BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mangrove

2.1.1 Pengertian Mangrove

Hutan mangrove adalah hutan yang berkembang di daerah pantai yang berair tenang dan terlindung dari hempasan ombak, serta eksistensinya bergantung kepada adanya aliran air laut dan aliran air sungai [1]. Hutan mangrove merupakan tipe hutan yang hidup di sepanjang pantai atau muara sungai yang masih dipengaruhi pasang surut air laut dengan rentang salinitas tinggi. Mangrove tumbuh di pantai yang terlindung dan datar. Mangrove tidak tumbuh di pantai yang terjal, berombak besar dan arus pasang surut yang kuat, karena hal tersebut tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur dan pasir, substrat yang diperlukan untuk pertumbuhan mangrove [8].

Hutan mangrove merupakan ekosistem penting yang mendukung kehidupan masyarakat pesisir dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan memberikan nilai ekonomi bagi masyarakat [9]. Sedangkan [10], mendefinisikan hutan mangrove sebagai sekelompok tumbuhan yang terdiri atas berbagai macam jenis tumbuhan dari famili yang berbeda, namum memiliki persamaan daya adaptasi morfologi dan fisiologi yang sama terhadap habitat yang dipengaruhi oleh pasang surut. Keberadaan hutan mangrove di kawasan pesisir tersebut biasanya tumbuh dan berkembang berkaitan erat dengan ekosistem lainnya, seperti padang lamun, algae dan terumbu karang [11].

2.1.2 Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove adalah suatu sistem di alam, tempat berlangsungnya kehidupan yang mencerminkan hubungan timbal balik antara makhuk hidup dengan lingkungannya dan diantara makhluk hidup itu sendiri. Berada pada

wilayah pesisir, terpengaruh pasang surut air laut, dan didominasi oleh spesies pohon atau semak yang khas dan mampu tumbuh dalam perairan asin/payau [12]. Tumbuhan mangrove memiliki kemampuan khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar garam yang tinggi serta kondisi tanah yang kurang stabil [13].

Ekosistem mangrove hanya dapat ditemukan di daerah tropis dan subtropis. Ekosistem mangrove dapat berkembang dengan baik pada lingkungan dengan ciri-ciri ekologik sebagai berikut [14]:

1. Jenis tanahnya berlumpur, berlempung atau berpasir dengan bahan bahan yang berasal dari lumpur, pasir atau pecahan karang.
2. Lahannya tergenang air laut secara berkala, baik setiap hari maupun hanya tergenang pada saat pasang purnama. Frekuensi genangan ini akan menentukan komposisi vegetasi ekosistem itu sendiri.
3. Menerima pasokan air tawar yang cukup dari darat (sungai, mata air atau air tanah) yang berfungsi untuk menurunkan salinitas, menambah pasokan unsur hara dan lumpur.
4. Suhu udara dengan fluktuasi musiman tidak lebih dari 5°C dan suhu rata-rata di bulan terdingin dari 20°C.
5. Airnya payau dengan salinitas 2-22ppt atau asin dengan salinitas mencapai 38 ppt.
6. Arus laut tidak terlalu deras.
7. Tempat-tempat yang terlindung dari angin kencang dan gempuran ombak yang kuat.
8. Topografi pantai datar atau landai.

Habitat dengan ciri-ciri ekologik tersebut pada umumnya dapat ditemukan di daerah-daerah pantai dangkal, muara-muara sungai dan pulau-pulau yang terletak pada teluk.

2.1.3 Fungsi Mangrove

Hutan mangrove mempunyai fungsi ekologis yang cukup banyak. Kawasan mangrove memiliki peranan yang sangat besar, yaitu perlindungan pantai dari abrasi oleh ombak, pelindung dari tiupan angin, penyaring intrusi air laut ke daratan, menyerap kandungan logam berat yang berbahaya serta menyaring bahan pencemar, pengatur iklim mikro, serta sebagai stok karbon. Hutan mangrove berperan sebagai tempat tinggal berbagai jenis biota laut, tempat mencari makan, tempat asuhan dan pembesaran, tempat pemijahan, serta tempat singgah migrasi berbagai jenis burung. Dengan berbagai manfaat yang dimiliki hutan mangrove, maka keberadaan mangrove memberikan dampak bagi kondisi lingkungan di kawasan pesisir [15].

Disamping fungsi ekologis, mangrove mempunyai fungsi sosial ekonomi yang sangat penting dalam pembangunan di wilayah pesisir. Hasil kayu-kayu bernilai ekonomi untuk kayu bangunan, bahan baku pembuatan kertas, sarana rekreasi atau pariwisata, tempat pemijah ikan dan udang [16].

Mangrove merupakan contoh ekosistem yang banyak ditemui di sepanjang pantai tropis dan estuari. Ekosistem ini memiliki fungsi sebagai penyaring bahan nutrisi dan penghasil bahan organik, serta berfungsi sebagai daerah penyangga antara daratan dan lautan. [17] menyatakan bahwa hutan mangrove memiliki fungsi dan manfaat, antara lain:

a. Sebagai peredam gelombang dan angin badai.
b. Pelindung dari abrasi, penahan lumpur dan perangkap sedimen.
c. Penghasil sejumlah besar detritus dari daun dan pohon mangrove.
d. Daerah asuhan (*nursery grounds*), daerah mencari makan (*feeding grounds*) dan daerah pemijahan (*spawning grounds*) berbagai jenis ikan, udang, dan biota laut lainnya.
e. Penghasil kayu untuk bahan konstruksi, kayu bakar, bahan baku arang, dan bahan baku kertas (*pulp*), pemasok larva ikan, udang, dan biota laut lainnya.
f. Sebagai tempat pariwisata.

Menurut [18], hutan mangrove memiliki fungsi dan manfaat sebagai berikut:

a. Habitat satwa langka

   Hutan bakau sering menjadi habitat jenis-jenis satwa. Lebih dari 100 jenis burung hidup disini, dan daratan lumpur yang luas berbatasan dengan hutan bakau merupakan tempat mendaratnya ribuan burung pantai ringan migran, termasuk jenis burung Blekok Asia (*Limnodrumus semipalmatus*).

b. Pelindung terhadap bencana alam

   Vegetasi hutan bakau dapat melindungi bangunan, tanaman pertanian atau vegetasi alamai dari kerusakan akibat badai atau angin yang bermuatan garam melalui proses filtrasi.

c. Pengendapan Lumpur

   Sifat fisik tanaman pada hutan bakau membantu proses pengendapan lumpur. Pengendapan lumpur berhubungan erat dengan penghilangan racun dan unsur hara air, karena bahan-bahan tersebut seringkali terikat pada partikel lumpur. Dengan hutan bakau, kualitas air laut terjaga dari endapan lumpur erosi.

d. Penambahan unsur hara

   Sifat fisik hutan bakau cenderung memperlambat aliran air dan terjadi pengendapan. Seiring dengan proses pengendapan ini terjadi unsur hara yang berasal dari berbagai sumber, termasuk pencucian dari areal pertanian.

e. Penambat racun

   Banyak racun yang memasuki ekosistem perairan dalam keadaan terikat pada permukaan lumpur atau terdapat di antara kisi – kisi molekul partikel tanah air. Beberapa spesies tertentu dalam hutan bakau bahkan membantu proses penambatan racun secara aktif.

f. Sumber alam dalam kawasan (*In-situ*) dan luar kawasan (*Ex-situ*)

   Hasil alam *in-situ* mencangkup semua fauna dan hasil pertambangan atau mineral yang dapat dimanfaatkan secara langsung di dalam kawasan. Sedangkan sumber alam *ex-situ* meliputi produk-produk alamiah di hutan mangrove dan terangkut/berpindah ke tempat lain yang kemudian digunakan oleh masyarakat di daerah tersebut, menjadi sumber makanan

bagi organisme lain atau menyediakan fungsi lain seperti menambah luas pantai karena pemindahan pasir dan lumpur.

g. Transportasi

Pada beberapa hutan mangrove, transportasi melalui air merupakan cara yang paling efisien dan paling sesuai dengan lingkungan.

h. Sumber plasma nutfah

Plasma nutfah dari kehidupan liar sangat besar manfaatnya baik bagi perbaikan jenis-jenis satwa komersial maupun untuk memelihara populasi kehidupan liar itu sendiri.

i. Rekreasi dan pariwisata

Hutan bakau memiliki nilai estetika, baik dari faktor alamnya maupun dari kehidupan yang ada di dalamnya. Hutan mangrove yang telah dikembangkan menjadi obyek wisata alam antara lain di sinjai (Sulawesi Selatan), Muara Angke (DKI), Suwung, Denpasar (Bali), Blanaka dan Cikeong (Jawa Barat), dan Cilacap (Jawa Tengah). Hutan Mangrove memberikan obyek wisata yang berada dengan obyek wisata alam lainnya. Karakteristik hutannya yang berada di peralihan antara darat dan laut memiliki keunikan dalam beberapa hal. Para wisatawan juga memperoleh pelajaran tentang lingkungan langsung dari alam. Pantai Padang, Sumatera Barat yang memiliki areal mangrove seluas 43,80 ha dalam kawasan hutan, memiliki peluang untuk dijadikan areal wisata mangrove.

j. Sarana pendidikan dan penelitian

Upaya pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membutuhkan laboratorium lapang yang baik untuk kegiatan penelitian dan pendidikan.

k. Memelihara proses-proses dan sistem alami

Hutan bakau sangat tinggi peranannya dalam mendukung berlangsungnya proses-proses ekologi, geomorfologi, atau geologi di dalamnya.

l. Penyerapan karbon

Proses fotosintesis mengubah karbon anorganik (CO_2) menjadi karbon organik dalam bentuk bahan vegetasi. Pada sebagian besar ekosistem, bahan ini membusuk dan melepaskan karbon kembali ke atmosfer sebagai (CO_2). Akan tetapi hutan bakau justru mengandung sejumlah besar bahan organik

yang tidak membusuk. Karena itu, hutan bakau lebih berfungsi sebagai penyerap karbon dibandingkan dengan sumber karbon.

m. Memelihara iklim mikro

   Evapotranspirasi hutan bakau mampu menjaga kelembaban dan curah hujan kawasan tersebut, sehingga keseimbangan iklim mikro terjaga.

n. Mencegah berkembangnya tanah sulfat masam

   Keberadaan hutan bakau dapat mencegah teroksidasinya lapisan pirit dan menghalangi berkembangnya kondisi alam.

2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah seni dan ilmu untuk mendapatkan informasi tentang obyek, daerah atau gejala melalui analisa kaidah ilmiah terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah ataupun gejala yang dikaji [19]. Alat yang dimaksud dalam Batasan ini adalah alat pengideraan jauh atau sendor. Pada umumnya sensor dipasang pada wahana yang berupa pesawat terbang, sateli, pesawat ulang-aling. Sensor yaitu alat pengindera seperti kamera, scanner, dan radiometer yang masing-masing dilengkapi dengan detector di dalamnya [20]. Penginderaan jauh dikatakan sebagai sistem karena dalam pengideraan jauh melibatkan beberapa komponen yang berkaitan satu dengan yang lainnya.

Penginderaan jauh terdiri dari beberapa komponen, yang meliputi sumber tenaga, atmosfer, obyek, sensor dengan wahana, pengolahan data, interpretasi/analisis dan pengguna atau user. Prinsip perekaman oleh sensor dalam pengambilan data melalui metode penginderaan jauh dilakukan berdasarkan perbedaan daya reflektansi energi elektromagnetik masing-masing objek di permukaan bumi. Daya reflektansi yang berbeda-beda oleh sensor akan direkam dan didefinisikan sebagai objek yang berbeda yang dipresentasikan dalam sebuah citra.

Sistem sensor jauh yang digunakan ada dua macam yaitu sistem sensor pasif memanfaatkan gelombang elektromagnetik yang secara langsung dapat diperoleh dari alam dan sistem sensor aktif, menggunakan gelombang elektromagnetik yang dipisahkan oleh rekayasa manusia dengan keperluan. Sistem pasif umumnya memanfaatkan panjang gelombang cahaya tampak, inframerah dekat dan inframerah tengah [21].

2.3 Citra Satelit

Citra satelit adalah citra yang dihasilkan dari pemotretan menggunakan wahana satelit. Banyak sekali satelit yang mengorbit di luar angkasa dengan fungsinya yang beragam seperti satelit militer, satelit komunikasi, satelit inderaja antar planet, dan satelit inderaja sumber daya bumi. Beberapa citra satelit yang ada yaitu Citra Landsat, Citra SPOT, Citra QUICKBIRD, Citra IKONOS, dan lainya.

2.3.1 Citra Landsat

Landsat merupakan satelit tertua di bumi yang diluncurkan oleh Amerika Serikat. Generasi pertama yaitu Landsat 1 diluncurkan pada 23 Juli 1972, berikut yaitu Landsat 2 yang diluncurkan pada tanggal 22 Januari 1975, dan Lansat 3 pada 5 Maret 1978. Satelit – satelit tersebut dilengkapi sensor MSS multispectral dan merupakan satelit eksperimen. Landsat generasi pertama berakhir pada 22 januari 1981. Pada tahun 1982 generasi kedua diluncurkan yaitu Landsat 4, ysng diluncurkan pada 16 Juli 1982 dan dihentikan pada 1993. Landsat 5 yang dilengkapi dengan sensor TM (*Thematic Mapper*) diluncurkan pada 1 Maret 1984. Guna menyempurnakan satelit-satelit generasi sebelumnya maka diluncurkannya citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8 [22].

a. Landsat 5

Landsat 5 diluncurkan oleh NASA pada tahun 1984. Landsat 5 terdiri dari landsat 5 *Thematic Mapper* (TM) dan *Multispectral Scanner* (MSS). Landsat 5 TM beroperasi hingga November tahun 2011, sementara Landsat 5 MSS beroperasi hingga Januari 2013. Pada tanggal 5 Juni 2013 satelit ini resmi dinonaktifkan. Satelit ini memiliki orbit *Circular*, *Sun-Synchronous*, *Near-polar* orbit pada ketinggian 705 km dan sistem *path*/*row Worlwide Reference System*-2. Satelit ini memiliki resolusi temporal selama 16 hari [23].

Landsat 5 memiliki tujuh *band* spektral dengan rincian seperti pada tabel 2.1:

Tabel 2.1 Spesifikasi Landsat 5

(*Sumber: Inderaja-Catalog.lapan.go.id*)

Kanal	**Panjang Gelombang**	**Resolusi Spasial**	**Karakteristik**
Band 1 (Visible)	0.45 – 0.52	30	Untuk diferensiasi tanah/tumbuhan, zona pesisir
Band 2 (Visible)	0.52 – 0.60	30	Untuk vegetasi
Band 3 (Visible)	0.63 – 0.69	30	Untuk diferensiasi spesies tumbuhan
Band 4 (Near-Infrared)	0.76 – 0.90	30	Untuk biomass
Band 5 (Near-Infrared)	1.55 – 1.75	30	Untuk diferensiasi salju/awan
Band 6 (Thermal)	10.40 – 12.50	120	termal
Band 7 (Mid-Infrared)	2.08 – 2.35	30	Untuk lithology

b. Citra Landsat 7

Landsat-7 diluncurkan pada tahun 1999 merupakan citra dengan resolusi spasial 30 m x 30 m. Dengan membawa sensor multispektral dengan resolusi 30meter pada *band* 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 (berkisar antara spektrum biru hingga inframerah tengah). Serta resolusi spasial 60meter untuk citra inframerah termal pada band 6. Landsat-7 dilengkapi dengan *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) yang merupakan kelanjutan dari program *Thematic Mapper* (TM) yang diusung sejak Landsat-5. Saluran pada satelit ini pada dasarnya adalah sama dengan 7 saluran pada TM, namun diperluas dengan saluran 8 yaitu pankromatik. Saluran 8 ini merupakan saluran beresolusi tinggi yaitu resolusi 15 meter [22]. Pada Tabel 2.2 dapat dilihat spesifikasi Landsat 7 dan kegunaan tiap-tiap *band*.

Tabel 2.2 Spesifikasi Landsat 7

(Sumber: pgsp.big.go.id) [22]

Kanal	**Panjang Gelombang**	**Resolusi Spasial**	**Karakteristik**
1 (Biru)	0.45-0.51	30	Penetrasi maksimum pada air berguna untuk pemetaan batimetri kedalaman dangkal
2 (Hijau)	0.52-0.60	30	Berfungsi untuk mengindera puncak pantulan vegetasi
3 (Merah)	0.63-0.69	30	Berfungsi untuk membedakan absorbsi klorofil dan tipe vegetasi
4 (Infra-merah Dekat)	0.75-0.90	30	Untuk menentukan kandungan biomas, tipe vegetasi, pemetaan garis pantai
5 (Infra-merah tengah 1)	1.55-1.75	30	Menunjukan kandungan kelembaban tanah dan kekontrasan tipe vegetasi

6 (infra-merah thermal)	10.4-12.5	30	Mendeteksi gejala alas yang berhubungan dengan panas
7 (infra-merah tengah II)	2.09-2.35	30	Rasio antara kanal 5 dan 7 untuk pemetaan perubahan batuan secara hidrotermal dan sensitive terhadap kandungan kelembaban vegetasi
8 (Pankromatik)	0.52-0.90	15	Untuk identifikasi obyek lebih mendetail

c. Citra Landsat 8

Landsat 8 diluncurkan pada 11 Februari 2013. Satelit pemantauan bumi ini memiliki dua sensor yaitu sensor *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Kedua sensor ini menyediakan resolusi spasial 30 meter (visible, NIR, SWIR), 100 meter (thermal), dan 15 meter (pankromatik). Landsat 8 memiliki orbit *Sun-Synchronous* orbit pada ketinggian 705 km. Landsat 8 memiliki resolusi temporal selama 16 hari [23].

Sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) memiliki jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (*band* 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (*band* 10 dan 11) pada TIRS. Sebagian besar kanal memiliki spesifikasi mirip dengan Landsat-7. Umumnya kanal pada OLI memiliki resolusi 30 m, kecuali untuk pankromatik 15 m. Spesifikasi dari landsat 8 dapat dilihat pada tabel 2.3:

Tabel 2.3 Spesifikasi Landsat 8

(*Sumber:foresteract.com*)

Band Spektral	**Panjang Gelombang**	**Resolusi Spasial (m)**	**Kegunaan**
1 (Biru)	0.43 – 0.45	30	*Aerosol/coastal zone*
2 (Biru	0.45 – 0.51	30	*Bathymetric mapping, distinguishing soil from vegetation and deciduous from coniferous vegetation*
3 (Hijau)	0.53 – 0.59	30	*Emphasizes peak vegetation, which is useful for assessing plant vigor*
4 (merah)	0.64 – 0.67	30	*Discriminates vegetation slopes*
5 (Inframerah dekat)	0.85 – 0.88	30	*Emphasizes biomass content and shorelines*
6 (SWIR 2)	1.57 – 1.65	30	*Discriminates moisture content of soil and vegetation; penetrates thin clouds*
7 (SWIR 3)	2.11 – 2.29	30	*Improved moisture content of soil and vegetation and thin cloud penetration*
8 (PAN)	0.5 – 0.68	15	*sharper image definition*
9 (SWIR)	1.36 – 1.38	30	*improved detection of cirrus cloud contamination*

10 (*Long Wavelenght Infrared*)	10.6 – 11.19	100	*100meter resolution, thermal mapping and estimated soil moisture*
11 (*Long Wavelenght Infrared*)	11.5 – 12.51	100	*100meter resolution, Improved thermal mapping and estimated soil moisture*

2.4 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra satelit, untuk memperlihatkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang masih berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, konsentrasi klorofil. Lebih praktisnya, indeks vegetasi merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus untuk menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan aspek-aspek yang berkaitan dengan vegetasi [24]. Metode analisa indeks vegetasi ada beberapa macam antara lain [25]; NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), GI (*Green Indeks*) dan WI (*Wetness Index*). Pengertian lain Indeks vegetasi adalah suatu formulasi pengolahan data penginderaan jauh secara digital yang dapat diarahkan secara khusus untuk mengkaji informasi tematik dari lahan bervegetasi [26].

2.4.1 Metode NDVI

Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara *band* merah dengan *band Near Infra-red* yang digunakan sebagai indikator kondisi vegetasi dan keberadaan yang sering disebut *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Metode ini memperhitungkan besaran nilai kehijauan vegetasi yang diperoleh dari pengolahan sinyal digital data nilai kecerahan beberapa kanal data citra satelit [26]. Formula NDVI dapat dilihat pada rumus berikut:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \tag{2.1}$$

Keterangan:

NIR = *Near-Infrared* (Kanal Inframerah)

Red = *Red* (Kanal Merah)

Hasil penisbahan antara *band* merah dan ifra-merah menghasilkan perbedaan yang maksimum antara vegetasi dan tanah. Nilai-nilai yang dihasilkan NDVI berkisar -1 hingga +1 [27]. Nilai-nilai NDVI disekitar 0.0 biasanya mempresentasikan penggunaan lahan yang memiliki vegetasi sedikit sampai tidak mempunyai vegetasi sama sekali. Nilai NDVI berkisar dari -1 sampai dengan 1 dengan klasifikasi -1 sampai 0 termasuk ke dalam kelompok bukan vegetasi dan 0 sampai denga 1 termasuk kelompok vegetasi [26].

2.5 Maximum Likelihood

Metode *Maximum Likelihood*, piksel dikelaskan sebagai objek tertentu yang didasarkan pada bentuk, ukuran, dan orientasi sampel. Asumsi dari algoritma ini adalah bahwa objek homogen selalu menampilkan histogram yang terdistribusi normal [27]. Pendekatan metode pengklasifikasi *Maximum Likelihood* lebih baik dibandingkan dengan metode *Minimum Distance*. Hal ini disebabkan pada *Minimum Distance* hanya mempergitungkan aspek jarak, sedangkan pada metode *Maximum Likelihood* memperhitungkan aspek rata-rata, variansi dan sebarannya [28].