

## ARTIKEL

# Adaptasi Morfologi Akar Tumbuhan Mangrove Sejati Berdasarkan Zonasi Pantai

Lida Amalia<sup>1\*</sup>, Rifaatul Muthmainnah<sup>1</sup>, Raisya Fajriani<sup>1</sup>, Khaidir R. Permana<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pendidikan Biologi, Institut Pendidikan Indonesia Garut

<sup>2</sup> Dinas Kelautan Kabupaten Garut

\*Corresponding author. Email: lidaamalia@institutpendidikan.ac.id

(Received 17 Juli 2025; revised 24 Juli 2025; accepted 26 Juli 2025; published 31 Juli 2025)

## Abstrak

Tumbuhan mangrove memiliki akar yang muncul ke permukaan tanah sebagai respon adaptasi dalam mengatasi kondisi tanah yang miskin oksigen atau anaerob, karena secara periodik selalu tergenang air ketika kondisi pasang surut. Akar-akar ini berperan sebagai komponen aerasi yaitu mendukung proses pertukaran gas atau oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi tumbuhan mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: 1) Pola zonasi tumbuhan mangrove di Pantai Cipalawah Cagar Alam Laut Sancang Garut Jawa Barat, 2) Morfologi akar tumbuhan mangrove, 3) Jenis-jenis substrat di lingkungan tumbuhan mangrove. Metode penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif. Data diperoleh dengan menggunakan metode *transect line plot* dan observasi dengan penempatan titik pengamatan (stasiun) secara *purposive sampling* (bertujuan) berdasarkan keberadaan objek penelitian dan situasi serta kondisi lokasi penelitian. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan pola zonasi tumbuhan mangrove dari arah laut ke arah daratan adalah *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Aegiceras corniculatum*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Xylocarpus granatum*. Berdasarkan pola zonasi, diketahui bahwa tumbuhan mangrove di zona depan sebagian besar memiliki morfologi akar berbentuk akar napas (*pneumatophore*), akar tunjang, dan akar menjalar, sedangkan zona tengah dan belakang sebagian besar memiliki morfologi akar berbentuk akar lutut dan akar papan atau banir. Substrat yang dominan di lingkungan pantai ini adalah lumpur berpasir berkarang.

**Kata Kunci:** Adaptasi Morfologi Akar, Mangrove, Zonasi Pantai.

## 1. Pendahuluan

Ekosistem hutan mangrove (hutan payau) adalah tipe ekosistem yang terdapat di daerah pantai dan selalu atau secara teratur digenangi air laut atau dipengaruhi oleh pasang surut air laut, daerah pantai dengan kondisi tanah berlumpur, berpasir atau lumpur berpasir (Indriyanto, 2010). Tercatat setidaknya 202 jenis tumbuhan mangrove, yaitu 43 jenis (33 jenis pohon dan beberapa jenis perdu) ditemukan sebagai mangrove sejati/inti (*true mangrove*), sementara jenis lain ditemukan di sekitar mangrove dikenal sebagai mangrove ikutan (*associate mangrove*) (Noor, Khazali dan Suryadiputra, 1999).

Tumbuhan mangrove merupakan salah satu tumbuhan halofita, karena dapat hidup di habitat dengan kadar garam yang tinggi. Ekosistem mangrove berada di kawasan ekoton antara komunitas laut dengan pantai dan daratan, sehingga memiliki ciri-ciri tersendiri (Dahuri, 2003). Vegetasi mangrove memiliki sistem perakaran yang unik dan kokoh sehingga cukup handal untuk menahan dan mencegah erosi yang disebabkan oleh gelombang air laut (Japa dan Santoso, 2019). Salah satu ekosistem mangrove yang ada di Kabupaten Garut Provinsi Jawa Barat adalah di Cagar Alam Laut Sancang.

Cagar Alam Laut Sancang memiliki luas 1.150 Ha, merupakan salah satu cagar alam yang memiliki hutan mangrove yang cukup luas yaitu sebesar 114 Ha. Komunitas mangrove ini sangat berbeda dengan komunitas laut, namun tidak berbeda tajam dengan komunitas daratan dengan terbentuknya rawa-rawa air tawar sebagai zona antara. Faktor utama yang memengaruhi komunitas mangrove adalah salinitas, tipe tanah, resistensi terhadap arus air dan gelombang laut (Chapman, 1992; van Steenis, 1958 dalam Setyawan, Winarno, dan Purnama, 2003). Faktor-faktor ini bervariasi sepanjang tepi laut ke daratan, sehingga dalam kondisi alami, ketika campur tangan manusia terbatas, dapat terbentuk zonasi vegetasi (Setyawan, Winarno, dan Purnama, 2003). Pola zonasi yang terdapat di hutan mangrove selain menunjukkan kondisi fisik lingkungan yang berbeda antara zonasi satu dan lainnya juga menunjukkan komposisi tumbuhan mangrove yang berbeda dari arah laut menuju ke daratan, sehingga terdapat pergantian jenis mangrove yang secara dominan menguasai habitat masing-masing zonasinya.

Perbedaan dominansi suatu jenis mangrove pada setiap zonasi menunjukkan adanya perilaku adaptasi untuk merespon stimulus dari lingkungan hidupnya. Tumbuhan mangrove telah mengembangkan suatu proses adaptasi yang kompleks baik secara morfologi, anatomi, fisiologi atau bahkan genetik. Salah satu tipe adaptasi yang dilakukan oleh tumbuhan mangrove adalah dengan membentuk sistem perakaran yang khas yaitu memiliki akar yang dangkal dan sebagian akarnya berada di permukaan. Menurut Kustanti (2011), perakaran mangrove yang khas merupakan adaptasi terhadap kondisi yang kadang-kadang tergenang air laut dengan mengembangkan akar yang sangat ekstensif dan membentuk jaringan horizontal yang lebar. Sistem perakaran tumbuhan mangrove yang berbeda-beda setiap jenisnya menunjukkan kemampuan adaptasi yang berbeda-beda pula dalam merespon kondisi lingkungan yang tidak sama yang tergambarkan dalam suatu pola zonasi.

Berdasarkan uraian di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui pola zonasi tumbuhan mangrove sejati yang terdapat di Pantai Cibalawah Cagar Alam Laut Sancang.
- b. Mengetahui morfologi akar tumbuhan mangrove sejati yang terdapat di Pantai Cibalawah Cagar Alam Laut Sancang.
- c. Mengetahui jenis-jenis substrat yang terdapat di sekitar tumbuhan mangrove sejati yang terdapat di Pantai Cibalawah Cagar Alam Laut Sancang.

## 2. Kajian Pustaka

Hutan mangrove merupakan tipe hutan tropika dan subtropika yang khas, tumbuh di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove banyak dijumpai di wilayah pesisir yang terlindung dari gempuran ombak dan daerah yang landai. Mangrove tumbuh optimal di wilayah pesisir yang memiliki muara sungai besar dan delta yang aliran airnya banyak mengandung lumpur. Sedangkan di wilayah pesisir yang tidak bermuara sungai, pertumbuhan vegetasi mangrove tidak optimal. Mangrove tidak atau sulit tumbuh di wilayah pesisir yang terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut kuat, karena kondisi ini tidak memungkinkan pengendapan lumpur yang diperlukan sebagai substrat bagi pertumbuhannya.

Soemodihardjo dkk. (1986 dalam Dahuri, 2003), mengklasifikasikan hutan mangrove Indonesia menjadi 4 kelas, yaitu (1) delta, terbentuk di muara sungai yang berkisaran pasang surut rendah, (2) dataran lumpur, terletak di pinggiran pantai, (3) dataran pulau, berbentuk pulau kecil yang pada waktu surut rendah muncul di atas permukaan air, dan (4) dataran pantai, habitat mangrove yang merupakan jalur sempit memanjang sejajar garis pantai.

Daerah yang menjadi habitat tumbuhan mangrove dipengaruhi oleh beberapa faktor yang mendukung pertumbuhan tumbuhan mangrove tersebut. Menurut Suryono (2008), faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan tumbuhan mangrove adalah gelombang laut yang tidak terlalu besar, hal ini diperlukan agar jenis tumbuhan mangrove dapat menancapkan akarnya, selanjutnya memerlukan salinitas yang tinggi karena merupakan daerah pertemuan air laut dan tawar, terdapat endapan lumpur pada pesisir pantai, serta mempunyai daerah pasang surut yang lebar.

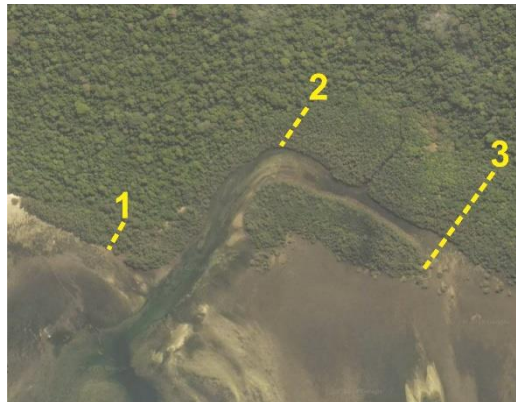
Tumbuhan mangrove memiliki daya adaptasi fisiologi dan morfologi yang khas agar dapat terus hidup pada lingkungan yang bersalinitas tinggi dan kondisi lumpur yang anaerob di perairan laut dangkal. Daya adaptasi tersebut menurut Nybakken (1986) serta Meadows dan Campbell (1988, dalam Dahuri, 2003) adalah sebagai berikut:

- a. Perakaran yang pendek dan melebar luas, dengan akar penyangga atau tudung akar yang tumbuh dari batang dan dahan, sehingga menjamin kokohnya batang.
- b. Berdaun kuat dan mengandung banyak air.
- c. Mempunyai banyak jaringan internal penyimpan air dan konsentrasi garam yang tinggi. Beberapa tumbuhan mangrove seperti *Avicennia* mempunyai kelenjar yang mengeluarkan garam pada daunnya, sehingga menjaga keseimbangan osmotik. Tekanan osmotik yang tinggi pada sel daun memungkinkan air laut terbawa dengan kecepatan transpirasi yang rendah, sehingga mengurangi kehilangan air akibat penguapan.
- d. Salah satu adaptasi yang dilakukan tumbuhan mangrove adalah dengan membentuk sistem perakaran yang khas. Perakaran ini berfungsi antara lain untuk membantu tumbuhan mangrove bernafas dan tetap tegak berdiri. Hanya sedikit jenis mangrove yang mempunyai sistem perakaran yang dalam atau mempunyai akar tunggang yang tetap. Akar utamanya menembus vertikal ke dalam tanah dan mempunyai banyak akar samping yang panjang dan berfungsi sebagai jangkar. Seringkali akar samping ini mencuat ke permukaan tanah seperti tonggak atau melengkung seperti lutut yang disebut akar nafas atau pneumatofor.
- e. Bentuk pneumatofor bermacam-macam, ada yang berkembang besar dan kuat dengan tinggi mencapai 25 – 30 cm, akar ini berasal dari akar horizontal yang berada di dalam tanah. Pneumatofor umumnya terdapat pada jenis *Avicennia* dan *Sonneratia*. Modifikasi pneumatofor terdapat pula pada beberapa jenis mangrove misalnya *Bruguiera* dan *Lumnitzera littorea* yang berupa akar horizontal yang tersembul ke permukaan dan melengkung seperti lutut sehingga akar ini disebut akar lutut. Pada *Rhizophora* perakaran terutama terdiri atas akar liar yang tumbuh lateral dari hipokotil dan kemudian dari batang tua. Akar-akar tersebut mencuat dari batang, mengarah ke tanah dan menggantung, dan kemudian masuk ke tanah dan berakar lagi lebih lanjut (Sukardjo, 1984).

f. Pada beberapa jenis mangrove sering pula terdapat akar-akar kecil yang tumbuh dari pangkal batang yang disebut akar liar, misalnya pada *Excoecaria aggallocha*, *Aegiceras corniculata*, *Cerbera manghas*, dan *Rhizophora spp.* Perakaran di bawah tanah semua jenis mangrove adalah horizontal, bercabang lebat, dan terdapat pada permukaan. Akar-akar horizontal ini disebut akar kabel, ini dikokohkan dengan akar jangkar yang tumbuh tegak lurus ke bawah. Selain itu akar-akar horizontal ini membentuk juga akar bulu yang halus dan lebat pada bagian paling atas endapan lumpur dan berperan sebagai penyerap hara makanan (Sukardjo, 1984).

### 3. Metode Penelitian

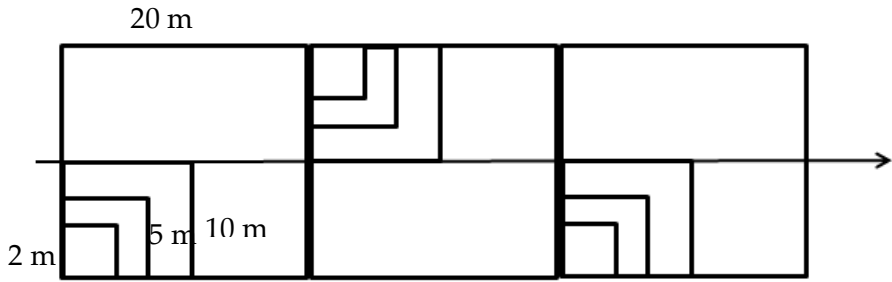
Penelitian ini dilaksanakan di Pantai Cibalawah yang merupakan bagian dari Cagar Alam Laut Sancang pada bulan April – Juni 2022. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh tumbuhan mangrove yang berada di Pantai Cibalawah Cagar Alam Laut Sancang, sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah tumbuhan mangrove yang tercuplik ke dalam petak contoh. Penetapan titik pengamatan (stasiun) dilakukan secara *purposive sampling* (bertujuan) yang didasarkan pada keberadaan objek dan situasi serta kondisi lokasi penelitian. Stasiun 1 terletak di awal Pantai Cibalawah dengan titik koordinat S07°44.204' E107°50.788'. Stasiun 2 di pertengahan Pantai Cibalawah dengan titik koordinat S07°40.242' E107°46.530'. Stasiun 3 di akhir Pantai Cibalawah dengan titik koordinat S07°44.239' E107°51.193' (Gambar 1).



**Gambar 1.** Lokasi dan jalur pengamatan di tiga stasiun

Data morfologi akar tumbuhan mangrove diperoleh dengan metode observasi yaitu dengan mengamati secara langsung morfologi akar tumbuhan mangrove yang masuk wilayah pencuplikan.

Data zonasi tumbuhan mangrove diperoleh dengan menggunakan metode garis berpetak (*transect line plot*). Pada lokasi penelitian dibuat transek berkisar 50 – 200 meter (tergantung lebar hutan mangrove) dari arah laut (daerah surut terendah) sampai ke arah daratan (daerah pasang tertinggi). Sepanjang garis tersebut dibuat petak contoh secara kontinu seperti terlihat pada Gambar 2, dengan ukuran 20 x 20 m<sup>2</sup> untuk pengamatan pohon (diameter batang >20 cm), di dalam petak tersebut dibuat petak berukuran 10 x 10 m<sup>2</sup> untuk pengamatan tiang (diameter batang 10 – 20 cm), selanjutnya di dalam petak berukuran 10 x 10 m<sup>2</sup> dibuat kembali petak contoh dengan ukuran 5 x 5 m<sup>2</sup> untuk pengamatan pancang (diameter batang 2 – 10 cm), dan untuk pengamatan semai (diameter < 2 cm) dibuat petak yang berukuran 2 x 2 m<sup>2</sup> yang diletakkan di dalam petak contoh berukuran 5 x 5 m<sup>2</sup>. Setiap jenis tumbuhan mangrove diidentifikasi berdasarkan buku referensi (Fachrul, 2007). Panjang transek di stasiun 1 adalah 70 m dibagi 3 petak contoh, di stasiun 2 adalah 120 m dibagi 6 petak contoh dan di stasiun 3 adalah 200 m dibagi 10 petak contoh.



Gambar 2. Desain Petak Contoh

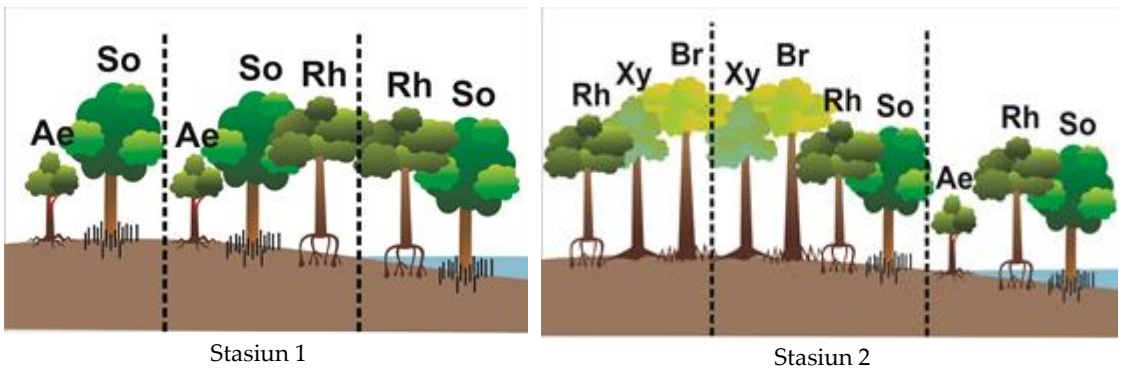
Pola zonasi tumbuhan mangrove dapat diketahui dengan mengumpulkan data mengenai jenis tumbuhan, jumlah tumbuhan setiap jenisnya, dan diameter batang. Data yang telah diperoleh dianalisis dengan menghitung nilai kerapatan (K), kerapatan relatif (KR), dominansi (D), dominansi relatif (DR), frekuensi (F), frekuensi relatif (FR) dan Indeks Nilai Penting (INP) untuk setiap jenis tumbuhan mangrove pada setiap petak contoh (Fachrul, 2007; Kurniawan, Pribadi dan Nirwani, 2014).

Data kondisi substrat di lingkungan tumbuhan mangrove diperoleh dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap tipe substrat yang berada di hutan mangrove. Alat-alat yang digunakan adalah meteran rol, tali rafia, phiband, saringan tanah bertingkat dan kamera.

#### 4. Hasil Penelitian

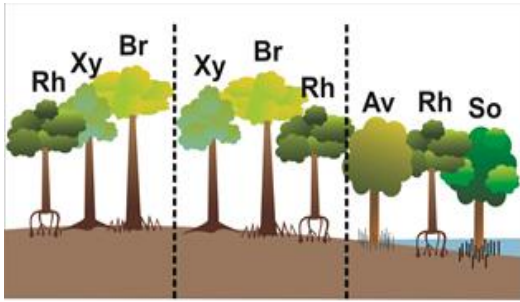
##### Zonasi Tumbuhan Mangrove

Pengamatan pola zonasi tumbuhan mangrove di Pantai Cipalawah dilakukan di tiga stasiun. Setelah dilakukan pengamatan dan perhitungan nilai dominansi relatif, maka diperoleh pola zonasi tumbuhan mangrove pada Gambar 3. Pola zonasi di semua titik pengamatan (stasiun) secara umum menunjukkan bahwa di daerah yang terbuka ke arah laut (zona depan) didominasi oleh tumbuhan mangrove jenis *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina*, dan *Aegiceras corniculatum*. Sedangkan di zona tengah dan zona belakang umumnya didominasi oleh jenis *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Xylocarpus granatum* yang berasosiasi dengan jenis *Rhizophora mucronata* dengan tingkat dominansi yang lebih rendah.



Stasiun 1

Stasiun 2



Stasiun 3

Keterangan:

So = *Sonneratia alba*

Rh = *Rhizophora mucronata*

Av = *Avicennia marina*

Ae = *Aegiceras corniculatum*

Br = *Bruguiera gymnorrhiza*

Xy = *Xylocarpus granatum*

Gambar 3. Zonasi mangrove di tiga stasiun

### Morfologi Akar Tumbuhan Mangrove

Pengamatan morfologi akar tumbuhan mangrove ini meliputi tipe akar, bentuk akar, dan warna akar. Ditemukan 6 jenis tumbuhan mangrove di Pantai Cipalawah yang terdiri atas *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Aegiceras corniculatum*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Xylocarpus granatum*. Semua jenis tumbuhan mangrove tersebut memiliki morfologi akar yang berbeda-beda, seperti terlihat pada Gambar 4.

Kondisi lingkungan tumbuhan mangrove yang secara berkala terkena pasang surut air laut akan menyebabkan lingkungan tumbuhan mangrove tersebut secara periodik mengalami penggenangan. Oleh karena itu akar tumbuhan mangrove akan mengalami cekaman tekanan oksigen yang rendah (*low oxygen pressure stress*) karena kurangnya kadar oksigen dalam tanah akibat dari kondisi tanah yang jenuh oleh air.



Akar pasak/napas (Pneumatophores) *Sonneratia alba*



Akar pasak/napas (Pneumatophores) *Avicennia marina*



Akar tunjang (stilt roots) *Rhizophora mucronata*



Akar *Aegiceras corniculatum* (tanpa akar udara)



Akar lutut (knee roots) *Bruguiera gymnorrhiza*



Akar papan (plank roots) *Xylocarpus granatum*

**Gambar 4.** Morfologi akar tumbuhan mangrove

### Jenis-jenis Substrat Hutan Mangrove

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa kondisi lingkungan tumbuhan mangrove di Pantai Cipalawah memiliki tipe tanah berlumpur, berpasir atau campuran keduanya. Di sepanjang jalur pengamatan yang ditempatkan di 3 Stasiun didapatkan 7 jenis substrat yaitu pasir berlumpur, lumpur berpasir, lumpur, pasir berlumpur berkarang, lumpur berpasir berkarang, lumpur berkarang, dan karang berlumpur. Setiap stasiun pengamatan memiliki beberapa jenis substrat yang berbeda dari tepi laut ke arah daratan, seperti tertera pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Jenis-jenis substrat di Pantai Cipalawah (dari tepi laut ke arah daratan)

Stasiun	Jenis Substrat	Rasio Perbandingan Penyusun Substrat
1	Pasir berlumpur berkarang	60% Pasir: 30% Lumpur: 10% Karang
	Lumpur berpasir	70% Lumpur: 30% Pasir
	Lumpur berpasir berkarang	40% Lumpur: 40% Pasir: 20% Karang
2	Lumpur berpasir berkarang	70% Lumpur: 20% Pasir: 10% Karang
	Lumpur berpasir	70% Lumpur: 30% Pasir
	Lumpur	95% Lumpur: 5% Pasir
3	Pasir berlumpur	75% Pasir: 25% Lumpur
	Pasir berlumpur berkarang	60% Pasir: 30% Lumpur: 10% Karang
	Lumpur berpasir	70% Lumpur: 30% Pasir
	Lumpur	95% Lumpur: 5% Pasir
	Lumpur berkarang	85% Lumpur: 15% Karang
	Karang berlumpur	55% Karang: 45% Lumpur

## 5. Pembahasan

### Zonasi Tumbuhan Mangrove

Jenis *Sonneratia alba* dan *Rhizophora mucronata* tumbuh dominan di zona depan. Kedua jenis tumbuhan mangrove ini khususnya jenis *Sonneratia alba* menyukai lingkungan yang memiliki substrat berpasir bercampur dengan lumpur, dan kadang-kadang pada substrat batuan dan karang (Noor, Khazali, dan Suryadiputra, 1999), sedangkan untuk jenis *Rhizophora mucronata* tumbuh baik pada substrat berlumpur dan memiliki toleransi tinggi pada jenis substrat yang lebih keras dan pasir. Dapat memungkinkan untuk kedua jenis ini menjadi jenis yang dominan dibandingkan jenis lainnya.

Jenis *Avicennia marina* dapat ditemukan berasosiasi dengan *Sonneratia alba* di zona depan apabila tanah lumpurnya kaya akan bahan organik. Hal ini bersesuaian dengan jenis substrat di Stasiun 3, di bagian zona depan memiliki jenis substrat pasir berlumpur berkarang, lumpur berpasir berkarang, hingga substrat lumpur berpasir dengan kadar lumpur yang lebih dominan.

Selain itu di zona depan pun ditemui *Aegiceras corniculatum* dalam tingkat dominansi yang cukup tinggi. Hal ini dimungkinkan karena jenis ini memiliki tingkat toleransi yang cukup tinggi terhadap salinitas. Akan tetapi di Stasiun 1 yang memiliki tebal hutan mangrove berkisar 70 m diukur dari daerah surut terendah didapatkan jenis *Aegiceras corniculatum* yang lebih dominan di zona belakang atau daerah yang berdekatan dengan hutan pantai. Hal ini dikarenakan tumbuhan ini umumnya tumbuh di tepi daratan daerah mangrove yang tergenang pasang surut yang normal, serta sebagian besar tumbuh di daerah yang memiliki substrat dasar berkarang, baik lumpur berkarang maupun lumpur berpasir berkarang.

Keberadaan jenis *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Xylocarpus granatum* yang dominan di zona tengah dan zona belakang dimungkinkan karena kesesuaian jenis substrat yaitu lumpur, karena jenis *Bruguiera gymnorrhiza* dapat tumbuh baik di substrat lumpur dan terkadang tanah gambut. Selain itu salinitas optimum untuk *Bruguiera gymnorrhiza* adalah 10 – 25 ‰. Sedangkan jenis *Xylocarpus granatum* tumbuh di areal dengan salinitas yang rendah dan tumbuh baik di sepanjang pinggiran sungai pasang surut. Secara ekologi kedua jenis tumbuhan ini merupakan ciri perkembangan akhir dari hutan pantai, serta tahap awal dalam transisi menjadi tipe vegetasi hutan daratan (Noor, Khazali, dan Suryadiputra, 1999).

Menurut Mughofar, Masykuri dan Setyono (2018), zonasi yang terbentuk memiliki beberapa model yang berbeda pada setiap lokasi di setiap daerah. Sebagaimana dikemukakan Nybakken (1992, dalam Mughofar, Masykuri dan Setyono, 2018) bahwa tidak ada model zonasi yang berlaku secara universal. Oleh karena itu keberadaan jenis mangrove sejati di setiap stasiun bisa berbeda tergantung substrat di habitatnya.

### **Morfologi Akar Tumbuhan Mangrove**

Pada dasarnya sistem perakaran tumbuhan mangrove terdiri dari tiga komponen, yaitu (a) komponen aerasi, yaitu bagian akar yang mencuat ke bagian atas dari sistem perakaran dan berfungsi untuk pertukaran gas, (b) komponen penyerapan dan penjangkaran, berfungsi untuk membentuk basis penjangkaran pada seluruh sistem untuk melakukan penyerapan zat hara, dan (c) komponen jaringan, yaitu bagian horizontal yang meluas dan berfungsi menyatu dengan penyerapan dan penjangkaran dari sistem perakaran (Tomlinson, 1986, dalam Onrizal, 2005).

Berdasarkan pernyataan tersebut diketahui bahwa pertumbuhan akar tumbuhan mangrove di atas permukaan tanah merupakan salah satu bentuk adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang anaerob, karena akar yang muncul ke permukaan tanah berfungsi untuk aerasi. Selain itu akar-akar pada tumbuhan mangrove membentuk bulu akar yang halus dan lebat pada lapisan atas endapan lumpur atau pada permukaan akarnya di sebagian jenis mangrove yang berfungsi sebagai penyerap zat hara dan juga mendukung proses aerasi. Menurut Sukardjo (1984), bila terjadi pengendapan lumpur baru di permukaan, bulu-bulu akar ini akan tumbuh lagi di atas yang lama sehingga pembentukan akar ini akan selalu sejalan dengan proses penimbunan lumpur.

Hasil penelitian JAMILI, QAYIM dan GUHARDJA (2009), pola adaptasi vegetasi mangrove terhadap lingkungan pasang surut, yang mudah dikenali adalah sistem akar udara. *Rhizophora spp* di Pulau Kaledupa Sulawesi Tenggara, berada di daerah yang selalu terkena pasang harian dengan penggenangan yang tinggi memiliki akar udara dan tunjang yang berkembang intensif, melengkung dari batang pokok dan berasal dari cabang bawah. Sedangkan *Ceriops sp* yang tidak terkena pasang harian dengan tinggi penggenangan yang rendah memiliki akar banir dan sistem perakaran samping yang muncul ke permukaan tanah dan kembali lagi ke dalam tanah (akar lutut). *Ceriops sp* mengembangkan sistem perakaran yang menyerupai kebanyakan tumbuhan darat karena hanya digenangi pada saat pasang tertinggi.



Selain didukung oleh sistem perakaran yang khas, kekurangan oksigen juga dapat diatasi dengan adanya lubang-lubang dalam tanah yang dibuat oleh hewan-hewan, misalnya kepiting. Lubang-lubang ini membawa oksigen ke bagian akar tumbuhan mangrove. Kondisi ini terjadi saat air laut surut, sehingga lantai hutan mangrove saat air laut surut tersebut tidak tergenang air secara keseluruhan (Onrizal, 2005).

Selain karena tekanan oksigen yang sedikit, terbentuknya akar napas yang tumbuh secara intensif di zona depan ini memiliki fungsi secara ekologi, yaitu untuk menahan laju arus dan gelombang air laut sehingga mencegah terjadinya erosi dan melindungi daerah di belakangnya. Menurut Noor, Khazali, dan Suryadiputra (1999) akar napas membantu proses pengikatan sedimen dan mempercepat proses pembentukan tanah timbul. Sedangkan menurut Suryono (2013) akar napas berperan juga dalam menangkap endapan dan bisa membersihkan kandungan zat-zat kimia dari air yang datang dari daratan dan mengalir ke laut.

Sedangkan menurut Dahuri (2003), dengan adanya sistem akar tunjang dan akar lutut yang sangat rapat ini menyebabkan partikel yang halus dengan kadar organik tinggi akan cepat mengendap di sekeliling akar bakau dan membentuk kumpulan lapisan sedimen. Sekali mengendap, sedimen biasanya tidak dialirkan ke luar sistem hutan mangrove, sehingga proses pembentukan substrat terbentuk secara lambat. Serta menurut Suryono (2008), selain untuk menunjang proses pernapasan, akar pohon *Xylocarpus granatum* berakar papan yang memanjang berkelok-kelok, keduanya untuk menunjang tegaknya pohon di atas lumpur.

### **Jenis-jenis Substrat Hutan Mangrove**

Hutan mangrove memiliki jenis substrat berupa percampuran lumpur, pasir, dan pecahan karang pada daerah di dekat pantai berkarang. Hutan mangrove yang memiliki substrat lumpur berpasir dengan lumpur yang tebal berada di daerah yang terlindung, berdekatan dengan muara sungai, dan merupakan daerah yang jauh dari areal laut terbuka. Sedangkan substrat pasir berlumpur umumnya ditemukan di daerah yang terbuka ke arah laut, pada daerah ini pun seringkali ditemukan pecahan karang karena berdekatan dengan pantai berkarang.

Hutan mangrove di Pantai Cipalawah memiliki 7 jenis substrat yaitu pasir berlumpur, lumpur berpasir, lumpur, pasir berlumpur berkarang, lumpur berpasir berkarang, lumpur berkarang, dan karang berlumpur. Menurut Sukardjo (1984), tanah mangrove di Indonesia merupakan tanah muda. Bahan-bahan pembentuk tanah mengalami berbagai pencucian dan pelumatan sebelum diendapkan, sehingga partikel tanah sangat halus. Oleh karena itu partikel lumpur terdapat di setiap petak tempat pengambilan sampel.

Berdasarkan Gambar 3 dan Tabel 1, kita dapat melihat bahwa jenis *Sonneratia alba* dan *Rhizophora mucronata* umumnya tumbuh pada substrat pasir berlumpur dengan sedikit karang dan ditemukan mulai dari zona depan sampai belakang. Hal ini juga dijelaskan dalam hasil penelitian Prinasti, Dharma, dan Suteja (2020), bahwa jenis *Sonneratia alba* dan *Rhizophora apiculata* ditemukan di semua jenis substrat, *Rhizophora mucronata* ditemukan di jenis substrat lempung berpasir dan lempung liat berpasir, namun beberapa jenis hanya ditemukan di satu jenis substrat, seperti *Xylocarpus granatum*, *Avicennia lanata*, *Bruguiera gymnorhiza* dan *Bruguiera sexangula*.

## 6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pola zonasi tumbuhan mangrove di Pantai Ciplawah adalah sebagai berikut:

- Stasiun 1: *Sonneratia alba* – *Rhizophora mucronata* – *Aegiceras corniculatum*
- Stasiun 2: *Sonneratia alba* – *Rhizophora mucronata* – *Aegiceras corniculatum* – *Bruguiera gymnorhiza* – *Xylocarpus granatum*
- Stasiun 3: *Sonneratia alba* – *Rhizophora mucronata* – *Avicennia marina* – *Bruguiera gymnorhiza* – *Xylocarpus granatum*

Tumbuhan mangrove di zona depan sebagian besar memiliki morfologi akar berbentuk akar nafas (*pneumatophore*), akar tunjang dan akar menjalar, sedangkan zona tengah dan belakang sebagian besar memiliki morfologi akar berbentuk akar lutut dan akar papan atau banir.

Hutan mangrove yang berada di Pantai Ciplawah memiliki 7 jenis substrat yaitu pasir berlumpur, lumpur berpasir, lumpur, pasir berlumpur berkarang, lumpur berpasir berkarang, lumpur berkarang, dan karang berlumpur. Substrat yang dominan di lingkungan pantai ini adalah lumpur berpasir berkarang.

## Daftar Pustaka

- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman Hayati Laut Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Fachrul, M.F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Indriyanto. (2010). *Ekologi Hutan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Jamili, D. S., Qayim, I. & Guhardja, E. (2009). Struktur dan Komposisi Mangrove di Pulau Kaledupa Taman Nasional Wakatobi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 14(4), 197-206.
- Japa, L. & Santoso, D. (2019). Analisis Komunitas Mangrove di Kecamatan Sekotong Lombok Barat NTB. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1), 25-33.
- Kurniawan, C. A., Pribadi, R. & Nirwani, N. (2014). Struktur Komposisi Vegetasi Mangrove di Tracking Mangrove Kemujan Kepulauan Karimunjaya. *Journal of Marine Research*, 3(3).
- Kustanti, A. (2011). *Manajemen Hutan Mangrove*. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Mughofar, A., Masykuri, M. & Setyono, P. (2018). Zonasi dan Komposisi Vegetasi Hutan Mangrove Pantai Cengkong Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(1), 77-85.
- Noor, Y. R., Khazali, M. & Suryadiputra, I. N. N. (1999). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PHKA/WI-IP, Bogor.
- Onrizal. (2005). *Adaptasi Tumbuhan Mangrove pada Lingkungan Salin dan Jenuh Air*. Retrieved from <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/1039.html>.
- Prinasti, N. K. D., Dharma, I. G. B. S. & Suteja, Y. (2020). Struktur Komunitas Vegetasi Mangrove Berdasarkan Karakteristik Substrat di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(1), 90-99.
- Setyawan, A. D., Winarno, K. & Purnama, P. C. (2003). Ekosistem Mangrove di Jawa: 1. Kondisi Terkini. *Jurnal Biodiversitas*, 4(2), 133-145.
- Sukardjo, S. (1984). Ekosistem Mangrove. *Jurnal Lembaga Oseonologi Nasional, LIPI*, IX(4), 102-115.
- Suryono, A. (2008). *Sukses Usaha Pembibitan Mangrove Sang Penyelamat Pulau*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.