

Tingkat Herbivori Daun Mangrove *Rhizophora stylosa* dan *Avicennia marina* di Pesisir Pasar Banggi Jawa Tengah

Winda Ariesta Nur Fadilla*, Nirwani Soenardjo, Wilis Ari Setyati

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, 50275

Email: windaanf97@gmail.com

Abstrak

Hutan mangrove memiliki fungsi ekologi sebagai daerah pemijahan, asuhan dan mencari makan. Fauna yang tinggal di hutan mangrove dapat menciptakan simbiosis antara flora dan fauna mangrove, misalnya aktivitas herbivori daun. Herbivori daun mangrove dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti spesies tanaman, tinggi tanaman dan umur daun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat herbivori daun mangrove *Rhizophora stylosa* dan *Avicennia marina* berdasarkan tinggi tanaman dan umur daun pada ekosistem mangrove di Desa Pasar Banggi, Rembang, Jawa Tengah. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode pengambilan data yang digunakan adalah metode survei dan penentuan lokasi penelitian menggunakan metode *purposive*. Sampel daun diambil dari 2 spesies mangrove dominan pada ekosistem Desa Pasar Banggi yaitu *R. stylosa* dan *A. marina*. Daun diambil dari 3 kategori tinggi tanaman yaitu <1 m, 1-< 3 m dan 3–5 m, masing-masing diambil 10 pohon sebagai ulangan. Daun diambil sebanyak 10 %, dipisahkan berdasarkan umur daun (muda dan tua) dan kondisi daun (utuh dan rusak). Sampel daun diolah menggunakan *software ImageJ* dan *Measure Picture*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata tingkat herbivori tertinggi pada daun muda *R. stylosa* pada tanaman dengan tinggi 3–5 m dan tertinggi pada daun tua *R. stylosa* pada tanaman dengan tinggi 1-< 3 m, sedangkan rata-rata tingkat herbivori tertinggi pada daun muda *A. marina* pada tanaman dengan tinggi 1-< 3 m dan tertinggi pada daun tua *A. marina* pada tanaman dengan tinggi 1-< 3 m.

Kata kunci : Daun, Herbivori, Mangrove, Dominan

Abstract

*Herbivory Level of Mangrove *Rhizophora stylosa* and *Avicennia marina* Leaves in Pasar Banggi Coastal, Central Java*

Mangrove forests have ecological functions a spawning ground, nursery ground, and feeding ground. Fauna living in mangrove forests will create a symbiosis between mangrove flora and fauna, for example herbivory leaf activity. Herbivory of mangrove leaves is influenced by several factors such as plant species, plant height, and leaf age. This study aims to determine the herbivory level of mangrove *R. stylosa*, and *A. marina* leaves based on plant height and leaf age in the mangrove ecosystem in Pasar Banggi Village, Rembang, Central Java. The research method used in this study was descriptive. The data collection method used in this study is the survey method and the determination of the location of the study using a purposive method. Leaf samples were taken from 2 dominant mangrove species in the Pasar Banggi Village ecosystem, *R. stylosa*, and *A. marina*. The leaves are taken from 3 plant height categories, namely <1 m, 1-<3 m, and 3-5 m, each of which is taken as 10 replicates. The leaves are taken as much as 10%, then separated according to the age of the leaves (young or old) and the condition of the leaves (whole or damaged). Leaf samples were processed using *ImageJ* and *Measure Picture* software. The results showed the highest average herbivory level in young leaves of *R. stylosa* at plant height 3-5 m (10.11%) and highest on old leaves of *R. stylosa* at plant height 1-<3 m (10.67%), while the highest average herbivory level in *A. marina* young leaves at plant height 1-<3 m (12.54%) and the highest on the old leaves of *A. marina* at plant height 1-<3 m (11.73%).

Keywords : Leaf, Herbivory, Mangrove, Dominant

*Corresponding author

DOI:10.14710/buloma.v8i2.24965

<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma>

Diterima/Received : 15-08-2019

Disetujui/Accepted : 14-09-2019

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu bentuk ekosistem yang sebagian besar dijumpai di daerah intertidal atau daerah pasang surut. Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologi sebagai *spawning ground*, *feeding ground* dan *nursery ground* (Buwono *et al.*, 2015). Mangrove berperan dalam menyumbangkan bahan organik yang berasal dari bagian-bagian pohon, terutama bagian daun tumbuhan yang berfungsi sebagai tempat terjadinya proses fotosintesis. Serasah daun mangrove mampu menghasilkan bahan organik sebanyak 90% dari total bahan organik yang ada di dalam air. Serasah yang dihasilkan oleh hutan mangrove berperan penting dalam rantai makanan dan merupakan sumber karbon dan nitrogen bagi ekosistem mangrove, perairan maupun organisme di sekitarnya (Andrianto *et al.*, 2015).

Ekosistem mangrove sebagai habitat berbagai jenis fauna berperan dalam menyediakan perlindungan bagi fauna mangrove dan bahan makanan berupa bahan organik yang masuk ke dalam rantai makanan. Fauna yang tinggal di hutan mangrove akan menciptakan interaksi antara flora dan fauna mangrove, misalnya aktivitas herbivori daun. Herbivori merupakan kegiatan memakan jaringan daun secara langsung oleh herbivor. Herbivor pada ekosistem mangrove berperan dalam membantu penyerbukan mangrove dan memacu pertumbuhan tunas daun baru. Serangga herbivor yang paling sering melakukan herbivori pada daun yaitu Lepidoptera dan Coleoptera. Persentase herbivori di ekosistem mangrove bervariasi 5% - 16% dari total luas daun yang dikonsumsi oleh herbivor (Johnstone, 1981; Murphy, 1990).

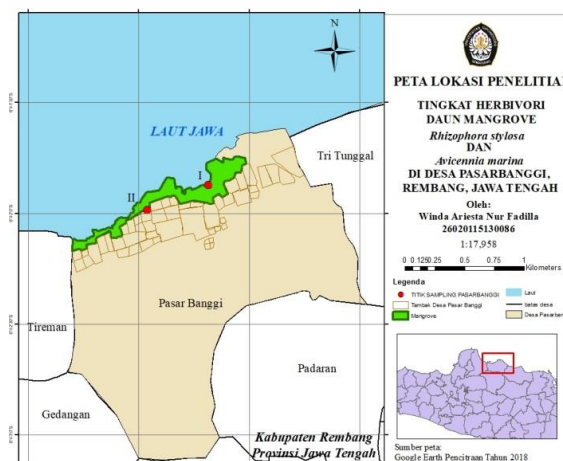
Aktivitas herbivori merupakan respon alami serangga herbivor terhadap kandungan nutrisi

daun mangrove, sehingga tingkat herbivori daun mangrove dapat dijadikan sebagai indikator kesehatan dan kualitas ekosistem mangrove. Pasang surut air laut, palatabilitas, kandungan tanin dan nitrogen daun mangrove akan memberikan pengaruh terhadap tingkat herbivori daun mangrove. Tingkat herbivori daun mangrove juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti spesies, tinggi tanaman dan umur daun (Soenardjo, 2013; Septyaningsih *et al.*, 2014). Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui tingkat herbivori daun mangrove pada ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi, Rembang, Jawa Tengah. Ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi merupakan hasil rehabilitasi oleh masyarakat setempat, lembaga pemerintah dan lembaga non pemerintah sejak tahun 1969.

Studi tingkat herbivori umumnya dilakukan dengan menggunakan metode menggambar pada kertas milimeter blok yang bertujuan untuk mendapatkan nilai luasan daun. Namun, di era digital seperti saat ini, studi tingkat herbivori dapat dilakukan dengan menggunakan *software ImageJ* dan *Measure Picture*. *Software ImageJ* digunakan untuk mengukur luas daun, sedangkan *software Measure Picture* digunakan untuk mengukur panjang dan lebar daun. Mangrove *Rhizophora stylosa* dan *Avicennia marina* dipilih berdasarkan keberadaannya yang merupakan spesies dominan di ekosistem mangrove Desa Pasarbanggi, Rembang, Jawa Tengah.

MATERI DAN METODE

Metode penelitian menggunakan metode deskriptif, sedangkan metode pengambilan data yang digunakan adalah metode survei, dengan tujuan agar data yang telah diambil dapat menggambarkan atau menjelaskan keseluruhan sifat sampel (Soenardjo, 2013; Asra *et al.*, 2016).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

Metode penentuan lokasi penelitian menggunakan metode *purposive sampling*. Lokasi ditentukan dengan pertimbangan lokasi yang telah terjadi herbivori daun mangrove pada vegetasi mangrove Desa Pasar Banggi. Pertimbangan peneliti yang mengamati keberadaan spesies dominan yang sesuai dengan kriteria tinggi tanaman dan umur daun yaitu daun muda dan daun tua.

Pengambilan Sampel Daun Mangrove

Pengambilan sampel dilakukan pada 2 spesies mangrove dominan yang berbeda yaitu *Rhizophora stylosa* dan *Avicennia marina* dengan kategori tinggi tanaman < 1 meter, 1 – < 3 meter, dan 3 – 5 meter dengan masing-masing sebanyak 10 pohon sebagai ulangannya. Pengambilan sampel daun dilakukan dengan memetik daun secara acak, kecuali bagian yang masih kuncup. Sampel daun juga dibedakan berdasarkan umur daun yaitu daun muda dan daun tua. Daun muda adalah daun yang letaknya ada di dekat ujung dahan, berwarna hijau muda terang, lemas dan lunak serta terkadang daunnya belum meluas secara penuh. Daun tua adalah daun yang letaknya dekat pangkal dahan, berwarna hijau gelap, teksturnya lebih keras dan kasar serta daunnya telah meluas secara penuh (Pribadi, 1998).

Seluruh daun dalam satu pohon dihitung jumlahnya sebelum pengambilan sampel daun, yaitu dengan menghitung seluruh daun pada salah satu cabang batang pohon, kemudian jumlah daun tersebut dikalikan dengan jumlah cabang batang yang ada di pohon tersebut. Jumlah daun yang didapatkan kemudian diambil sebanyak 10%. Pengambilan sampel sebanyak 10% dengan mempertimbangkan waktu, teknis, dan jumlah variabel. Sampel daun dimasukkan ke dalam plastik *ziplock* yang telah diberi kertas label dan dipisahkan sesuai dengan umur daunnya. Sampel daun kemudian dipisahkan berdasarkan kondisi daun (rusak dan utuh).

Sampel daun dipisahkan berdasarkan umur daun (tua dan muda) dan kondisi daun (rusak dan utuh) lalu diberi label nama sesuai dengan kategori. Sampel daun diletakkan pada kertas A4 putih disertai dengan alat ukur penggaris 30 cm (Robot *et al.*, 2018). Pengambilan gambar sampel daun menggunakan kamera *Canon Power Shoot A495 10 mega pixel*.

Pengolahan Data Herbivori

Hasil dari pengambilan data herbivori yaitu gambar yang akan diolah menggunakan *software ImageJ* dan *software Measure Picture*. Data yang

diolah menggunakan *software ImageJ* akan menghasilkan nilai luas daun, sedangkan data yang diolah menggunakan *software Measure Picture* akan menghasilkan nilai panjang dan lebar daun (Koukalova & Medvedova, 2016; Robot *et al.*, 2018).

Analisis Data

Analisis regresi yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara panjang dan lebar daun rusak dengan luas daun dengan persamaan regresi (Stowe, 1995) menggunakan *software SPSS 17*, yaitu:

$$Y = a + bx$$

Keterangan: Y = luas daun (cm²); a = konstanta; x = panjang x lebar; b = koefisien x

Perhitungan persentase luas daun yang hilang (Lowman, 1984), yaitu:

$$\frac{PLA - ALA}{PLA} \times 100\% = \% \text{ Herbivori}$$

Keterangan: PLA = Luasan daun imajiner; ALA = Luasan daun yang tersisa

Taksiran luas daun yang dimangsa oleh herbivor didapatkan dari hasil selisih luas daun imajiner (PLA) dengan luas daun rusak yang tersisa (ALA). Persentase herbivori yang didapatkan kemudian diklasifikasikan berdasarkan persentase luasan daun yang hilang. Menurut Cooke *et al.*, (1984) dan Pribadi (1998), delapan tingkat herbivori: I = < 2,5% (sangat rendah); II = 2,5–5,0%; III = 5,1–10,0%; IV = 10,1–20,0%; V = 20,1– 40,0%; VI = 40,1–60,0%; VII = 60,1 – 80,0%; VIII = > 80% (sangat tinggi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total daun ditunjukkan pada Tabel 1 yaitu 3273 daun, *Rhizophora stylosa* sebanyak 941 daun dan *Avicennia marina* terdiri dari 2332 daun. Rata-rata tingkat herbivori tertinggi sebesar 12,54% pada daun muda *Avicennia marina* dengan tinggi tanaman 1 – < 3 m, sedangkan rata-rata tingkat herbivori terendah sebesar 4,74% pada daun tua *Rhizophora stylosa* dengan tinggi tanaman <1 m (Tabel 2). Rata-rata tingkat herbivori *Rhizophora stylosa* dan *Avicennia marina* pada masing-masing tinggi tanaman dan umur daun ditunjukkan pada Gambar 2.

Tingkat herbivori pada *Avicennia marina* lebih tinggi karena pohon *Avicennia marina* berbentuk semak sehingga kondisi di sekitar

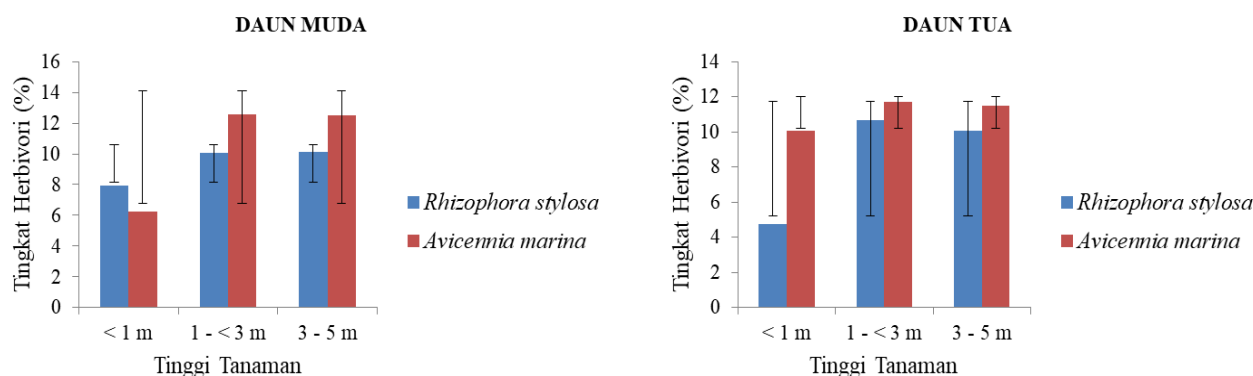
pohon *Avicennia marina* lebih rindang dan substrat lebih dingin. Daun *Avicennia marina* yang lebat dan banyak juga memudahkan herbivor untuk memilih daun yang akan dimakan dan herbivor merasa lebih aman dari serangan predator. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Farnsworth dan Ellison (1991) bahwa herbivor lebih menyukai tumbuhan yang berdaun lebat karena terdapat substrat yang dingin serta terlindung dari predator. Daun *Avicennia marina* yang kecil namun sangat lebat dengan tipe tanaman berupa semak-semak lebih disukai herbivor untuk meletakkan telurnya untuk menghindari predator. Kandungan nutrisi pada daun *Avicennia marina* yang lebih tinggi daripada daun *Rhizophora stylosa* menyebabkan tingginya tingkat herbivori daun *Avicennia marina*. Penelitian yang dilakukan Ariyanto *et al.* (2018) menunjukkan bahwa kandungan gula karbohidrat dan asam amino pada daun *Avicennia marina* lebih tinggi daripada *Rhizophora stylosa*.

Kepadatan vegetasi mangrove *Avicennia marina* yang rendah mempengaruhi pergerakan herbivor dalam mencari makan dari pohon yang satu ke pohon yang lain. Pohon mangrove yang berpencair dengan sesama jenisnya akan memperlambat pergerakan herbivor untuk mencapai pohon yang satu ke pohon lainnya karena herbivor memiliki energi yang terbatas untuk mencapai pohon lainnya, sehingga herbivor lebih memilih menetap lebih lama pada satu pohon saat memakan daun. Johnstone (1981) menyatakan bahwa tingkat herbivori tertinggi terjadi pada kepadatan vegetasi mangrove yang rendah karena herbivor memerlukan energi untuk menyebar luas ke pohon yang lain.

Tingkat herbivori pada *Rhizophora stylosa* lebih rendah karena kepadatan vegetasi yang tinggi sehingga akan memudahkan herbivor berpindah dari satu pohon ke pohon yang lainnya dan memberikan banyak pilihan pohon untuk

dimakan daunnya. Kandungan tanin yang tinggi pada *Rhizophora stylosa* juga menjadi penyebab rendahnya tingkat herbivori daun. Tanin pada daun mangrove merupakan salah satu cara mangrove untuk melindungi dirinya dari pemangsa oleh herbivor. Rasa tanin yang pahit dan sulit untuk dicerna oleh beberapa jenis herbivor menjadi pencegah herbivor untuk memakan daun. Hal ini sesuai pernyataan Newberry & de Foresta (1985) yang menyatakan bahwa jaringan tumbuhan pada daun mangrove akan sulit dicerna karena adanya tanin pada daun mangrove. Menezes & Peixoto (2009) menyatakan bahwa daun *Rhizophora* sp. dikenal sebagai daun yang memiliki kandungan tanin yang tinggi yang membuat daun menjadi tidak lezat. Hagerman *et al.* (1992) juga menyatakan bahwa senyawa fenolik, khususnya tanin, berperan untuk mengikat protein pada tanaman atau enzim pencernaan hewan sehingga dapat mengurangi kegiatan pemangsa dan penyerapan nutrisi.

Tingkat herbivori pada tanaman dengan tinggi 1–<3 m lebih tinggi karena tingkat herbivori daun mangrove mengikuti kenaikan tinggi tanaman. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pribadi (1998) di Teluk Bintuni, Irian Jaya, bahwa kenaikan tingkat herbivori mengikuti kenaikan tinggi tanaman. Nascimento & Hay (1993) juga menyatakan bahwa tingkat herbivori daun mangrove dipengaruhi oleh tinggi tanaman secara signifikan. Daun mangrove yang berada pada tanaman yang lebih tinggi akan lebih mudah dalam menangkap energi cahaya matahari yang digunakan untuk proses fotosintesis. Tingginya tingkat herbivori pada tanaman dengan tinggi 1–<3 m daripada tanaman dengan tinggi 3–5 m karena herbivor membutuhkan lebih banyak energi untuk mencapai daun mangrove pada tanaman dengan tinggi 3–5 m.



Gambar 2. Rata-rata Tingkat Herbivori berdasarkan Spesies pada Setiap Umur Daun

Tabel 1. Total Keseluruhan Daun dan Persentase Daun *Rhizophora stylosa* dan *Avicennia marina* yang Dipetik (n= Jumlah Daun)

Tinggi Tanaman	Umur Daun	Kondisi Daun	<i>Rhizophora stylosa</i>		<i>Avicennia marina</i>	
			N	%	n	%
< 1 m	Muda	Utuh	11	36,67	47	50,54
		Rusak	19	63,33	46	49,46
	Tua	Utuh	3	11,54	38	40,86
1 – < 3 m	Muda	Rusak	23	88,46	55	59,14
		Utuh	37	27,82	179	37,37
	Tua	Rusak	96	72,18	300	62,63
		Utuh	27	18,62	195	45,24
3 – 5 m	Muda	Rusak	118	81,38	236	54,76
		Utuh	141	46,84	225	39,06
		Rusak	160	53,16	351	60,94
	Tua	Utuh	87	28,43	200	30,30
		Rusak	219	71,57	460	69,70
Total			941		2332	

Tabel 2. Persentase Herbivori Daun Mangrove *Rhizophora stylosa* dan *Avicennia marina* Berdasarkan Umur Daun dan Tinggi Tanaman

Spesies	Umur		Tinggi Tanaman		
			< 1 m	1 – < 3 m	3 – 5 m
<i>R. stylosa</i>	Muda	Rerata	7,96%	10,09%	10,11%
		Kisaran	(1,75 - 33,47)	(0,03 - 35,78)	(0,01 - 63,16)
	Tua	Rerata	4,74%	10,67%	10,07%
		Kisaran	(0,08 - 21,33)	(0,16 - 52,80)	(0,01 - 57,15)
<i>A. marina</i>	Muda	Rerata	6,23%	12,54%	12,53%
		Kisaran	(0,01 - 20,91)	(0,02 - 59,47)	(0,01 - 71,93)
	Tua	Rerata	10,07%	11,73%	11,50%
		Kisaran	(0,04 - 35,73)	(0,01 - 67,38)	(0,02 - 46,68)

Tingkat herbivori pada tanaman dengan tinggi <1 m lebih rendah karena daun mangrove pada tanaman yang lebih pendek akan sering terendam pasang, sehingga daun mangrove lebih jarang terkena cahaya matahari jika dibandingkan dengan daun mangrove yang tidak tergenang oleh pasang. Stowe (1995) menyatakan bahwa daun yang sering terendam pasang akan berkurang aktivitas fotosintesisnya.

Tingkat herbivori pada daun muda lebih tinggi karena daun muda mengandung serat yang lebih rendah daripada daun tua. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Septyaningsih *et al.* (2014) bahwa tingkat herbivori daun muda lebih tinggi daripada daun tua karena serat yang terdapat pada daun muda

lebih sedikit daripada daun tua, sehingga herbivor lebih mudah menggigit dan mencerna daun mangrove. Cooke *et al.* (1984) menyatakan bahwa daun muda memiliki kandungan serat yang lebih rendah dibandingkan dengan daun tua, sehingga daun muda lebih disukai untuk dikonsumsi oleh herbivor. Pribadi (1998) juga menyatakan bahwa daun muda lebih disukai oleh herbivor karena banyak mengandung air, lunak dan gampang dicerna. Energi yang dibutuhkan herbivor untuk mencerna dan mengunyah daun mangrove yang lunak dan rendah serat akan lebih sedikit daripada yang bertekstur keras dan liat serta tinggi serat.

Tingkat herbivori pada daun tua lebih rendah karena daun tua lebih liat daripada daun muda. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lowman

(1984) yang menyatakan keliatan daun mangrove akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur daun mangrove. Franswoht & Ellison (1991) menyatakan bahwa secara umum daun mangrove memperlihatkan penurunan kualitas nutrisi pada umur yang lebih tua, sehingga daun tua kurang disukai oleh herbivor.

KESIMPULAN

Rata-rata tingkat herbivori tertinggi yaitu pada daun muda *Avicennia marina* dengan tinggi tanaman 1 – < 3 m, sedangkan rata-rata tingkat herbivori terendah yaitu pada daun tua *Rhizophora stylosa* dengan tinggi tanaman < 1 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, F., Bintoro, A. & Yuwono, S.B. 2015. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove (*Rhizophora* sp.) di Desa Durian dan Desa Batu Menyan Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(1):9-20.
- Ariyanto, D., Bengen, D.G., Prariono, T. & Wardiatno, Y. 2018. Short Communication: The Relationship Between Content of Particular Metabolites of Fallen Mangrove Leaves and The Rate at Which The Leaves Decompose Over Time. *Biodiversitas*, 19(3): 780-785.
- Asra, A., Irawan, P.B. & Purwoto, A. 2016. Metode Penelitian Survei. IN MEDIA, Bogor, 266 hlm.
- Buwono, Y.R., Ardhana, I.P.G., & Sudarma, M. 2015. Potensi Fauna Akuatik Ekosistem Hutan Mangrove di Kawasan Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Ecotrophic*, 9(2):28-33.
- Cooke, F.P., Brown, J.P. & Mole, S. 1984. Herbivore Enzyme Inhibitor, Nitrogen and Leaf Structure of Young And Mature Leaves in A Tropical Forest. *Biotropica*, 16(4):257–263.
- Farnsworth, E.J. & Ellison, A.M. 1991. Pattern of Herbivory in Belizean Mangrove Swamps. *Biotropica*, 23(4b):555-567.
- Hagerman, A.E., Robbins, C.T., Weerasuriy, Y.A, Wilson, T.C. & McArthur, C. 1992. Tannin Chemistry in Relation to Digestion. *Journal of Range Manage*, 45:57-62.
- Johnstone, I.M. 1981. Consumption of Leaves by Herbivores in Mixed Mangrove Stands. *Biotropica*, 13(4): 252 –259.
- Koukalova, V. & Medvedova, Z. 2016. ImageJ Software are as A Tool for Determining Morphometric Parameters. *MendelNet* 722-725 pp.
- Lowman, M.D. 1984. An Assessment of Techniques for Measuring Herbivory: Is Rainforest Defoliation More Intense than We Thought?. *Biotropica*, 16(4):264-268.
- Menezes L.F.T. and A.L. Peixoto. 2009. Leaf Damage in A Mangrove Swamp. *Revista Brasileira de Botânica*, 32(4): 715 - 724.
- Murphy, D.H. 1990. The Natural History of Insect Herbivory on Mangrove in Near Singapore. *Raffles Bulletin of Zoology*, 38(2):119-203.
- Nascimento, M.T. & Hay, J.D. 1993. Intraspecific Variation in Herbivory on *Metrodorea pubescens* (Rutacea) in Two Forest Type in Central Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 53:143-153.
- Newberry, D.M. & De Foresta, H. 1985. Herbivory and Defense in Pioneer, Gap and Understory Trees of Tropical Rain Forest in French Guiana. *Biotropica*, 17:238–244.
- Pribadi, R. 1998. The Eccology of Mangrove Vegetation in Bintuni Bay, Irian Jaya, Indonesia. Departemen of Biological and Molecular Science University of Stirling, Scotland. Bintuni, 108 p.
- Robot, R., Sangari, J.R.R. & Toloh, B.H. 2018. Visualisasi Data Digital Morfometrik Daun *Avicennia marina* di Perairan Pantai Tongkaina dan Bintauna. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1):42-53.
- Septyaningsih, E., Ardli, E.R. & Widyastuti, A. 2014. Studi Morfometri dan Tingkat Herbivori Daun Mangrove di Segara Anakan Cilacap. *Scripta Biologica*, 1(2):137 - 140.
- Soenardjo, N. 2013. Pemangsaan Daun *Rhizophora stylosa* Griff dan *Avicennia marina* (Forsk) Vierh. *Buletin Oseanografi Marina*, 2:41-47.
- Stowe, K.A. 1995. Intracrown Distribution of Herbivory Damage on *Laguncularia racemosa* in Tidally Influenced Riparian Habitat. *Biotropica*, 27(4):509–512.