

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mangrove

Mangrove adalah ekosistem yang unik dan rawan, hal ini disebabkan karena letaknya sebagai ekosistem peralihan antara ekosistem darat dan laut, sehingga sangat rapuh dan mudah rusak (Tambunan *et al.* 2005 dalam Argananta (2020)). Mangrove merupakan daerah yang mendapat tekanan tinggi akibat perkembangan infrastruktur, pemukiman, pertanian, perikanan, dan industri, karena 60% dari penduduk Indonesia bermukim di daerah pantai. Berdasarkan hal tersebut diperkirakan sekitar 200.000 ha mangrove di Indonesia mengalami kerusakan setiap tahun (Inoue *et al.* 1999 dalam Argananta (2020)). Lemahnya penegakan hukum dan kurangnya kesadaran masyarakat serta peran hukum (termasuk hukum adat), menjadikan kondisi ini makin parah dari tahun ke tahun.

Mangrove memiliki peran penting sebagai nursery area dan habitat berbagai macam ikan, udang, kerang-kerangan dan lain-lain. Mangrove juga memiliki sumber nutrisi yang dapat mempengaruhi struktur, fungsi, dan keseimbangan ekosistem (Andersen *et al.*, (2006) dalam Argananta (2020)). Mangrove juga berfungsi menciptakan ekosistem pantai yang layak untuk kehidupan organisme akuatik, selain itu keseimbangan ekologi lingkungan perairan akan terjaga apabila keberadaan mangrove dipertahankan, karena mangrove berfungsi sebagai biofilter, agen pengikat, dan perangkap polusi (Mulyadi *et al.*, (2009) dalam Argananta (2020)).

2.1.1 Jenis Mangrove

2.1.1.1 Mangrove Api – api

Mangrove api-api (*Avicennia marina*) termasuk ke dalam famili Acanthaceae (*Avicenniaceae*). *Marina* berasal dari nama dokter terkenal yaitu Avicenna atau Ibnu Sina. *A. marina* merupakan pohon kecil yang tumbuh tinggi lebih dari 10 m dan dikenal juga dengan istilah mangrove putih atau abu-abu atau api-api. *A. marina* merupakan spesies mangrove yang paling luas penyebarannya kawasan Indo-Pasifik Barat (Eldohaji *et al.*, 2020).

Tanaman ini didistribusikan melalui Australia, Asia Selatan dan Tenggara termasuk Singapura, Vietnam, Timur Tengah, Garis Pantai Afrika termasuk Mesir,

Madagaskar, Mozambik, Afrika Selatan, dan Tanzania (Baba *et al.*, 2016). Meskipun tanaman ini sebagian besar tersebar di daerah tropis, tanaman ini juga tersebar di daerah beriklim sedang termasuk Asia Barat Daya, di sepanjang pesisir Teluk Arab serta pantai timur dan barat Laut Merah (Seedo *et al.*, 2018).

Kulit batang *A. marina* berwarna abu-abu kehijauan, berbintik-bintik dan mengelupas. Daunnya berbentuk elips-lonjong, hijau pucat di permukaan bawah dengan puncak lancip hingga bulat. Ukuran daun sekitar 9 x 4 cm. Daun bagian atas dipenuhi dengan bintik-bintik kelenjar berbentuk cekung, sedangkan bagian bawah berwarna abu-abu muda. Buah *A. marina* berbentuk agak membulat berwarna hijau keabu-abuan. Permukaan buah berambut halus (seperti ada tepungnya) dan ujungnya agak tajam.

A. marina sangat tahan terhadap tekanan lingkungan dan dapat tumbuh subur di bawah kondisi lingkungan yang sulit seperti air pasang ekstrem, salinitas tinggi, suhu tinggi, angin kencang, dan tanah anaerobik. *A. marina* merupakan mangrove yang sangat toleran terhadap garam, mampu mentoleransi salinitas air laut dua kali lipat. *A. marina* diduga menjadi satu-satunya spesies dengan adaptasi morfologi, biologi, ekologi dan fisiologis yang sangat berkembang terhadap kondisi lingkungan yang bervariasi (Das *et al.*, 2016).

2.1.1.2 Mangrove Kayu Buta – buta

Mangrove Kayu Buta-Buta (*Excoecaria agallocha*) memiliki beberapa karakteristik diantaranya memiliki tinggi mencapai 25 m, tidak memiliki akar udara, perbungaan spika yang menarik warna hijau kekuningan, bergetah warna putih susu, berbahaya jika kena mata/kulit, buah berbentuk 3 kombinasi bola kecil, tumbuh pada zone belakang (Ginantra *et al.*, 2018). Kadar karbon pada substrat yang diambil dari jenis tegakan ini memiliki kadar yang tinggi dibandingkan jenis mangrove yang lain (Rahman & Hadi, 2021).

Jenis ini tumbuh pada tempat-tempat dengan tanah lempung berpasir di tepi pantai. *Excoecaria agallocha* dikenal oleh masyarakat setempat dengan nama lokal kayu buta-buta. Jenis ini termasuk ke dalam suku Euphorbiaceae. Penamaan ini oleh masyarakat setempat kemungkinan disebabkan getahnya yang berbahaya jika terkena kulit, karena dapat menyebabkan iritasi. Bahkan jika terkena mata dapat menyebabkan kebutaan. Jenis ini tergolong ke dalam

kelompok tumbuhan mangrove karena umumnya dijumpai tumbuh secara alami di hutan-hutan mangrove tepi pantai. Memiliki kandungan zat aktif seperti *excoecariatoxins*, *fluratoxin*, *glycerides of fatty acid*, *lipids and waxes*, *phorbol*, *esters*, *polyhenols*, *polysaccharides*, *saponins*, *steroids*, *tannins*, *triterpenes* yang banyak digunakan sebagai bahan baku obat-obatan (Manickam *et al.*, (2012) dalam Ariyanti *et al.*, (2018)) .

2.1.2 Karakteristik Mangrove

Ekosistem mangrove memiliki fungsi sebagai tempat hidup, berkembang biak bagi bota laut, dan dapat melindungi pemukiman dari angin kencang. Mangrove tumbuh optimal di wilayah pesisir yang memiliki muara sungai besar dan delta yang aliran airnya banyak mengandung lumpur. karena kondisi ini tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur yang diperlukan sebagai substrat bagi pertumbuhannya. Faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi komunitas mangrove, yaitu salinitas, suhu, pH, oksigen terlarut, arus, kekeruhan, dan substrat dasar (Warfield & Leon, 2019). Ekosistem mangrove mempunyai ciri khusus karena lantai hutannya secara teratur digenangi oleh air yang dipengaruhi oleh salinitas serta fluktuasi ketinggian permukaan air karena adanya pasang surut air laut. Hutan mangrove dikenal juga dengan istilah *intertidal forestcoastal* yang terletak di perbatasan antara darat dan laut, tepatnya di daerah pantai dan sekitar muara sungai yang dipengaruhi pasang surut (Duke *et al.*, 2011).

Tabel 2.1 Harkat karakteristik tanah mangrove

Kriteria	Harkat
Kadar air (%)	493.01
Kadar Abu (%)	18.70
Kadar organik (%)	81.30
Berat Jenis (g.cm ⁻³)	1.75

Sumber : (Dewi *et al.*, 2015).

Mangrove mempunyai komposisi vegetasi tertentu yang dibentuk dari berbagai spesies tanaman mangrove yang dapat beradaptasi secara fisiologis terhadap lingkungan yang khas, sehingga terbentuk zonasi. Faktor yang menentukan penyebaran mangrove yaitu Gelombang pasang surut, yang menentukan waktu dan tinggi penggenangan suatu lokasi, Salinitas, berkaitan dengan penyebaran tumbuhan mangrove, karena ada beberapa spesies yang tidak tahan pada salinitas tinggi. Substrat, tipe substrat yang sesuai untuk pertumbuhan

mangrove adalah lumpur lunak, yang mengandung debu, liat, dan bahan organik lembut. Suhu, suhu yang baik untuk kehidupan mangrove tidak kurang dari 20 °C (Shofanduri, 2018).

2.1.3 Permasalahan Mangrove

Perubahan yang terjadi pada wilayah mangrove pada umumnya di pengaruhi oleh aktivitas manusia yang ada disekitarnya. perubahan luasan hutan mangrove dan menurunnya komposisi jenis mangrove dengan beragam faktor diantaranya sedimentasi dan penebangan liar yang dijadikan sebagai tambak (Hilmi & Siregar, 2015). Faktor lainnya yang berdampak langsung adalah pertambangan dan eksploitasi yang berlebihan dari kayu, termasuk penebangan. Sedangkan dampak tidak langsung termasuk faktor-faktor seperti perubahan di air tawar atau arus pasang surut, polusi dari eksplorasi minyak, dan run off dari limbah padat. Daerah yang mengalami kerusakan ekosistem bakau, mengalami abrasi yang lebih parah daripada daerah yang tidak mengalami kerusakan/ mengalami relatif lebih sedikit. Sedangkan pada daerah yang rehabilitasi mangrovenya berhasil justru mengalami akresi (penumpukan sedimen) (Raharjo *et al.*, 2015).

Kawasan mangrove dapat mengalami pencemaran yang terjadi baik di laut maupun di daratan dapat berakibat bagi kelangsungan hidup ekosistem kawasan hutan mangrove, karena habitat ini merupakan ekoton antara laut dan daratan. Beberapa bahan-bahan pencemar seperti minyak, sampah, dan limbah industri. Selain disebabkan oleh faktor-faktor fisik lingkungan, kerusakan pada kawasan mangrove juga dapat disebabkan oleh faktor sosial ekonomi masyarakat. Maka dari hal itu, perlunya upaya rehabilitasi mangrove untuk menjaga ekosistem kawasan konservasi mangrove seperti kegiatan uji derajat humifikasi bahan organik tanah dan kualitas air sungai agar tidak mengancam kelangsungan hidup Kawasan hutan mangrove yang semakin langka keberadaannya di Indonesia (Tyas & Najicha, 2023).

2.1.4 Konservasi Mangrove

Mangrove juga berfungsi menciptakan ekosistem pantai yang layak untuk kehidupan organisme akuatik, selain itu keseimbangan ekologi lingkungan perairan akan terjaga apabila keberadaan mangrove dipertahankan, karena mangrove berfungsi sebagai biofilter, agen pengikat, dan perangkap polus (Ermiliansa &

Samekto, 2015). Kegiatan manusia tersebut dapat merusak ekosistem mangrove itu sendiri. Dampak kerusakan yang ditimbulkan menuntut kita untuk melakukan suatu pengelolaan yang menjamin kelestarian mangrove tersebut. Kekayaan bahan organik dalam kandungan sedimen yang menyebabkan kesuburan tingkat sedimen mangrove. Ekosistem mangrove dapat mempunyai fungsi sebagai, sebagai penyerap / rosot karbondioksida (CO₂) dari udara, seperti ekosistem hutan lainnya. Jumlah tegakan biomassa dalam suatu Kawasan mangrove tersebut. Berikut adalah beberapa alternatif pengelolaan ekosistem mangrove menurut (Adrianto & Kusumastanto, 2004) :

Tabel 2.2 Alternatif pengelolaan ekosistem mangrove

Pilihan Pengelolaan	Deskripsi
Kawasan lindung	Pengelolaan kawasan dan pemanfaatan hutan mangrove oleh masyarakat
Kawasan kehutanan subsisten	Pemanfaatan komersial hutan mangrove
Kawasan hutan komersial	Konversi sebagian Kawasan hutan mangrove
Akua silvikultur	Konversi sebagian hutan mangrove untuk kolam ikan
Budidaya perairan Semi-intensif	Konversi hutan mangrove untuk budidaya perairan semi intensif
Budidaya perairan intensif	Konversi hutan mangrove untuk budidaya perairan intensif
Pemanfaatan hutan komersil dan budidaya perairan semi intensif	Pemanfaatan ganda yang bertujuan untuk memaksilmalkan manfaat hutan mangrove dan perikanan
Pemanfaatan ekosistem mangrove subsisten dan Budidaya perairan semi-intensif	Pemanfaatan ganda yang bertujuan untuk memberikan manfaat mangrove kepada masyarakat lokal dan perikanan
Konversi ekosistem mangrove	Konversi ekosistem mangrove untuk peruntukan lain

Mangrove mampu mencegah terjadinya banjir dengan menstabilkan daratan dan menyerap gelombang energi. Ketiadaan mangrove akan meningkatkan resiko banjir, yang akan berdampak langsung pada kualitas air dan sangat beresiko terkontaminasi zat beracun dan poluta (Ahmed & Glaser, 2016). Dampak fisik dan biologis konversi lahan mangrove berupa penurunan keragaman, stabilitas, dan produktifitas biologis (Rusdianti & Sunito, 2012). Kawasan mangrove dapat berfungsi sebagai penyerap bahan pencemar, khususnya bahanbahan organik. Dalam ekosistem hutan mangrove terjadi mekanisme hubungan yang memberikan

sumbangan berupa bahan organik bagi perairan sekitarnya. Daun mangrove yang gugur melalui proses penguraian oleh mikroorganisme diubah menjadi partikel-partikel detritus, partikel-partikel detritus ini selain menjadi sumber makanan bagi berbagai proses penguraian (dekomposisi) di hutan mangrove (Fitriah *et al.*, 2013).

2.2 Bahan Organik Tanah

Bahan organik berasal dari vegetasi yang melalui proses pelapukan dari bahan induk yang merupakan faktor mandiri (independent). Vegetasi bergantung pada hasil interaksi antara batuan, iklim dan tanah. Nasabah vegetasi dengan tanah bersifat timbal balik. Ragam vegetasi dalam kawasan luas terutama ditentukan oleh keadaan iklim. Namun demikian vegetasi tetap berdaya pengaruh khusus atas pembentukan tanah, yaitu menyediakan bahan induk organik, menambahkan bahan organik kepada tanah mineral, ragam vegetasi menentukan ragam humus yang terbentuk, melindungi permukaan tanah terhadap erosi, pengelupasan, pemampatan dan pergerakan dan memelihara ekosistem tanah.

Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun substrat dasar sedimen mangrove. Bahan organik tersebut berasal dari timbunan sisa-sisa tumbuhan mangrove (berupa daun, batang dan ranting) dan hewan yang berasosiasi dengan mangrove yang jatuh ke substrat, sehingga daerah tersebut menjadi subur (Supriyanti & Nuraini, 2017).

Hutan mangrove mempunyai produktivitas bahan organik yang sangat tinggi, namun hanya sekitar 5%, sedangkan sisanya masuk ke dalam ekosistem dalam bentuk detritus. Detritus tersebut merupakan suatu fraksi penting dari rantai makanan yang terdapat di ekosistem mangrove berupa partikel organik yang menjadi tempat hidup bagi bakteri, jamur dan mikroorganisme lainnya yang merupakan sumber makanan utama bagi organisme omnivora seperti udang, kepiting dan sejumlah ikan. Pada dasarnya, serasah yang dihasilkan oleh hutan mangrove antara lain mengandung N (nitrogen), P (fosfor) dan C (karbon) yang tinggi dan akan terlarut dalam air sehingga dapat menunjang proses pertumbuhan mikroorganisme (Yulma, 2013).

2.3 Asam Humat

Asam humat yakni turunan bahan organik yang berasal dari proses dekomposisi bahan organik berwarna hitam kecoklatan dan bersifat masam. Asam humat berasal dari bahan humat yang terdiri dari campuran organik dengan menghasilkan bahan kompleks, memiliki kelimpahan karboksil dan grup fenol yang dapat berkontribusi dalam pertukaran ion (Mindari *et al.*, 2022). Asam humat memiliki ciri hidrofobik dan hidrofilik yakni dapat mengikat permukaan mineral tanah. Tak heran jika asam humat memainkan peran dalam tingkat kesuburan suatu tanah. Asam humat tidak hanya berperan dalam sifat kimia tanah, namun juga dalam konservasi tanah, berikut kesehatan tanah. Sebanyak 80% dari total karbon dunia dan 60 % karbon terlarut air berasal dari bahan humat (Khaled & Fawy, 2011).

Karakteristik senyawa humat dari tanah gambut tergantung pada asal/sumber diperolehnya tanah gambut dan tingkat humifikasi material organik dalam jangka waktu lama. Senyawa humat yang bersumber dari tanah memiliki berat molekul lebih besar dibanding senyawa humat yang bersumber dari perairan. Menurut (Ruhaimah *et al.*, 2009). Asam humat berperan dalam meningkatkan kapasitas tanah untuk menyimpan air. Senyawa asam humat membantu meningkatkan daya tahan tanah terhadap kekeringan dengan meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan dan menyimpan air. Tanah yang kaya asam humat dapat menjaga kelembaban tanah dalam periode kekeringan, sehingga mengurangi risiko stress air bagi tanaman. Asam humat berkontribusi pada pembentukan agregat tanah (Suparno *et al.*, 2020).

Secara garis besar, asam humat dan humin sebagian besar terbentuk pada tanah dan sedimen sebagai bagian dari fase padat. Sementara, asam fulvat lebih labil dan terukur untuk sebagian besar bahan organik terlarut di perairan alami. Kata 'humat', digunakan secara umum, mencakup semua senyawa humat. Menurut (Lutan, 1999), Hasil yang didapat menunjukkan bahwa asam humat pada kawasan mangrove bersifat alifatik yakni secara kimiawi berupa humus mengandung zat organik dimana senyawa tersebut mudah diurai oleh mikroorganisme dan mempunyai paling sedikit 10 jenis asam amino.

2.4 Humifikasi

Kandungan senyawa humat pada suatu lahan perlu untuk diketahui. Hal tersebut dikarenakan senyawa humat menjadi penentu kesuburan tanah yang didasarkan pada kematangan dekomposisi bahan organik tanah (humifikasi) yang ditunjukkan dengan kelimpahan asam humat. Laju dekomposisi dalam pembentukan asam humat disebut dengan indeks humifikasi. Indeks humifikasi dapat mengukur seberapa tinggi laju pembentukan asam humat pada suatu lahan (Mindari *et al.*, 2022). Lahan yang memiliki indeks humifikasi tinggi tentu memiliki bahan organik yang dapat mencukupi kebutuhan dalam kesehatan dan kesuburan suatu tanah. Humifikasi adalah proses alami mengubah bahan organik menjadi zat humat (humus, humat, asam humat, asam fulvat, dan humin) melalui mekanisme mikrobiologi. Keragaman bahan tanaman yang ada di alam dan dengan akses yang tak terbatas ke radikal kimia, humifikasi menghasilkan zat humat yang variabelnya juga tak terbatas (Canellas. *et al.*, 2009).

Humifikasi dapat berlangsung secara kimiawi, yang peranan jasad tanah hanya terbatas pada tahap awal. Yang dapat terbentuk secara ini ialah fulvat. Reaksi kimia menonjol dalam tanah masam, miskin hara mineral, dan gambut yang kegiatan mikrobial rendah. Humifikasi dapat berlangsung dengan metabolisme dan otolisis hayati. Yang biasa terbentuk secara ini ialah humat dan humin. Proses ini terutama terjadi dalam saluran pencernaan fauna tanah. Humifikasi hayati terjadi dalam tanah masam lemah sampai netral, kaya hara, dan dengan kegiatan biologi tinggi. Humifikasi bahan organik menghasilkan asam sulfat dan humat. Senyawa ini mempunyai pengaruh yang lebih besar dari pada CO_2 dan mempunyai pH yang luar biasa asam ($\text{pH} < 3$). dan kemungkinan besar hanya dapat dicapai oleh tanah gambut (Sutanto, 2005).

Humifikasi dan mineralisasi atau pelepasan hara, bahkan ikut bertanggung jawab terhadap pemeliharaan struktur tanah. Mikro flora dan fauna tanah ini saling berinteraksi dengan kebutuhannya akan bahan organik, karena bahan organik menyediakan energi untuk tumbuh dan bahan organik memberikan karbon sebagai sumber energi. Pada prosesnya humifikasi tanah adalah merupakan proses perubahan bahan karbon dan residu organik tanah yang terurai pada permukaan tanah seperti dari kotoran binatang, daun dan ranting yang terjatuh pada permukaan

tanah dan terurai ke tanah sehingga pada proses humifikasi terjadi secara alamiah dan terjadi dalam kurun waktu yang lama. Menurut (Seran, 2011) pada tanah humus juga relatif resisten dalam perombakan biologis sehingga warna pada tanah cenderung berwarna kuning cerah, coklat kekuningan, coklat gelap atau abu-abu kehitaman sampai hitam. Pada kontribusinya terlihat dalam Value dan Chroma pada warna tanah terutama dapat banyak ditemukan di lapisan atas pada permukaan tanah.

Derajat humifikasi bahan organik dapat dideteksi dengan menguji beberapa indikator, di antaranya (1) nisbah karbon dan nitrogen (nisbah C/N), (2) nisbah Asam Humat/Asam Fulvat (AH/AF) yang biasanya digunakan sebagai indeks dari polimerisasi dan kondensasi bahan organik (Seran, 2011), (3) nisbah warna dan derajat kondensasi aromatik dengan mengukur larutan terabsorpsi humat atau fulvat dalam spektrofotometer UV-VIS dengan membandingkannya pada panjang gelombang 400 nm dan 600 nm (nisbah E4/E6) (Stevenson, 1994), (4) tingkat humifikasi, dan (5) keasaman total, gugus OH karboksilat dan fenolik (Pramanik & Kim, 2014).