

## Hubungan Antara Tinggi Tegakan, Biomasa Akar dan Jumlah Daun Semai Mangrove *Avicennia marina*

### Relation of Stand Height, Root Biomass and Number of Leaves of Mangrove Seedling of *Avicennia marina*

**Rini Budihastuti**

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang

Email: rini\_puryono@yahoo.com

Diterima 3 November 2016/Disetujui 29 Januari 2017

#### ABSTRAK

Hubungan antar bagian tanaman pada tegakan semai mangrove dapat dimanfaatkan dalam upaya pendugaan pola pertumbuhan dan perubahan produktivitas tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan bibit *Avicennia marina* yang disemaikan di wilayah pesisir Semarang dan menganalisis hubungan antara tinggi tegakan, biomassa akar dan jumlah daun pada tegakan semai *A. marina*. Persemaian dilaksanakan selama 6 bulan terhadap bibit *A. marina* dengan polybag sebanyak 80 ulangan, sedangkan analisis data dilakukan dengan regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan semai *A. marina* sangat beragam dengan tinggi berkisar antara 17 – 68 cm, jumlah daun 1 – 32 helai dan biomasa akar 2,1 – 26,2 gr. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan namun dengan koefisien determinasi yang rendah dari tinggi tegakan terhadap biomasa akar ( $R^2 = 0,615$ ), biomasa akar terhadap jumlah daun ( $R^2 = 0,330$ ) dan tinggi tegakan terhadap jumlah daun ( $R^2 = 0,305$ ). Hal ini dapat disimpulkan bahwa hubungan antar bagian semai mangrove *A. marina* pada usia 6 bulan masih relatif lemah.

**Kata kunci:** *Avicennia marina*, pertumbuhan, semai, hubungan antar bagian

#### ABSTRACT

The relationship among plant partition on the stand of mangrove seedling can be utilized in the effort on the estimation of growth pattern and changes of plant productivity. This research aimed to know the growth of *Avicennia marina* seeded in the in the coastal area of Semarang city and to analyze the relation of stand height, root biomass and leaf abundance of *A. marina* seedling. Seeding was conducted for 6 months to *A. marina* seed in the polybags including 80 replication, while data analysis was conducted with regression. The result showed that the growth of *A. marina* seedling were varied including height range of 17 – 68 cm, leaf abundance of 1 – 32 sheets and root biomass of 2.1 – 26.2 gr. Regression analysis showed there were significant relations among seedling partitions eventhough the determination coefficients were low, including the influence of stand height on the root biomass ( $R^2 = 0.615$ ), root biomass on leaf abundance ( $R^2 = 0.330$ ) and stand height on the leaf abundance ( $R^2 = 0.305$ ). It is concluded that the relations among seedling partition of mangrove *A. marina* at the age of 6 months were relatively low.

**Keywords:** *Avicennia marina*, growth, seedling, among partitions relationship

#### PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan penyedia jasa-jasa lingkungan dominan bagi wilayah pesisir dan juga pendukung perekonomian dan pangan bagi masyarakat pesisir (Friess, 2016). Mangrove memiliki struktur fisiologis yang unik sebagai

bentuk adaptasi terhadap lingkungan pasang surut di wilayah pesisir. Habitat tumbuh mangrove yang berada di wilayah pesisir menyebabkan vegetasi tersebut rentan terhadap gangguan lingkungan. Kondisi lingkungan yang secara aktif berubah merupakan salah satu tekanan lingkungan yang

dialami oleh tegakan mangrove. Jayatissa *et al.* (2008) menyatakan bahwa mangrove dapat mengalami perbedaan laju tumbuh akibat adanya tekanan lingkungan.

*Avicennia marina* merupakan jenis mangrove yang memiliki distribusi yang luas karena kemampuan adaptasinya yang baik (Wang'ondu *et al.*, 2010). *Avicennia marina* merupakan jenis mangrove yang relatif rentan terhadap variasi kondisi lingkungan di wilayah pesisir. Penelitian Rasheed *et al.* (2013) dan Nguyen *et al.* (2015) menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan *A. marina* bervariasi terhadap kondisi lingkungan tumbuhnya.

Organ-organ pada tegakan tanaman pada umumnya memiliki fungsinya masing-masing yang berperan dalam pertumbuhan tanaman. Distribusi berbagai unsur-nutrien antara akar dan daun tentunya melalui organ-organ lain seperti batang dan cabang sehingga tentunya tegakan tanaman mengalami adaptasi untuk memenuhi kapasitas tukar yang dibutuhkan (Delagrang *et al.*, 2008). Keselarasan fungsi dari masing-masing organ tersebut secara tidak langsung berakibat pada keselarasan pola tumbuh antar organ tanaman (Bastien-Henri *et al.*, 2010).

Adanya pertumbuhan tegakan tanaman berakibat pada perubahan organ-organ tanaman baik terhadap ukuran maupun biomasanya (Saint-Andre *et al.*, 2005). Hal ini berdampak pada perubahan produktivitas tanaman. Menurut Solari dan DeJong (2006), tekanan pada akar berpengaruh terhadap kandungan air daun dan laju transpirasi pohon, sehingga mempengaruhi tingkat pertumbuhan tegakan tanaman. Komiyama *et al.* (2008) menyatakan bahwa tingkat pertumbuhan tegakan mangrove merupakan salah satu faktor yang menentukan tingkat produktivitas mangrove dan fungsinya bagi lingkungan.

Domec *et al.* (2009) menunjukkan bahwa organ-organ tanaman saling berkaitan satu dengan yang lain. Ketika salah satu bagian tanaman mengalami gangguan, maka seluruh fungsi tanaman juga akan terganggu. Borkar *et al.* (2011) menunjukkan bahwa perbedaan salinitas mempengaruhi tinggi tegakan semai mangrove. Menurut Tausch (2009), kondisi suatu bagian tegakan tanaman dapat digunakan untuk

memperkirakan kondisi bagian yang lain. Hal tersebut umumnya dimanfaatkan untuk mengetahui kualitas tegakan tanaman khususnya pada tanaman-tanaman produksi. Lebih lanjut Chiraz (2013) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara tinggi tegakan, diameter batang, cakupan akar dan diameter kanopi. Ukuran tegakan juga menentukan biomassa tanaman baik yang berada di atas permukaan tanah (batang, daun) maupun yang berada di bawah permukaan tanah (akar) (Komiyama *et al.* 2008). Dengan demikian, perkiraan terhadap biomassa mangrove dapat dilakukan berdasarkan pengukuran fisiknya semisal diameter tegakan.

Kondisi tanaman pada umumnya bervariasi berdasarkan kondisi lingkungannya (Schafer dan Mack, 2014). Berbagai informasi mengenai karakteristik tanaman baik berupa tinggi tegakan, biomassa hingga produktivitasnya penting untuk diketahui khususnya terhadap tanaman-tanaman produksi.

Namun, untuk mengetahui kualitas tanaman yang dihasilkan tidak mungkin dilakukan pengambilan sampel terhadap tanaman, sehingga diperlukan metode pendugaan mengenai kondisi tanaman yang bersangkutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kondisi tegakan semai *A. marina* yang dibibitkan di wilayah pesisir Semarang dan menganalisis hubungan antara tinggi tegakan, biomassa akar dan jumlah daun pada semai mangrove *A. marina*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di wilayah pesisir Kecamatan Tugu, Kota Semarang selama 6 bulan dari Mei – Oktober 2012. Obyek penelitian berupa semai *Avicennia marina* yang diperoleh dari kawasan mangrove di Kecamatan Tugu. Uji coba dilakukan dengan penanaman bibit *A. marina* dari biji/buah pada polibag yang telah diisi substrat. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 80 tegakan.

Pengamatan dilakukan terhadap beberapa parameter tegakan yang meliputi jumlah daun, tinggi tegakan dan biomassa akar. Analisis data dilakukan dengan regresi antar parameter dengan taraf kepercayaan 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesuburan tegakan semai *A. marina* sangat beragam. Terdapat rentang yang signifikan dari jumlah daun, tinggi tegakan dan biomasa akar yang teramati. Tabel 1 menunjukkan kondisi tegakan semai *A. marina* yang disemaikan selama penelitian. Tabel 1 menunjukkan bahwa kondisi tegakan semai *A. marina* yang disemaikan sangat beragam. Berdasarkan kisaran dan rata-rata dari setiap variabel yang diamati, nampak bahwa distribusi data cenderung didominasi oleh nilai-nilai yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan mangrove *A. marina* yang disemaikan relatif rendah.

Silambarasan dan Natarajan (2014) menyatakan bahwa variasi kandungan garam mempengaruhi pertumbuhan tajuk dan akar

tanaman. Respons fisiologis mangrove juga ditunjukkan dengan adanya perbedaan jumlah daun dan luas daun. Bahkan, pengayaan nutrisi secara berlebihan juga berdampak pada peningkatan mortalitas tanaman (Lovelock *et al.*, 2009; Mangora, 2016). Noor *et al.* (2015) menjelaskan bahwa perbedaan kondisi fisiologis vegetasi mangrove berhubungan erat dengan kondisi lingkungan tumbuhnya. Vegetasi yang mengalami tekanan secara otomatis menyesuaikan proses-proses organik tegakan mangrove, sehingga pertumbuhan menjadi terhambat.

Analisis terhadap hubungan antar bagian tanaman menunjukkan adanya interaksi yang signifikan. Berdasarkan hasil uji regresi, nampak bahwa terdapat hubungan matematis antara jumlah daun, tinggi tegakan dan biomasa akar. Hubungan antar variabel pengamatan tersebut secara rinci disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Kondisi tegakan semai mangrove *A. marina*

Parameter	Min – Maks	Rerata ± StDev
Jumlah Daun (helai)	1 – 32	10 ± 6
Tinggi Tegakan (cm)	17 – 68	37 ± 11
Biomassa Akar (gr)	2,1 – 26,2	10,7 ± 5,6

Tabel 2. Hubungan antar bagian tegakan semai *A. Marina*

Parameter	Persamaan	R <sup>2</sup> (Sig.)
Tinggi Tegakan → Biomassa Akar	$E^{-1,248 + 1,435 \cdot \log(X)}$	0,615 {0,000}
Biomassa Akar → Jumlah Daun	$[1,046 + 2,112 \cdot \log(X)]^2$	0,330 (0,000)
Tinggi Tegakan → Jumlah Daun	$[-2,664 + 3,714 \cdot \log(X)]^2$	0,305 (0,000)

Tabel 2 menunjukkan bahwa determinasi dari variabel-variabel bebas yang diamati relatif rendah meskipun pengaruh yang dihasilkan bersifat signifikan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan masing-masing organ tegakan semai selain dipengaruhi oleh variabel yang diamati juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain. Hasil analisis tersebut membuktikan bahwa kondisi suatu tegakan mangrove dapat diperkirakan berdasarkan kondisi organ yang nampak.

Adanya hubungan antar organ tanaman telah banyak diteliti berdasarkan berbagai aspek pengamatan antara lain oleh Tausch (2009) yang untuk menduga kondisi biomassa batang dan

Chiraz (2013) yang menghubungkan luas kanopi dengan cakupan akar. Informasi mengenai kondisi tegakan mangrove penting untuk diketahui dalam upaya pemantauan status ekosistem, namun hal tersebut tidak dapat dilakukan secara langsung karena dapat merusak tegakan tanaman (Ghasemi *et al.*, 2016).

Biomasa akar merupakan salah satu komponen penting yang mempengaruhi performa pertumbuhan semai mangrove. Eshel dan Grunzweig (2012) menyatakan bahwa akar merupakan komponen penting dalam siklus karbon dalam ekosistem mangrove. Berbagai komponen tajuk mangrove berkaitan erat dengan biomasa akar. Penelitian yang dilakukan Fortier *et al.*

(2015) menunjukkan bahwa diameter tegakan secara signifikan berhubungan dengan biomasa akar dengan determinasi berkisar antara 0,78 – 0,90. Marziliano *et al.* (2015) menguji model pendugaan biomasa akar berdasarkan berbagai parameter tegakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pendugaan biomasa akar dengan parameter tinggi tegakan, lingar pangkal akar dan diameter tajuk secara simultan menghasilkan determinasi sebesar 0,73. Sementara hasil penelitian ini hanya menunjukkan tingkat determinasi sebesar 0,615. Hal ini menunjukkan bahwa pendugaan biomasa akar mangrove lebih baik dilakukan dengan diameter tegakan dibandingkan dengan tinggi tegakan.

Daun dalam tegakan tanaman memiliki peranan penting dalam produktivitas primer tanaman (Kairo *et al.*, 2008). Pendugaan terhadap kondisi daun tanaman pada umumnya didasarkan pada biomasanya. Hal ini merupakan indikator bagi produktivitas tanaman terhadap serasah yang dihasilkan. Determinasi biomasa daun terhadap akar pada kelompok pohon angiospermae mencapai 97% (Poorter *et al.*, 2011). Biomasa daun sendiri dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain oleh kandungan nutrisi, kandungan air, suhu dan salinitas.

Menurut Defrenet *et al.* (2016), pada tanaman terdapat sinkronisasi antara daun dan akar. Daun mengalami penyusutan permukaan pada saat musim kemarau seiring dengan penurunan biomasa serabut akar. Menurut Alongi (2008), perbandingan biomasa kering akar dan daun berdasarkan diameter batang bertolak belakang pada beberapa jenis mangrove. Prosentase biomasa daun cenderung menurun seiring bertambahnya diameter mangrove, sedangkan prosentase biomasa akar justru meningkat.

Penelitian Ghasemi *et al.* (2016) telah menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara tinggi tegakan dengan berat kering daun yang dihasilkan. Pendugaan terhadap biomasa daun dapat dilakukan melalui pengukuran tinggi dan diameter tegakan mangrove (Medeiros dan Sampaio, 2008).

Meskipun hubungan antar organ tanaman dapat dianalisis, namun masih diperlukan

penelitian lebih jauh mengenai hubungan tersebut. Hal ini dikarenakan perbandingan biomasa tanaman cenderung mengalami perubahan seiring dengan bertambahnya umur tegakan tanaman (Saint-Andre *et al.*, 2005). Perubahan pola hubungan alometri tanaman mangrove juga berkaitan erat dengan kondisi lingkungan (Peters *et al.*, 2014).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik jumlah daun, tinggi tegakan maupun biomasa akar saling terkait satu dengan yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mengetahui kondisi salah satu bagian tanaman dapat dilakukan melalui pendugaan berdasarkan bagian tanaman yang dapat diukur. Namun, pendugaan pada tegakan semai dengan usia 6 bulan belum relevan karena tingkat keeratan hubungannya masih rendah. Komiyama *et al.* (2008) menyatakan bahwa hubungan alometri tanaman umumnya digunakan dalam pendugaan produktivitas primer ekosistem.

Hubungan alometrik tanaman bervariasi berdasarkan jenis dan usia (ukuran) tanaman. Dengan demikian, pemanfaatan data-data alometrik tanaman untuk pendugaan produktivitas suatu ekosistem perlu didasarkan pada jenis tegakan yang ada. Dengan diketahuinya tingkat produktivitas primer ekosistem memungkinkan upaya pengelolaan suatu ekosistem berjalan dengan lebih baik, terutama dalam upaya pemanfaatan daya dukungnya untuk berbagai kegiatan lain.

## KESIMPULAN

Tinggi tegakan, biomasa akar dan jumlah daun pada semai mangrove *A. marina* pada usia 6 bulan memiliki kondisi yang beragam dan didominasi oleh tingkat pertumbuhan yang rendah. Terdapat hubungan yang signifikan antara tinggi tegakan, biomassa akar dan jumlah daun yang menunjukkan bahwa pertumbuhan antar bagian tegakan mangrove saling berkaitan, meskipun koefisien determinasinya relatif rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

Alongi, D.M. 2008. The Energetics of Mangrove Forests. Springer Science + Business Media B.V. Netherlands.

- Bastien-Henri, S., Park A., Ashton M. dan Messier C. 2010. Biomass Distribution Among Tropical Tree Species Grown Under Regional Climates. *Forest Ecology and Management* 260: 403 – 410.
- Borkar, M.U., Athalye R.P. dan Goldin Q. 2011. Salinity Induced Changes in the Leaf Anatomy of the Mangrove *Avicennia marina* Along the Anthropogenically Stressed Tropical Creek. *Journal of Coastal Development* 14(3): 191 – 201.
- Chiraz, M.-C. 2013. Growth of Young Olive Trees: Water Requirement in Relation to Canopy and Root Development. *American Journal of Plant Sciences* 4: 1316 – 1344.
- Defrener, E., Roupsard O., Meersche K.V.d., Charbonnier F., Perez-Molino J.P., Khac E., Prieto I., Stokes A., Roumet C., Rapidel B., Filho E.d.M.V., Vargas V.J., Robelo D., Barquero A. dan Jourdan C. 2016. Root Biomass, Turnover and Net Primary Productivity of A Coffee Agroforestry System in Costa Rica: Effects of Soil Depth, Shade Trees, Distance to Row and Coffee Age. *Annals of Botany*: 1 – 19.
- Delagrangé, S., Potvin C., Messier C. dan Coll L. 2008. Linking Multiple-Level Tree Traits with Biomass Accumulation in Native Tree Species Used for Reforestation in Panama. *Trees* 22: 337 – 349.
- Domec, J.-C., Noormets A., King J.S., Sun G., McNulty S.G., Gavazzi M.J., Boggs J.L. dan Treasure E.A. 2009. Decoupling the Influence of Leaf and Root Hydraulic Conductances on Stomatal Conductance and Its Sensitivity to Vapour Pressure Deficit as Soil Dries in A Drained Loblolly Pine Plantation. *Plant, Cell and Environment* 32: 980 – 981.
- Eshel, A. dan Grunzweig J.M. 2012. Root-Shoot Allometry of Tropical Forest Trees Determined in A Large-Scale Aeroponic System. *Annals of Botany* 112:291 – 296.
- Fortier, J., Truax B., Gagnon D. dan Lambert F. 2015. Plastic Allometry in Coarse Root Biomass of Mature Hybrid Poplar Plantations. *Bioenerg. Res.* 8: 1691.
- Friess, D.A. 2016. Ecosystem Services and Disservices of Mangrove Forests: Insights from Historical Colonial Observations. *Forests* 7: 183
- Ghasemi, A., Fallah A. dan Joibary S.S. 2016. Allometric Equations for Estimating Standing Biomass of *Avicennia marina* in Bushehr of Iran. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 66(2): 691 – 697.
- Jayatissa, L.P., Wickramasinghe W.A.A.D.I., Dahdouh-Guebas F. dan Huxham M. 2008. Interspecific Variations in Responses of Mangrove Seedlings to Two Contrasting Salinities. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 93(6): 700 – 710.
- Kairo, J.G., Lang'at J.K.S., Dahdouh-Guebas F., Bosire J. dan Karachi M. 2008. Structural Development and Productivity of Replanted Mangrove Plantations in Kenya. *Forest Ecology and Management* 225: 2670 – 2677.
- Komiyama, A., Ong J.E. dan Pongparn S. 2008. Allometry, Biomass, and Productivity of Mangrove Forests: A Review. *Aquatic Botany* 89: 128 – 137.
- Lovelock, C.E., Ball M.C., Martin K.C. dan Feller I.C. 2009. Nutrient Enrichment Increases Mortality of Mangroves. *PLoS ONE* 4(5): e5600
- Mangora, M.M. 2016. Nutrient Enrichment and Salinity Conditions Decreases Growth and Photosynthesis of the Mangrove *Heritiera littoralis* Dryand. *Open Journal of Marine Science* 6: 293 – 301.
- Marziliano, P.A., Laforteza R., Medicamento U., Lorusso L., Giannico V., Golangelo G. dan Sanesi G. 2015. Estimating Belowground Biomass and Root/Shoot Ratio of *Phillyrea latifolia* L. In the Mediterranean Forest Landscapes. *Annals of Forest Science* 72(5): 585 – 593.
- Medeiros, T.C.C. dan Sampaio E.V.S.B. 2008. Allometry of Aboveground Biomasses in Mangrove Species in Itamaraca,

- Pernambuco, Brazil. *Wetlands Ecol. Manage.* 16: 323 – 330.
- Nguyen, H.T., Stanton D.E., Schmitz N., Farquhar G.D. dan Ball. M.C. 2015. Growth Responses of the Mangrove *Avicennia marina* to Salinity: Development and Function of Shoot Hydraulic Systems Require Saline Conditions. *Annals of Botany: mcu257*
- Noor, T., Batool N., Mazhar R. dan Ilyas N. 2015. Effects of Siltation, Temperature and Salinity on Mangrove Plants. *European Academic Research* 2(11): 14172 – 14179.
- Peters, R., Vovides A.G., Luna S., Gruters U. dan Berger U. 2014. Changes in Allometric Relations of Mangrove Trees Due to Resources Availability – A New Mechanistic Modelling Approach. *Ecological Modelling* 283: 53 – 61.
- Poorter, H., Niklas K.J., Reich P.B., Oleksyn J., Poot P. dan Mommer L. 2011. Biomass Allocation to Leaves, Stems and Roots: Meta-Analysis of Interspecific Variation and Environmental Control. *New Phytologist* 193: 30 – 50.
- Rasheed, M.Z., Normaniza O. dan Rozainah M.Z. 2013. Physiological Responses of *Avicennia marina* var *acutissima* and *Bruguiera parviflora* Under Simulated Rise in Sea Level. *Sains Malaysiana* 42(8): 1059 – 1064.
- Saint-Andre, L., M'Bou A.T., Mabiala A., Mouvondy W., Jourdan C., Roupsard O., Deleporte P., Hamel O. dan Nouvellon Y. 2005. Age-Related Equations for Above- and Below-Ground Biomass of A Eucalyptus Hybrid in Congo. *Forest Ecology and Management* 205: 199 – 214.
- Schafer, J.L. dan Mack M.C. 2014. Growth, Biomass, and Allometry of Resprouting Shrubs After Fire in Scrubby Flatwoods. *Am. Midl. Nat.* 172: 266 – 284.
- Silambarasan, N. dan Natarajan S. 2014. Growth and Mineral Constituents' Variations in Halophytic Species Under Salinity. *International Letters of Natural Sciences* 10: 24 – 34.
- Solari, L.I., dan DeJong M. 2006. The Effect of Root Pressurization on Water Relations, Shoot Growth and Leaf Gas Exchange of Peach (*Prunus persica*) Trees on Rootstocks with Differing Growth potential and Hydraulic Conductance. *Journal of Experimental Botany* 57(9): 1981 – 1989.
- Tausch, R.J. 2009. A Structurally Based Analytic Model for Estimation of Biomass and Fuel Loads of Woodland Trees. *Natural Resource Modeling* 22(4): 463 – 488.
- Wang'ondy, V.W., Kairo J.G., Kinyamario J.I., Mwaura F.B., Bosire J.O., Dahdouh-Guebas F. dan Koedam N. 2010. Phenology of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh in A Disjunctly-Zoned Mangrove Stand in Kenya. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* 9(2): 135 – 144.