

##### 2. Alat yang digunakan di laboratorium

Alat penunjang di laboratorium pada penelitian ini adalah : komputer, sebagai perangkat keras dalam mengolah data lapangan maupun data citra. Software Er-Mapper 7.0, digunakan mengolah citra satelit. Software Arc Gis

9.3, digunakan dalam mengolah citra hasil interpretasi. Microsoft Office, digunakan untuk mengolah data. *Flash Disk*, digunakan sebagai media penyimpanan dan pemindahan data. Printer, berfungsi sebagai alat untuk mencetak hasil pengolahan data.

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer adalah citra satelit QuickBird Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros akuisisi tanggal 31 Juli 2006, dan hasil pengamatan lapangan. Data sekunder yang digunakan adalah Peta Rupa Bumi Indonesia dan literatur yang mendukung.

### **C. Prosedur kerja**

Prosedur kerja pada penelitian ini terdiri atas empat bagian besar yaitu :

1) Tahap persiapan, 2) Tahap pengecekan lapangan (*ground truthing*), 3) Tahap pengolahan citra dan, 4) Analisis data.

#### **1. Tahap persiapan**

Tahap ini meliputi studi literatur, penyiapan data citra, dan penyiapan peta RBI daerah penelitian, penyiapan alat-alat yang akan digunakan selama kegiatan penelitian, konsultasi dengan dosen serta pengumpulan data sekunder sebagai pelengkap.

#### **2. Tahap pengecekan lapangan (*Ground Truthing*)**

Pengecekan lapangan (*ground truthing*) bertujuan untuk mencocokkan hasil klasifikasi dan menguji hasil bacaan citra QuickBird akuisisi/perekaman tanggal 31 Juli 2006. Pengecekan lapangan (*ground truthing*) dilakukan dalam empat tahapan yaitu : 1) Survei lapangan, 2) Pengukuran Posisi *Ground Control Point* (GCP), 3) Penentuan Stasiun, 4) Titik pengecekan lapangan dan, 5) Survei Ekosistem Mangrove.

a. Survei lapangan

Berfungsi untuk mengetahui kondisi yang sebenarnya di lapangan terutama keberadaan vegetasi mangrove.

b. Pengukuran posisi *Ground Control Point* (GCP)

Mengukur posisi titik di lapangan yang akan dijadikan sebagai GCP dengan menggunakan GPS. Titik-titik GCP yang dipilih adalah titik-titik yang mudah dikenali di citra, berupa pojok menara mesjid, dermaga, atau pojok gedung.

c. Penentuan stasiun

Stasiun pengamatan dan pengambilan data ditentukan dari hasil pengukuran posisi GCP. Stasiun pengamatan tersebut adalah daerah yang mempunyai variasi jenis mangrove. Dalam penelitian ini menggunakan empat stasiun pengamatan.

d. Titik pengecekan lapangan

Titik pengecekan lapangan sebanyak 110 titik dengan mengambil pedoman hasil klasifikasi tak terbimbing yang mempunyai warna yang berbeda, ditambah hasil identifikasi penutupan jenis ekosistem mangrove pada setiap plot. Dalam pengambilan titik lapangan, pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap kategori.

e. Survei ekosistem mangrove

Mangrove yang diamati menggunakan metode yang dikemukakan oleh English *et. al.* (1994). Pada metode ini, setiap plot diidentifikasi setiap jenis tumbuhan mangrove yang ada, menghitung jumlah individu setiap jenis, dan mengukur lingkaran batang setiap pohon mangrove pada setinggi dada (sekitar 1,3 meter). Kemudian mencatat tipe substrat pada setiap plot yang diamati.

### 3. Tahap pengolahan citra

Pengolahan citra dilakukan beberapa tahap, tahap pertama yang dilakukan adalah tahapan *pra processing*. Tahapan ini meliputi :

#### a. Konversi

Konversi dilakukan untuk merubah bentuk file citra dari ekstensi "geotif" menjadi ekstensi "ers", sehingga dapat diolah dalam software.

#### b. Koreksi geometrik

Koreksi geometrik terhadap sistem koordinat bumi, supaya semua informasi data citra telah sesuai keberadaannya di bumi. Pada koreksi geometrik ini terdapat dua istilah, yakni *registrasi* dan *rektifikasi*. *Registrasi* adalah proses mendaftarkan/menempatkan titik-titik referensi peta atau titik-titik referensi bumi terhadap citra yang belum terkoreksi geometrik. Sedangkan *rektifikasi* adalah proses koreksi/perbaikan geometrik citra yang belum terkoreksi yang sudah memiliki titik-titik referensi.

#### c. Pemotongan citra (*cropping*)

Pemotongan citra dilakukan untuk memfokuskan penelitian pada daerah kajian dalam satu luasan tertentu. Pemotongan citra dilakukan setelah proses koreksi geometrik. Semua data yang tercakup dalam satu luasan tertentu yang tidak dibutuhkan dipotong sampai pada daerah penelitian/kajian.

#### d. Pembentukan komposit citra warna semu

Komposit citra warna semu merupakan kombinasi citra dari beberapa saluran yang berbeda. Ini dilakukan untuk memperoleh kenampakan citra yang jauh lebih baik dalam pengenalan objek dan pemilihan daerah sampel. Komposit citra warna semu dilakukan dengan memberi warna dasar merah, hijau dan biru (RGB) untuk tiga saluran yang dipilih.

#### 4. Analisis data

Analisis data pada penelitian ini terdiri atas dua bagian yaitu : 1) Analisis obyek ekosistem mangrove dan 2) Klasifikasi reflektansi spektral pada ekosistem mangrove.

##### a. Analisis obyek ekosistem mangrove

1. Kerapatan jenis ( $D_i$ ) adalah jumlah tegakan jenis  $i$  dalam satu unit area (Bengen 2000) :

$$D_i = n_i / A \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

$D_i$  : Kerapatan jenis  $i$ .

$n_i$  : Jumlah total tegakan dari jenis  $i$ .

$A$  : Luas total area pengambilan contoh (luas total petak contoh/plot)

2. Kerapatan Relatif Jenis ( $RDi$ )

$$RDi = (n_i / \sum n) \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

$Rdi$  : Kerapatan relatif jenis

$n_i$  : Jumlah tegakan jenis  $i$

$\Sigma n$  : Jumlah total tegakan seluruh jenis

##### b. Klasifikasi reflektansi spektral pada ekosistem mangrove

Proses klasifikasi penginderaan jauh pada gelombang elektromagnetik meliputi tahapan yang terdiri atas : 1) Ekstraksi nilai digital, 2) Konversi nilai digital ke nilai radiansi, 3) Konversi nilai radiansi ke nilai reflektansi, 4) Analisis ragam (ANOVA), 5) Analisis gerombol (*cluster analysis*), 6) Analisis diskriminan (*Discriminant Analysis*).

1. Ekstraksi nilai digital, nilai radiansi dan nilai reflektansi

Nilai digital dalam citra QuickBird 2006 pada saluran merah, hijau dan biru dikeluarkan dengan menggunakan software Er mapper 7.0. Sebelas kategori yang terklasifikasi dilakukan pengulangan ekstraksi

sebanyak 10 kali disetiap kategori sehingga diperoleh 110 nilai digital pada setiap saluran. Nilai digital yang telah didapatkan kemudian dikonversi menjadi nilai radiansi. Perubahan nilai digital ke nilai radiansi dilakukan dengan menggunakan data yang terdapat dalam file metadata citra (Lampiran 2). Untuk merubah nilai digital ke nilai radiansi menggunakan Persamaan 3. Selanjutnya, nilai radiansi yang didapatkan dirubah menjadi nilai reflektansi. Perubahan nilai radiansi ke nilai reflektansi menggunakan Persamaan 4 dan 5.

$$L_{band-i} = \frac{AbsCalFactorBand * q_{Pixel,Band}}{\Delta\lambda Band} \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1} \quad \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

$L_{band-i}$  : nilai radiansi pixel pada band-i

$absCalCoefBand$  : faktor kalibrasi radiometrik, ( $\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$ )

$\Delta\lambda Band$  : *Effective Bandwidth* dari setiap band

(Sumber: Krouse 2003)

$$\rho = \frac{\pi \cdot L_{band-i} \cdot d^2}{ESUN \cdot \cos(SZ)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$d^2 = (1 - 0.01674 \cos (JD - 4)) \dots\dots\dots (5)$$

ESUN :  $\text{mW} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \mu\text{m}^{-1}$

dimana :

$\rho_\lambda$  : Reflektansi

$d$  : Jarak bumi matahari satuan astronomi

ESUN : irradiansi (*solar irradiance*)

SZ : sudut zenith matahari dalam derajat

(Sumber: Edwards 1999)

Hasil nilai reflektansi spektral dari setiap jenis tutupan pada ekosistem mangrove, selanjutnya dipergunakan dalam proses analisis kuantitatif yaitu analisis ragam (ANOVA), analisis gerombol (*cluster analysis*) dan analisis diskriminan (*discriminant analysis*).

## 2. Analisis ragam (ANOVA)

Analisis ini digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara nilai spektral pada setiap band yakni pada saluran 1 (merah), saluran 2 (hijau) dan saluran 3 (biru).

## 3. Analisis gerombol (*cluster analysis*)

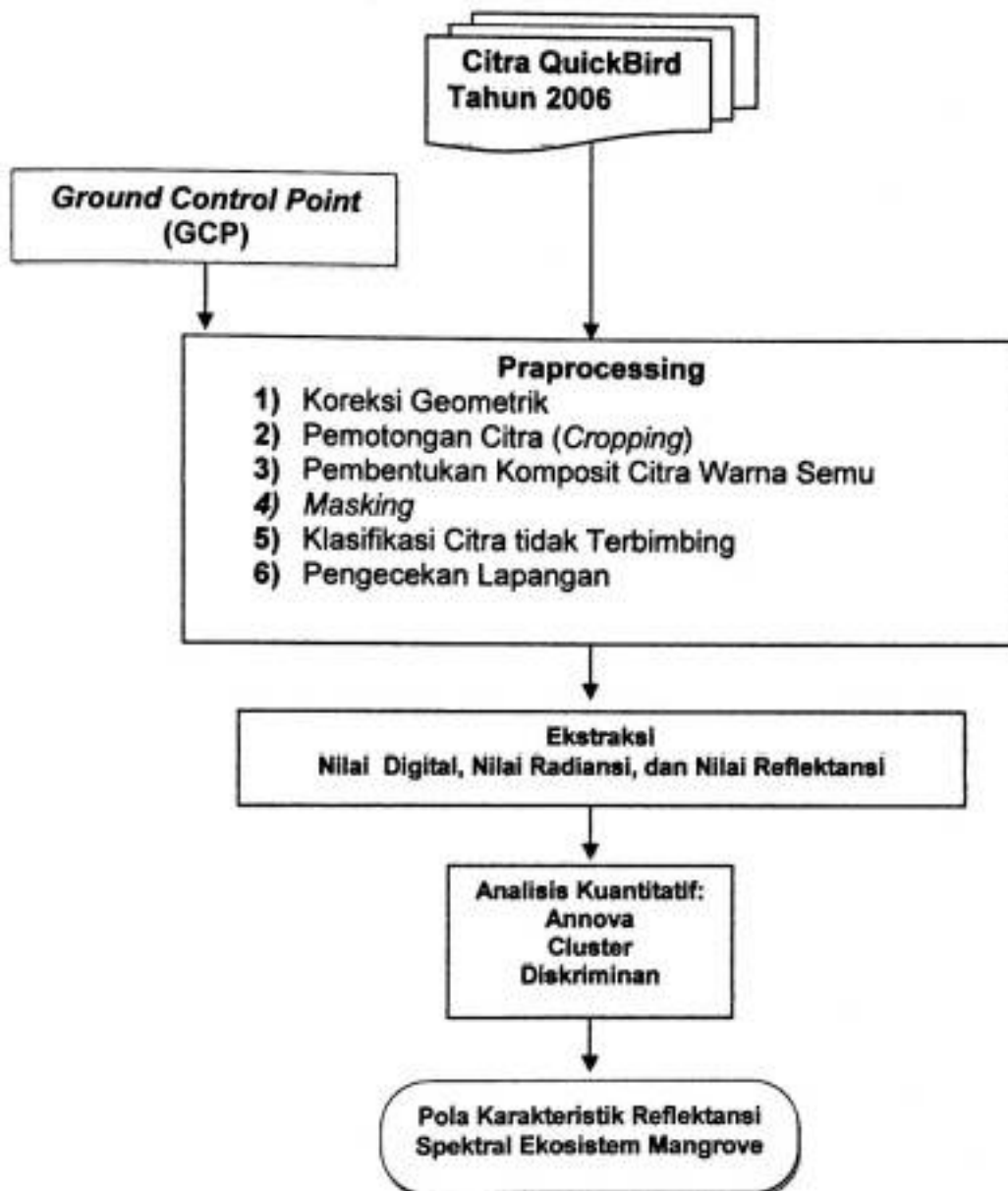
Analisis ini digunakan dengan tujuan untuk menentukan similaritas spektral di dalam dan antara substrat dasar perairan berdasarkan respon spektral pada masing-masing saluran yang diamati. Ukuran kemiripan yang digunakan adalah jarak euklidean (*euclidean distance*). Ukuran jarak menentukan kemiripan atau ketidakmiripan spektral di mana obyek dengan jarak yang lebih pendek antara mereka akan lebih mirip satu sama lain dibandingkan dengan obyek yang memiliki jarak lebih panjang (Supranto, 2004).

## 4. Analisis diskriminan (*discriminant analysis*)

Analisis ini menghasilkan fungsi diskriminan untuk menentukan panjang gelombang yang mampu memisahkan spektral antara substrat dasar perairan secara jelas (Supranto, 2004).

Prosedur kerja pada penelitian ini secara jelas dapat dilihat pada bagan alir penelitian pada Gambar 5.





Gambar 5. Diagram alir penelitian

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini dibagi dalam tiga bagian besar yaitu : 1) Pengolahan citra, 2) Analisis vegetasi mangrove, 3) Analisis pola reflektansi spektral ekosistem mangrove. Ketiga bagian ini dilakukan dengan menggunakan *software* yaitu : Arc GIS untuk membuat peta, Er Mapper 7.0 untuk analisis citra, Microsoft Office untuk mengolah data, Minitab 2001 dan SPSS 11,5 untuk melakukan analisis kuantitatif.

### A. Pengolahan citra

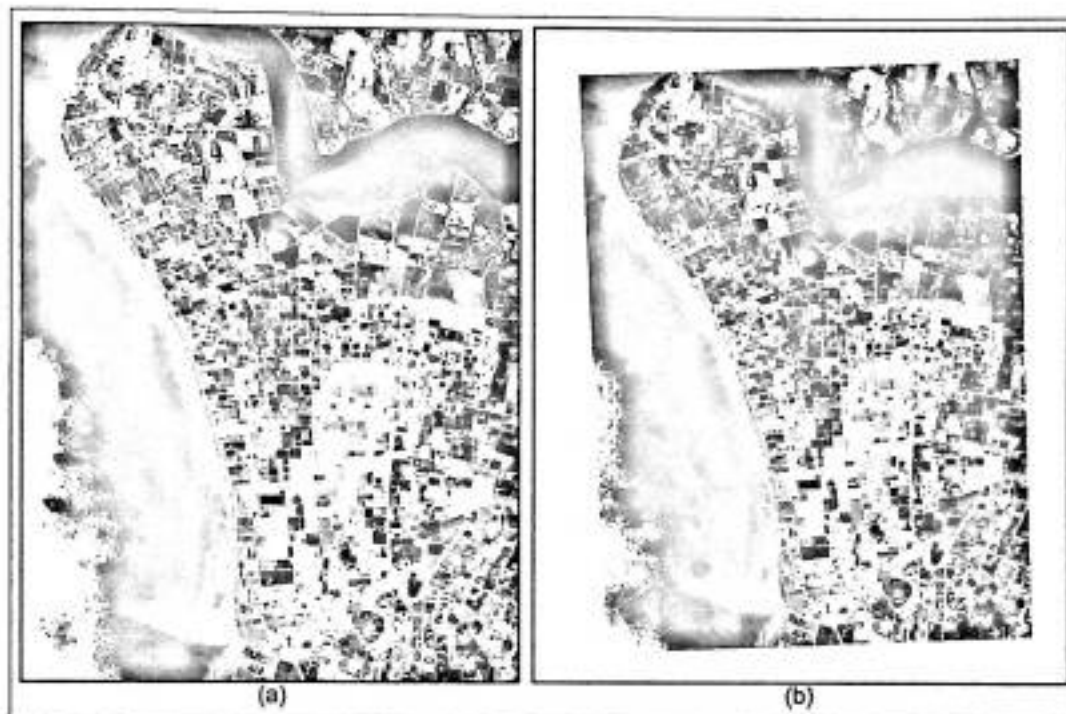
Tahap pengolahan citra dilakukan dalam tujuh tahapan, yaitu : 1) Koreksi geometrik, 2) Pemotongan citra (*cropping*), 3) Pembentukan komposit citra warna semu, 4) *Masking*, 5) Klasifikasi citra tak terbimbing, dan 6) Pengecekan lapangan.

#### 1. Koreksi geometrik

Koreksi ini dilakukan dengan menggunakan titik GCP (*Ground Control Point*) yang diambil pada tanggal 24 Oktober 2008, dimana pada proses ini menggunakan empat titik yang mudah untuk diketahui seperti jembatan, mesjid, muara sungai dan mangrove. Keempat titik tersebut diambil dengan menggunakan GPS tipe Garmin 60i. Sedangkan, RMSE (*Root Means Square Error*) koreksi geometrik dengan menggunakan keempat titik ini adalah 0,39805 (Lampiran 1). Hasil koreksi yang didapatkan menurut Arianto (2008), nilai RMSE yang diperoleh sudah sesuai karena nilai RMSE <1. Ini berarti proses selanjutnya dapat dilanjutkan.

Koreksi geometrik yang dilakukan memperlihatkan pola perubahan citra sebelum mengalami koreksi geometrik dan sesudah mengalami koreksi geometrik (Gambar 6). Koreksi ini bertujuan untuk melakukan pembetulan

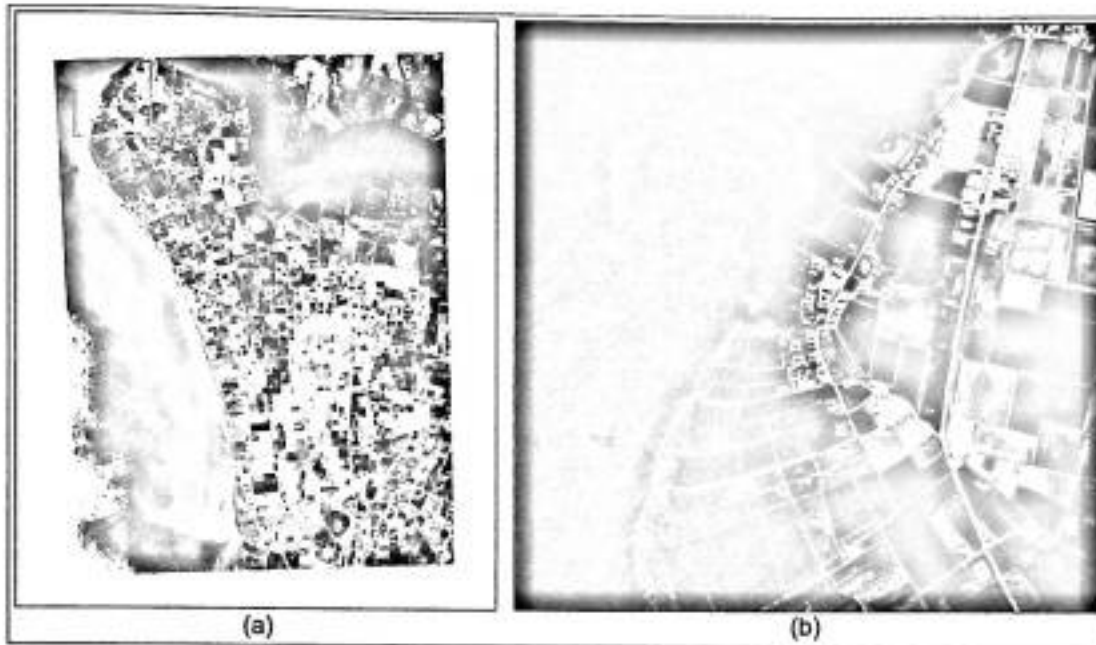
(*rektifikasi*) atau pemulihan (*restorasi*) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi yang sebenarnya.



Gambar 6. Koreksi geometrik citra QuickBird tahun 2006 Desa Ampekale Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros : a) Sebelum koreksi geometrik b) Setelah koreksi geometrik

## 2. Pemotongan citra (*Cropping*)

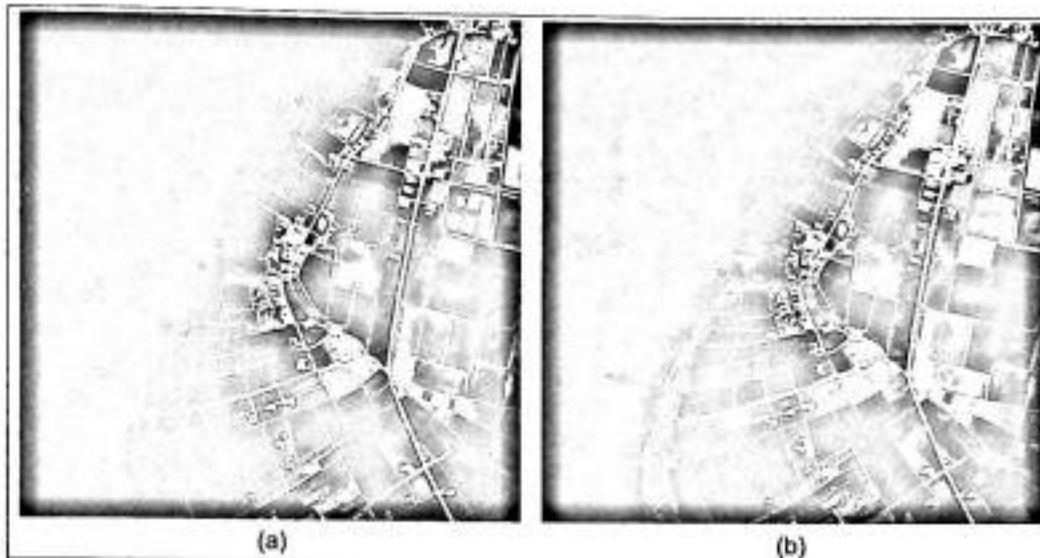
Pemotongan citra (Gambar 7) bertujuan untuk memfokuskan areal penelitian pada wilayah mangrove yang ada di Dusun Binanga Sangkara, sehingga akan mempermudah proses pengolahan citra selanjutnya. Citra sebelum pemotongan mencakup Desa Ampekale Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros dengan jumlah piksel  $7.826 \times 7.826$ . Citra tersebut kemudian dipotong hanya mencakup Dusun Binanga Sangkara dengan jumlah piksel  $1.477 \times 1.477$ .



Gambar 7. Pemotongan Citra QuickBird Tahun 2006 : a) Sebelum Pemotongan  
b) Sesudah Pemotongan

### 3. Pembentukan komposit citra warna semu

Kombinasi citra warna semu (Gambar 8) dipergunakan untuk mengidentifikasi karakteristik ekosistem mangrove. Kombinasi citra warna semu dalam penelitian ini menggunakan citra komposit 123 (RGB). Komposit warna disajikan dengan beberapa alasan yakni : spektrum merah sangat cocok untuk vegetasi. Seperti yang disebutkan oleh Rehder (1985), komposit merah dapat digunakan untuk menahan saluran panjang gelombang dibawah  $0,6 \mu\text{m}$ . Kemudian ditambahkan oleh Howard (1996), pantulan spektral vegetasi pada inframerah dekat dan saluran merah spektrum tampak berguna pada studi liputan tanaman dan kondisi tanaman dengan mengurangi pengaruh adanya variasi intensitas penyinaran matahari. Sedangkan saluran hijau menurut Rehder (1985) lebih digunakan untuk menghambat hamburan *rayleigh*, sehingga obyek air akan lebih tampak. Untuk mengindera kelembaban atmosfer, kedalaman air, kekeruhan air, dan gejala lain yang berhubungan dengan air, pada umumnya digunakan saluran biru dan atau saluran hijau.



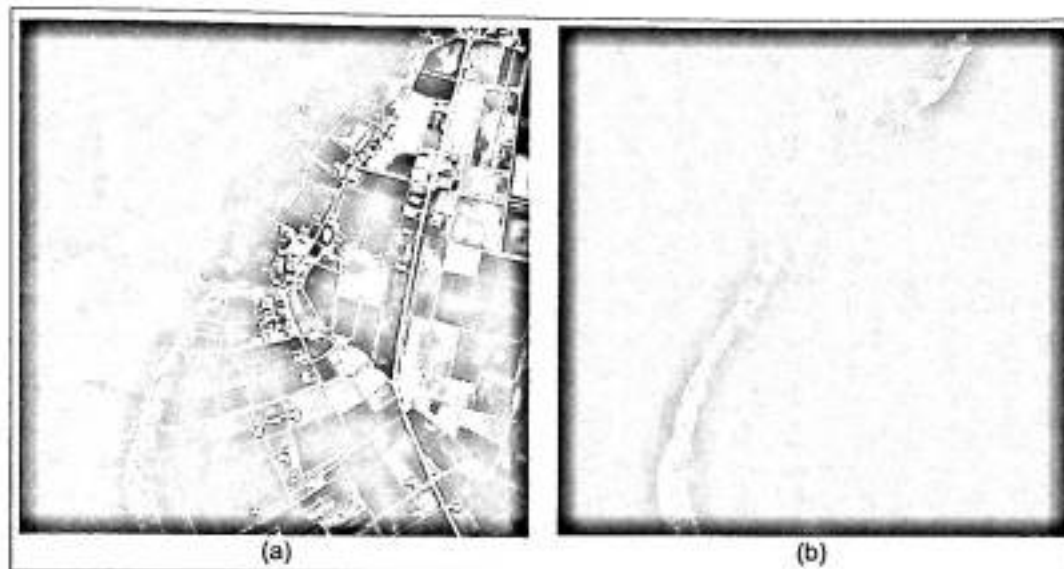
Gambar 8. Komposit warna semu : a) Sebelum dilakukan komposit citra, b) Setelah dilakukan komposit citra

#### 4. *Masking*

*Masking* merupakan sebuah cara yang dilakukan untuk menutup sementara sebagian areal atau kawasan. Tujuan dilakukannya *masking* adalah memfokuskan areal penelitian pada ekosistem mangrove. *Masking* yang dilakukan pada penelitian ini yakni dengan menghilangkan daratan utama dan laut. *Masking* ini dilakukan dengan membuat *polygon* sesuai dengan kawasan yang diinginkan, kemudian memasukkan persamaan "IF (INREGION(r1)) THEN Input1 ELSE NULL". Maksud dari persamaan ini adalah nilai digital diluar wilayah atau *region* yang telah dibuat dirubah menjadi nol, sehingga wilayah penelitian terfokus pada ekosistem mangrove saja (Gambar 9).

Sesuai dengan Prahasta (2008) yang mengatakan bahwa, wilayah atau *region (polygon mask)* yang dimaksud dapat dibentuk berdasarkan suatu kepentingan atas tema-tema tertentu dan sering kali memiliki batas-batas yang tertentu pula (administrasi, alamiah, penutupan lahan, dan lain sebagainya). Sementara itu, di dalam sebuah *region*, pada kenyataannya bisa jadi terdapat variabilitas nilai-nilai piksel di dalam setiap saluran citranya. Nilai-nilai piksel

saluran citra tidak selalu homogen di dalam sebuah *region* ini, maka diharapkan, setiap *region* dapat dihomogenkan.



Gambar 9. *Masking* citra :a) Sebelum dilakukan *masking*, b) Setelah dilakukan *masking*

##### 5. Klasifikasi citra tidak terbimbing (*unsupervised clasification*)

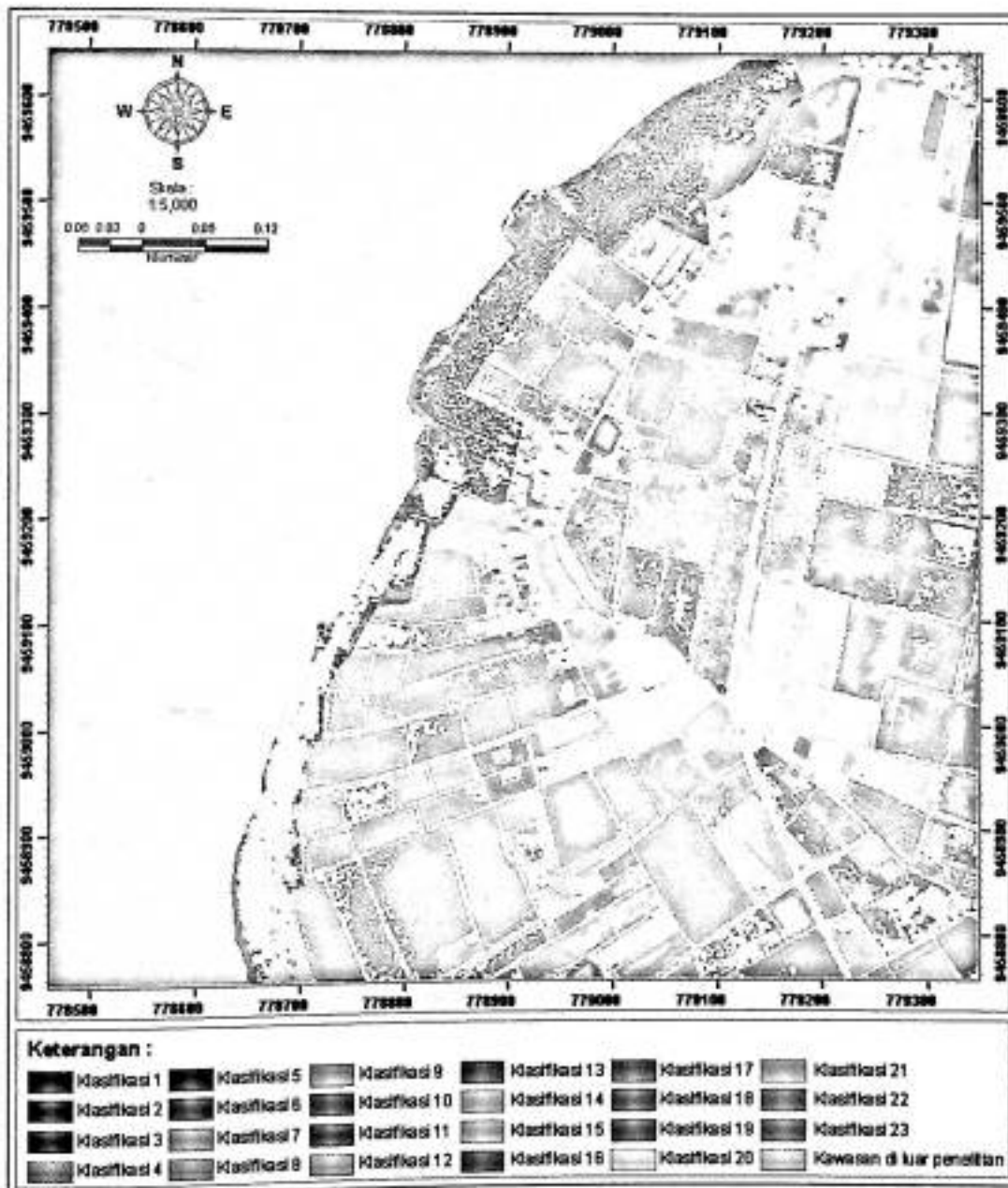
Salah satu alternatif bagi pendekatan klasifikasi data penginderaan jauh yaitu dengan cara klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised clasification*). Klasifikasi tidak terbimbing menggunakan algoritma untuk mengkaji dan menganalisis piksel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokan nilai digital citra.

Prosedur klasifikasi citra secara digital bertujuan untuk melakukan kategorisasi secara otomatis dari semua piksel citra ke dalam kelas atau suatu tema tertentu. Perbedaan tipe kenampakan menunjukkan perbedaan kombinasi nilai digital piksel pada sifat pantulan (*reflektansi*) dan pancaran (*emisi*) spektral yang dimilikinya (Purwadi 2001).

Hasil klasifikasi citra tak terbimbing di Dusun Binanga Sangkara menghasilkan 23 kelas (Gambar 10). Kemudian, dari 23 kelas dikategorikan dalam 11 kategori yang mewakili penutupan dasar ekosistem mangrove. Kategori

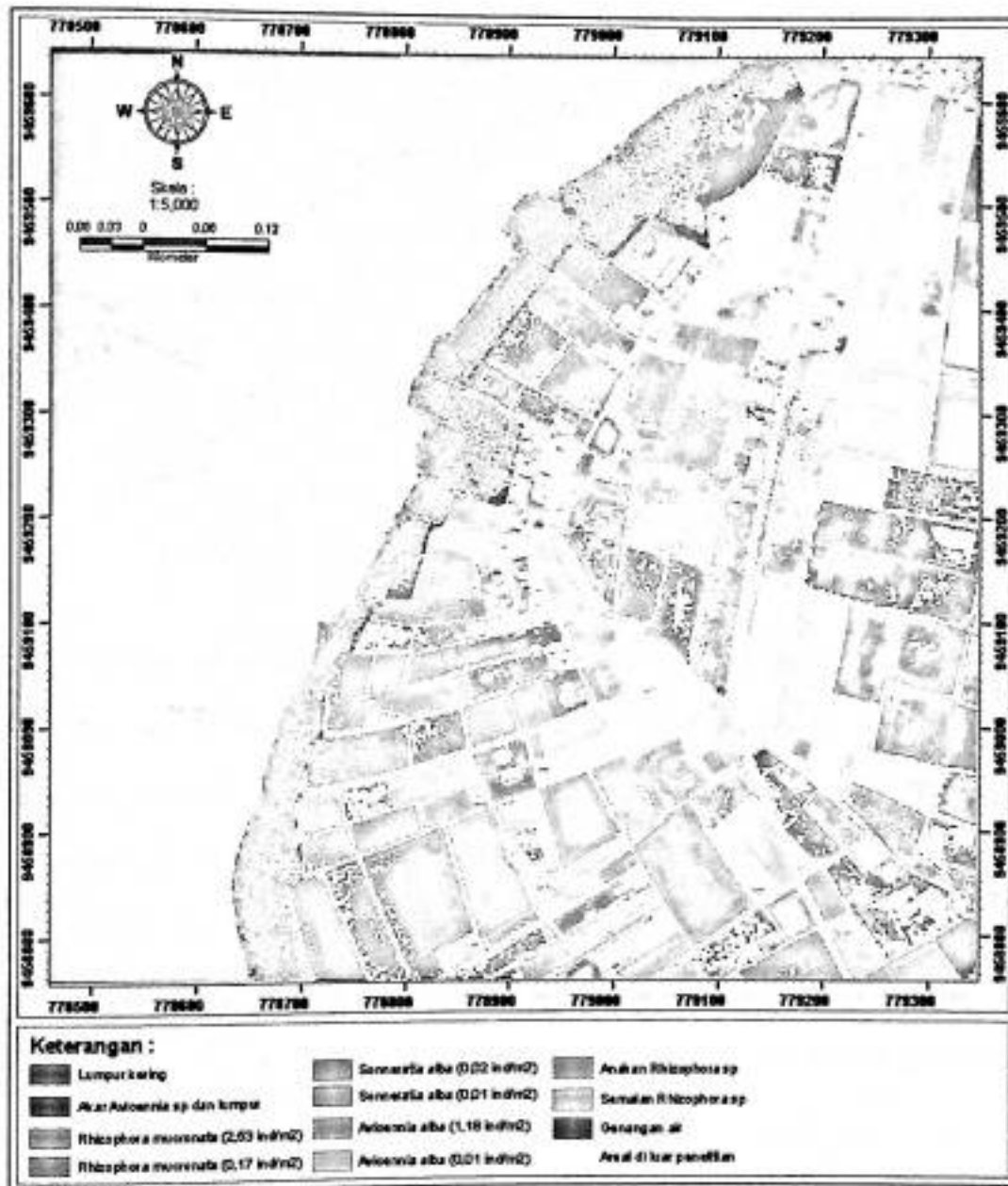
tersebut lalu diberikan warna yang berbeda sehingga dapat menghasilkan satu peta sebaran yang ditampilkan pada Gambar 11.

Keuntungan pendekatan klasifikasi data penginderaan jauh dengan cara klasifikasi tak terbimbing, diantaranya : tidak perlu mengetahui detail tentang wilayah yang diteliti, kesalahan manusia (*subjektifitas*) diperkecil, kelas yang dihasilkan lebih *uniform/seragam*, setiap kelas yang diinformasikan merupakan unit yang khas dan bebas (Purwadi 2001).



Gambar 10. Hasil klasifikasi tak terbimbing

Perubahan warna citra tak terbimbing menjadi 11 kategori dilakukan dari hasil interpretasi lapangan. Gambar 11 memperlihatkan hasil klasifikasi yang terdiri dari 11 kategori pada ekosistem mangrove yang ditemukan dalam lokasi penelitian.



Gambar 11. Hasil klasifikasi yang terdiri dari 11 kategori.



## 6. Pengecekan lapangan (*ground truthing*)

Hasil pengecekan kategori penutupan mangrove pada lokasi penelitian didapatkan 11 kategori. Klasifikasi penutupan mangrove yang terdiri 11 kategori dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi penutupan mangrove

No	Kategori
1	<i>Rhizophora mucronata</i> (2,53 ind/m <sup>2</sup> )*
2	<i>Rhizophora mucronata</i> (0,17 ind/m <sup>2</sup> )*
3	<i>Sonneratia alba</i> (0,01 ind/m <sup>2</sup> )*
4	<i>Sonneratia alba</i> (0,02 ind/m <sup>2</sup> )*
5	<i>Avicennia alba</i> (0,01 ind/m <sup>2</sup> )*
6	<i>Avicennia alba</i> (1,18 ind/m <sup>2</sup> )*
7	Semaian <i>Rhizophora sp</i>
8	Anakan <i>Rhizophora sp</i>
9	Genangan Air
10	Akar <i>Avicennia sp</i> dan Lumpur
11	Lumpur Kering

(Sumber : Hasil survei lapangan 2008)

Keterangan : \* (Kerapatan mangrove jenis i)

Pengamatan vegetasi pada ekosistem mangrove pada penelitian ini dilakukan untuk membantu dalam penentuan klasifikasi citra. Adapun jenis mangrove yang ditemukan pada pengamatan di lapangan adalah *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba*. Sedangkan, untuk kerapatan jenis dan kerapatan relatif jenis dipergunakan untuk membantu dalam klasifikasi penutupan mangrove guna penentuan nilai reflektansi spektral setiap kategori. Adapun nama-nama vegetasi mangrove yang tumbuh di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Jenis mangrove pada wilayah penelitian

No	Famili	Jenis
1	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mucronata</i>
2	Avicenniaceae	<i>Avicennia alba</i>
3	Sonniratiaceae	<i>Sonneratia alba</i>

(Sumber : Hasil survei lapangan 2008)

Kerapatan jenis merupakan jumlah tegakan jenis i dalam satu unit area. Sedangkan kerapatan relatif adalah perbandingan antara jumlah tegakan jenis i dengan jumlah total tegakan seluruh jenis (Bengen, 2000). Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa Dusun Binanga Sangkara mempunyai kerapatan vegetasi mangrove yang besar yaitu 2,53-0,01 ind/m<sup>2</sup>. Kerapatan jenis mangrove pada stasiun 2 paling besar yaitu 2,53 ind/m<sup>2</sup>. Sedangkan kerapatan jenis yang paling sedikit adalah *Sonneratia alba*, dengan nilai mencapai 0,01 ind/m<sup>2</sup>. Hasil pengamatan perstasiun dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kerapatan jenis dan kerapatan relatif

Stasiun	Sub Stasiun	Plot	Spesies	Kerapatan Jenis (Ind/m <sup>2</sup> )	Kerepatan Relatif (%)
1	1	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,53	100
		1	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,82	100
	2	2	<i>Avicennia alba</i>	0,01	5,2631579
			<i>Sonneratia alba</i>	0,01	5,2631579
		2	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,17	89,473684
	3	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	1,2	96
			<i>Avicennia alba</i>	0,05	4
2	1	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	2,12	100
		2	<i>Sonneratia alba</i>	0,02	1,575
		2	<i>Rhizophora mucronata</i>	1,25	98,425
	2	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	2,53	100
		2	<i>Rhizophora mucronata</i>	2,37	100
	3	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,38	33,333
			<i>Avicennia alba</i>	0,76	66,667
		2	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,56	87,5
			<i>Avicennia alba</i>	0,08	12,5
	3	1	1	<i>Avicennia alba</i>	0,88
1			<i>Avicennia alba</i>	0,73	100
2		2	<i>Avicennia alba</i>	0,7	100
		2	<i>Avicennia alba</i>	0,7	100
3		<i>Avicennia alba</i>	0,92	100	
4	1	1	<i>Avicennia alba</i>	0,43	100
		2	<i>Avicennia alba</i>	1,03	100
	2	1	<i>Avicennia alba</i>	0,6	100
		2	<i>Avicennia alba</i>	0,58	100

(sumber : Analisis data lapangan 2008)

Kerapatan relatif jenis pada pada keempat stasiun pengamatan didominasi oleh jenis *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia alba*. Pada stasiun

1 dan 2 di dominasi oleh *Rhizophora mucronata* yaitu pada stasiun 1 dengan persentase rata-rata 96,368% dan pada stasiun 2 dengan persentase rata-rata 86,543%. Sedangkan pada stasiun 3 dan 4 didominasi oleh jenis *Avicennia alba* dengan nilai 100%. Sedangkan jenis *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba* pada stasiun 2 memperlihatkan kerapatan yang paling kecil dengan nilai 1,575%. Nilai kerapatan jenis dan kerapatan relatif jenis vegetasi hutan mangrove di Dusun Binanga Sangkara disajikan dalam Lampiran 5 dan 6.

Nilai kerapatan jenis vegetasi mangrove yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk membantu dalam penentuan klasifikasi jenis tutupan obyek pada ekosistem mangrove.

Hasil pengamatan lapangan secara visual memperlihatkan bahwa tempat tumbuh jenis *Rhizophora mucronata* adalah lumpur. Sedangkan jenis *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba* adalah pasir berlumpur. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Bengen (2000) bahwa, karakteristik habitat hutan mangrove umumnya tumbuh pada daerah intertidal yang jenis tanahnya berlumpur, berlempung atau berpasir.

## **B. Analisis pola reflektansi spektral ekosistem mangrove**

Proses analisis kuantitatif dilakukan dalam beberapa langkah yaitu :  
 1) Ekstraksi nilai digital, nilai radiansi, dan nilai reflektansi, 2) Pola reflektansi spektral, 3) Analisis ragam (ANOVA), 4) Analisis gerombol (*cluster analysis*), 4) Analisis diskriminan.

### **1. Ekstraksi nilai digital, nilai radiansi, dan nilai reflektansi**

Nilai digital pada tiga saluran (merah, hijau, biru) dengan julat 0-255 yang terkandung dalam piksel, dikeluarkan melalui software Er Mapper 7.0. Nilai digital tersebut kemudian dikoreksi dengan cara mengkonversinya menjadi nilai

radiansi. kemudian dilanjutkan dengan merubahnya menjadi nilai reflektansi. Hasil rata-rata yang didapatkan pada perubahan nilai ini dapat dilihat pada Tabel 7, secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 7. Rata-rata pengulangan ekstraksi nilai digital, nilai radiansi dan nilai reflektansi

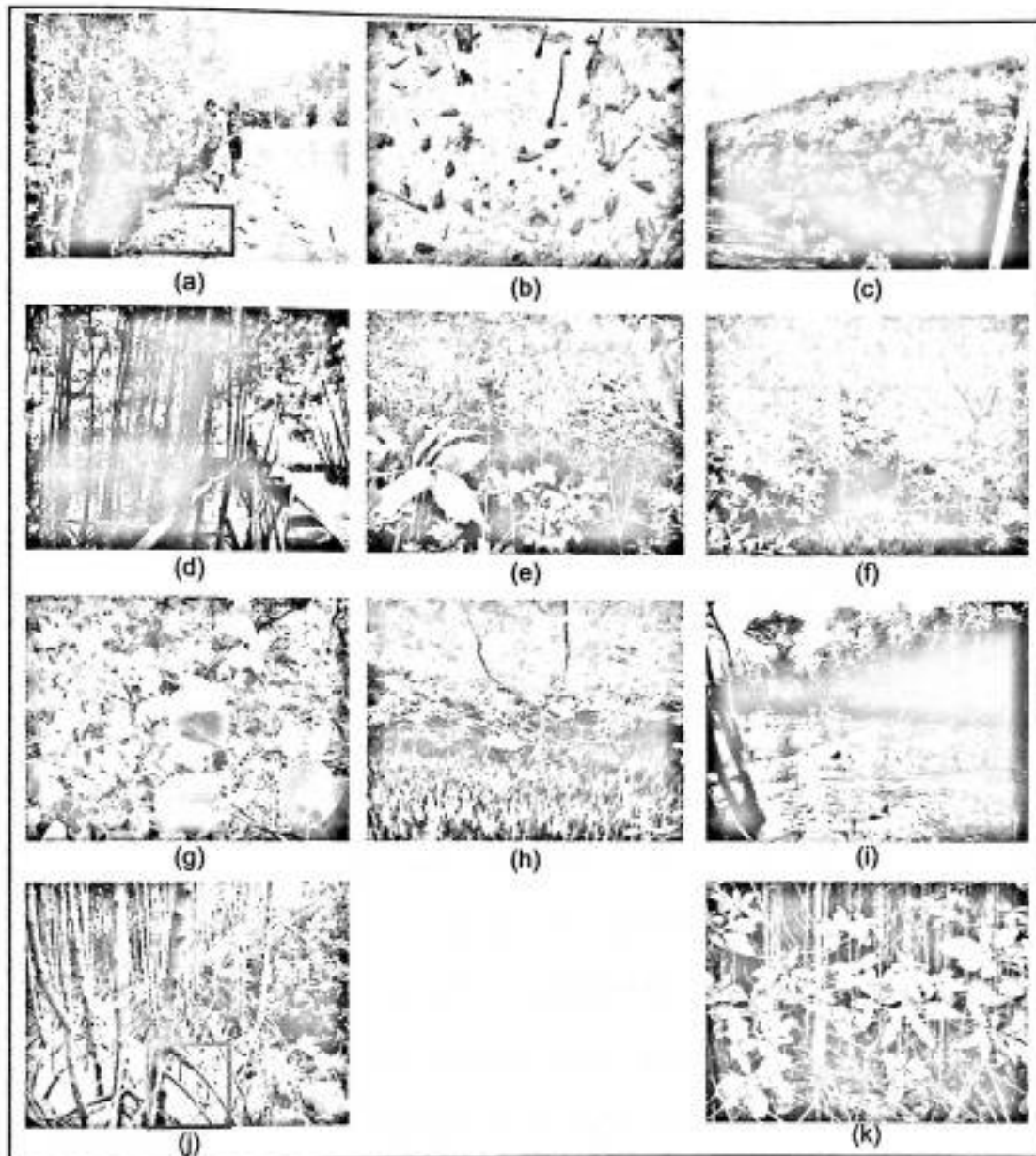
Kategori	Nilai Digital			Nilai Radiansi			Nilai Reflektansi		
	Merah	Hijau	Biru	Merah	Hijau	Biru	Merah	Hijau	Biru
1	133.9	127.3	116.7	23.9012	26.929	27.5295	0.0236	0.0288	0.0345
2	88.4	75.6	66.8	15.7794	15.9924	15.7581	0.0156	0.0171	0.0196
3	42.9	58.7	31.1	7.6577	12.4174	7.3365	0.0076	0.0133	0.0092
4	51.8	54.9	39.2	9.2463	11.6135	9.2473	0.0091	0.0124	0.0116
5	57.5	89.7	44.6	10.2638	18.9751	10.5211	0.0101	0.0203	0.0132
6	62.3	80.6	54.6	11.1206	17.0501	12.8801	0.011	0.0182	0.0161
7	31.8	34.8	22.3	5.6763	7.3616	5.2606	0.0056	0.0079	0.0066
8	32.2	29.2	24.2	5.7477	6.177	5.7088	0.0057	0.0066	0.0072
9	62.7	74.9	66.4	11.192	15.8443	15.6638	0.0111	0.0169	0.0196
10	44.1	50.3	44.3	7.8719	10.6404	10.4504	0.0078	0.0114	0.0131
11	41.7	42	30.9	7.4435	8.8847	7.2893	0.0074	0.0095	0.0091

(sumber : Hasil ekstraksi nilai digital citra QuickBird tahun 2006)

Keterangan : 1)Lumpur kering, 2)Akar *Avicennia sp* dan lumpur, 3)*Rhizophora mucronata* (2,53 ind/m<sup>2</sup>), 4)*Rhizophora mucronata* (0,17 ind/m<sup>2</sup>), 5)*Avicennia alba* (1,18 ind/m<sup>2</sup>), 6)*Avicennia alba* (0,01 ind/m<sup>2</sup>), 7)*Sonneratia alba* (0,02 ind/m<sup>2</sup>), 8)*Sonneratia alba* (0,01 ind/m<sup>2</sup>), 9)Genangan air, 10)Anakan *Rhizophora sp*, 11)Semaian *Rhizophora sp*.

## 2. Pola reflektansi spektral

Kategorisasi ekosistem mangrove pada daerah kajian di Dusun Binanga Sangkara diperoleh 11 kategori, yaitu :1) Lumpur kering, 2) Akar *Avicennia sp* dan lumpur, 3) *Rhizophora mucronata* (2,53 ind/m<sup>2</sup>), 4) *Rhizophora mucronata* (0,17 ind/m<sup>2</sup>), 5) *Avicennia alba* (1,18 ind/m<sup>2</sup>), 6) *Avicennia alba* (0,01 ind/m<sup>2</sup>), 7) *Sonneratia alba* (0,02 ind/m<sup>2</sup>), 8) *Sonneratia alba* (0,01 ind/m<sup>2</sup>), 9) Genangan Air, 10) Anakan *Rhizophora sp*, 11). Semaian *Rhizophora sp*. Kategori ini merupakan hasil dari pengamatan lapangan (Gambar 12) dan klasifikasi citra tidak terbimbing.



Keterangan :

- |   |  |
|---|--|
| a) Lumpur kering  | g) <i>Sonneratia alba</i> (0,02 ind/m <sup>2</sup> ) |
| b) Akar <i>Avicennia</i> sp dan lumpur                    | h) <i>Sonneratia alba</i> (0,01 ind/m <sup>2</sup> ) |
| c) <i>Rhizophora mucronata</i> (2,53 ind/m <sup>2</sup> ) | i) Genangan air                                      |
| d) <i>Rhizophora mucronata</i> (0,17 ind/m <sup>2</sup> ) | j) Anakan <i>Rhizophora</i> sp                       |
| e) <i>Avicennia alba</i> (1,18 ind/m <sup>2</sup> )       | k) Semaian <i>Rhizophora</i> sp                      |
| f) <i>Avicennia alba</i> (0,01 ind/m <sup>2</sup> )       |  |

Gambar 12. Kategori tutupan ekosistem mangrove

Pola reflektansi spektral masing-masing obyek tutupan pada ekosistem mangrove, ditampilkan pada Gambar 13, 14 dan 15. Nilai reflektansi spektral 10 kategori (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, dan 11) berada pada kisaran 0-15%. Sementara reflektansi spektral kategori lumpur kering berada pada kisaran 15-

25%. Tabel 8 memperlihatkan persentase nilai reflektansi setiap kategori pada tiga saluran.

Tabel 8. Persentase pantulan spektral setiap kategori pada ekosistem mangrove

No	Kategori	Pantulan Spektral		
		Merah (%)	Hijau (%)	Biru (%)
1	Lumpur Kering	20.62	17.73	21.57
2	Akar <i>Avicennia</i> sp dan Lumpur	13.61	10.53	12.35
3	<i>Rhizophora mucronata</i> (2,53 ind/m <sup>2</sup> )	6.61	8.18	5.75
4	<i>Rhizophora mucronata</i> (0,17 ind/m <sup>2</sup> )	7.98	7.65	7.24
5	<i>Avicennia alba</i> (1,18 ind/m <sup>2</sup> )	8.86	12.49	8.24
6	<i>Avicennia alba</i> (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	9.59	11.23	10.09
7	<i>Sonneratia alba</i> (0,02 ind/m <sup>2</sup> )	4.90	4.85	4.12
8	<i>Sonneratia alba</i> (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	4.96	4.07	4.47
9	Genangan Air	9.66	10.43	12.27
10	Anakan <i>Rhizophora</i> sp	6.79	7.01	8.19
11	Semai <i>Rhizophora</i> sp	6.42	5.85	5.71

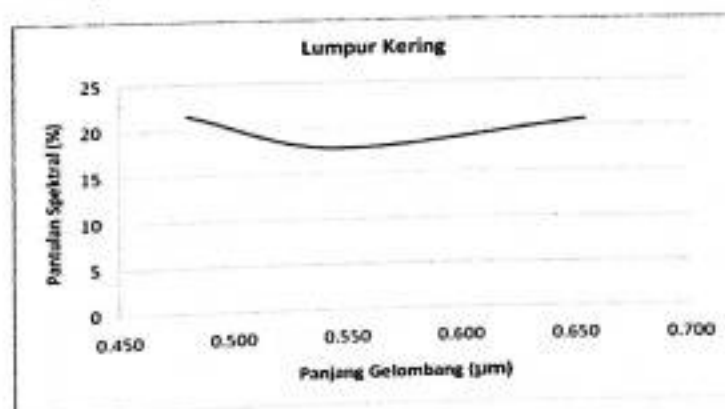
Sumber : Hasil ekstraksi nilai digital menjadi nilai reflektansi

Nilai reflektansi kategori lumpur kering diperoleh hasil tertinggi pada semua kategori. Reflektansi spektral tertinggi pada saluran biru (479,5 nm) dengan nilai reflektansi mencapai 21,57%, sedangkan nilai terendah pada saluran hijau (546,5 nm) dengan nilai reflektansi yaitu 17,73%. Sedangkan nilai reflektansi yang paling rendah adalah pada kategori *Sonneratia alba* (0,02 ind/m<sup>2</sup>). Nilai reflektansi spektral tertinggi kategori ini 4.90% pada saluran merah (654 nm), sedang nilai terendah pada saluran hijau (546,5 nm) yaitu 4,07%.

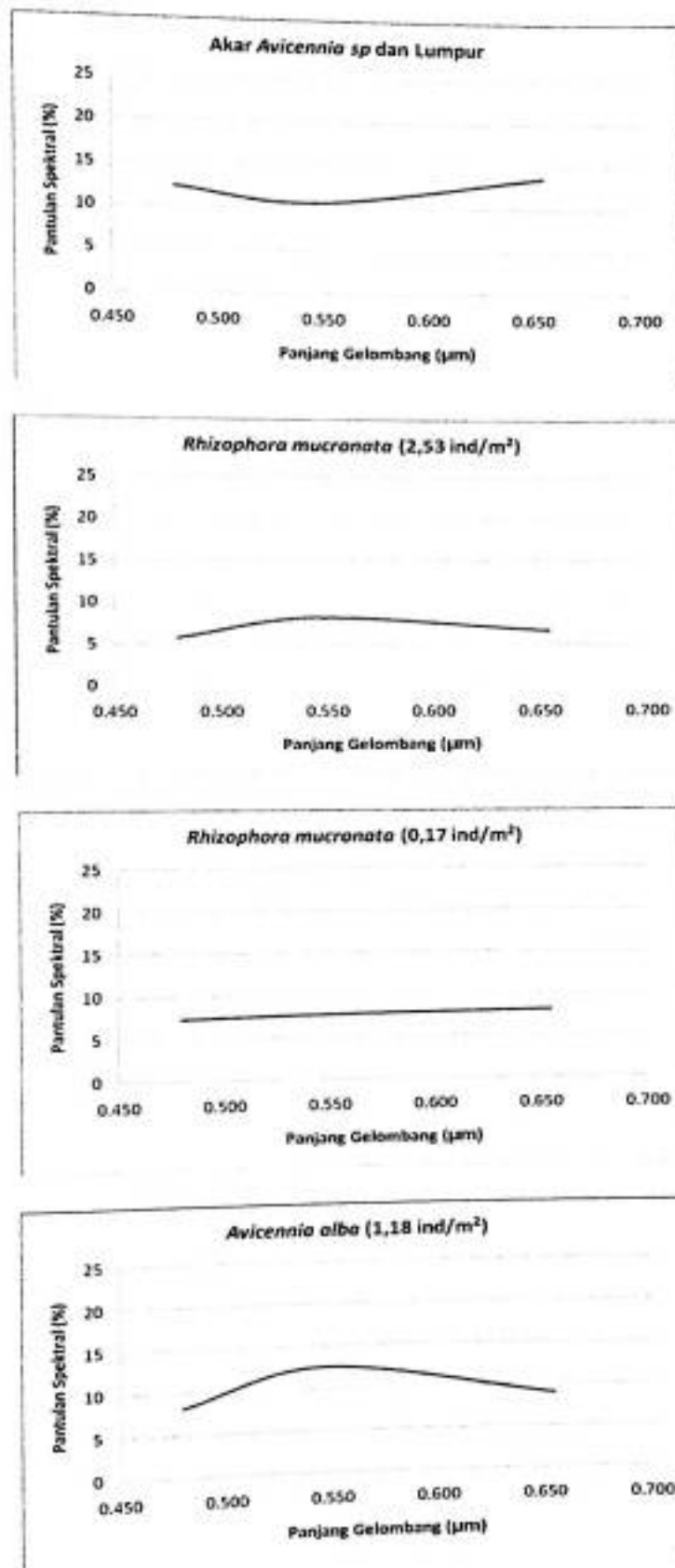
Hasil penelitian Howard (1996) menemukan hal serupa dengan membandingkan beberapa permukaan alam pada panjang gelombang dengan julat 0,50-1,0  $\mu\text{m}$ , yang mana julat spektral ini diliput oleh citra Landsat MSS. Dalam penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa daun hijau sehat dan ujung daun tunggal membentuk puncak antara panjang gelombang 0,5-0,6  $\mu\text{m}$ . Sedangkan untuk kategori air kurva yang didapatkan terus menurun antara panjang gelombang 0,5-0,6  $\mu\text{m}$ . Untuk kategori tanah kering kurva yang terbentuk terus meningkat antara panjang gelombang 0,5-0,6  $\mu\text{m}$ .

Pola reflektansi spektral pada vegetasi dengan kerapatan jenis tinggi (*Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba*, dan *Sonneratia alba*), menunjukkan nilai reflektansi pada saluran hijau lebih tinggi dibandingkan dengan saluran merah dan biru. pola yang dihasilkan sama dengan hasil yang didapatkan pada penelitian oleh Amran (1999), bahwa makin rapat vegetasi mangrove maka nilai pantulan pada saluran infra merah dekat makin tinggi dan nilai pantulan pada saluran merah makin rendah.

Hasil pola reflektansi spektral yang didapatkan pada penelitian ini memperlihatkan bahwa untuk membedakan vegetasi menggunakan saluran merah, sedangkan untuk memperjelas obyek vegetasi lebih menggunakan saluran hijau atau biru. maka hasil penelitian ini dapat dikatakan sejalan dengan teori Kusumowidagdo, *et.al* (2007) yang menyatakan bahwa obyek akan cenderung memantulkan warna yang sama dengan warna obyek dan cenderung menyerap warna yang lainnya sehingga obyek yang dimaksud akan memiliki nilai reflektansi yang cenderung tinggi pada panjang gelombang warna yang sesuai dengan warna aslinya.

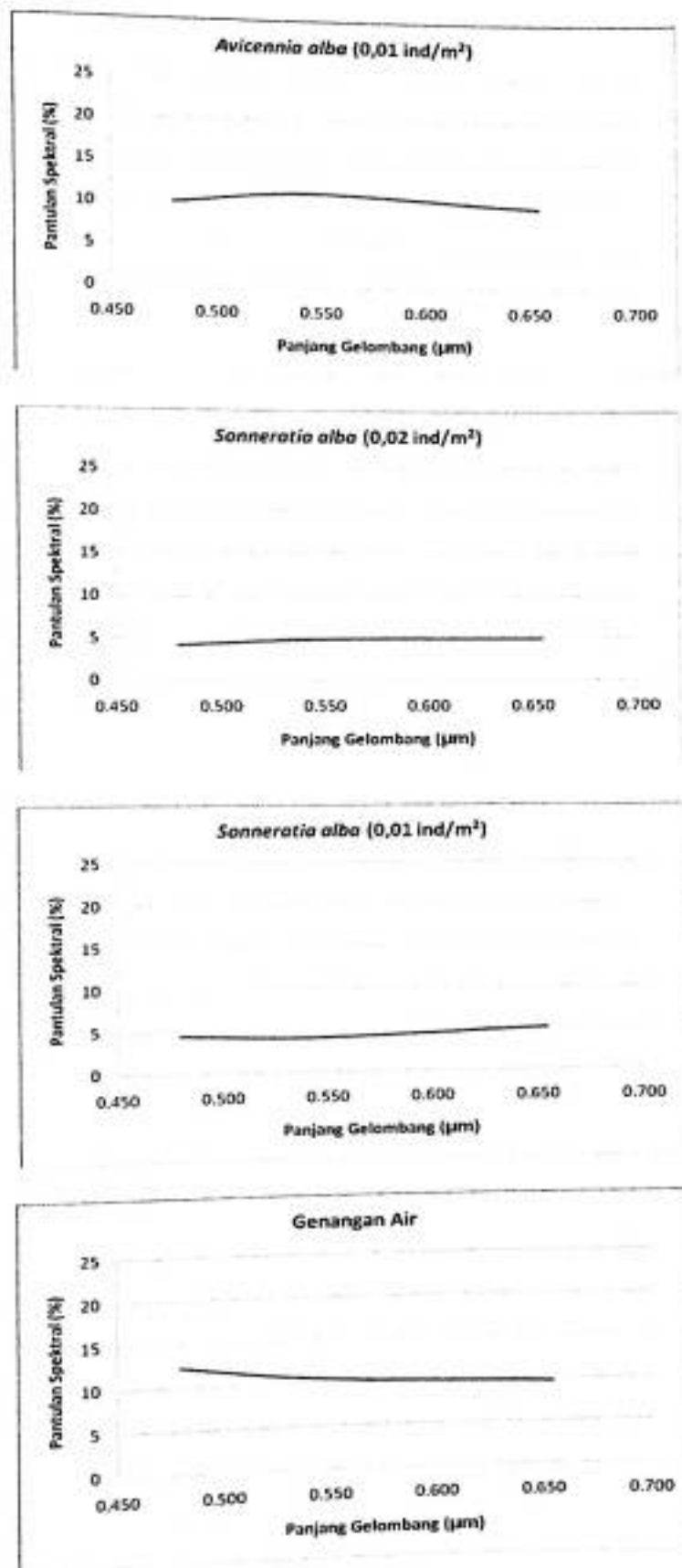


Gambar 13. Kurva kontinyu yang terbentuk berdasarkan jumlah reflektansi spektral dari kategori tutupan ekosistem mangrove (Lumpur kering)

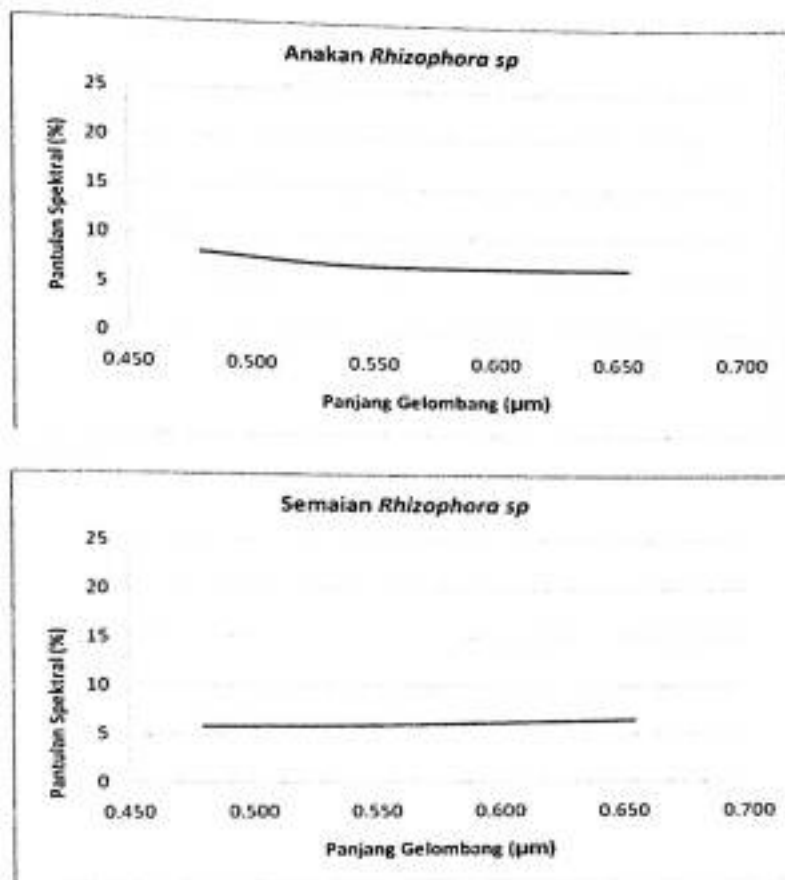


Gambar 14. Kurva kontinyu yang terbentuk berdasarkan jumlah reflektansi spektral dari kategori tutupan ekosistem mangrove (Akar *Avicennia* sp dan lumpur, *Rhizophora mucronata* 2,53 ind/m<sup>2</sup>, *Rhizophora mucronata* 0,17 ind/m<sup>2</sup>, dan *Avicennia alba* 1,18 ind/m<sup>2</sup>)





Gambar 15. Kurva kontinyu yang terbentuk berdasarkan jumlah reflektansi spektral dari kategori tutupan ekosistem mangrove (*Avicennia alba* 0,01 ind/m<sup>2</sup>, *Sonneratia alba* 0,02 ind/m<sup>2</sup>, *Sonneratia alba* 0,01 ind/m<sup>2</sup> dan Genangan air)



Gambar 16. Kurva kontinyu yang terbentuk berdasarkan jumlah reflektansi spektral dari kategori tutupan ekosistem mangrove (Anak *Rhizophora sp*, Semaian *Rhizophora sp*)

### 3. Analisis ragam (ANOVA)

Variabilitas antara sebelas kategori dapat ditentukan dengan melihat nilai rata-rata dan analisis ragam. Nilai rata-rata reflektansi spektral sebelas kategori obyek pada tiga kelompok panjang gelombang ditampilkan pada Tabel 9,10 dan 11.

Hasil analisis ragam (ANOVA) reflektansi spektral pada masing-masing panjang gelombang (biru, hijau, merah) antara sebelas kategori menunjukkan bahwa nilai reflektansi spektral pada semua panjang gelombang signifikan ( $P < 0,05$ ) berbeda diantara semua kategori.

Hasil uji beda rata-rata (*Tukey HSD<sub>0,05</sub>*) nilai reflektansi sebelas kategori untuk ketiga panjang gelombang menghasilkan 5-7 kelompok rata-rata (Lampiran 8, 9 dan 10).

Tabel 9. Rata-rata reflektansi spektral sebelas kategori tutupan mangrove pada saluran merah

No	Jenis Kategori	Rata-rata
1	<i>Sonneratia alba</i> (0.02 ind/m <sup>2</sup> )	.0056 <sup>a</sup>
2	<i>Sonneratia alba</i> (0.01 ind/m <sup>2</sup> )	.0057 <sup>a</sup>
3	Semaian <i>Rhizophora sp</i>	.0074 <sup>a</sup>
4	<i>Rhizophora mucronata</i> (2.53 ind/m <sup>2</sup> )	.0076 <sup>a</sup>
5	Anakan <i>Rhizophora sp</i>	.0078 <sup>a</sup>
6	<i>Rhizophora mucronata</i> (0.17 ind/m <sup>2</sup> )	.0091 <sup>b</sup>
7	<i>Avicennia alba</i> (1.18 ind/m <sup>2</sup> )	.0101 <sup>c</sup>
8	<i>Avicennia alba</i> (0.01 ind/m <sup>2</sup> )	.0110 <sup>d</sup>
9	Genangan air	.0111 <sup>d</sup>
10	Akar <i>Avicennia sp</i> dan lumpur	.0156 <sup>e</sup>
11	Lumpur kering	.0236 <sup>f</sup>

Keterangan : Huruf superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan rata-rata reflektansi spektral berdasarkan hasil uji Tukey HSD ( $\alpha = 0,05$ ), pada panjang gelombang merah

Tabel 10. Rata-rata reflektansi spektral sebelas kategori tutupan mangrove pada saluran hijau

No	Jenis Kategori	Rata-rata
1	<i>Sonneratia alba</i> (0.02 ind/m <sup>2</sup> )	.0066 <sup>a</sup>
2	<i>Sonneratia alba</i> (0.01 ind/m <sup>2</sup> )	.0079 <sup>a</sup>
3	Semaian <i>Rhizophora sp</i>	.0095 <sup>a</sup>
4	Anakan <i>Rhizophora sp</i>	.0114 <sup>b</sup>
5	<i>Rhizophora mucronata</i> (0.17 ind/m <sup>2</sup> )	.0124 <sup>b</sup>
6	<i>Rhizophora mucronata</i> (2.53 ind/m <sup>2</sup> )	.0133 <sup>c</sup>
7	Genangan air	.0169 <sup>d</sup>
8	Akar <i>Avicennia sp</i> dan lumpur	.0171 <sup>e</sup>
9	<i>Avicennia alba</i> (0.01 ind/m <sup>2</sup> )	.0182 <sup>f</sup>
10	<i>Avicennia alba</i> (1.18 ind/m <sup>2</sup> )	.0203 <sup>f</sup>
11	Lumpur kering	.0288 <sup>g</sup>

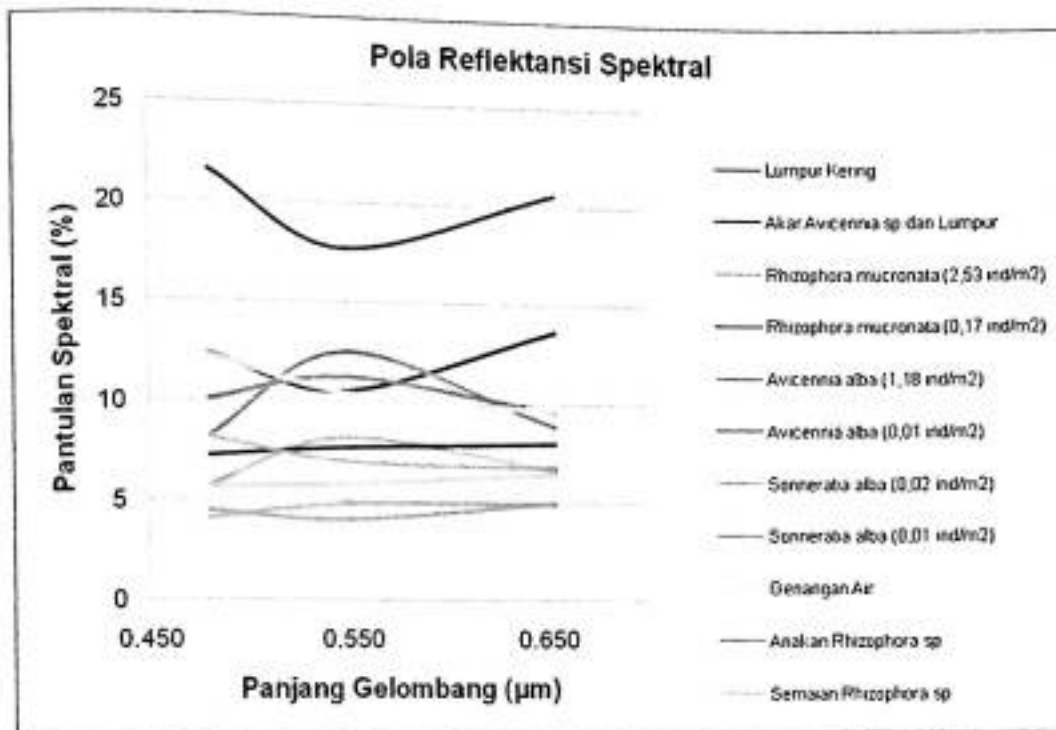
Keterangan : Huruf superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan rata-rata reflektansi spektral berdasarkan hasil uji Tukey HSD ( $\alpha = 0,05$ ), pada panjang gelombang hijau

Tabel 11. Rata-rata reflektansi spektral sebelas kategori tutupan mangrove pada saluran biru

No	Jenis Kategori	Rata-rata
1	<i>Sonneratia alba</i> (0.02 ind/m <sup>2</sup> )	.0066 <sup>a</sup>
2	<i>Sonneratia alba</i> (0.01 ind/m <sup>2</sup> )	.0072 <sup>a</sup>
3	Semaian <i>Rhizophora sp</i>	.0091 <sup>a</sup>
4	<i>Rhizophora mucronata</i> (2.53 ind/m <sup>2</sup> )	.0092 <sup>a</sup>
5	<i>Rhizophora mucronata</i> (0.17 ind/m <sup>2</sup> )	.0116 <sup>a</sup>
6	Anakan <i>Rhizophora sp</i>	.0131 <sup>b</sup>
7	<i>Avicennia alba</i> (1.18 ind/m <sup>2</sup> )	.0132 <sup>b</sup>
8	<i>Avicennia alba</i> (0.01 ind/m <sup>2</sup> )	.0161 <sup>c</sup>
9	Genangan air	.0196 <sup>d</sup>
10	Akar <i>Avicennia sp</i> dan lumpur	.0198 <sup>d</sup>
11	Lumpur kering	.0345 <sup>e</sup>

Keterangan : Huruf superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan rata-rata reflektansi spektral berdasarkan hasil uji Tukey HSD ( $\alpha = 0,05$ ), pada panjang gelombang biru

Berdasarkan analisis ragam nilai reflektansi spektral 11 kategori pada ketiga panjang gelombang memperlihatkan hasil yang berbeda nyata. Hasil ANOVA pada ketiga panjang gelombang di atas juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat reflektansi antara vegetasi, air dan substrat. Ini terlihat dengan adanya pembagian kelompok menjadi beberapa kelompok rata-rata. Nilai reflektansi antar kategori vegetasi mempunyai nilai reflektansi yang cenderung sama-sama rendah demikian pula dengan genangan air dan lumpur yang cenderung mempunyai nilai reflektansi yang relatif lebih tinggi (Gambar 16).



Gambar 17. Pola reflektansi spektral pada tutupan ekosistem mangrove

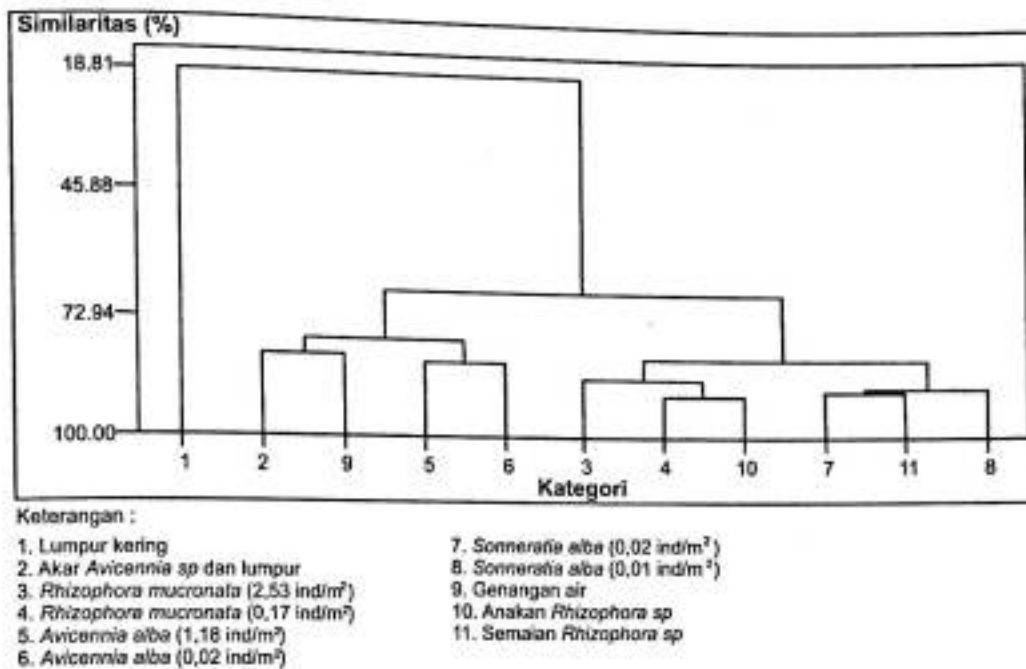
Adanya perbedaan ini bisa saja disebabkan oleh adanya fenomena perbedaan respon elektromagnetik yang diberikan oleh masing-masing kategori. Kategori vegetasi selain memiliki luas permukaan daun yang tidak terlalu besar juga mempunyai kemampuan mengorientasi daun untuk menghindari sinar matahari guna mengurangi evaporasi yang tinggi. Ini menyebabkan cahaya dari sensor tidak sepenuhnya dapat diterima dengan baik oleh kategori vegetasi sehingga respon yang diberikan pun kurang begitu baik jika dibandingkan dengan kategori lainnya. Genangan air dan lumpur memiliki keterbukaan terhadap penerimaan cahaya yang lebih baik, selain itu kategori lumpur juga memiliki tekstur yang lebih padat dan ini menyebabkan cahaya dari sensor dapat diterima dengan lebih baik oleh jenis kategori ini. Menurut teori dasar penginderaan jauh dalam Danoedoro (1996) hal ini terjadi karena setiap benda pada dasarnya mempunyai struktur atau susunan partikel yang berbeda dan perbedaan ini yang akan mempengaruhi pola respon elektromagnetiknya.

#### 4. Analisis gerombol (*cluster analysis*)

Berdasarkan analisis pengelompokan (*cluster analysis*) terlihat bahwa terdapat beberapa kategori yang memiliki kedekatan dalam hal besaran nilai reflektansi spektral dan kesemuanya membentuk enam kelompok besar. Pola reflektansi spektral tersebut sejalan dengan hasil analisis pengelompokan (*cluster analysis*) yang dilakukan pada sebelas kategori ekosistem mangrove (Gambar 17).

Penafsiran keadaan vegetasi dan jenis tumbuh-tumbuhan berdasarkan potret udara atau citra satelit dilakukan dengan memperhatikan adanya perbedaan-perbedaan: rona (*tone*) atau tingkat keabuan gambar/citra, tekstur, pola letak, bentuk, ukuran, letak geografis, letak pada susunan topografi, dan faktor-faktor lain yang timbul sebagai kesimpulan dari analisis berdasarkan pengetahuan ekologi (Wiroatmodjo, 1995)

Dendogram memperlihatkan bahwa, sebelas kategori yang didapatkan terdiri enam kelompok dengan tingkat similaritas 88,64%. Hasil analisis gerombol terdiri atas : Kelompok satu diwakili oleh lumpur kering, kelompok dua terdiri atas akar *Avicennia sp* dan lumpur serta genangan air, kelompok tiga terdiri atas *Avicennia alba* (1,18 ind/m<sup>2</sup>) dan *Avicennia alba* (0,01 ind/m<sup>2</sup>), kelompok empat terdiri atas *Rhizophora mucronata* (2,53 ind/m<sup>2</sup>), kelompok lima terdiri atas *Rhizophora mucronata* (0,17 ind/m<sup>2</sup>) dan anakan *Rhizophora sp*, sedangkan kelompok enam terdiri atas *Sonneratia alba* (0,02 ind/m<sup>2</sup>), semaian *Rhizophora sp* dan *Sonneratia alba* (0,01 ind/m<sup>2</sup>).



Gambar 18. Grafik dendrogram delapan kategori tutupan ekosistem mangrove

Hasil analisis gerombol berdasarkan nilai pantulan spektral memperlihatkan kemiripan di lapangan. Tingkat kemiripan di antara kelompok yang terbentuk dipengaruhi oleh struktur daun yang berbeda serta bentuk dasar tutupan ekosistem mangrove. Kelompok satu dan dua dicirikan oleh saluran merah karena kedua kelompok ini berwarna coklat, dimana warna coklat merupakan perpaduan antara warna merah dengan kuning. Sehingga, kategori ini lebih menyerap warna hijau serta biru dan memantulkan warna merah. Hal ini sejalan dengan Rehder (1985) yang menyatakan bahwa vegetasi dan tanah kering paling dapat dibedakan dengan menggunakan panjang gelombang merah. Lumpur kering terbentuk dalam satu kelompok tersendiri, hal ini disebabkan oleh kepadatan yang berbeda dengan kategori lainnya. Sedangkan akar *Avicennia* sp dan lumpur menjadi satu kelompok dengan genangan air. Kedua kategori ini digolongkan dalam satu kelompok karena kandungan sedimen dengan konsentrasi yang berbeda, tetapi menunjukkan warna yang mirip secara visual yaitu coklat.

Kelompok ketiga, keempat, kelima dan keenam dalam dendogram mencirikan vegetasi. Rata-rata reflektansi spektral pada empat kelompok ini dicirikan oleh saluran hijau, hal ini disebabkan oleh kandungan klorofil-a pada daun mangrove yang berwarna hijau kuning, sehingga pada kondisi ini warna merah dan biru lebih banyak serap. Pengelompokan ini sesuai dengan penjelasan Howard (1996) yang mengatakan bahwa, pigmen utama pada tanaman adalah klorofil-a dengan serapan maksimum pada sekitar  $0,43 \mu\text{m}$  (saluran biru) dan  $0,66 \mu\text{m}$  (saluran merah). klorofil-b dengan puncak penyerapan pada sekitar  $0,45 \mu\text{m}$  (saluran biru) dan  $0,65 \mu\text{m}$  (saluran merah), dengan pigmen *carotenoid* (*carotene B, xanthophylls*). *Phytocyanins* mempunyai serapan tinggi pada untuk ultraviolet,

Terbentuknya kelompok vegetasi berdasarkan perbedaan jenis, bentuk daun dan kerapatan jenis mangrove. Hal ini terlihat pada kategori *Rhizophora mucronata*. Walaupun jenisnya sama, namun kerapatan jenis pada kategori *Rhizophora mucronata* ( $2,53 \text{ ind/m}^2$ ) lebih tinggi sehingga pantulan spektral pada kategori ini sangat dipengaruhi oleh tutupan daun yang rapat. Berbeda dengan kategori *Rhizophora mucronata* ( $0,17 \text{ ind/m}^2$ ) dan anakan *Rhizophora sp* karena tutupan daunnya lebih jarang maka pantulan spektralnya lebih banyak dipengaruhi oleh substrat sehingga tergabung dalam satu kelompok. Kategori *Avicennia alba* ( $1,18 \text{ ind/m}^2$ ) dan *Avicennia alba* ( $0,01 \text{ ind/m}^2$ ) terbentuk dalam satu kelompok disebabkan persamaan bentuk dan warna daun. Sedangkan pada kategori *Sonneratia alba* ( $0,02 \text{ ind/m}^2$ ), semaian *Rhizophora sp* dan *Sonneratia alba* ( $0,01 \text{ ind/m}^2$ ) pada dendogram terbentuk dalam satu kelompok karena pada ketiga kategori ini memiliki bentuk daun yang kecil sehingga pantulan spektral ketiga kategori ini lebih banyak dipengaruhi oleh substratnya.

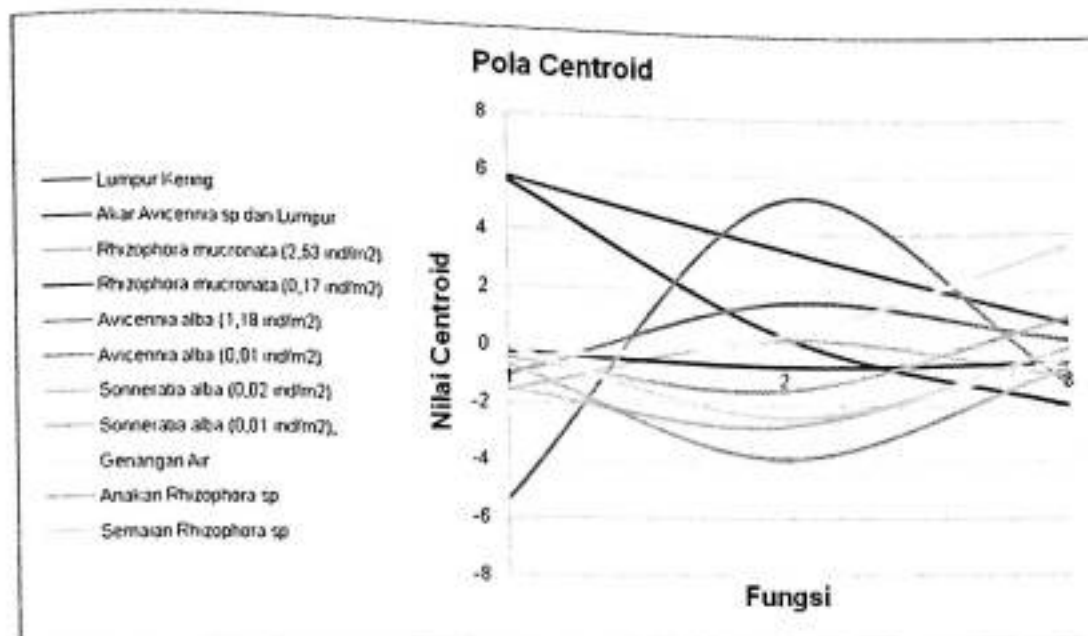


## 5. Analisis diskriminan

Analisis diskriminan bertujuan untuk mendapatkan panjang gelombang penciri yang paling dapat mendiskriminasi semua kategori dalam tutupan ekosistem mangrove.

Hasil diskriminasi 11 kategori yang didapatkan pada fungsi 1 (saluran merah) mencapai 51,5%. Sedangkan untuk fungsi 2 (saluran biru) dan fungsi 3 (saluran hijau) masing-masing 37,2% dan 11,4% (Lampiran 7). Pola centroid (Gambar 18) memperlihatkan bahwa, fungsi 1 (saluran merah) merupakan panjang gelombang yang dapat mendiskriminasi obyek pada tutupan ekosistem mangrove. Hal ini disebabkan karena pada saluran biru, nilai pantulan spektral rata-ratanya terlalu kecil. Pada saluran hijau, air tampak gelap sehingga mudah membedakannya terhadap tanah dan vegetasi, akan tetapi tanah tidak dapat dibedakan terhadap vegetasi karena beda pantulannya terlalu kecil. Pada saluran merah vegetasi tampak gelap, tanah cerah tampak kelabu cerah hingga cerah, air jernih yang dalam tampak gelap, dan air keruh cerah karena pantulan oleh material tersuspensinya yang nilai pantulannya menyerupai tanah atau batuan asalnya.

Rehder (1985) memperkuat hal ini dengan mengemukakan bahwa pada saluran merah tanah kering yang cerah pada umumnya nilai pantulannya lebih besar. Oleh karena itu rona pada citra saluran merah juga terlihat cerah. Pada kurva pantulan vegetasi umumnya terdapat puncak kecil pada saluran hijau. Kurvanya menurun dari panjang gelombang 0,55  $\mu\text{m}$  hingga 0,68  $\mu\text{m}$ . Vegetasi pada citra saluran merah umumnya tampak gelap, sehingga saluran merah merupakan saluran yang terbaik untuk membedakan vegetasi terhadap tanah kering yang cerah.



Gambar 19. Pola centroid 11 kategori pada ekosistem mangrove

Apabila radiasi gelombang elektromagnetik mengenai suatu obyek, maka akan terjadi suatu proses interaksi fisis. Proses tersebut adalah pemantulan (*refleksi*), penyerapan (*absorpsi*) dan penerusan (*transmisi*), dimana tenaga yang mengenai obyek sama dengan jumlah ketiga hal tersebut diatas. Bagian tenaga yang dipantulkan, diserap, dan diteruskan akan berbeda untuk tiap obyek yang berbeda, tergantung dari jenis materi serta kondisinya. Perbedaan ini memungkinkan untuk mengenali obyek yang berbeda pada suatu liputan citra (Amran, 1999). Denoedoro (1996) mengemukakan bahwa untuk suatu obyek tertentu, bahkan untuk obyek yang sama, bagian tenaga yang dipantulkan, diserap, dan diteruskan akan berbeda pada panjang gelombang yang berbeda.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Dusun Binanga Sangkara tentang karakteristik reflektansi spektral pada ekosistem mangrove dengan menggunakan citra QuickBird maka dapat disimpulkan :

1. Nilai reflektansi spektral 11 jenis kategori menunjukkan hasil yang berbeda pada ekosistem mangrove.
2. Hasil analisis pengelompokan reflektansi spektral menghasilkan enam kelompok kategori pada ekosistem mangrove berdasarkan kemiripan sifat kategori.
3. Panjang gelombang merah (654 nm) merupakan panjang gelombang yang paling dapat membedakan atau mencirikan 11 jenis kategori ekosistem mangrove pada penelitian ini.

### B. Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan dengan mengukur langsung nilai reflektansi spektral menggunakan spektrometri untuk observasi lapangan, sehingga akurasi interpretasi bisa lebih tinggi dalam penentuan panjang gelombang dari karakteristik tutupan ekosistem mangrove.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amran, M.A., 1999. *Karakteristik Pantulan Spektral Tumbuhan Mangrove pada Citra Digital Landsat TM: Studi Aplikasi Kasus di Kawasan Hutan Mangrove Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan*. Thesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Anwar, J; J. Sengli; Damanik; N. Hisyam; A.S. Whitten., 1984. *Ekologi Ekosistem Sumatera*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Arianto, E. 2008. *Buku Panduan Dasar-Dasar Arc GIS*. Comlabs.ITB
- Bengen, G.Dietrich. 2000. *Pedoman Teknis Pengenalan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. IPB, Bogor.
- Danoedoro, Projo. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Darsidi, A. dan Liang. D.H., 1982. *Jalur Hijau Mangrove dalam Konteks Tata Guna Hutan Pantai*. Makalah Diskusi Panel Jalur Hijau Hutan Mangrove. 27 Februari – 1 Maret 1986. Ciloto.
- Dimiyati, R.D. dan M. Dimiyati., 1998. *Remote Sensing dan Sistem Informasi Geografis Untuk Perencanaan*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah. Jakarta.
- Dewi, K.T., Suhardjono, Sumosusastro, P.A., 1996. *Panduan Pengamatan Ekosistem Mangrove dalam Penyelidikan Geologi Wilayah Pantai*. Pusat Pengembangan Kelautan. Bandung.
- Digital Globe, 2007. *Product Guide : QuickBird Imagery Products*. Digital Globe Inc1601Dry Creek Drive Ste 260. Longmont, Colorado, 80503.
- Edwards. A.J., 1999. *Applications of Satellite and Airborne Image Data to Coastal Management*. UNESCO. Paris
- English, S.C. Wilkinson & V. Baker (Eds). 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. ASEAN-Australia Marine Science Project. Australian Institute of Marine Science. Townsville.
- Howard. J.H. 1996. *Penginderaan Jauh Untuk Sumberdaya Hutan:Teori dan Aplikasi*. Gajah Mada University Press. P.O.BOX 14, Bulaksumur, Yogyakarta, Indonesia.
- Krause. K. 2003. *Radiance Conversion of QuickBird*. Digital Globe, Colorado. USA.
- Kusumowidagdo, Mulyadi. Budi, tjaturrahano,. Bunowati, Eva. Liesnoor, Dwi. 2007. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Pusat data penginderaan jauh LAPAN dan Jurusan geografi. Universitas semarang

- Lillesand, T.M; and R.W. Kiefer., 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (Alih Bahasa: Dulbahri, dkk). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lo, C.P., 1996. *Penginderaan Jauh Terapan*. Terjemahan Bambang, P. Penerbit UI-Press. Jakarta.
- Meaden, J.G., and M.J. Kapetsky., 1991. *Geographical Information System and Remote Sensing In Inland Fisheries and Aquaculture*. FAO. Fisheries Technical Paper. Italy.
- Mulyadi, A. 1994. *Studi Hutan Mangrove ke Arah Pemanfaatan yang Rasional Bagi Pertambakan di Wilayah Pangkajene dan Kepulauan*. Skripsi Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Nontji, A., 1987. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta.
- Nurkin, B. 1995. *Laporan Hasil Penelitian Model Pengelolaan Hutan Bakau di Pantai Sinjai Timur*. Pusat Studi Lingkungan Hidup (PSL) Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nybakken, 1988. *Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta
- Prahasta, E. 2008. *Remote Sensing : Praktis Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital dengan Perangkat Lunak Er Mapper*. INFORMATIKA. Bandung.
- Purwadhi, S.H., 2001. *Interpretasi Citra Digital*. PT Grasindo, Jakarta.
- Rehder, J. B., 1985, *Classification and Enhancement of Image Data, In : Short Course on Remote Sensing for Civil Engineers and Planners*, UNSW Centre for Remote Sensing, Sydney.
- Supranto, J. 2004. *Analisis Multivariat Arti dan Interpretasi*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sutanto. 1994. *Penginderaan Jauh Jilid 2*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sutrisno, Dewayani. 2002. *Fenomena Alam dan Perkembangan Teknologi Penginderaan Jauh*. [dewayani@bakosurtanal.go.id](mailto:dewayani@bakosurtanal.go.id). [Diakses tanggal 30 April 2008].
- Walter, H., 1971. *Ecology of Tropical and Sub Tropical Vegetation*. Van Rostrand Reinhold Company. New York, Cincinnati, Toronto, London, and Melbourne.
- Whitten, A.J., 1987. *Ekologi Sulawesi*. Penerbit Gajah Mada University Press.
- Wiroatmodjo, P., 1995. *IPTEK untuk Pengaturan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Prosiding Seminar V Ekosistem Mangrove. Panitia Program MAB Indonesia – LIPI. Jember.

# LAMPIRAN

Lampiran 1. Titik *Ground Control Point* (GCP)

Titik	Link	X Source	Y Source	X map	Y map	Residual
1	Jembatan	781051.898896	9455646.656348	781069.862972	9455642.143873	0.11768
2	Mesjid	781176.456784	9459675.002562	781147.891525	9457056.501508	0.16361
3	Muara Sungai	779346.858941	9459675.728288	779279.049117	9459599.105426	0.56707
4	Mangrove	779157.487295	9459587.809795	779095.583506	9459503.462213	0.11768

Lampiran 2. Nilai parameter citra QuickBird

Band	Nilai Parameter			d2	JD
	AbsCalFactor	EffectiveBandwidth	ESUN		
Merah (band 1)	0,0126735	0,071000	198	0,41867	0,06228
Hijau (band 2)	0,0143847	0,068000	183		
Biru (band 3)	0,0160412	0,068000	156		

(Sumber : BAPPEDA Kabupaten Maros)



Lampiran 3. Perubahan nilai digital menjadi nilai radiansi dan nilai reflektansi

No	Jenis	Nilai Digital			Nilai Radiansi dan nilai reflektansi					
		Merah	Hijau	Biru	Nilai Radiansi			Nilai Reflektansi		
		Merah	Hijau	Biru	Merah	Hijau	Biru	Merah	Hijau	Biru
1	Lumpur Kering	127	127	118	22.6695	26.8655	27.8362	0.022392	0.028711	0.034897
2		120	113	111	21.42	23.904	26.1849	0.021157	0.025546	0.032827
3		91	81	83	16.2435	17.1347	19.5797	0.016044	0.018312	0.024546
4		104	106	90	18.564	22.4232	21.231	0.018336	0.023964	0.026617
5		111	106	97	19.8135	22.4232	22.8823	0.019571	0.023964	0.028687
6		117	113	104	20.8845	23.904	24.5336	0.020628	0.025546	0.030757
7		163	153	136	29.0955	32.3656	32.0824	0.028739	0.034589	0.040221
8		111	106	90	19.8135	22.4232	21.231	0.019571	0.023964	0.026617
9		196	191	174	34.986	40.4041	41.0466	0.034557	0.04318	0.051459
10		199	177	164	35.5215	37.4425	38.6876	0.035086	0.040015	0.048501
11	Akar <i>Avicennia</i> sp dan Lumpur	84	74	59	14.994	15.6539	13.9181	0.01481	0.016729	0.017449
12		88	74	62	15.708	15.6539	14.6258	0.015515	0.016729	0.018336
13		91	77	69	16.2435	16.2886	16.2771	0.016044	0.017408	0.020406
14		91	77	69	16.2435	16.2886	16.2771	0.016044	0.017408	0.020406
15		91	81	89	16.2435	17.1347	16.2771	0.016044	0.018312	0.020406
16		84	74	62	14.994	15.6539	14.6258	0.01481	0.016729	0.018336
17		75	67	59	13.3875	14.1732	13.9181	0.013223	0.015147	0.017449
18		98	84	80	17.493	17.7693	18.872	0.017279	0.01899	0.023659
19		84	67	66	14.994	14.1732	15.5694	0.01481	0.015147	0.019519
20		98	81	73	17.493	17.1347	17.2207	0.017279	0.018312	0.021589
21	<i>Rhizophora mucronata</i> (2,53 ind/m <sup>2</sup> )	58	70	45	10.353	14.8078	10.6155	0.010226	0.015825	0.013308
22		42	53	24	7.497	11.2116	5.6616	0.007405	0.011982	0.007098
23		52	70	41	9.282	14.8078	9.6719	0.009168	0.015825	0.012125
24		26	46	20	4.641	9.73083	4.718	0.004584	0.010399	0.005915
25		42	56	27	7.497	11.8462	6.3693	0.007405	0.01266	0.007985
26		45	53	31	8.0325	11.2116	7.3129	0.007934	0.011982	0.009168
27		42	63	38	7.497	13.327	8.9642	0.007405	0.014243	0.011238
28		45	63	34	8.0325	13.327	8.0206	0.007934	0.014243	0.010055
29		35	53	24	6.2475	11.2116	5.6616	0.006171	0.011982	0.007098
30		42	60	27	7.497	12.6924	6.3693	0.007405	0.013564	0.007985
31	<i>Rhizophora mucronata</i> (0,17 ind/m <sup>2</sup> )	58	67	45	10.353	14.1732	10.6155	0.010226	0.015147	0.013308
32		42	46	27	7.497	9.73083	6.3693	0.007405	0.010399	0.007985
33		55	60	48	9.8175	12.6924	11.3232	0.009697	0.013564	0.014196
34		58	70	45	10.353	14.8078	10.6155	0.010226	0.015825	0.013308
35		45	46	38	8.0325	9.73083	8.9642	0.007934	0.010399	0.011238
36		55	58	41	9.8175	11.8462	9.6719	0.009697	0.01266	0.012125
37		49	56	31	8.7465	11.8462	7.3129	0.008639	0.01266	0.009168
38		49	42	31	8.7465	8.88467	7.3129	0.008639	0.009495	0.009168
39		58	60	48	10.353	12.6924	11.3232	0.010226	0.013564	0.014196
40		49	46	38	8.7465	9.73083	8.9642	0.008639	0.010399	0.011238

No	Jenis	Nilai Digital			Nilai Radiansi			Nilai Reflektansi		
		Merah	Hijau	Biru	Merah	Hijau	Biru	Merah	Hijau	Biru
41	<i>Avicennia alba</i> (1,18 ind/m <sup>2</sup> )	65	113	48	11.6025	23.903987	11.3232	0.01146	0.025546	0.014196
42		62	102	48	11.067	21.57705	11.3232	0.01093	0.023059	0.014196
43		68	102	55	12.138	21.57705	12.9745	0.01199	0.023059	0.016266
44		58	95	52	10.353	20.096272	12.2668	0.01023	0.021477	0.015378
45		52	81	41	9.282	17.134716	9.6719	0.00917	0.018312	0.012125
46		62	88	48	11.067	18.615494	11.3232	0.01093	0.019894	0.014196
47		62	88	48	11.067	18.615494	11.3232	0.01093	0.019894	0.014196
48		55	84	41	9.8175	17.769335	9.6719	0.0097	0.01899	0.012125
49		49	81	38	8.7465	17.134716	8.9642	0.00864	0.018312	0.011238
50		42	63	27	7.497	13.327001	6.3693	0.00741	0.014243	0.007985
51	<i>Avicennia alba</i> (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	65	88	59	11.6025	18.615494	13.9181	0.01146	0.019894	0.017449
52		75	81	73	13.3875	17.134716	17.2207	0.01322	0.018312	0.021589
53		52	67	38	9.282	14.17316	8.9642	0.00917	0.015147	0.011238
54		65	84	59	11.6025	17.769335	13.9181	0.01146	0.01899	0.017449
55		71	99	62	12.6735	20.942431	14.6258	0.01252	0.022381	0.018336
56		62	92	55	11.067	19.461653	12.9745	0.01093	0.020799	0.016266
57		52	70	45	9.282	14.807779	10.6155	0.00917	0.015825	0.013308
58		58	70	48	10.353	14.807779	11.3232	0.01023	0.015825	0.014196
59		55	67	52	9.8175	14.17316	12.2668	0.0097	0.015147	0.015378
60		68	88	55	12.138	18.615494	12.9745	0.01199	0.019894	0.016266
61	<i>Sonneratia alba</i> (0,02 ind/m <sup>2</sup> )	32	38	27	5.712	8.0385088	6.3693	0.00564	0.008591	0.007985
62		22	28	13	3.927	5.9231118	3.0667	0.00388	0.00633	0.003845
63		39	42	31	6.9615	8.8846676	7.3129	0.00688	0.009495	0.009168
64		29	31	24	5.1765	6.5577309	5.6616	0.00511	0.007008	0.007098
65		29	35	20	5.1765	7.4038897	4.718	0.00511	0.007913	0.005915
66		22	24	10	3.927	5.0769529	2.359	0.00388	0.005426	0.002957
67		29	31	13	5.1765	6.5577309	3.0667	0.00511	0.007008	0.003845
68		42	46	31	7.497	9.7308265	7.3129	0.00741	0.010399	0.009168
69		39	42	27	6.9615	8.8846676	6.3693	0.00688	0.009495	0.007985
70		35	31	27	6.2475	6.5577309	6.3693	0.00617	0.007008	0.007985
71	<i>Sonneratia alba</i> (0,01 ind/m <sup>2</sup> ).	22	28	13	3.927	5.9231118	3.0667	0.00388	0.00633	0.003845
72		32	28	20	5.712	5.9231118	4.718	0.00564	0.00633	0.005915
73		26	21	13	4.641	4.4423338	3.0667	0.00458	0.004748	0.003845
74		26	21	24	4.641	4.4423338	5.6616	0.00458	0.004748	0.007098
75		35	31	31	6.2475	6.5577309	7.3129	0.00617	0.007008	0.009168
76		39	38	24	6.9615	8.0385088	5.6616	0.00688	0.008591	0.007098
77		39	35	31	6.9615	7.4038897	7.3129	0.00688	0.007913	0.009168
78		35	31	31	6.2475	6.5577309	7.3129	0.00617	0.007008	0.009168
79		42	38	38	7.497	8.0385088	8.9642	0.00741	0.008591	0.011238
80		26	21	17	4.641	4.4423338	4.0103	0.00458	0.004748	0.005028

No	Jenis	Nilai Digital			Nilai Radiansi			Nilai Reflektansi			
		Merah	Hijau	Biru	Merah	Hijau	Biru	Merah	Hijau	Biru	
81	Genangan air	68	77	69	12.138	16.288557	16.2771	0.011989	0.017408	0.020406	
82		62	70	66	11.067	14.807779	15.5694	0.010931	0.015825	0.019519	
83		58	67	89	10.353	14.17316	20.9951	0.010226	0.015147	0.026321	
84		62	70	66	11.067	14.807779	15.5694	0.010931	0.015825	0.019519	
85		39	42	34	6.9615	8.8846676	8.0206	0.006876	0.009495	0.010055	
86		69	81	73	12.3165	17.134716	17.2207	0.012165	0.018312	0.021589	
87		68	81	73	12.138	17.134716	17.2207	0.011989	0.018312	0.021589	
88		71	92	69	12.6735	19.461653	16.2771	0.012518	0.020799	0.020406	
89		68	88	66	12.138	18.615494	15.5694	0.011989	0.019894	0.019519	
90		62	81	59	11.067	17.134716	13.9181	0.010931	0.018312	0.017449	
91		Anakan <i>Rhizophora</i> <i>sp</i>	52	53	48	9.282	11.211604	11.3232	0.009168	0.011982	0.014196
92			49	53	45	8.7465	11.211604	10.6155	0.008639	0.011982	0.013308
93			39	46	41	6.9615	9.7308265	9.6719	0.006876	0.010399	0.012125
94	39		46	41	6.9615	9.7308265	9.6719	0.006876	0.010399	0.012125	
95	35		42	38	6.2475	8.8846676	8.9642	0.006171	0.009495	0.011238	
96	45		53	48	8.0325	11.211604	11.3232	0.007934	0.011982	0.014196	
97	49		56	48	8.7465	11.846224	11.3232	0.008639	0.01266	0.014196	
98	35		42	38	6.2475	8.8846676	8.9642	0.006171	0.009495	0.011238	
99	49		56	48	8.7465	11.846224	11.3232	0.008639	0.01266	0.014196	
100	49		56	48	8.7465	11.846224	11.3232	0.008639	0.01266	0.014196	
101	Semaian <i>Rhizophora</i> <i>sp</i>	42	42	31	7.497	8.8846676	7.3129	0.007405	0.009495	0.009168	
102		39	42	27	6.9615	8.8846676	6.3693	0.006876	0.009495	0.007985	
103		39	38	31	6.9615	8.0385088	7.3129	0.006876	0.008591	0.009168	
104		42	42	38	7.497	8.8846676	8.9642	0.007405	0.009495	0.011238	
105		39	35	31	6.9615	7.4038897	7.3129	0.006876	0.007913	0.009168	
106		42	42	31	7.497	8.8846676	7.3129	0.007405	0.009495	0.009168	
107		42	42	31	7.497	8.8846676	7.3129	0.007405	0.009495	0.009168	
108		48	46	31	8.568	9.7308265	7.3129	0.008463	0.010399	0.009168	
109		45	49	34	8.0325	10.365446	8.0206	0.007934	0.011078	0.010055	
110		39	42	24	6.9615	8.8846676	5.6616	0.006876	0.009495	0.007098	

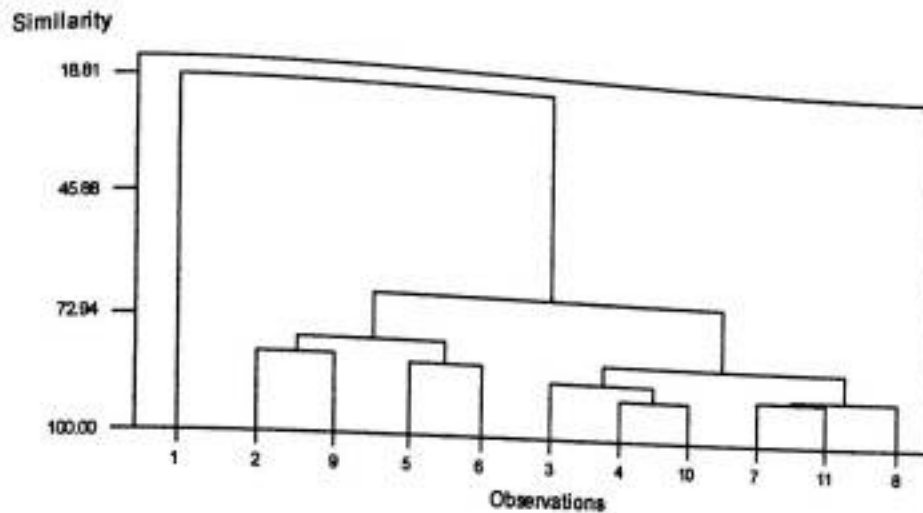
Lampiran 4. Kerapatan jenis (Dj)

Stasiun	Sub Stasiun	Plot	Spesies	nl (Pohon)	nl (Anakan)	nl (Semai)	Dl(pohon)	Dl (anakan)	Dl(semai)			
1	1	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	53	25	5	0,53	0,25	0,05			
		1	<i>Rhizophora mucronata</i>	82	4		0,82	0,04				
	2	1	1	<i>Avicennia alba</i>	1			0,01				
			2	<i>Sonneratia alba</i>	1			0,01				
		2	2	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	17	12		0,17	0,12		
				2	<i>Rhizophora mucronata</i>	120	10		1,2	0,1		
			3	1	1	<i>Avicennia alba</i>	5			0,05		
					1	<i>Rhizophora mucronata</i>	212			2,12		
				1	1	<i>Sonneratia alba</i>	2			0,02		
					2	<i>Rhizophora mucronata</i>	125	30		1,25	0,3	
2	1	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	253	13		2,53	0,13				
		2	<i>Rhizophora mucronata</i>	237	46		2,37	0,46				
	2	2	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	38			0,38				
			1	<i>Avicennia alba</i>	76			0,76				
		3	2	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	56			0,56			
				2	<i>Avicennia alba</i>	8			0,08			
			1	1	1	<i>Avicennia alba</i>	88			0,88		
					1	<i>Avicennia alba</i>	73			0,73		
				2	1	<i>Avicennia alba</i>	70			0,7		
					2	<i>Avicennia alba</i>	92			0,92		
3	1	1	<i>Avicennia alba</i>	118			1,18					
		2	<i>Avicennia alba</i>	43			0,43					
	3	1	1	<i>Avicennia alba</i>	103			1,03				
			2	<i>Avicennia alba</i>	60			0,6				
		1	1	<i>Avicennia alba</i>	58			0,58				
			2	<i>Avicennia alba</i>								
4	2	1										
		2										

Lampiran 5. Kerapatan relatif jenis (RDI)

Stasiun	Sub Stasiun	Plot	Spesies	ni (P)	ni (A)	ni (S)	$\Sigma n$ pohon	$\Sigma n$ anakan	$\Sigma n$ semai	pohon	anakan	semai	
1	1	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	53	25	5	53	25	5	100	100	100	
		1	<i>Rhizophora mucronata</i>	82	4		82	4		100	100		
	2	1	1	<i>Avicennia alba</i>	1			19			5,2631579		
			1	<i>Sonneratia alba</i>	1			19			5,2631579		
		2	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	17	12		19	12		89,473684	100	
			1	<i>Rhizophora mucronata</i>	120	10		125	10		96	100	
			1	<i>Avicennia alba</i>	5			125			4		
			1	<i>Rhizophora mucronata</i>	212			212			100		
			2	<i>Sonneratia alba</i>	2	30		127	30		1,5748031		
			2	<i>Rhizophora mucronata</i>	125	13		127	13		98,425197	100	
2	2	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	253	46		253	46		100	100		
		2	<i>Rhizophora mucronata</i>	237			237			100	100		
	3	1	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	38			114			33,333333		
			1	<i>Avicennia alba</i>	76			114			66,666667		
		2	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	56			64			87,5		
			2	<i>Avicennia alba</i>	8			64			12,5		
			1	<i>Avicennia alba</i>	88			88			100		
			1	<i>Avicennia alba</i>	73			73			100		
			2	<i>Avicennia alba</i>	70			70			100		
			2	<i>Avicennia alba</i>	92			92			100		
3	1	1	<i>Avicennia alba</i>	118			118			100			
		2	<i>Avicennia alba</i>	43			43			100			
	2	1	<i>Avicennia alba</i>	103			103			100			
		2	<i>Avicennia alba</i>	60			60			100			
		1	<i>Avicennia alba</i>	58			58			100			
		2	<i>Avicennia alba</i>										
4	2	1	<i>Avicennia alba</i>										
		2	<i>Avicennia alba</i>										

## Lampiran 6. Analisis gerombol



## Euclidean Distance, Average Linkage

## Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined	New cluster	Number of obs. in new cluster
1	10	89.98	0.013	4 10	4	2
2	9	89.01	0.014	7 11	7	2
3	8	88.64	0.015	7 8	7	3
4	7	86.80	0.017	3 4	3	3
5	6	83.16	0.022	5 6	5	2
6	5	82.12	0.023	3 7	3	6
7	4	81.57	0.024	2 9	2	2
8	3	78.13	0.029	2 5	2	4
9	2	67.28	0.043	2 3	2	10
10	1	18.81	0.107	1 2	1	11

## Final Partition

Number of clusters: 1

distance	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance Maximum	
			from centroid	from centroid
Cluster1	11	0.016	0.031	0.096

## Lampiran 7. Analisis diskriminan

## Discriminant

Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		33	100,0
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	.0
	At least one missing discriminating variable	0	.0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	0	.0
Total		33	100,0

Group Statistics

VAR00001		Mean	Std. Deviation	Valid N (listwise)	
				Unweighted	Weighted
1.00	VAR00002	.0308	.00548	3	3,000
	VAR00003	.0242	.00533	3	3,000
	VAR00004	.0199	.00337	3	3,000
2.00	VAR00002	.0187	.00152	3	3,000
	VAR00003	.0170	.00039	3	3,000
	VAR00004	.0155	.00062	3	3,000
3.00	VAR00002	.0108	.00330	3	3,000
	VAR00003	.0145	.00222	3	3,000
	VAR00004	.0089	.00143	3	3,000
4.00	VAR00002	.0118	.00336	3	3,000
	VAR00003	.0130	.00242	3	3,000
	VAR00004	.0091	.00150	3	3,000
5.00	VAR00002	.0149	.00120	3	3,000
	VAR00003	.0239	.00144	3	3,000
	VAR00004	.0115	.00053	3	3,000
6.00	VAR00002	.0168	.00521	3	3,000
	VAR00003	.0178	.00242	3	3,000
	VAR00004	.0113	.00203	3	3,000
7.00	VAR00002	.0070	.00290	3	3,000
	VAR00003	.0081	.00163	3	3,000
	VAR00004	.0055	.00151	3	3,000
8.00	VAR00002	.0045	.00120	3	3,000
	VAR00003	.0058	.00091	3	3,000
	VAR00004	.0047	.00089	3	3,000
9.00	VAR00002	.0221	.00370	3	3,000
	VAR00003	.0161	.00116	3	3,000
	VAR00004	.0110	.00089	3	3,000
10.00	VAR00002	.0132	.00104	3	3,000
	VAR00003	.0115	.00091	3	3,000
	VAR00004	.0082	.00120	3	3,000
11.00	VAR00002	.0088	.00068	3	3,000
	VAR00003	.0082	.00052	3	3,000
	VAR00004	.0071	.00031	33	33,000
Total	VAR00002	.0145	.00787	33	33,000
	VAR00003	.0146	.00607	33	33,000
	VAR00004	.0102	.00445	33	33,000

**Pooled Within-Groups Matrices**

		VAR00002	VAR00003	VAR00004
Correlation	VAR00002	1.000	.734	.834
	VAR00003	.734	1.000	.884
	VAR00004	.834	.884	1.000

**Analysis 1**

**Summary of Canonical Discriminant Functions**

**Eigenvalues**

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	13.892 <sup>a</sup>	51.5	51.5	.966
2	10.029 <sup>a</sup>	37.2	88.6	.954
3	3.069 <sup>a</sup>	11.4	100.0	.868

a. First 3 canonical discriminant functions were used in the analysis.

**Wilks' Lambda**

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 3	.001	162.621	30	.000
2 through 3	.022	95.100	18	.000
3	.246	35.088	6	.000

**Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients**

	Function		
	1	2	3
VAR00002	-.232	-.122	1.793
VAR00003	-1.699	1.289	-.107
VAR00004	2.289	-.244	-1.270

**Structure Matrix**

	Function		
	1	2	3
VAR00003	.153	.984*	.087
VAR00004	.594	.794*	.131
VAR00002	.430	.621	.656*

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions  
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

\*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function



### Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function		
	1	2	3
VAR00002	-74.313	-38.874	573.468
VAR00003	-772.771	586.147	-48.528
VAR00004	1495.195	-159.150	-829.411
(Constant)	-2.910	-6.393	.891

Unstandardized coefficients

### Functions at Group Centroids

VAR00001	Function		
	1	2	3
1.00	5.812	3.429	.879
2.00	5.706	.358	-2.011
3.00	-1.599	.289	-1.005
4.00	-.244	-.661	-.513
5.00	-5.342	5.207	-1.237
6.00	-1.027	1.584	.279
7.00	-1.548	-2.764	-.023
8.00	-.702	-3.916	-.690
9.00	-.493	.443	3.608
10.00	-.441	-1.502	1.086
11.00	-.122	-2.467	-.373

Unstandardized canonical discriminant functions  
evaluated at group means

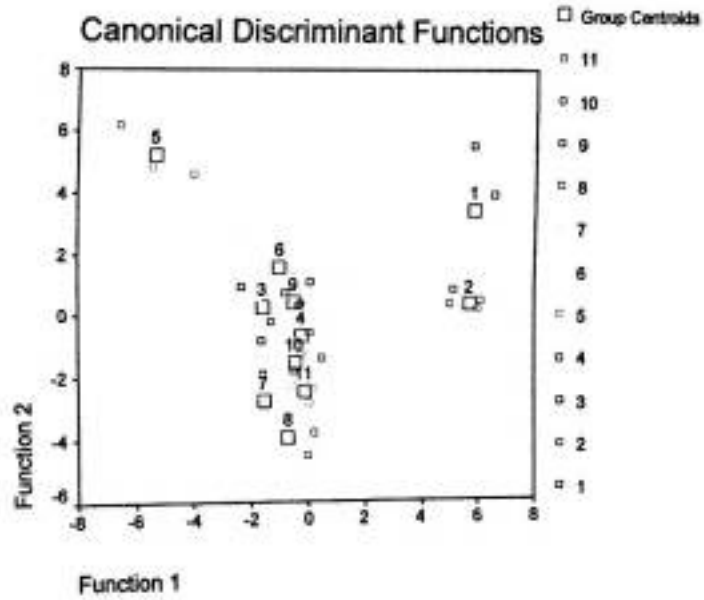
### Classification Statistics

#### Classification Processing Summary

Processed		33
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0
	At least one missing discriminating variable	0
Used in Output		33

Prior Probabilities for Groups

VAR00001	Prior	Cases Used in Analysis	
		Unweighted	Weighted
1.00	.091	3	3.000
2.00	.091	3	3.000
3.00	.091	3	3.000
4.00	.091	3	3.000
5.00	.091	3	3.000
6.00	.091	3	3.000
7.00	.091	3	3.000
8.00	.091	3	3.000
9.00	.091	3	3.000
10.00	.091	3	3.000
11.00	.091	3	3.000
Total	1.000	33	33.000



## Classification Results

Original Count	VAR0000	Predicted Group Membership										Total	
		1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00		11.00
1.00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2.00	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3.00	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4.00	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
5.00	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
6.00	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
7.00	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3
8.00	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3
9.00	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
10.00	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3
11.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
%													
1.00	100.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
2.00	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
3.00	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
4.00	.0	.0	.0	66.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
5.00	.0	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
6.00	.0	.0	33.3	.0	.0	66.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
7.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0	66.7	.0	.0	.0	.0	33.3	100.0
8.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	33.3	66.7	.0	.0	.0	100.0
9.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0	33.3	.0	.0	66.7	.0	.0	100.0
10.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	.0	100.0
11.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	100.0

• 84.5% of original grouped cases correctly classified.

Lampiran 8. Analisis ragam (ANOVA) pada saluran merah

## Univariate Analysis of Variance

### Warnings

Post hoc tests are not performed for VAR00002 because there are fewer than three groups.

### Between-Subjects Factors

	N
VAR00001	
Akar Avicennia sp dan Lumpur	10
Anakan Rhizophora sp sp	10
Avicennia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	10
Avicennia alba (1,18 ind/m <sup>2</sup> )	10
Genangan Air	10
Lumpur Kering	10
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m <sup>2</sup> )	10
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m <sup>2</sup> )	10
Semaian Rhizophora sp	10
Sonneratia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	10
Sonneratia alba (0,02 ind/m <sup>2</sup> )	10
VAR00002	1
	110

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: VAR00013

VAR00001	VAR00002	Mean	Std. Deviation	N	
Akar Avicennia sp dan Lumpur	Total	1	0.0156	0.00124	10
Anakan Rhizophora sp sp	Total	1	0.0078	0.00114	10
Avicennia alba (0,01 ind/m2)	Total	1	0.0078	0.00114	10
Avicennia alba (1,18 ind/m2)	Total	1	0.011	0.0014	10
Genangan Air	Total	1	0.0101	0.00141	10
Lumpur Kering	Total	1	0.0111	0.00164	10
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	Total	1	0.0111	0.00164	10
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	Total	1	0.0236	0.00677	10
Semaian Rhizophora sp	Total	1	0.0236	0.00677	10
Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	Total	1	0.0091	0.00102	10
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	Total	1	0.0091	0.00102	10
Total	Total	1	0.0076	0.00152	10
	Total	1	0.0076	0.00152	10
	Total	1	0.0074	0.00053	10
	Total	1	0.0074	0.00053	10
	Total	1	0.0057	0.00121	10
	Total	1	0.0057	0.00121	10
	Total	1	0.0056	0.00122	10
	Total	1	0.0056	0.00122	10
	Total	1	0.0104	0.00549	110
	Total	1	0.0104	0.00549	110

### Levene's Test of Equality of Error Variances(a)

Dependent Variable: VAR00013

F	df1	df2	Sig.
12.174	10	99	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.  
a. Design: Intercept+VAR00001+VAR00002

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: VAR00013

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.003(a)	10	.000	48.617	.000
Intercept	.012	1	.012	2119.409	.000
VAR00001	.003	10	.000	48.617	.000
VAR00002	.000	0	.	.	.
Error	.001	99	5.621E-06	.	.
Total	.015	110			
Corrected Total	.003	109			

a. R Squared = .831 (Adjusted R Squared = .814)

### Estimated Marginal Means

#### 1. VAR00001

Dependent Variable: VAR00013

VAR00001	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Akar Avicennia sp dan Lumpur	0.016	0.001	0.014	0.017
Anakan Rhizophora sp sp	0.008	0.001	0.006	0.009
Avicennia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	0.011	0.001	0.009	0.012
Avicennia alba (1,18 ind/m <sup>2</sup> )	0.01	0.001	0.009	0.012
Genangan Air	0.011	0.001	0.01	0.013
Lumpur Kering	0.024	0.001	0.022	0.025
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m <sup>2</sup> )	0.009	0.001	0.008	0.011
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m <sup>2</sup> )	0.008	0.001	0.006	0.009
Semaian Rhizophora sp	0.007	0.001	0.006	0.009
Sonneratia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	0.006	0.001	0.004	0.007
Sonneratia alba (0,02 ind/m <sup>2</sup> )	0.006	0.001	0.004	0.007

#### 2. VAR00002

Dependent Variable: VAR00013

VAR00002	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	.010	.000	.010	.011

# Post Hoc Tests

## VAR00001

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: VAR00013  
Tukey HSD

(I) VAR00001	(J) VAR00001	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Akar Avicennia sp dan Lumpur	Anakan Rhizophora sp sp	.0078(*)	0.00106	0	0.0043	0.0113	
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	.0046(*)	0.00106	0.002	0.0011	0.0081	
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	.0054(*)	0.00106	0	0.002	0.0089	
	Genangan Air	.0045(*)	0.00106	0.002	0.001	0.008	
	Lumpur Kering	-.0080(*)	0.00106	0	-0.0115	-0.0045	
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	.0065(*)	0.00106	0	0.003	0.0099	
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	.0080(*)	0.00106	0	0.0045	0.0115	
	Semaian Rhizophora sp	.0082(*)	0.00106	0	0.0047	0.0117	
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0099(*)	0.00106	0	0.0064	0.0134	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0100(*)	0.00106	0	0.0065	0.0135	
	Anakan Rhizophora sp sp	Akar Avicennia sp dan Lumpur	-.0078(*)	0.00106	0	-0.0113	-0.0043
		Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.0032	0.00106	0.102	-0.0067	0.0003
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-0.0024	0.00106	0.491	-0.0059	0.0011
		Genangan Air	-0.0033	0.00106	0.086	-0.0068	0.0002
Lumpur Kering		-.0158(*)	0.00106	0	-0.0193	-0.0123	
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)		-0.0014	0.00106	0.97	-0.0049	0.0021	
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)		0.0002	0.00106	1	-0.0033	0.0037	
Semaian Rhizophora sp		0.0004	0.00106	1	-0.0031	0.0039	
Sonneratia alba (0,01 ind/m2)		0.0021	0.00106	0.664	-0.0014	0.0056	
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)		0.0022	0.00106	0.616	-0.0013	0.0057	
Avicennia alba (0,01 ind/m2)		Akar Avicennia sp dan Lumpur	-.0046(*)	0.00106	0.002	-0.0081	-0.0011
		Anakan Rhizophora sp sp	0.0032	0.00106	0.102	-0.0003	0.0067
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	0.0008	0.00106	0.999	-0.0026	0.0043
		Genangan Air	-0.0001	0.00106	1	-0.0036	0.0034
	Lumpur Kering	-.0126(*)	0.00106	0	-0.0161	-0.0091	
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	0.0019	0.00106	0.808	-0.0016	0.0053	
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	0.0034	0.00106	0.061	-0.0001	0.0069	
	Semaian Rhizophora sp	.0036(*)	0.00106	0.034	0.0001	0.0071	
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0053(*)	0.00106	0	0.0018	0.0088	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0054(*)	0.00106	0	0.0019	0.0089	

(I) VAR00001	(J) VAR00001	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Avicennia alba (1,18 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur						
	Anakan Rhizophora sp sp	-.0054(*)	0.00106	0	-0.0089	-0.002	
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	0.0024	0.00106	0.491	-0.0011	0.0059	
	Genangan Air	-0.0008	0.00106	0.999	-0.0043	0.0026	
	Lumpur Kering	-0.0009	0.00106	0.999	-0.0044	0.0026	
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0135(*)	0.00106	0	-0.017	-0.01	
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	0.001	0.00106	0.997	-0.0025	0.0045	
	Semaian Rhizophora sp	0.0026	0.00106	0.36	-0.0009	0.0061	
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	0.0028	0.00106	0.249	-0.0007	0.0063	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0045(*)	0.00106	0.003	0.001	0.008	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0045(*)	0.00106	0.002	0.001	0.008	
	Akar Avicennia sp dan Lumpur	-.0045(*)	0.00106	0.002	-0.008	-0.001	
	Anakan Rhizophora sp sp	0.0033	0.00106	0.086	-0.0002	0.0068	
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	0.0001	0.00106	1	-0.0034	0.0036	
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	0.0009	0.00106	0.999	-0.0026	0.0044	
	Lumpur Kering	-.0126(*)	0.00106	0	-0.016	-0.0091	
	Genangan Air	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	0.0019	0.00106	0.77	-0.0016	0.0054
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)		0.0035	0.00106	0.05	0	0.007	
Semaian Rhizophora sp		.0037(*)	0.00106	0.028	0.0002	0.0072	
Sonneratia alba (0,01 ind/m2)		.0054(*)	0.00106	0	0.0019	0.0089	
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)		.0054(*)	0.00106	0	0.002	0.0089	
Akar Avicennia sp dan Lumpur		-.0080(*)	0.00106	0	0.0045	0.0115	
Anakan Rhizophora sp sp		.0158(*)	0.00106	0	0.0123	0.0193	
Avicennia alba (0,01 ind/m2)		.0126(*)	0.00106	0	0.0091	0.0161	
Avicennia alba (1,18 ind/m2)		.0135(*)	0.00106	0	0.01	0.017	
Genangan Air		.0126(*)	0.00106	0	0.0091	0.016	
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)		.0145(*)	0.00106	0	0.011	0.018	
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)		.0160(*)	0.00106	0	0.0126	0.0195	
Semaian Rhizophora sp		.0163(*)	0.00106	0	0.0128	0.0197	
Sonneratia alba (0,01 ind/m2)		.0179(*)	0.00106	0	0.0144	0.0214	
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)		.0180(*)	0.00106	0	0.0145	0.0215	
Lumpur Kering		Akar Avicennia sp dan Lumpur	-.0065(*)	0.00106	0	-0.0099	-0.003
		Anakan Rhizophora sp sp	0.0014	0.00106	0.97	-0.0021	0.0049
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.0019	0.00106	0.808	-0.0053	0.0016	
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-0.001	0.00106	0.997	-0.0045	0.0025	
	Genangan Air	-0.0019	0.00106	0.77	-0.0054	0.0016	
	Lumpur Kering	-.0145(*)	0.00106	0	-0.018	-0.011	
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	0.0016	0.00106	0.923	-0.0019	0.0051	
	Semaian Rhizophora sp	0.0018	0.00106	0.842	-0.0017	0.0053	
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	0.0035	0.00106	0.055	0	0.0069	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0035(*)	0.00106	0.046	0	0.007	
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)						



(I) VAR00001	(J) VAR00001	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur						
	Anakan Rhizophora sp sp	-.0080(*)	0.00106	0	-0.0115	-0.0045	
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.0002	0.00106	1	-0.0037	0.0033	
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-0.0034	0.00106	0.061	-0.0069	0.0001	
	Genangan Air	-0.0026	0.00106	0.36	-0.0061	0.0009	
	Lumpur Kering	-0.0035	0.00106	0.05	-0.007	0	
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0160(*)	0.00106	0	-0.0195	-0.0126	
	Semaian Rhizophora sp	-0.0016	0.00106	0.923	-0.0051	0.0019	
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	0.0002	0.00106	1	-0.0033	0.0037	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	0.0019	0.00106	0.789	-0.0016	0.0054	
	Semaian Rhizophora sp	Akar Avicennia sp dan Lumpur					
		Anakan Rhizophora sp sp	-.0082(*)	0.00106	0	-0.0117	-0.0047
		Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.0004	0.00106	1	-0.0039	0.0031
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0036(*)	0.00106	0.034	-0.0071	-0.0001
		Genangan Air	-0.0028	0.00106	0.249	-0.0063	0.0007
		Lumpur Kering	-.0037(*)	0.00106	0.028	-0.0072	-0.0002
		Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0163(*)	0.00106	0	-0.0197	-0.0128
		Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	-0.0018	0.00106	0.842	-0.0053	0.0017
		Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	-0.0002	0.00106	1	-0.0037	0.0033
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)		0.0017	0.00106	0.887	-0.0018	0.0052	
Sonneratia alba (0,01 ind/m2)		Akar Avicennia sp dan Lumpur					
		Anakan Rhizophora sp sp	-.0099(*)	0.00106	0	-0.0134	-0.0064
		Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.0021	0.00106	0.664	-0.0056	0.0014
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0053(*)	0.00106	0	-0.0088	-0.0018
		Genangan Air	-.0045(*)	0.00106	0.003	-0.008	-0.001
		Lumpur Kering	-.0054(*)	0.00106	0	-0.0089	-0.0019
		Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0179(*)	0.00106	0	-0.0214	-0.0144
		Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	-0.0035	0.00106	0.055	-0.0069	0
		Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	-0.0019	0.00106	0.789	-0.0054	0.0016
	Semaian Rhizophora sp	-0.0017	0.00106	0.887	-0.0052	0.0018	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	0.0001	0.00106	1	-0.0034	0.0036	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur					
		Anakan Rhizophora sp sp	-.0100(*)	0.00106	0	-0.0135	-0.0065
		Anakan Rhizophora sp sp	-0.0022	0.00106	0.818	-0.0057	0.0013
		Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-.0054(*)	0.00106	0	-0.0089	-0.0019
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0045(*)	0.00106	0.002	-0.008	-0.001
		Genangan Air	-.0054(*)	0.00106	0	-0.0089	-0.002
		Lumpur Kering	-.0180(*)	0.00106	0	-0.0215	-0.0145
		Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0035(*)	0.00106	0.046	-0.007	0
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)		-0.002	0.00106	0.75	-0.0055	0.0015	
Semaian Rhizophora sp		-0.0017	0.00106	0.858	-0.0052	0.0017	
Sonneratia alba (0,01 ind/m2)		-0.0001	0.00106	1	-0.0036	0.0034	

Based on observed means.  
 \* The mean difference is significant at the .05 level.

## Homogeneous Subsets

VAR00013

Tukey HSD

VAR00001	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
Sonneratia alba (0,02 ind/m <sup>2</sup> )	10	0.0056					
Sonneratia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	10	0.0057	0.0057				
Semaian Rhizophora sp	10	0.0074	0.0074	0.0074			
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m <sup>2</sup> )	10	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076		
Anakan Rhizophora sp sp	10	0.0078	0.0078	0.0078	0.0078		
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m <sup>2</sup> )	10		0.0091	0.0091	0.0091		
Avicennia alba (1,18 ind/m <sup>2</sup> )	10			0.0101	0.0101		
Avicennia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	10				0.011		
Genangan Air	10				0.0111		
Akar Avicennia sp dan Lumpur	10					0.0156	
Lumpur Kering	10						0.0236
Sig.		0.618	0.055	0.249	0.05	1	1

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 5.621E-06.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

b Alpha = .05.

Lampiran 9. Analisis ragam (ANOVA) pada saluran hijau

### Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

	N
VAR00002	0.55
VAR00001 Akar Avicennia sp dan Lumpur	110
Anakan Rhizophora sp	10
Avicennia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	10
Avicennia alba (1,18 ind/m <sup>2</sup> )	10
Genangan Air	10
Lumpur Kering	10
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m <sup>2</sup> )	10
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m <sup>2</sup> )	10
Semaian Rhizophora sp	10
Sonneratia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	10
Sonneratia alba (0,02 ind/m <sup>2</sup> )	10

## Descriptive Statistics

Dependent Variable: VAR00003

VAR00002	VAR00001	Mean	Std. Deviation	N
0.55	Akar Avicennia sp dan Lumpur	0.0171	0.00128	10
	Anakan Rhizophora sp	0.0114	0.00129	10
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	0.0182	0.00259	10
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	0.0203	0.00318	10
	Genangan Air	0.0169	0.00317	10
	Lumpur Kering	0.0288	0.00794	10
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	0.0124	0.00217	10
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	0.0133	0.00178	10
	Semaian Rhizophora sp	0.0095	0.00086	10
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	0.0066	0.00151	10
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	0.0079	0.00159	10
	Total	0.0148	0.00681	110
Total	Akar Avicennia sp dan Lumpur	0.0171	0.00128	10
	Anakan Rhizophora sp	0.0114	0.00129	10
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	0.0182	0.00259	10
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	0.0203	0.00318	10
	Genangan Air	0.0169	0.00317	10
	Lumpur Kering	0.0288	0.00794	10
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	0.0124	0.00217	10
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	0.0133	0.00178	10
	Semaian Rhizophora sp	0.0095	0.00086	10
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	0.0066	0.00151	10
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	0.0079	0.00159	10
	Total	0.0148	0.00681	110

## Levene's Test of Equality of Error Variances(a)

Dependent Variable: VAR00003

F	df1	df2	Sig.
8.071	10	99	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.  
 a. Design: Intercept+VAR00002+VAR00001

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: VAR00003

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.004(a)	10	.000	42.289	.000
Intercept	.024	1	.024	2489.747	.000
VAR00002	.000	0	.	.	.
VAR00001	.004	10	.000	42.289	.000
Error	.001	99	9.698E-06		
Total	.029	110			
Corrected Total	.005	109			

a. R Squared = .810 (Adjusted R Squared = .791)

### Estimated Marginal Means

#### 1. VAR00001

Dependent Variable: VAR00003

VAR00001	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Akar Avicennia sp dan Lumpur	0.017	0.001	0.015	0.019
Anakan Rhizophora sp	0.011	0.001	0.009	0.013
Avicennia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	0.018	0.001	0.016	0.02
Avicennia alba (1,18 ind/m <sup>2</sup> )	0.02	0.001	0.018	0.022
Genangan Air	0.017	0.001	0.015	0.019
Lumpur Kering	0.029	0.001	0.027	0.031
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m <sup>2</sup> )	0.012	0.001	0.01	0.014
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m <sup>2</sup> )	0.013	0.001	0.011	0.015
Semaian Rhizophora sp	0.009	0.001	0.008	0.011
Sonneratia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	0.007	0.001	0.005	0.009
Sonneratia alba (0,02 ind/m <sup>2</sup> )	0.008	0.001	0.006	0.01

#### 2. VAR00002

Dependent Variable: VAR00003

VAR00002	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.55	.015	.000	.014	.015

# Post Hoc Tests

## VAR00001

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: VAR00003  
Tukey HSD

VAR00001	(J) VAR00001	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Avicennia sp dan Lumpur	Anakan Rhizophora sp	.0057(*)	0.00139	0.004	0.0011	0.0103	
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.0011	0.00139	0.999	-0.0057	0.0035	
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-0.0032	0.00139	0.45	-0.0078	0.0014	
	Genangan Air	0.0002	0.00139	1	-0.0044	0.0047	
	Lumpur Kering	-.0117(*)	0.00139	0	-0.0163	-0.0071	
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	.0047(*)	0.00139	0.042	0.0001	0.0093	
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	0.0038	0.00139	0.196	-0.0008	0.0084	
	Semaian Rhizophora sp	.0076(*)	0.00139	0	0.003	0.0122	
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0105(*)	0.00139	0	0.0059	0.0151	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0092(*)	0.00139	0	0.0046	0.0138	
	Anakan Rhizophora sp	Akar Avicennia sp dan Lumpur	-.0057(*)	0.00139	0.004	-0.0103	-0.0011
		Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-.0068(*)	0.00139	0	-0.0114	-0.0023
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0089(*)	0.00139	0	-0.0135	-0.0043
		Genangan Air	-.0056(*)	0.00139	0.006	-0.0102	-0.001
		Lumpur Kering	-.0174(*)	0.00139	0	-0.022	-0.0128
		Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-0.001	0.00139	1	-0.0056	0.0035
		Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	-0.0019	0.00139	0.954	-0.0065	0.0027
Semaian Rhizophora sp		0.0019	0.00139	0.958	-0.0027	0.0065	
Sonneratia alba (0,01 ind/m2)		.0048(*)	0.00139	0.035	0.0002	0.0094	
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)		0.0035	0.00139	0.308	-0.0011	0.0081	
Avicennia alba (0,01 ind/m2)		Akar Avicennia sp dan Lumpur	0.0011	0.00139	0.999	-0.0035	0.0057
		Anakan Rhizophora sp	.0068(*)	0.00139	0	0.0023	0.0114
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-0.0021	0.00139	0.924	-0.0066	0.0025
		Genangan Air	0.0013	0.00139	0.998	-0.0033	0.0059
		Lumpur Kering	-.0106(*)	0.00139	0	-0.0151	-0.006
		Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	.0058(*)	0.00139	0.003	0.0012	0.0104
		Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	.0050(*)	0.00139	0.023	0.0004	0.0095
	Semaian Rhizophora sp	.0087(*)	0.00139	0	0.0041	0.0133	
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0116(*)	0.00139	0	0.007	0.0162	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0104(*)	0.00139	0	0.0058	0.0149	

VAR00001	(J) VAR00001	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Avicennia alba (1,18 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur	0.0032	0.00139	0.45	-0.0014	0.0078
	Anakan Rhizophora sp	.0089(*)	0.00139	0	0.0043	0.0135
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	0.0021	0.00139	0.924	-0.0025	0.0066
	Genangan Air	0.0033	0.00139	0.376	-0.0012	0.0079
	Lumpur Kering	-.0085(*)	0.00139	0	-0.0131	-0.0039
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	.0079(*)	0.00139	0	0.0033	0.0125
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	.0070(*)	0.00139	0	0.0024	0.0116
	Semaian Rhizophora sp	.0108(*)	0.00139	0	0.0062	0.0154
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0137(*)	0.00139	0	0.0091	0.0183
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0124(*)	0.00139	0	0.0078	0.017
Genangan Air	Akar Avicennia sp dan Lumpur	-.0002	0.00139	1	-.00047	0.0044
	Anakan Rhizophora sp	.0056(*)	0.00139	0.006	0.001	0.0102
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.0013	0.00139	0.998	-0.0059	0.0033
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-0.0033	0.00139	0.376	-0.0079	0.0012
	Lumpur Kering	-.0118(*)	0.00139	0	-0.0164	-0.0073
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	0.0045	0.00139	0.057	-0.0001	0.0091
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	0.0037	0.00139	0.248	-0.0009	0.0083
	Semaian Rhizophora sp	.0074(*)	0.00139	0	0.0028	0.012
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0103(*)	0.00139	0	0.0057	0.0149
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0091(*)	0.00139	0	0.0045	0.0137
Lumpur Kering	Akar Avicennia sp dan Lumpur	.0117(*)	0.00139	0	0.0071	0.0163
	Anakan Rhizophora sp	.0174(*)	0.00139	0	0.0128	0.022
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	.0106(*)	0.00139	0	0.006	0.0151
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	.0085(*)	0.00139	0	0.0039	0.0131
	Genangan Air	.0118(*)	0.00139	0	0.0073	0.0164
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	.0164(*)	0.00139	0	0.0118	0.021
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	.0155(*)	0.00139	0	0.0109	0.0201
	Semaian Rhizophora sp	.0193(*)	0.00139	0	0.0147	0.0239
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0222(*)	0.00139	0	0.0176	0.0268
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0209(*)	0.00139	0	0.0163	0.0255
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur	-.0047(*)	0.00139	0.042	-0.0093	-0.0001
	Anakan Rhizophora sp	0.001	0.00139	1	-0.0035	0.0056
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-.0058(*)	0.00139	0.003	-0.0104	-0.0012
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0079(*)	0.00139	0	-0.0125	-0.0033
	Genangan Air	-0.0045	0.00139	0.057	-0.0091	0.0001
	Lumpur Kering	-.0164(*)	0.00139	0	-0.021	-0.0118
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	-0.0009	0.00139	1	-0.0054	0.0037
	Semaian Rhizophora sp	0.0029	0.00139	0.584	-0.0017	0.0075
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0058(*)	0.00139	0.003	0.0012	0.0104
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	0.0045	0.00139	0.055	0	0.0091

/AR00001	(J) VAR00001	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
zophora mucronata (2,53 m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur					
	Anakan Rhizophora sp	-0.0038	0.00139	0.196	-0.0084	0.0008
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	0.0019	0.00139	0.954	-0.0027	0.0065
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0050(*)	0.00139	0.023	-0.0095	-0.0004
	Genangan Air	-.0070(*)	0.00139	0	-0.0116	-0.0024
	Lumpur Kering	-0.0037	0.00139	0.248	-0.0083	0.0009
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0155(*)	0.00139	0	-0.0201	-0.0109
	Semaian Rhizophora sp	0.0009	0.00139	1	-0.0037	0.0054
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	0.0038	0.00139	0.21	-0.0008	0.0084
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0067(*)	0.00139	0	0.0021	0.0113
naian Rhizophora sp	Akar Avicennia sp dan Lumpur	.0054(*)	0.00139	0.008	0.0008	0.01
	Anakan Rhizophora sp	-.0076(*)	0.00139	0	-0.0122	-0.003
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.0019	0.00139	0.958	-0.0065	0.0027
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0087(*)	0.00139	0	-0.0133	-0.0041
	Genangan Air	-.0108(*)	0.00139	0	-0.0154	-0.0062
	Lumpur Kering	-.0074(*)	0.00139	0	-0.012	-0.0028
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0193(*)	0.00139	0	-0.0239	-0.0147
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	+0.0029	0.00139	0.584	-0.0075	0.0017
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	-0.0038	0.00139	0.21	-0.0084	0.0008
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	0.0029	0.00139	0.596	-0.0017	0.0075
neratia alba (0,01 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur	0.0016	0.00139	0.984	-0.003	0.0062
	Anakan Rhizophora sp	-.0105(*)	0.00139	0	-0.0151	-0.0059
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-.0048(*)	0.00139	0.035	-0.0094	-0.0002
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0116(*)	0.00139	0	-0.0162	-0.007
	Genangan Air	-.0137(*)	0.00139	0	-0.0183	-0.0091
	Lumpur Kering	-.0103(*)	0.00139	0	-0.0149	-0.0057
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0222(*)	0.00139	0	-0.0268	-0.0176
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	-.0058(*)	0.00139	0.003	-0.0104	-0.0012
	Semaian Rhizophora sp	-.0067(*)	0.00139	0	-0.0113	-0.0021
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	-0.0029	0.00139	0.596	-0.0075	0.0017
neratia alba (0,02 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur	-0.0013	0.00139	0.998	-0.0059	0.0033
	Anakan Rhizophora sp	-.0092(*)	0.00139	0	-0.0138	-0.0046
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.0035	0.00139	0.308	-0.0081	0.0011
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0104(*)	0.00139	0	-0.0149	-0.0058
	Genangan Air	-.0124(*)	0.00139	0	-0.017	-0.0078
	Lumpur Kering	-.0091(*)	0.00139	0	-0.0137	-0.0045
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0209(*)	0.00139	0	-0.0255	-0.0163
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	-0.0045	0.00139	0.055	-0.0091	0
	Semaian Rhizophora sp	-.0054(*)	0.00139	0.008	-0.01	-0.0008
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	-0.0016	0.00139	0.984	-0.0062	0.003
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	0.0013	0.00139	0.998	-0.0033	0.0059

Based on observed means.

\* The mean difference is significant at the .05 level.



## Homogeneous Subsets

VAR00003

Tukey HSD

VAR00001	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	10	0.0066						
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	10	0.0079	0.0079					
Semaian Rhizophora sp	10	0.0095	0.0095	0.0095				
Anakan Rhizophora sp	10		0.0114	0.0114				
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	10		0.0124	0.0124	0.0124			
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	10			0.0133	0.0133	0.0133		
Genangan Air	10				0.0169	0.0169	0.0169	
Akar Avicennia sp dan Lumpur	10					0.0171	0.0171	
Avicennia alba (0,01 ind/m2)	10						0.0182	
Avicennia alba (1,18 ind/m2)	10						0.0203	
Lumpur Kering	10							0.0288
Sig.		0.596	0.055	0.21	0.057	0.196	0.376	1

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 9.698E-06.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

b Alpha = .05.

## Lampiran 10. Analisis ragam (ANOVA) pada saluran biru

**Univariate Analysis of Variance****Between-Subjects Factors**

		N
VAR00004	0.48	110
VAR00001	Akar Avicennia sp dan Lumpur	10
	Anakan Rhizophora sp	10
	Avicennia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	10
	Avicennia alba (1,18 ind/m <sup>2</sup> )	10
	Genangan Air	10
	Lumpur Kering	10
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m <sup>2</sup> )	10
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m <sup>2</sup> )	10
	Semaian Rhizophora sp	10
	Sonneratia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	10
	Sonneratia alba (0,02 ind/m <sup>2</sup> )	10

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: VAR00005

VAR00001	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Akar Avicennia sp dan Lumpur	0.02	0.001	0.017	0.022
Anakan Rhizophora sp	0.013	0.001	0.011	0.015
Avicennia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	0.016	0.001	0.014	0.018
Avicennia alba (1,18 ind/m <sup>2</sup> )	0.013	0.001	0.011	0.015
Genangan Air	0.02	0.001	0.017	0.022
Lumpur Kering	0.035	0.001	0.032	0.037
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m <sup>2</sup> )	0.012	0.001	0.009	0.014
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m <sup>2</sup> )	0.009	0.001	0.007	0.011
Semaian Rhizophora sp	0.009	0.001	0.007	0.011
Sonneratia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	0.007	0.001	0.005	0.009
Sonneratia alba (0,02 ind/m <sup>2</sup> )	0.007	0.001	0.004	0.009

## Estimated Marginal Means

### 1. VAR00001

Dependent Variable: VAR00005

VAR00001	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Akar Avicennia sp dan Lumpur	0.02	0.001	0.017	0.022
Anakan Rhizophora sp	0.013	0.001	0.011	0.015
Avicennia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	0.016	0.001	0.014	0.018
Avicennia alba (1,18 ind/m <sup>2</sup> )	0.013	0.001	0.011	0.015
Genangan Air	0.02	0.001	0.017	0.022
Lumpur Kering	0.035	0.001	0.032	0.037
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m <sup>2</sup> )	0.012	0.001	0.009	0.014
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m <sup>2</sup> )	0.009	0.001	0.007	0.011
Semai Rhizophora sp	0.009	0.001	0.007	0.011
Sonneratia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	0.007	0.001	0.005	0.009
Sonneratia alba (0,02 ind/m <sup>2</sup> )	0.007	0.001	0.004	0.009

### 2. VAR00004

Dependent Variable: VAR00005

VAR00004	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.48	.015	.000	.014	.015

# Post Hoc Tests VAR00001

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: VAR00005  
Tukey HSD

(I) VAR00001	(J) VAR00001	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Akar Avicennia sp dan Lumpur	Anakan Rhizophora sp	.0067(*)	0.00164	0.004	0.0013	0.0121	
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	0.0036	0.00164	0.509	-0.0018	0.009	
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	.0066(*)	0.00164	0.005	0.0012	0.012	
	Genangan Air	0.0001	0.00164	1	-0.0053	0.0055	
	Lumpur Kering	-.0148(*)	0.00164	0	-0.0202	-0.0094	
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	.0082(*)	0.00164	0	0.0028	0.0136	
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	.0106(*)	0.00164	0	0.0052	0.016	
	Semaian Rhizophora sp	.0106(*)	0.00164	0	0.0052	0.016	
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0126(*)	0.00164	0	0.0072	0.018	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0132(*)	0.00164	0	0.0078	0.0186	
	Anakan Rhizophora sp	Akar Avicennia sp dan Lumpur	-.0067(*)	0.00164	0.004	-0.0121	-0.0013
		Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.003	0.00164	0.742	-0.0084	0.0024
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-0.0001	0.00164	1	-0.0055	0.0053
		Genangan Air	-.0065(*)	0.00164	0.006	-0.0119	-0.0011
		Lumpur Kering	-.0214(*)	0.00164	0	-0.0268	-0.016
		Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	0.0015	0.00164	0.998	-0.0039	0.0069
		Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	0.0039	0.00164	0.389	-0.0015	0.0093
		Semaian Rhizophora sp	0.004	0.00164	0.366	-0.0014	0.0094
		Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0059(*)	0.00164	0.019	0.0005	0.0113
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)		.0065(*)	0.00164	0.006	0.0011	0.0119	
Avicennia alba (0,01 ind/m2)		Akar Avicennia sp dan Lumpur	-0.0036	0.00164	0.509	-0.009	0.0018
		Anakan Rhizophora sp	0.003	0.00164	0.742	-0.0024	0.0084
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	0.003	0.00164	0.775	-0.0024	0.0084
		Genangan Air	-0.0035	0.00164	0.559	-0.0089	0.0019
		Lumpur Kering	-.0184(*)	0.00164	0	-0.0238	-0.013
		Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	0.0046	0.00164	0.182	-0.0008	0.01
		Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	.0069(*)	0.00164	0.002	0.0015	0.0123
		Semaian Rhizophora sp	.0070(*)	0.00164	0.002	0.0016	0.0124
		Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0090(*)	0.00164	0	0.0036	0.0144
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0096(*)	0.00164	0	0.0042	0.015	

(I) VAR00001	(J) VAR00001	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Avicennia alba (1,18 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur						
	Anakan Rhizophora sp	-.0066(*)	0.00164	0.005	-0.012	-0.0012	
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	0.0001	0.00164	1	-0.0053	0.0055	
	Genangan Air	-0.003	0.00164	0.775	-0.0084	0.0024	
	Lumpur Kering	-.0064(*)	0.00164	0.007	-0.0118	-0.001	
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0213(*)	0.00164	0	-0.0267	-0.0159	
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	0.0016	0.00164	0.996	-0.0038	0.007	
	Semaian Rhizophora sp	0.004	0.00164	0.355	-0.0014	0.0094	
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	0.0041	0.00164	0.333	-0.0013	0.0095	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0060(*)	0.00164	0.016	0.0006	0.0114	
	Genangan Air	Akar Avicennia sp dan Lumpur	.0066(*)	0.00164	0.005	0.0012	0.012
		Anakan Rhizophora sp	-0.0001	0.00164	1	-0.0055	0.0053
		Avicennia alba (0,01 ind/m2)	.0065(*)	0.00164	0.006	0.0011	0.0119
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	0.0035	0.00164	0.559	-0.0019	0.0089
		Lumpur Kering	.0064(*)	0.00164	0.007	0.001	0.0118
		Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0149(*)	0.00164	0	-0.0203	-0.0095
		Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	.0080(*)	0.00164	0	0.0026	0.0134
Semaian Rhizophora sp		.0104(*)	0.00164	0	0.005	0.0158	
Sonneratia alba (0,01 ind/m2)		.0105(*)	0.00164	0	0.0051	0.0159	
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)		.0125(*)	0.00164	0	0.0071	0.0179	
Lumpur Kering		Akar Avicennia sp dan Lumpur	.0130(*)	0.00164	0	0.0076	0.0184
		Anakan Rhizophora sp	.0148(*)	0.00164	0	0.0094	0.0202
		Avicennia alba (0,01 ind/m2)	.0214(*)	0.00164	0	0.016	0.0268
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	.0184(*)	0.00164	0	0.013	0.0238
		Genangan Air	.0213(*)	0.00164	0	0.0159	0.0267
		Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	.0149(*)	0.00164	0	0.0095	0.0203
		Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	.0229(*)	0.00164	0	0.0175	0.0283
	Semaian Rhizophora sp	.0253(*)	0.00164	0	0.0199	0.0307	
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	.0254(*)	0.00164	0	0.02	0.0308	
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	.0274(*)	0.00164	0	0.022	0.0328	
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur	.0279(*)	0.00164	0	0.0225	0.0333
		Anakan Rhizophora sp	-.0082(*)	0.00164	0	-0.0136	-0.0028
		Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.0015	0.00164	0.998	-0.0069	0.0039
		Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-0.0046	0.00164	0.182	-0.01	0.0008
		Genangan Air	-0.0016	0.00164	0.996	-0.007	0.0038
		Lumpur Kering	-.0080(*)	0.00164	0	-0.0134	-0.0026
		Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	-.0229(*)	0.00164	0	-0.0283	-0.0175
Semaian Rhizophora sp		0.0024	0.00164	0.929	-0.003	0.0078	
Sonneratia alba (0,01 ind/m2)		0.0025	0.00164	0.917	-0.0029	0.0079	
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)		0.0044	0.00164	0.212	-0.001	0.0098	
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)		0.005	0.00164	0.096	-0.0004	0.0104	

(I) VAR00001	(J) VAR00001	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur					
	Anakan Rhizophora sp	-.0106(*)	0.00164	0	-0.016	-0.0052
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.0039	0.00164	0.389	-0.0093	0.0015
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0069(*)	0.00164	0.002	-0.0123	-0.0015
	Genangan Air	-0.004	0.00164	0.355	-0.0094	0.0014
	Lumpur Kering	-.0104(*)	0.00164	0	-0.0158	-0.005
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0253(*)	0.00164	0	-0.0307	-0.0199
	Semaian Rhizophora sp	-0.0024	0.00164	0.929	-0.0078	0.003
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	0.0001	0.00164	1	-0.0053	0.0055
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	0.002	0.00164	0.975	-0.0034	0.0074
Semaian Rhizophora sp	Akar Avicennia sp dan Lumpur					
	Anakan Rhizophora sp	-.0106(*)	0.00164	0	-0.016	-0.0052
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-0.004	0.00164	0.366	-0.0094	0.0014
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0070(*)	0.00164	0.002	-0.0124	-0.0016
	Genangan Air	-0.0041	0.00164	0.333	-0.0095	0.0013
	Lumpur Kering	-.0105(*)	0.00164	0	-0.0159	-0.0051
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-.0254(*)	0.00164	0	-0.0308	-0.02
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	-0.0025	0.00164	0.917	-0.0079	0.0029
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	-0.0001	0.00164	1	-0.0055	0.0053
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	0.002	0.00164	0.98	-0.0034	0.0074
Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur					
	Anakan Rhizophora sp	-.0126(*)	0.00164	0	-0.018	-0.0072
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-.0059(*)	0.00164	0.019	-0.0113	-0.0005
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0090(*)	0.00164	0	-0.0144	-0.0036
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0060(*)	0.00164	0.016	-0.0114	-0.0006
	Genangan Air	-.0125(*)	0.00164	0	-0.0179	-0.0071
	Lumpur Kering	-.0274(*)	0.00164	0	-0.0328	-0.022
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-0.0044	0.00164	0.212	-0.0098	0.001
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	-0.002	0.00164	0.975	-0.0074	0.0034
	Semaian Rhizophora sp	-0.002	0.00164	0.98	-0.0074	0.0034
	Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	0.0006	0.00164	1	-0.0048	0.006
Sonneratia alba (0,02 ind/m2)	Akar Avicennia sp dan Lumpur					
	Anakan Rhizophora sp	-.0132(*)	0.00164	0	-0.0186	-0.0078
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-.0065(*)	0.00164	0.006	-0.0119	-0.0011
	Avicennia alba (0,01 ind/m2)	-.0096(*)	0.00164	0	-0.015	-0.0042
	Avicennia alba (1,18 ind/m2)	-.0066(*)	0.00164	0.005	-0.012	-0.0012
	Genangan Air	-.0130(*)	0.00164	0	-0.0184	-0.0076
	Lumpur Kering	-.0279(*)	0.00164	0	-0.0333	-0.0225
	Rhizophora mucronata (0,17 ind/m2)	-0.005	0.00164	0.096	-0.0104	0.0004
	Rhizophora mucronata (2,53 ind/m2)	-0.0025	0.00164	0.884	-0.008	0.0028
	Semaian Rhizophora sp	-0.0025	0.00164	0.898	-0.0079	0.0029
	Sonneratia alba (0,01 ind/m2)	-0.0006	0.00164	1	-0.006	0.0048

Based on observed means.

\* The mean difference is significant at the .05 level.

# Homogeneous Subsets

VAR00005

Tukey HSD

VAR00001	N	Subset				
		1	2	3	4	5
Sonneratia alba (0,02 ind/m <sup>2</sup> )	10	0.0066				
Sonneratia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	10	0.0072				
Semaian Rhizophora sp	10	0.0091	0.0091			
Rhizophora mucronata (2,53 ind/m <sup>2</sup> )	10	0.0092	0.0092			
Rhizophora mucronata (0,17 ind/m <sup>2</sup> )	10	0.0116	0.0116	0.0116		
Anakan Rhizophora sp	10		0.0131	0.0131		
Avicennia alba (1,18 ind/m <sup>2</sup> )	10		0.0132	0.0132		
Avicennia alba (0,01 ind/m <sup>2</sup> )	10			0.0161	0.0161	
Genangan Air	10				0.0196	
Akar Avicennia sp dan Lumpur	10				0.0198	
Lumpur Kering	10					0.0345
Sig.		0.096	0.333	0.182	0.509	1

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 1.343E-05.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

b Alpha = .05.