

KEANEKARAGAMAN JENIS ARTHROPODA TAJUK DI HUTAN MANGROVE CILETUH, SUKABUMI, JAWA BARAT

Arboreal Arthropods Species Diversity in Mangrove Forest Ciletuh, Sukabumi, West Java

Noor Farikhah Haneda^{1*}, Cecep Kusmana¹ dan Bagas Kurnia Ramadhan¹

(Diterima 14 Juni 2023 / Disetujui 25 Juli 2023)

ABSTRACT

This research was conducted in the mangrove areas Ciletuh, Sukabumi managed by Pokmasi Mandrajaya. Ciletuh mangrove area is occupied by mixed mangrove tree species. Mangrove is the habitat of a wide variety of arthropods and other canopy arthropods. Arthropods are one of the biotic components that play a role in multiple levels in an ecosystem. The existence of arthropods can be an indicator of the balance of the ecosystem. The purpose of this study was to estimate the abundance and diversity of arthropods in the canopy of Ciletuh mangrove areas. The study was conducted by analyzing vegetation, canopy arthropod catching by the beating-tray method, measurements of temperature and humidity. The results showed that canopy arthropods at 6 mangrove zoning in Ciletuh mangrove forest consisting of 21 families. Family that dominate in Ciletuh mangrove forest are family Formicidae in the class of Insecta and family Salticidae in the class of Arachnida.

Keywords: arboreal arthropods, beating-tray, Ciletuh, mangrove

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di kawasan mangrove Ciletuh, Sukabumi yang dikelola oleh LSM Pokmasi Mandrajaya. Kawasan mangrove Ciletuh merupakan tegakan mangrove campuran. Mangrove merupakan habitat dari berbagai macam arthropoda dan arthropoda tajuk lainnya. Arthropoda adalah salah satu komponen biotik yang berperan dalam beberapa tingkatan pada suatu ekosistem. Keberadaan arthropoda dapat menjadi indikator keseimbangan ekosistem. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menduga kelimpahan dan keanekaragaman jenis arthropoda tajuk pada kawasan mangrove Ciletuh. Penelitian dilakukan dengan melakukan analisis vegetasi, penangkapan arthropoda tajuk dengan metode beating-tray, pengukuran suhu dan kelembaban udara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arthropoda tajuk pada 6 zonasi tegakan di kawasan mangrove Ciletuh terdiri dari 21 famili. Famili yang mendominasi adalah famili Formicidae pada kelas Insecta dan famili Salticidae pada kelas Arachnida.

Kata kunci: arthropoda tajuk, beating-tray, Ciletuh, mangrove

¹ Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University
Jl. Ulin Kampus IPB, Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

* Penulis korespondensi:
e-mail: nhaneda@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Hutan mangrove adalah suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di pantai yang terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang waktu air laut pasang dan bebas dari genangan pada saat air laut surut, yang komunitas tumbuhannya toleran terhadap garam (Kusmana *et al.* 2005). Hutan mangrove di Indonesia terdapat seluas tiga juta hektar yang tumbuh di sepanjang 95 000 kilometer di kawasan pesisir. Jumlah tersebut merupakan 23% dari keseluruhan ekosistem mangrove dunia. Hutan mangrove di Indonesia banyak ditemukan di wilayah Papua, Kalimantan, dan Sumatera (Giri *et al.* 2011). Hutan mangrove memiliki fungsi ekologi, ekonomi, dan sosial. Fungsi ekonomi dari hutan mangrove adalah penghasil kebutuhan rumah tangga, penghasil keperluan industri, dan penghasil bibit, sedangkan fungsi ekologis dari hutan mangrove adalah sebagai pelindung garis pantai, mencegah intrusi air laut, dan sebagai kawasan untuk berlindung, bersarang dan berkembang biak bagi berbagai jenis satwa liar (Kustanti 2011).

Hutan mangrove merupakan habitat dari salah satu organisme yaitu arthropoda khususnya serangga. Serangga merupakan golongan hewan yang jumlahnya paling banyak di muka bumi ini dan mempunyai peranan yang sangat penting pada suatu ekosistem. Menurut FAO (2007), Indonesia memiliki kecepatan kerusakan mangrove terbesar di dunia. Umumnya penyebab dari kerusakan mangrove yang terjadi di Indonesia adalah karena adanya kegiatan manusia. Salah satu kawasan mangrove yang rusak adalah hutan mangrove Ciletuh. Hutan mangrove Ciletuh telah mengalami kerusakan pada tahun 1990 akibat penggunaan yang berlebihan oleh

masyarakat sekitar. Keanekaragaman serangga diyakini dapat digunakan sebagai salah satu bioindikator kondisi suatu ekosistem. Penggunaan bioindikator akhir-akhir ini dirasakan semakin penting dengan tujuan utama untuk menggambarkan adanya keterkaitan dengan kondisi faktor biotik dan abiotik lingkungan. Peranan penting serangga dan jenis serangga dalam suatu ekosistem masih banyak yang belum teridentifikasi. Dengan demikian, penelitian ini berupaya untuk mengkaji keanekaragaman jenis serangga di hutan mangrove Ciletuh. Penelitian ini bertujuan untuk menduga kelimpahan dan keanekaragaman jenis arthropoda tajuk pada setiap dominansi jenis mangrove di hutan mangrove Ciletuh, Sukabumi.

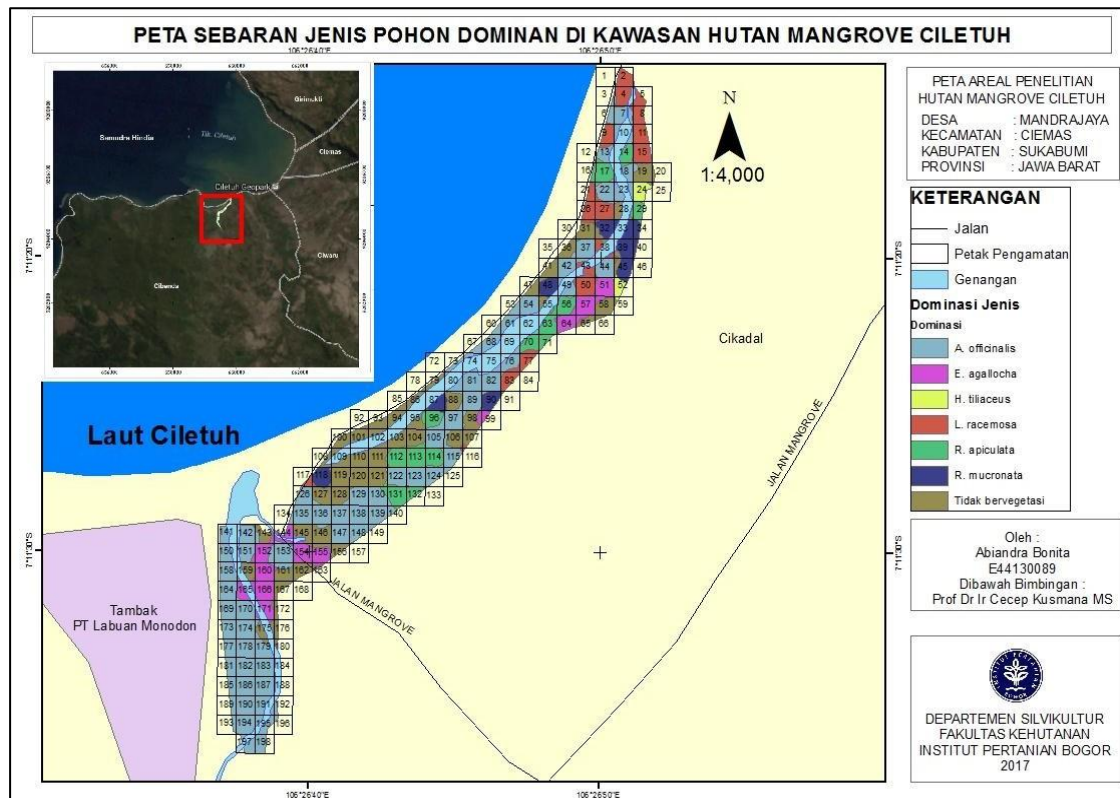
METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian lapangan dilaksanakan selama dua minggu pada bulan Juli 2017 di kawasan hutan Mangrove Ciletuh, Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Kawasan hutan Mangrove Ciletuh berada pada 7°11'13"-7° 11'37" LS dan 106°26'50"- 106°26'38" BT. Secara geografis, kawasan hutan Mangrove Ciletuh terletak di Desa Cikadal diantara Samudera Hindia pada bagian utara dan barat, Desa Cibenda pada bagian selatan, dan Desa Ciwaru pada bagian timur.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *dry-wet thermometer*, kompas, pita ukur, kamera,



Gambar 1 Peta zonasi mangrove di hutan mangrove Ciletuh (Bonita 2017)

net tray, kuas, pinset, meteran, penggaris, kompas, mikroskop, alat-alat tulis, kantong plastik, kertas label, dan alkohol 70%.

Pengumpulan Data atau Prosedur Penelitian

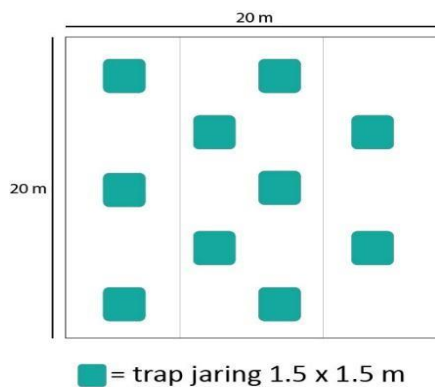
Penentuan plot sampling

Hutan mangrove Ciletuh memiliki formasi yang tidak teratur. Hal tersebut terjadi karena sebagian besar kawasan hutan mangrove Ciletuh terbentuk dari hasil kegiatan penanaman. Hutan mangrove Ciletuh didominasi oleh jenis *Lumnitzera racemosa*, *Hibiscus tiliaceus*, *Avicennia officinalis*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Excoecaria agallocha* (Bonita 2017). Berdasarkan hasil penelitian Bonita (2017), pembagian dominasi pada hutan mangrove Ciletuh tersaji pada Gambar 1. Plot sampling untuk pengambilan data ditentukan berdasarkan dominasi jenis. Setiap lokasi dominasi jenis mangrove terdapat 2 (dua) plot berukuran 20×20 meter dengan desain plot seperti gambar 2. Peletakan *net tray* dilakukan pada setiap sub plot seperti pada Gambar 3.

Pengambilan data vegetasi

Analisis vegetasi dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap tumbuhan bawah, semai, pancang, dan pohon. Ukuran masing-masing tingkat pertumbuhan menurut Wyatt-Smith (1963) tersaji pada Tabel 1. Ukuran petak yang digunakan adalah $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ untuk tingkat semai dan tumbuhan bawah, $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ untuk tingkat pancang, serta $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ untuk tingkat pohon.

Penangkapan serangga



Gambar 2 Desain plot sampling dan peletakan *net-try*



Gambar 2 Proses pemasangan *net-tray*

Penangkapan serangga menggunakan metode *beating-tray*. *Beating-tray* adalah wadah kain berukuran 1.5 m^2 diletakan di bawah objek vegetasi yang diinginkan (ranting, semak, dan sebagainya). Pengumpulan serangga dilakukan dengan menggoyangkan ranting atau semak yang diinginkan dan setelah itu mengumpulkan arthropoda yang jatuh ke wadah kain selama 30 kali dalam 5 menit. Dalam setiap dominasi jenis terdapat dua plot dan setiap plot terdapat 10 *net tray*. Pengoleksian serangga dilakukan langsung setelah dahan pohon selesai dipukul/digoyang

Pengukuran faktor lingkungan fisik serangga

Faktor lingkungan sangat menentukan dan berpengaruh pada perkembangan dan aktivitas serangga. Menurut Kasper *et al.* (2008), faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi kunjungan serangga penyerbuk pada bunga, meliputi: ketinggian tempat, suhu, cahaya matahari, dan angin. Iklim merupakan salah satu faktor yang terpenting dalam kehidupan. Iklim berpengaruh langsung kepada kehidupan, pertumbuhan, reproduksi, dan kelimpahan serangga, fenologi, dan musuh alami (Kahono *et al.* 2003).

Pengukuran faktor lingkungan fisik serangga dilakukan dengan cara mengukur suhu dan kelembaban. Suhu dan kelembaban diukur dengan menggunakan alat *dry-wet thermometer* dengan meletakkan alat tersebut di tengah plot sampling dengan cara menggantungkan alat tersebut pada pohon karena alat tersebut tidak boleh terkena cahaya matahari secara langsung.

Pengolahan dan Analisis Data

Analisis data serangga

Analisis data serangga dilakukan dengan menghitung kelimpahan dalam satuan individu per hektar, nilai keanekaragaman jenis, kemerataan jenis, dan kesamaan jenis serangga antar tegakan. Perhitungan nilai-nilai keanekaragaman jenis arthropoda tajuk dilakukan dengan menggunakan program *Species Diversity and Richness-2.64*.

Nilai keanekaragaman jenis (*Diversity Index*)

Nilai keanekaragaman jenis dihitung menggunakan indeks keanekaragaman jenis *Shannon-Wiener*. Indeks keanekaragaman merupakan kombinasi dari kekayaan jenis (*species richness*) dan kemerataan jenis (*evenness species*) menjadisaatu nilai. Indeks keanekaragaman jenis *Shannon-Wiener* memiliki dua sifat, yaitu: (1) $H' = 0$ jika dan hanya jika ada satu jenis dalam sampel, (2) H' maksimum hanyaketika semua jenis (jumlah total jenis dalam komunitas) diwakili oleh jumlah individu yang

Tabel 1 Ukuran berbagai tingkat pertumbuhan tumbuhan

Tingkat Pertumbuhan	Kriteria
Semai	Permudaan mulai dari kecambah hinggasetinggi 1.5 m
Pancang	Permudaan dengan tinggi $>1.5\text{ m}$ dan diameter $<10\text{ cm}$
Pohon	Tumbuhan berkayu dengan diameter 10 cm atau lebih

sama, yang merupakan distribusi kelimpahan yang sempurna (Ludwig dan Reynolds 1988). Indeks keanekaragaman jenis *Shannon-Wiener* dirumuskan dengan:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i; P_i = \frac{n_i}{N}$$

dimana,

H' = Indeks keanekaragaman Jenis *Shannon-Wiener*

n_i = Jumlah individu jenis ke- i

N = Jumlah individu seluruh jenis

Nilai pemerataan jenis (*Evenness Index*)

Nilai pemerataan jenis menunjukkan derajat pemerataan keanekaragaman individu antar jenis. Rumus yang digunakan adalah nilai *evenness* modifikasi dari *Hill's ratio* (Ludwig dan Reynolds 1988):

$$E5 = \frac{N2-1}{N1-1}; N2 = \frac{1}{\lambda} \text{ dan } N1 = e^{H'}$$

dimana,

$E5$ = Indeks Pemerataan Jenis

$N1$ = Nilai dari kelimpahan

$N2$ = Ukuran nilai dari kelimpahan jenis pada sampel

λ = Simpson's indeks, $\lambda = \sum_{k=0}^n P_i^2$

Nilai $E5$ berkisar antara 0–1. Nilai $E5$ yang mendekati 0 menunjukkan bahwa suatu jenis menjadi dominan dalam komunitas. Jika nilai $E5$ mendekati 1, seluruh jenis memiliki tingkat pemerataan jenis yang hampir sama.

Nilai kesamaan (*Similarity Index*) jenis serangga antar zonasi

Nilai kesamaan jenis dihitung menggunakan Indeks Kesamaan Sorensen dengan:

$$IS = 2C/(a + b) \times 100\%$$

dimana,

IS = Indeks Kesamaan Sorensen

C = jumlah spesies yang ditemukan pada habitat a & b

a = jumlah spesies yang ditemukan pada habitat a

b = jumlah spesies yang ditemukan pada habitat b

Menurut Magurran (1988), nilai indeks kesamaan kurang dari 50% menunjukkan tingkat kesamaan jenis antar habitat rendah. Jika nilai indeks kesamaan jenis lebih dari 50% menunjukkan tingkat kesamaan jenis antar habitat tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi tegakan dan keanekaragaman jenis mangrove

Jenis-jenis pohon mangrove yang ditemukan berdasarkan hasil analisis vegetasi pada enam zonasi tegakan yakni tegakan dominansi *H. teliaceus* (Zona 1), tegakan dominansi *A. officinalis* (Zona 2), tegakan dominansi *E. agallocha* (Zona 3), tegakan dominansi *R. apiculata* (Zona 4), tegakan dominansi *R. mucronata* (Zona 5), dan tegakan dominansi *L. racemosa* (Zona 6) yang berada di hutan mangrove Ciletuh, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Indeks Nilai Penting jenis mangrove di lokasi penelitian

Tingkat Pertumbuhan	Indeks Nilai Penting					
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Pohon	<i>H. teliaceus</i> (92.8%)	<i>A. officinalis</i> (198.0%)	<i>E. agallocha</i> (147.0%)	<i>R. apiculata</i> (173.5%)	<i>R. mucronata</i> (147.1%)	<i>L. racemosa</i> (104.0%)
	<i>A. Officinalis</i> (86.90%)	<i>H. Teliaceus</i> (58.0%)	<i>A. officinalis</i> (112.80%)	<i>A. officinalis</i> (98.50%)	<i>A. officinalis</i> (81.4%)	<i>A. officinalis</i> (64.9%)
	<i>R. apiculata</i> (53.3%)	<i>E. agallocha</i> (44.0%)	<i>L. racemosa</i> (40.2%)	<i>L. racemosa</i> (28.2%)	<i>L. racemosa</i> (39.0%)	<i>E. agallocha</i> (46.0%)
	<i>L. racemosa</i> (38.2%)				<i>H. teliaceus</i> (32.5%)	<i>R. apiculata</i> (43.3%)
	<i>E. agallocha</i> (28.3%)					<i>H. teliaceus</i> (41.8%)
Pancang	<i>H. teliaceus</i> (66.0%)	<i>A. officinalis</i> (94%)	<i>E. agallocha</i> (92.2%)	<i>R. apiculata</i> (89.7%)	<i>R. mucronata</i> (73.6%)	<i>L. racemosa</i> (58.6%)
	<i>A. officinalis</i> (45.9%)	<i>R. mucronata</i> (41%)	<i>A. officinalis</i> (66.5%)	<i>A. officinalis</i> (64.4%)	<i>R. apiculata</i> (45.8%)	<i>A. officinalis</i> (17.3%)
	<i>L. racemosa</i> (35.9%)	<i>H. teliaceus</i> (34%)	<i>L. racemosa</i> (41.3%)	<i>R. mucronata</i> (45.9%)	<i>L. racemosa</i> (43.0%)	<i>R. apiculata</i> (12.7%)
	<i>E. agallocha</i> (35.4%)	<i>E. agallocha</i> (31%)			<i>A. officinalis</i> (29.8%)	<i>H. teliaceus</i> (11.4%)
	<i>B. cylindrica</i> (22.1%)				<i>H. teliaceus</i> (22.1%)	
Semai	<i>H. teliaceus</i> (74%)	<i>A. officinalis</i> (85.8%)	<i>E. agallocha</i> (122.2%)	<i>R. apiculata</i> (101.8%)	<i>R. mucronata</i> (390.1%)	<i>L. racemosa</i> (59.8%)
	<i>A. officinalis</i> (68%)	<i>E. agallocha</i> (56.3%)	<i>A. officinalis</i> (77.8%)	<i>A. officinalis</i> (51.8%)	<i>A. officinalis</i> (190.6%)	<i>R. apiculata</i> (41.4%)
	<i>L. racemosa</i> (58%)	<i>H. teliaceus</i> (31.0%)		<i>L. racemosa</i> (46.5%)	<i>L. racemosa</i> (151.8%)	<i>A. officinalis</i> (27.8%)
		<i>R. mucronata</i> (26.9%)			<i>H. teliaceus</i> (77.1%)	<i>H. teliaceus</i> (26.2%)
						<i>B. cylindrica</i> (23.2%)
					<i>D. trifoliata</i> (21.7%)	

Kerapatan tegakan pada setiap zona mangrove

Nilai kerapatan mangrove untuk berbagai tingkat pertumbuhan dari hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel 3 menjelaskan bahwa pada zona 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 kerapatan tertinggi terdapat pada tingkat pertumbuhan semai dan kerapatan jenis terendah terdapat pada tingkat pohon. Semakin besar ukuran diameter batang, maka semakin berkurang jumlah individunya.

Tabel 3 Nilai kerapatan mangrove setiap zona di lokasi penelitian

Tegakan	Tingkat pertumbuhan	Kerapatan (ind/ha)
Zona 1	Semai	637
	Pancang	522
	Pohon	357
	Total	1 516
Zona 2	Semai	610
	Pancang	548
	Pohon	426
	Total	1 584
Zona 3	Semai	500
	Pancang	412
	Pohon	347
	Total	1 259
Zona 4	Semai	699
	Pancang	482
	Pohon	340
	Total	1 521
Zona 5	Semai	657
	Pancang	482
	Pohon	332
	Total	1 471
Zona 6	Semai	820
	Pancang	547
	Pohon	473
	Total	1 840

Keanekaragaman jenis mangrove

Keanekaragaman jenis mangrove pada seluruh zona mangrove memiliki nilai keanekaragaman jenis tergolong rendah karena nilai yang didapatkan mendekati nilai nol. Nilai keanekaragaman jenis nol jika hanya ditemukan satu jenis dalam sampel. Hasil analisis indeks Keanekaragaman jenis mangrove disajikan pada Tabel 4.

Komposisi, kelimpahan, dan keanekaragaman arthropoda tajuk

Komposisi dan kelimpahan arthropoda tajuk dari enam zonasi tegak disusun oleh 21 famili arthropoda tajuk dengan total kelimpahan sebanyak 213 individu. Data komposisi dan kelimpahan serangga berdasarkan famili hasil pemisahan dan identifikasi pada setiap zonasi tegakan pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa jumlah famili terbanyak ditemukan pada tegakan dominansi *H. teliaeus* (Zona 1). Komposisi dan kelimpahan serangga pada tegakan dominansi *H. teliaeus* (Zona 1) disusun oleh 8 famili serangga dan 6 famili laba-laba dengan total kelimpahan sebanyak 61 individu dan pada tegakan dominansi *A. officinalis* (Zona 2) disusun oleh 5 famili serangga dan 7 famili laba-laba dengan total kelimpahan sebanyak 66 individu. Komposisi dan kelimpahan

Tabel 4 Nilai indeks keanekaragaman jenis mangrove pada tiap zona

Tegakan	H'
Zona 1	1.54
Zona 2	0.95
Zona 3	0.79
Zona 4	0.81
Zona 5	1.26
Zona 6	1.42

Tabel 5 Kelimpahan serangga berdasarkan kelas, famili, dan ordo tiap zona

Kelas	Ordo	Famili	Kelimpahan					
			Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	
Arachnida	Araneae	Anapidae	0	2	0	4	0	
		Anyphaenidae	2	2	2	0	2	
		Corrinidae	1	0	1	0	0	
		Eutichuridae	1	0	5	0	0	
		Mysmenidae	0	1	1	0	1	
		Oonopidae	0	2	0	0	0	
		Oxyopidae	0	3	0	0	0	
		Philodromidae	0	0	1	0	0	
		Salticidae	5	8	6	4	5	
		Symphytognathidae	3	3	0	0	0	
		Theridiosomatidae	1	0	1	1	0	
		Total			13	21	17	9
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	0	1	0	0	0	
		Chrysomelidae	1	0	0	0	3	
		Coccinellidae	0	1	2	0	0	
		Corrinidae	1	0	1	0	0	
		Curculionidae	0	0	0	0	0	
		Dytiscidae	1	0	0	0	0	
		Hemiptera	Pentatomidae	1	8	0	0	0
			Rhyparochromidae	1	0	0	0	0
		Hymenoptera	Formicidae	39	26	15	22	17
		Orthoptera	Mogolipstidae	3	9	6	3	5
Gryllidae	1		0	0	0	0		
Total			48	45	24	25	25	

serangga pada tegakan dominansi *E. agallocha* (Zona 3)

disusun oleh 4 famili serangga dan 7 famili laba-laba dengan total kelimpahan sebanyak 42 individu dan pada tegakan dominansi *L. racemosa* (Zona 6) disusun oleh 5 famili serangga dan 8 famili laba-laba dengan total kelimpahan sebanyak 73 individu. Komposisi dan kelimpahan serangga terendah terdapat pada tegakan dominansi *R. apiculata* (Zona 4) dan *R. mucronata* (Zona 5) dengan ditemukannya 2 famili serangga dan 2 famili laba-laba pada zona 4, serta 3 famili serangga dan 3 famili laba-laba pada zona 5. Total kelimpahan pada zona 4 sebanyak 37 individu dan pada zona 5 sebanyak 44 individu. Famili yang mendominasi di seluruh tegakan adalah famili ordo Formicidae.

Keanekaragaman jenis arthropoda tajuk pada setiap zona mangrove

Hasil analisis data jumlah jenis, indeks keanekaragaman, dan pemerataan serangga pada setiap jenis mangrove yang diperoleh tersaji pada Tabel 6. Hasil analisis pada Tabel 6 diketahui data yang diperoleh pada enam zona mangrove mempunyai keanekaragaman jenis yang berbeda. Jumlah spesies tertinggi ada pada Zona 6, tetapi nilai keanekaragaman jenis (H') tertinggi terdapat pada Zona 2 sebesar 2.37. Jumlah spesies terendah ada pada Zona 4, sedangkan nilai keanekaragaman jenis (H') terendah terdapat di Zona 5 sebesar 1.58. Tabel 7 menunjukkan tidak ada dominansi jenis serangga pada Zona 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 dengan besarnya nilai Evenness index (E5) dari masing-masing lokasi yang lebih besar dari nol.

Nilai kesamaan (Similarity Index) jenis arthropoda tajuk pada setiap zona

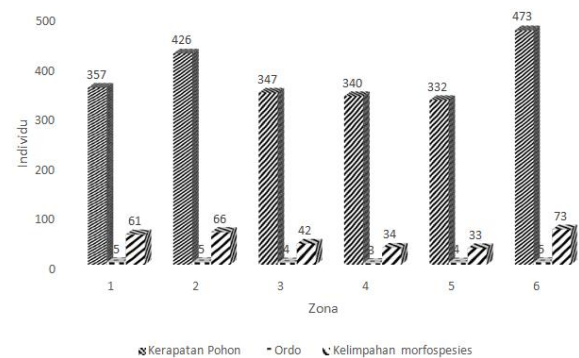
Hasil analisis data untuk mengetahui tingkat kesamaan jenis arthropoda antara tipe tegakan mangrove dengan menggunakan rumus kesamaan Jaccard tersaji dalam tabel 7.

Perbandingan kerapatan pohon dengan kelimpahan individu arthropoda tajuk

Gambar 3 menunjukkan terdapat 5 jenis ordo yang ditemukan pada zona 1, zona 2, dan zona 6. Zona 6 memiliki kerapatan pohon tertinggi sebanyak 473 ind/ha dan diikuti oleh jumlah spesies tertinggi sebanyak 73 individu. Jumlah spesies terendah ditemukan pada zona 5 sebanyak 33 individu dengan kerapatan pohon sebanyak 332 ind/ha.

Faktor Lingkungan

Keanekaragaman dan kelimpahan secara umum akan ditentukan pula oleh faktor lingkungan. Setiap jenis memiliki kesesuaian untuk hidup terhadap lingkungan tertentu, maka dari itu faktor fisik lingkungan sangat mempengaruhi. Pengukuran faktor fisik lingkungan yang dilakukan adalah suhu dan kelembaban udara. Hasil pengukuran faktor lingkungan pada lima zona mangrove terdapat pada Tabel 8. Tabel 8 menunjukkan Zona 4 dan Zona 5 memiliki rata-rata suhu tertinggi, Zona 5 memiliki kelembaban udara paling tinggi paling tinggi dibandingkan zona yang lain. Kondisi lingkungan yang



Gambar 4 Grafik perbandingan jumlah spesies, ordo, dan kerapatan pohon

Tabel 6 Jumlah spesies, indeks keanekaragaman, dan indeks pemerataan

Keterangan	Zona					
	1	2	3	4	5	6
Total kelimpahan individu	61	66	42	34	33	73
Jumlah spesies	18	16	13	7	8	19
H' a)	2.03	2.37	1.92	1.63	1.58	2.24
E5 b)	0.6	0.7	0.56	0.48	0.46	0.66

a) H' =indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*

b) E5=indeks pemerataan modifikasi *Hill's ratio*

Tabel 7 Hasil analisis indeks kesamaan jenis antar zona mangrove

Nilai Kesamaan (%)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Zona 1	100	27	36	39	30	50
Zona 2		100	23	22	21	38
Zona 3			100	36	33	50
Zona 4				100	25	39
Zona 5					100	24
Zona 6						100

Tabel 8 Kondisi rata-rata suhu dan kelembaban pada tiap zona

Kondisi Lingkungan	Tegakan					
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Suhu (°C)	26	27	27	28.75	29	27.75
RH (%)	71.6	70.2	70.1	72.2	73.2	69.6

berbeda menyebabkan kelimpahan arthropoda tiap tipe tegakan berbeda.

Hasil analisis vegetasi menunjukkan bahwa tegakan Zona 1 pada tiap tingkat pertumbuhan didominasi oleh *H. teliaceus* dengan jenis kodominan *A. officinalis*. Tegakan Zona 2 didominasi oleh *A. officinalis* pada tiap tingkat pertumbuhan dengan jenis kodominan *H. teliaceus* pada tingkat pohon, *R. mucronata* pada tingkat pancang, dan *E. agallocha* pada tingkat semai. Tegakan Zona 3 didominasi oleh jenis *E. agallocha* dan jenis kodominan *A. officinalis* pada tiap tingkat pertumbuhan. Tegakan Zona 4 pada tiap tingkat pertumbuhan didominasi oleh jenis *R. apiculata* dan jenis kodominan *A. officinalis*. Tegakan Zona 5 didominasi oleh jenis *R. mucronata* pada tiap tingkat pertumbuhan dengan jenis kodominan *A. officinalis* pada tingkat pohon dan semai serta *R. apiculata* pada tingkat pancang. Tegakan Zona 6 pada tiap tingkat pertumbuhan didominasi oleh *L. racemosa* dengan jenis kodominan *A. officinalis* pada tingkat pohon dan pancang, serta jenis *R. apiculata* pada tingkat semai. Hasil ini sesuai dengan penelitian Bonita (2017), terdapat enam dominansi tegakan jenis mangrove pada hutan mangrove Ciletuh, Sukabumi. Jenis-jenis yang mempunyai INP tertinggi berpeluang lebih besar untuk dapat mempertahankan pertumbuhan dan kelestarian jenisnya (Mawazin dan Subiakto 2013). Berdasarkan data yang diperoleh, maka jenis *A. officinalis* merupakan jenis yang mampu berpeluang besar dalam pertumbuhan, bertahan, dan mempertahankan kelestarian di lokasi tersebut.

Kerapatan tegakan tertinggi pada tipe lima zona tegakan terdapat pada tingkat pertumbuhan semai. Tegakan dominan *H. teliaceus* (Zona 1) memiliki nilai keanekaragaman jenis mangrove tertinggi dibandingkan dengan tegakan lainnya. Tegakan dominan *E. agallocha* (Zona 3) memiliki nilai keanekaragaman jenis mangrove terendah dibandingkan dengan tegakan lainnya.

Perbedaan habitat dan cara hidup memungkinkan terjadinya perbedaan tiap spesies dalam satu kelompok yang hidup bersama dan mengeksploitasi sumber makanan yang sama, dalam hubungan ini serangga dan arthropoda tajak lainnya untuk mengambil manfaat dari tanaman sebagai sumber makanan (Speight dan Wylie 2000). Peran arthropoda sangat penting bagi keberlanjutan kehidupan suatu ekosistem. Arthropoda tajak dapat bertindak sebagai penyerbuk, predator sekaligus mangsa. Arthropoda tajak juga memiliki peran dalam proses dekomposisi baik secara langsung maupun tidak langsung dan dalam siklus materi serta pertukaran energi. Beberapa jenis arthropoda juga berperan sebagai indikator kesehatan lingkungan (Scudder 2009).

Komposisi jenis arthropoda tajak pada Zona 6 lebih tinggi dibandingkan dengan lainnya. Faktor yang mempengaruhi perbedaan komposisi jenis pada tiap tegakan tersebut antara lain adalah sifatnya dalam mencari makan, berkembang biak, dan bertahan hidup. Menurut Tofani (2008), komposisi dan kelimpahan jenis serangga dipengaruhi oleh kelimpahan jenis tumbuhan, baik pohon maupun tumbuhan bawah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa Zona 6 memiliki nilai kelimpahan jenis tumbuhan yang cukup tinggi. Faktor lain di lapang yang memengaruhi komposisi jenis ada pada tahap pengoleksian arthropoda tajak. Dalam tahap pengoleksian jenis dengan menggunakan metode

beating-tray, kondisi angin di lokasi dapat memengaruhi hasil yang didapatkan. Angin dapat membelokkan arah jatuh arthropoda tajak menjauhi *net tray* yang dipasang di bawah pohon. Kondisi angin pada zona 4 dan zona 5 cukup kencang, hal ini dapat disebabkan oleh kerapatan tegakan yang rendah pada kedua zona tersebut dan kemungkinan menyebabkan jumlah arthropoda tajak yang didapatkan pada zona 4 dan zona 5 lebih sedikit dibandingkan dengan zona lainnya.

Jenis arthropoda dari famili Formicidae menjadi jenis yang mendominasi pada seluruh zona. Famili Formicidae adalah salah satu kelompok serangga eusosial yang memiliki kelimpahan tertinggi dan bersifat kosmopolit. Famili Formicidae menyusun kurang lebih 10% total biomassa dalam hutan tropis, padang rumput dan tempat lain pada biosfer (Agosti *et al.* 2000).

Persyaratan hidup dari famili Formicidae sesuai dengan kondisi lingkungan yang ada pada setiap zona. Suhu merupakan faktor fisik yang mempunyai pengaruh secara langsung terhadap aktivitas famili Formicidae terutama dalam pencarian makanan. Famili Formicidae mulai mencari makan saat suhu udara 23-30°C (Harlan 2006). Kisaran suhu tiap zona adalah 26-29°C yang merupakan suhu optimal untuk kelangsungan hidup famili Formicidae. Sumber makanan famili Formicidae berasal dari nektar bunga dan pemangsa serangga. Sumber karbohidrat famili Formicidae diperoleh dari simbiosis dengan kutu daun penghasil cairan manis berupa glukosa dan sukrosa. Sumber protein dan lemak diperoleh dari pemangsa serangga (Peng *et al.* 2004).

Dominasi pada kelas arachnida terdapat pada famili Salticidae. Salticidae merupakan famili laba-laba yang banyak ditemukan di daerah mangrove. Menurut Brunet (2000), di Australia Salticidae terdiri dari 76 genus dan 252 spesies. Famili ini merupakan laba-laba yang tidak memiliki *cribellum* dan *calamistrum*. Walaupun tidak memiliki *cribellum* dan *calamistrum*, karena memiliki perilaku pelompat. Salticidae memiliki cara memburu mangsanya yaitu dengan cara mendekati mangsanya secara perlahan-lahan lalu melompat dengan cepat. Perilaku ini merupakan cara untuk menangkap mangsanya (Richman 1992). Famili ini juga memiliki karakteristik mata yang sangat unik. Pada mata bagian depan yang berukuran besar dan tengah yang berukuran kecil dapat berfungsi untuk tetap fokus terhadap sesuatu yang rumit serta mengenali warna. Mata bagian belakang yang berukuran sedang dapat digunakan untuk mendeteksi pergerakan mangsa (Roberts 1995). Salticidae dapat ditemukan di daerah hutan basah, batang pohon, dan batu-batu yang besar (Taylor & Jackson 1999).

Keanekaragaman jenis arthropoda tajak dipengaruhi oleh faktor kualitas dan kuantitas makanan, antara lain banyaknya tanaman inang yang cocok, kerapatan tanaman inang, umur tanaman inang, dan komposisi tegakan (Suratmo 1974). Hasil analisis indeks keanekaragaman jenis serangga menunjukkan bahwa zona 2 dan zona 6 mempunyai nilai indeks keanekaragaman lebih tinggi dibandingkan dengan empat zona lainnya. Nilai indeks keanekaragaman jenis *Shannon-Wiener* (H') dipengaruhi oleh pemerataan jenis dalam suatu komunitas. Nilai pemerataan jenis

cenderung rendah bila komunitas tersebut didominasi oleh satu jenis saja (Magurran 1988).

Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis serangga yang ditemukan pada enam zona tegakan mempunyai penyebaran yang merata. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *evenness index* dari masing-masing tegakan yang lebih besar dari nol. Nilai pemerataan menunjukkan pola sebaran suatu spesies dalam suatu komunitas, semakin besar nilainya maka akan semakin seimbang pola sebaran suatu jenis di dalam komunitas, dan sebaliknya (Perdana 2010). Zona 5 memiliki nilai indeks pemerataan terendah sebesar 0.46 yang menandakan ada kelompok arthropoda tajuk yang mendominasi pada tegakan tersebut yaitu famili Formicidae. Pemerataan jenis dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tegakan, jenis dan kerapatan tegakan, serta perilaku arthropoda tajuk tersebut.

Perbandingan tingkat kerapatan pohon dengan jumlah spesies pada Gambar 4 menunjukkan tingkat kerapatan pohon memengaruhi jumlah ordo dan spesies yang dimiliki. Semakin tinggi tingkat kerapatan pohon, jumlah ordo dan spesies yang ditemukan semakin banyak. Menurut Haneda (2004) komposisi ordo Hymenoptera dan Diptera yang tertangkap dari kedua habitat yaitu hutan primer dan hutan bekas tebangan berumur sepuluh tahun mempunyai nilai kesamaan jenis serangga lebih tinggi dibandingkan dengan hutan bekas tebangan berumur lima tahun. Hal ini disebabkan adanya perbedaan habitat, yaitu pada hutan bekas tebangan berumur lima tahun dipengaruhi oleh curah hujan dan semak belukar, pada hutan bekas tebangan berumur sepuluh tahun dipengaruhi oleh curah hujan dan kedalaman serasah, serta pada hutan primer dipengaruhi oleh curah hujan, semak belukar, tumbuhan bawah, dan kedalaman serasah. Kondisi ini menunjukkan hubungan yang erat antara serangga dengan kerapatan tegakan dan kondisi tegakan. Kerapatan tegakan dan kondisi tegakan menyebabkan kelimpahan dan keanekaragaman serangga yang berbeda. Selain kerapatan, keanekaragaman jenis pohon sangat berpengaruh terhadap keberadaan dan jenis serangga (Schudt *et al* 2010).

Nilai indeks kesamaan jenis arthropoda tajuk tertinggi dimiliki oleh perbandingan zona 1 dengan zona 6, hal ini dapat dikarenakan kedua zona memiliki susunan jenis tegakan yang hampir sama. Kedua zona tersebut juga memiliki kondisi lingkungan yang hampir sama. Kondisi habitat mempengaruhi kehidupan serangga. Menurut Tarumingkeng (1991), keadaan lingkungan hidup mempengaruhi keanekaragaman bentuk-bentuk hayati dan banyaknya jenis makhluk hidup (biodiversitas) dan sebaliknya, keanekaragaman dan banyaknya makhluk hidup juga menentukan keadaan suatu lingkungan. Perkembangan serangga dipengaruhi oleh faktor lingkungan habitatnya. Faktor lingkungan pada suatu habitat mempunyai pengaruh yang berbeda pada setiap jenis serangga. Menurut Kahono dan Noerdjito (2001), banyak jenis serangga yang populasinya berfluktuasi seiring dengan perubahan curah hujan tetapi beberapa jenis yang lainnya tidak seiring atau berbalikan.

Faktor lingkungan terdiri dari lingkungan abiotik dan lingkungan biotik. Faktor lingkungan fisik atau abiotik mencakup unsur-unsur litosfer (lithosphere atau tanah: tipe, bahan induk, struktur, tekstur, sifat fisik dan kimia, kesuburan dll.), hidrosfer (hydrosphere, lautan dan perairan lainnya: arus, kedalaman, salinitas, pH, kandungan bahan-bahan, suhu dll.), dan atmosfer (atmosphere, udara: iklim, cuaca, angin, suhu, dll.). Lingkungan biotik merupakan bagian dari keseluruhan lingkungan yang terbentuk oleh semua fungsi makhluk hidup yang satu dan lainnya saling berinteraksi. Faktor-faktor abiotik yang penting dalam mempengaruhi kehidupan serangga adalah temperatur, cahaya, presipitasi, kelembaban dan angin, serta faktor-faktor abiotik lainnya yang kurang penting yang termasuk di dalam faktor-faktor cuaca dan iklim (Tarumingkeng 1994).

Efek suhu pada serangga adalah hubungan antara suhu dan reaksi kimia dalam tubuhnya. Kelembaban udara memengaruhi proses kehilangan air dari tubuh serangga, seperti pada umumnya semua makhluk hidup perlu air untuk proses metabolisme tubuhnya. Apabila terjadi kekurangan air pada serangga, akan terjadi hambatan pada proses metabolisme sehingga dapat terjadi kematian yang menghasilkan pengurangan jumlah individu. Oleh karena itu, kelembaban berpengaruh pada kelimpahan (Daly *et al.* 1978). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu pada keenam zona berada pada kisaran suhu optimal serangga. Hal yang sama pada hasil pengukuran kelembaban, pada keenam zona mendekati kisaran kelembaban optimal serangga. Faktor lingkungan (suhu dan kelembaban) akan terlihat pengaruhnya terhadap kelimpahan dan keanekaragaman serangga jika pengambilan sampel dilakukan dengan waktu yang lama dan pada musim yang berbeda (Kusuma 2013). Tarumingkeng (1994) membagi lingkungan hidup menjadi dua komponen yaitu lingkungan fisik atau abiotik dan lingkungan biotik. Faktor lingkungan fisik atau abiotik mencakup unsur-unsur litosfer (litosfer atau tanah: tipe, bahan induk, struktur, tekstur, sifat fisik dan kimia, kesuburan dan lain-lain), hidrosfer (hidrosfer, lautan dan perairan lainnya: arus, kedalaman, salinitas, pH, kandungan bahan-bahan, suhu dan lain-lain), dan atmosfer (atmosfer, udara: iklim, cuaca, angin, suhu, dan lain-lain). Lingkungan biotik merupakan bagian dari keseluruhan lingkungan yang terbentuk oleh semua fungsi makhluk hidup yang satu dan lainnya saling berinteraksi. Dalam penelitian ini yang diukur adalah lingkungan fisik berupa suhu udara dan kelembaban udara.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Setiap zona memiliki jenis mangrove dan kelimpahan serangga yang berbeda. Zona 1 pada tiap pertumbuhan didominasi oleh *H. teliaecus* dengan kelimpahan arthropoda tajuk sebanyak 61 individu. Tegakan Zona 2 didominasi oleh *A. officinalis* dengan kelimpahan arthropoda tajuk sebanyak 66 individu. Tegakan Zona 3 didominasi oleh jenis *E. agallocha*

dengan kelimpahan arthropoda tajuk sebanyak 42. Tegakan Zona 4 pada tiap tingkat pertumbuhan didominasi oleh jenis *R. apiculata* dengan kelimpahan arthropoda tajuk sebanyak 34 individu. Tegakan Zona 5 didominasi oleh jenis *R. mucronata* dengan kelimpahan arthropoda tajuk sebanyak 33 individu. Tegakan Zona 6 pada tiap tingkat pertumbuhan didominasi oleh *L. racemosa* dengan kelimpahan arthropoda sebanyak 71 individu. Kerapatan tegakan tertinggi pada ketiga tipe tegakan adalah pada tingkat semai. Zona 1 memiliki nilai keanekaragaman jenis tegakan tertinggi dibandingkan tegakan lainnya.

Arthropoda tajuk yang ditemukan pada 6 zonasi di hutan mangrove Ciletuh terdiri dari 22 famili dengan total kelimpahan sebanyak 307 individu. Total kelimpahan arthropoda tajuk pada zona 6 paling tinggi dibandingkan dengan kelima zona lainnya. Zona 6 memiliki jumlah spesies tertinggi sebanyak 20 jenis. Keanekaragaman jenis arthropoda tajuk pada zona 6 lebih tinggi dibandingkan dengan tegakan lainnya, hal ini dikarenakan zona 6 memiliki keanekaragaman jenis dan kerapatan pohon paling tinggi.

Saran

Perlu upaya pemerataan dan penambahan jenis mangrove yang sesuai di lokasi penelitian untuk meningkatkan keanekaragaman jenis mangrove yang mendukung hidupnya beragam jenis arthropoda tajuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeduntan, Adeniyi S, Adeyinka OJ. 2013. Diversity and abundance of Arthropods and tree species influenced by different forest vegetation types in Ondo State, Nigeria. *International Journal of Ecosystem* 3: 19-23.
- Agostin D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR. 2000. *Ants Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Washington (US): Smithsonian Institution Press.
- Andreas S, Baruffol M, Bohnke M, Brulheide H, Hardtle W, Anne CL, Nadrowski K, Oheimb VG, Voigt W, Zhou H, Assmann T. 2010. Tree diversity promotes insect herbivory in subtropical forests of south-east China. *Journal of Ecology*. 98: 917-926.
- Bonita A. Rehabilitasi hutan mangrove di Pantai Ciletuh, Sukabumi, Jawa Barat [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. 2005. *An Introduction to the Study of Insect*. Edisi ke-7. Belmont (US): Thomson Learning, Inc.
- Brunnet B. 2000. *Spider Watch: A Guide to Australian Spiders*. Sydney (AUS) : Reed New Holland.
- Dakir. 2009. *Keanekaragaman dan komposisi spesies semut (Hymenoptera: Formicidae) pada vegetasi mangrove Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara dan Muara Angke Jakarta* [tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Daly HV, Doyen JT, Ehrlich PR. 1978. *Introduction to Insect Biology and Diversity*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha Ltd.
- FAO. 2007. *The World's Mangroves 1980-2005*. Rome (IT): Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Feller IC, Mathis WN. 1997. Primary herbivory by wood-boring insects along an architectural gradient of *Rhizophora mangle*. *Biotropica* 29: 440-451.
- Giri C, Ochieng E, Tieszen LL, Zhu Z, Singh A, Loveland T, Duke N. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography* 20(1): 154-159.
- Kahono S, Amir M, Aswari P, Ernawati, Lilik RU, Pujiastuti E, Noerdjito WA, Suwito A. 2003. *Serangga Taman Nasional Gunung Halimun Jawa Bagian Barat*. Bogor: JICA, *Biodiversity Conservation Project*.
- Kahono S, Noerdjito WA. 2001. Fluktuasi curah hujan dan komunitas serangga di hutan tropis Taman Nasional Gunung Halimun. *Berita Biologi* 5(6).
- Kasper ML, Reeson AF, Mackay DA Austin AD. 2008. Environmental factors influencing daily foraging activity of *Vespula germanica* (Hymenoptera, Vespidae) in Mediterranean Australia. *Insect Soc* 55: 288-296.
- Hadi M, Tarwotjo U, Rahadian R. 2009. *Biologi Insekta Entomologi*. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.
- Hardiyono A, Syafri I, Rosana MF, Yuningsih EY, Herry, Andriany SS. 2015. Potensi geowisata di kawasan Teluk Ciletuh. Sukabumi. Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*. 13(2):119-127.
- Harlan I. Aktivitas pencarian makan dan pemindahan larva semut rangrang *Oecophylla smaragdina* (Formicidae: Hymenoptera) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kusmana C, Wilarso S, Hilwan I, Pamoengkas P, Wibowo C, Tiryana T, Triswanto A, Yunasfi, Hamzah. 2005. *Teknik Rehabilitasi Mangrove*. Bogor (ID): Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Kusmana C, Istomo, Wibowo C, Wilarso S, Zulkarnaen I, Tiryana T, Triswanto A, Yunasfi, Hamzah. 2008. *Manual Silviculture Mangrove di Indonesia*. Jakarta (ID): Departemen Kehutanan Republik Indonesia dan Korea International Corporation Agency (KOICA).
- Kusuma FD. 2013. Keanekaragaman serangga di ekosistem mangrove: studi kasus hutan mangrove di Kawasan Pesisir Angke Kapuk, Jakarta Utara [skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Kustanti A. 2011. *Manajemen Hutan Mangrove*. Bogor (ID): IPB Press.
- Ludwig JA, Reynolds JF. 1988. *Statistical Ecology: A Primer methods and computing*. New York (US): John Wiley & Sons.
- Magurran AE. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. London (UK): Croom Helm Ltd.
- Mawazin, Subiakto A. 2013. Keanekaragaman dan komposisi jenis permudaan alam hutan rawa

- gambut bekas tebangan di Riau. *Jurnal Forest Rehabilitation*. 1:1.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Canada (US): John Wiley and Sons, Inc.
- Murphy DH. 1990. *Essays of zoology*. Department of Zoology. National University of Singapore.
- Noor YS, Khazali M, Suryadiputra INN. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor (ID): Wetlands International Indonesia Programme.
- Odum EP. 1970. *Dasar-dasar Ekologi*. Yogyakarta (ID): Universitas Gajah Mada Press.
- Peng RK, Chrisitan K. 2004. The weaver ant, *Oecophylla smaragdina* (Hymenoptera: Formicidae), an effective biological control agent of the red-banded thrips, *Selenothrips rubrocinctus* (Thysanoptera: Thripidae) in mango crops in the Northern Territory of Australia. *International Journal of Pest Management* 50(2): 107–114.
- Perdana TA. 2010. Keanekaragaman serangga Hymenoptera (khususnya parasitoid) pada areal pesawahan, kebun sayur, dan hutan di daerah Bogor [skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Richman DB, Jackson RR. 1992. A review of the ethology of jumping spiders (Araneae, Salticidae). *J Bull Br Arachnol. Soc* 9: 33 - 37.
- Roberts MJ. 1995. *Collins Field Guide Spiders of Britain and Northern Europe*. Ramsbury (UK): The Bath Press.
- Scudder GGE. 2009. The importance of insect. *Insect Biodiversity Science and Society* 7-32. London (UK): Wiley-Blackwell John Wiley.
- Schuldt A, Barrufol M, Bohnke M, Bruelheide M, Hardtle W, Lang CA, Nadrowski K, Oheimb VG, Voigt W, Zhou H, Assmann Z. 2010. Tree diversity promotes insect herbivory in subtropical forests of south-east China. *Journal of Ecology*. 98: 917–926.
- Speight MR, Wylie FR. 2000. *Insect Pest in Tropical Forestry*. CABI.
- Suratmo G. 1974. *Hama Hutan di Indonesia (Forest Entomology)*. Bogor (ID): IPB. Suriana, Jamili, Parakkasi. 2015. Insect Diversity in Mangrove Communities in Small Islands of Wakatobi National Park, Southeast Sulawesi, Indonesia. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 41(3-4): 125-132.
- Tarumingkeng RC. 1994. *Dinamika Populasi Kajian Ekologi Kuantitatif*. Jakarta (ID): Pustaka Sinar Harapan.
- Taylor PW, Jackson RR. 1999. The biology of *Jacksonoides queenslandica*, a jumping spider (Araneae: Salticidae) from Queensland: intraspecific interactions, web-invasion, predators, and prey. *J Zoology* 15: 1 - 37.
- Tofani DP. 2008. Keanekaragaman serangga di hutan alam Resort Cibodas, Gunung Gede Pangrango dan hutan tanaman jati di KPH Cepu [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Veenakumari K, Mohanraj P, Bandyopadhyay AK. 1997. Insect herbivores and their natural enemies in the mangals of the Andaman and Nicobar Islands. *Journal of Natural History* 31(7): 1105-1126.
- Wibisono MS. 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Jakarta (ID): Grasindo.
- Widhiono I. 2015. *Strategi Konservasi Serangga Pollinator*. Purwokerto (ID): Universitas Jenderal Soedirman.
- Wyatt-Smith J. 1963. *Manual of Malayan Silviculture for Inland Forest*. Kuala Lumpur (MY): Yau Seng Press.