

Model Arsitektur Akar Lateral dan Akar Tunjang Bakau (*Rhizophora apiculata* Blume.)

ZULKIFLI DAHLAN, SARNO, DAN AFIF BAROKAH

¹⁾Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

ABSTRACT: The research about architectural model of lateral and stilt root of Bakau (*Rhizophora apiculata* Blume.) was conducted on August 2008 at Inwrought Management Area of Mangrove Forest, Margasari, Labuhan Maringgai Sub-District, East Lampung Regency, Province of East Lampung. This research aim to analyze the model of root architecture or the *R. apiculata* at different growth phases. The approach used the survey descriptive method (qualitative and quantitative). This research is conducted directly in field to get the data of lateral root architecture (underground system) and stilt root by using method of profile root trenching. The result showed that the lateral root at 1, 2, and 4 years old measure up to the monopodial with the orientation of axes is orthotropic and plagiotropic (syllepsis), while the stilt root at 12 years old measure up to the monopodial pattern with the orientation of axes is orthotropic branch complex (non-terminalia branching). Characteristic of *R. apiculata* root growth is continuous. It was concluded that the architectural model of *R. apiculata* root is combination between Troll's and Champagnat's model.

KEYWORDS: Architectural model, Bakau (*Rhizophora Apiculata* Blume.), Root

E-MAIL: sarno_klaten65@yahoo.co.id

Januari 2009

1 PENDAHULUAN

Arsitektur tanaman adalah khas bagi setiap spesies, yang menunjukkan dikontrol oleh genetik. Meskipun demikian juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti cahaya, temperatur, kelembaban, dan ketersediaan nutrisi^[1]. Kajian model arsitektur penting bagi tanaman sebab selain untuk identifikasi juga berperan dalam fungsi lingkungan, misalnya sebagai tanaman pelindung, dipilih tanaman yang memiliki akar yang kuat, tajuk yang lebar dan mempunyai kerimbunan tajuk sehingga perlu dilakukan penanaman anakan dengan jarak tertentu^[2].

Soemodihardjo (1994) dalam [3] menyatakan bahwa *Rhizophora* merupakan salah satu genus yang dapat digunakan untuk tujuan restorasi ekologi di Indonesia, selain *Avicennia* dan *Sonneratia*. Jenis-jenis ini dipilih karena kemampuannya yang sangat baik untuk stabilisasi sedimen lumpur melalui sistem perakaran yang ekstensif.

R. apiculata memiliki struktur akar tunjang (*stilt roots*) yang mampu menangkap sedimen dan kokoh sehingga banyak ditanam dalam kegiatan restorasi hutan mangrove sebagai pelindung garis pantai dari gelombang air laut. Mengingat pentingnya peran *R. apiculata* tersebut, maka perlu ditelaah bagaimana arsitektur akar dari fase anakan sampai dewasa sehingga mencapai model arsitektur yang mantap. Penelitian

ini bertujuan untuk menganalisa model arsitektur akar lateral dan akar tunjang pada bakau (*R. apiculata*) melalui rekonstruksi dari fase anakan sampai dewasa. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai arsitektur akar *R. apiculata* sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan pada kegiatan restorasi hutan mangrove.

2 METODOLOGI

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Agustus 2008, di Lokasi Pengelolaan Terpadu Hutan Mangrove, Blok 65-80, Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur, Propinsi Lampung. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah; alat tulis, busur, cangkul, kamera *landscape*, kuas, meteran, parang, penggaris, pH meter, *refraktometer*, dan *soiltester*. Objek yang diteliti adalah bakau (*R. apiculata* Blume). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei deskriptif (kualitatif dan kuantitatif). Pengamatan pertumbuhan dan perkembangan di lapangan untuk mendapatkan data mengenai arsitektur akar lateral (*underground system*) dan akar tunjang pada umur yang berbeda dengan menggunakan cara penggalian tanah (*profile root trenching*)^[4,5].

Sampel akar yang diamati dikelompokkan menjadi

3 bagian yaitu kelompok dari fase *seedling* berupa propagul dari pohon induk dan pada bibit dengan kisaran umur 1 - 4 bulan; kelompok fase juvenil dengan kisaran umur 1 - 4 tahun; dan untuk fase dewasa diambil sampel dari tegakan yang berusia 12 tahun.

Sampel fase *seedling* adalah bibit yang tumbuh dari batang induk yang merupakan buah (propagul) semenjak awal tahun 2008, sedangkan sampel fase juvenil diambil dari semaian tahun 2004 dan 2006, dan sampel fase dewasa adalah tegakan berumur 12 tahun, yang ditanam pada lahan bekas tambak dengan jarak tanam 2×2 m. Sampel yang diamati sebanyak 2 - 3 bibit/pohon untuk masing-masing umur tanaman.

Untuk melihat sistem perakaran di bawah tanah (*underground system*), tanah disekitar bibit/pohon digali dengan hati-hati sampai akar-akar utama dan percabangan pertamanya nampak dengan jelas lalu diamati akar lateralnya. Parameter yang diamati sebagai data primernya adalah: (1) Morfologi akar (warna, keadaan permukaan, panjang dan diameter akar rata-rata); dan (2) Analisa arsitektur akar (sifat pertumbuhan, pola pertumbuhan, pola percabangan aksis, dan orientasi aksis).

Untuk tegakan yang sudah memiliki akar tunjang, selain diamati aspek morfologi dan arsitekturnya, diamati juga pola reiterasi dan metamorfosis pada akar, lingkaran pohon, tinggi akar (dari permukaan tanah ke pangkal cabang akar tunjang teratas) serta luas tutupan akar tunjangnya (diukur secara diagonal pada permukaan tanah). Sedangkan untuk data pendukungnya meliputi parameter kondisi lingkungan (suhu, salinitas, dan pH tanah) serta informasi lainnya yang didapat dari pihak pengelola.

Data hasil pengamatan disajikan dalam bentuk tabel analisa arsitektur, selanjutnya dari data tersebut dilakukan rekonstruksi akar berdasarkan parameter yang telah diamati sehingga didapatkan model arsitektur akar *R. apiculata* yang sesuai atau mendekati dari model arsitektur Hall & Oldeman (*HO models*) berdasarkan *Tropical Trees and Forest, an Architectural Analysis*^[6].

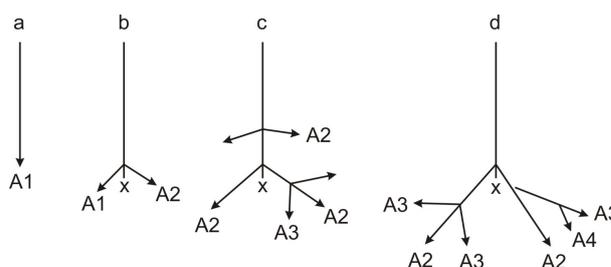
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kondisi lokasi selama pengamatan yaitu pada Blok 65-80, Hutan Mangrove UNILA (Universitas Lampung), di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur, diketahui bahwa lokasi pengamatan berada pada ketinggian 1 - 1,5 mdpl dengan kisaran suhu antara 28 - 32 °C (pada siang hari), salinitas antara 15 - 25 ppt dan pH tanah antara 4,5 - 6,6.

3.1 Pola Arsitektur Akar Lateral

Akar lateral yang diamati adalah propagul umur 3 bulan pada pohon induk, 1 - 4 bulan pada semaian, serta umur 1, 2, dan 4 tahun. Berdasarkan hasil pengamatan, didapatkan data morfologi serta arsitektur akar lateral *R. apiculata* pada umur berbeda (Tabel 1 dan Tabel 2).

Akar primer tumbuh secara monopodial pada fase *seedling* dan aktifitas apikalnya terhenti pada fase juvenil dan dewasa. Akar primer (A1) akan menghasilkan cabang (A2) yang tumbuh secara ortotrof pada fase anakan dan terus tumbuh ke dalam tanah pada fase juvenil dan dewasa. Berhentinya aktivitas meristem apeks A1 dilanjutkan dengan munculnya akar lateral (A2) tumbuh monopodial. Selanjutnya berkembang aksis A3 yang tumbuh ortotrof. Setelah aksis A2 dan aksis A3 terbentuk, pada aksis utama akan muncul cabang-cabang baru yang tumbuh monoaksial, plagiotrop. Kemudian aksis monoaksial ini mati sedangkan cabang lateral aktif pertumbuhannya (Gambar 1).



GAMBAR 1: Pola pembentukan arsitektur akar lateral *R. apiculata*

3.2 Pola Arsitektur Akar Tunjang

Kondisi lingkungan yang ekstrim menyebabkan akar *R. apiculata* di dalam tanah rentan mengalami gangguan, sehingga keberadaan akar tunjang amat penting untuk kelangsungan hidupnya. Menurut Hidayat^[7], akar tunjang pada batang dibentuk dalam parenkim interfaskuler, dan pada batang yang tua dapat dibentuk pada jari-jari empulur dekat kambium.

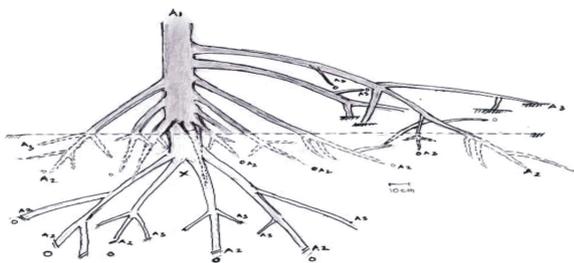
Akar tunjang *R. apiculata* yang berhasil diamati adalah yang berusia 1 - 2 tahun, 4 tahun, dan 12 tahun. Akar tunjang yang terbentuk secara umum memiliki pola pertumbuhan yang kontinyu dan tidak terjadi fase istirahat dalam pertumbuhannya. Sifat pertumbuhan dari akar tunjang ini umumnya monopodial, namun pada fase dewasa yang mengalami reiterasi atau metamorfosis menunjukkan pertumbuhan yang dikotom ataupun simpodial. Pola percabangan umumnya pada bagian lateral dan pola terminal dijumpai pada akar yang mengalami reiterasi atau metamorfosis. Morfologi serta potensi sifat pertumbuhan,

TABEL 1: Morfologi akar lateral *R. apiculata* pada umur yang berbeda

| Umur | Warna | Keadaan permukaan | Panjang | diameter |
|-----------|------------------|---|-------------|-------------|
| | | | rerata (cm) | rerata (cm) |
| 1-4 bulan | Putih | Keras, licin, tidak mudah patah, terdapat rambut akar | 10 - 15 | 0,3 - 0,4 |
| 1-2 tahun | Putih kecoklatan | Relatif keras, licin, tidak mudah patah, terdapat rambut akar | 25 - 30 | 3 - 4 |
| 4 tahun | Merah kecoklatan | Relatif keras, kasar, percabangan terlihat jelas | 70 - 80 | 4 - 5 |

pola percabangan dan orientasi aksis dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tegakan *R. apiculata* yang berumur 12 tahun sudah menunjukkan pola arsitektur akar tunjang yang mantap. Hasil pengukuran menunjukkan tinggi pohon rata-rata mencapai 9 - 10 meter dengan diameter 10 - 12 cm. Akar tunjang pada usia 12 tahun ini warnanya abu-abu gelap dengan corak mozaik dan terlihat jelas tonjolan lentisel yang menutupi permukaan akar. Jumlah akar tunjang sudah mencapai 25 - 30 buah dengan tinggi akar mencapai satu meter, diameter akar rata-rata 5 - 7 cm dengan luas tutupan akar tunjang mencapai 3 x 3,4 m. Sistem akar lateral dan akar tunjang pada *R. apiculata* dapat dilihat pada Gambar 2.



GAMBAR 2: Arsitektur akar *R. apiculata* pada fase dewasa

Pembentukan akar tunjang (aksis A2) *R. apiculata* akan dimulai pada fase juvenil dengan respon geotropik positif. Pada fase dewasa, diawali pertumbuhan aksis A2 yang menghasilkan aksis A3 pada bagian distal yang tumbuh monopodial, ortotrof ke dalam tanah. Aksis A3 ini berperan sebagai akar absorpsi dan penjangkaran. Sub-sistem pada akar tunjang baik pada aksis A2 maupun A3 berperan dalam proses absorpsi air dan zat hara. Bagian proksimal aksis A2 yang berada di atas tanah, pertumbuhan aksis A3 monopodial, ortotrof dan membentuk sub-sistem yang baru.

Pola kedua membentuk suatu modul dengan unit cabang simpodial. Setiap unit cabang simpodial tumbuh dari bagian distal secara silepsis. Aksis

baru muncul dari masing-masing unit cabang yang berperan sebagai akar absorpsi dan penjangkaran. Secara morfologi, akar tunjang memiliki akar-akar absorpsi yang banyak dan bercabang untuk penyerapan makanan. Jumlah akar tunjang ini akan terus bertambah selama pertumbuhan dan perkembangan berlangsung karena pada fase dewasa peranan akar tunjang lebih dominan. Menurut Dawes (1981) dalam [8], baik akar yang berbentuk tunjang maupun akar berbentuk horizontal (akar lutut, pasak atau nafas) semuanya menghasilkan akar jangkar dan akar penghisap yang baik. Akar jangkar berfungsi untuk menyalurkan udara yang masuk melalui lentisel untuk pernapasan tanaman. Jika seluruh lentisel pada akar ini tertutupi oleh lumpur atau air pasang, maka O_2 dalam substrat akan menurun dan CO_2 akan meningkat.

3.3 Pola Reiterasi dan Metamorfosis Akar Tunjang

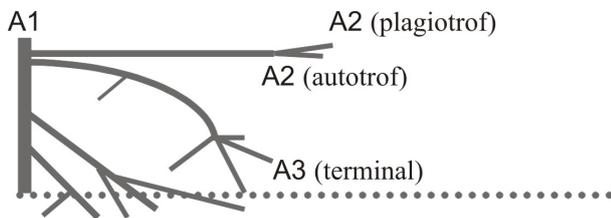
Akar *R. apiculata* rentan mengalami kerusakan selama proses pertumbuhannya karena faktor lingkungan yang ekstrim seperti gelombang air laut, angin kencang, serangan hama atau penebangan oleh manusia. Hal ini menyebabkan pola pertumbuhan yang bervariasi dari masing-masing individu tergantung derajat gangguan. Pola reiterasi dan metamorfosis pada akar tunjang dapat dilihat pada Tabel 5.

Kondisi habitat dari akar tunjang spesies ini menghasilkan reiterasi traumatik yang disebabkan oleh gangguan dari eksternal. Perubahan sifat pertumbuhan yang awalnya adalah monopodial berubah menjadi dikotom dengan munculnya percabangan pada daerah apikal akar. Jumlah cabang antara 2-4 namun paling sering 2 cabang.

Cabang-cabang ini tumbuh ortotrof atau plagiotrop. Orientasi plagiotrop terjadi pada tegakan *R. apiculata* yang akar tunjangnya rapat. Cabang (aksis 3) yang muncul dari aksis 2 pertumbuhannya monopodial dengan percabangan pada daerah lateral dengan orientasi ortotrof ke dalam tanah. Pola reiterasi dan metamorfosis akar tunjang dapat dilihat pada Gambar 3.

TABEL 2: Arsitektur akar lateral *R. apiculata* pada umur yang berbeda

| Umur | Nomor aksis | Karakteristik | | | |
|-----------------------|-------------|-------------------|------------------|------------------------|-----------------|
| | | Sifat pertumbuhan | Pola pertumbuhan | Pola percabangan aksis | Orientasi aksis |
| 3 bulan masa vivivar | 1 | Monopodial | Kontinyu | - (monoaksial) | Ortotrof |
| 1 bulan masa tumbuh | 1 | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| | 2a | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| 2-3 bulan masa tumbuh | 2b | Monopodial | Kontinyu | monoaksial | Pagiotrof |
| | 2a | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| | 3a | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| 4 bulan masa tumbuh | 2b | Monopodial | Kontinyu | monoaksial | Plagiotrof |
| | 2a | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| | 3a | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| | 1-2 tahun | 2a | Monopodial | Kontinyu | Lateral |
| 4 tahun | 3a | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| | 2a | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| | 3a | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| | 4a | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |



GAMBAR 3: Pola reiterasi dan metamorfosis pada akar tunjang *R. Apiculata*

3.4 Rekonstruksi Akar dan Analisis Model Arsitektur

Kriteria model sistem akar lateral dan akar tunjang pada *R. apiculata* merupakan model yang memiliki orientasi aksis kombinasi antara model aksis ortotrof dan plagiotrof dan seluruh percabangannya tidak simetris. Model arsitektur yang termasuk ke dalam kelompok orientasi aksis campuran ini adalah model Mangenot, model Champagnat, dan model Troll. Kriteria selanjutnya jika dilihat dari orientasi aksis yang ortotrof dan plagiotrof pada fase *seedling* dan juvenil, maka dari tiga model tersebut di atas, hanya model Champagnat dan Troll yang memenuhi kriteria. Dengan tipe pertumbuhan yang vivivar, maka *R. apiculata* pada fase *seedling* termasuk ke dalam tipe epigeal karena kotiledon berada di atas permukaan

tanah dan fase juvenilnya menunjukkan aksis utama tumbuh dari bagian kotiledon pada propagul. Adanya bekas kotiledon pada fase juvenil menunjukkan *R. apiculata* masuk ke dalam model Troll karena menurut Hallé^[6], kriteria fase juvenil pada model Troll ini adalah bekas kotiledon nampak pada aksis utamanya.

Fase dewasa pada akar *R. apiculata* sudah memiliki arsitektur yang mantap dengan pola pertumbuhan yang membentuk suatu modul berupa unit cabang simpodial dan orientasi aksisnya ortotrof. Pembentukan cabang baru pada akar tunjang (A2) terjadi pada bagian distal dan tumbuh secara silepsis. Model arsitektur yang memiliki ciri diatas adalah model arsitektur Troll dan Champagnat. Namun jika melihat pola percabangan baru yang terbentuk, model Troll secara keseluruhan orientasinya adalah ortotrof. Dengan demikian, model arsitektur yang sesuai atau mendekati pola pertumbuhan dan perkembangan akar tunjang pada *R. apiculata* adalah model Champagnat.

Menurut Hall *et al.*, (1978), model Champagnat merupakan tipe arsitektur yang disusun oleh campuran aksis yang orientasinya ortotrof. Setiap aksis baru yang dibentuk pada bagian distal kedudukannya sebagai cabang. Aksis yang dibentuk tidak simetris dan beberapa aksis baru tumbuh secara plagiotrof .

TABEL 3: Morfologi akar tunjang *R. apiculata* pada umur yang berbeda

| Parameter | Umur | | |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|
| | 1-2 tahun | 4 tahun | 12 tahun |
| Warna | Coklat muda, dengan apikal hijau muda | Coklat tua, dengan corak abu-abu | Abu-abu gelap |
| Keadaan permukaan | Lembut, halus, mudah patah | Relatif keras, kasar, lentisel halus | Keras, kasar, corak mozaik, lentisel terlihat jelas |
| panjang (cm) | 10 - 14 | 70 - 80 | 100 - 150 |
| diameter akar (cm) | 1 - 2 | 3 - 4 | 5 - 7 |
| diameter pohon (cm) | 3 - 4 | 5 - 6 | 10 - 12 |
| tinggi akar (cm) | 10 - 30 | 60 - 80 | 100 - 150 |
| DBA akar (m) | - | 1 × 1,5 | 3 × 3,4 |
| Jumlah akar (pcs) | 2 - 3 | 10 - 15 | 25 - 30 |

TABEL 4: Analisa arsitektur akar tunjang *R. apiculata* pada umur yang berbeda

| Umur | Nomor aksis | Karakteristik | | | |
|-----------|-------------|-------------------|------------------|------------------------|--------------------------|
| | | Sifat pertumbuhan | Pola pertumbuhan | Pola percabangan aksis | Orientasi aksis |
| 1-2 tahun | 2 | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| 4 tahun | 2 | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| | 3 | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |
| 12 tahun | 2 | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof Non- terminalia |
| | 3 | Monopodial | Kontinyu | Lateral | |
| | 4 | Monopodial | Kontinyu | Lateral | |
| | i | Monopodial | Kontinyu | Lateral | |

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu: *R. apiculata* fase *seedling* diawali dengan terbentuknya radikula secara vivivar, monoaksial, dengan respon geotropik positif kemudian meristem apek terhenti, kemudian meristem lateral berkembang membentuk akar lateral (aksis 2) yang monopodial dengan tipe percabangan lateral (orientasi ortotrof) dan monoaksial (orientasi plagiotrof). Akar lateral *R. apiculata* fase juvenil tumbuh secara kontinyu, melakukan percabangan lateral (silepsis), dengan respon geotropik positif (ortotrof) hingga fase dewasa. Akar tunjang *R. apiculata* terbentuk melalui 2 pola yaitu pola awal dengan aksis 2 yang tumbuh monopodial, ortotrof (silepsis) dan percabangan pada bagian distal lalu proksimal, selanjutnya pola kedua dengan aksis 2 yang menghasilkan modul berupa unit cabang simpodial (plagiotrof) dan aksis baru tumbuh pada bagian distal setiap unit. Model arsitektur akar *R. apiculata* merupakan kombinasi antara model Troll dan model Cham-pagnat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Reinhardt, D. dan C. Kuhlemeie, 2002, Plant Architecture, *EMBO Report* 3, 9, 846-851, www.embo.org (28 Agustus 2009)
- [2] Hutagalung, M.U.B., 1998, *Pertumbuhan dan Perkembangan Akasia (Acacia mangium Willd) dengan Pendekatan Arsitektur Tanaman*, Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya, Inderalaya: v + 49 hlm.
- [3] Basyuni, M., 2002, *Panduan Restorasi Hutan Mangrove yang Rusak (Degraded)*, Fakultas Pertanian, Program Ilmu Kehutanan, Universitas Sumatera Utara, <http://library.usu.ac.id>. (15 Februari 2008)
- [4] Van Noorwidjk, M., R. Mulia, dan K. Hairiah, 2002, Estimasi Biomasa Tajuk dan Akar Pohon dalam Sistem Agroforestri: Analisis Cabang Fungsional (Functional Branch Analysis, FBA) untuk Membuat Persamaan Alometrik Pohon, *International Centre for Research in Agroforestry. Southeast Asian Regional Research Programme*, <http://www.icraf.cgiar.org/sea>, (24 April 2008)
- [5] Smit, A.L., A.G Bengough, C. Engels, M. Van Noordwijk, S. Pellerin, dan S.C. Van de Geijn, 2000, *Root Methods, A Handbook*, CAB International, Wellingford, UK, xii + 343 hlm.
- [6] Hallé, F., R.A.A. Oldeman, dan P.B. Tomlinson, 1978, *Tropical Trees and Forest, An Architectural Analysis*, SpringerVerlag Berlin Heidelberg, New York, v + 441 hlm.
- [7] Hidayat, E.B., 1999, *Anatomi Tumbuhan Berbiji*, Penerbit ITB, Bandung, xxiii + 275 hlm.

TABEL 5: Reiterasi dan metamorfosis pada akar tunjang *R. apiculata*.

| Nomor | Karakteristik | | | |
|-------|-------------------|------------------|------------------|----------------------|
| | Sifat pertumbuhan | Pola pertumbuhan | Pola percabangan | Orientasi aksis |
| 2 | Dikotom | Kontinyu | Terminal | Ortotrof/ plagiotrof |
| 3 | Monopodial | Kontinyu | Lateral | Ortotrof |

[8] Rhomianti, 1998, *Pertumbuhan dan Perkembangan Sistem Perakaran Sonneratia caseolaris (L.) ditinjau dari Aspek Morfologis*, Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, v + 48 hlm.