

# Jurnal Ilmu Kehutanan

Journal of Forest Science  
<https://jurnal.ugm.ac.id/jikfkt>



## Studi Ekologi Kuantitatif Hutan Pilan Sebagai Dasar Pengembangan Kebun Raya Gianyar

*Quantitative Ecological Study of Pilan Forest as a Baseline for Development of Gianyar Botanic Garden*

Farid Kuswanto, I Nyoman Lugrayasa, & Wawan Sujarwo\*

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya "Eka Karya" Bali-LIPI

Candikuning, Baturiti, Tabanan, Bali 82191

\*Email: wawan.sujarwo@lipi.go.id

### HASIL PENELITIAN

Riwayat Naskah :

Naskah masuk (*received*): 15 Nopember 2017

Diterima (*accepted*): 28 Februari 2018

### KEYWORDS

Bali

botanic garden

plant composition

vegetation analysis

*Magnolia montana*

### ABSTRACT

*Quantitative ecological research is needed as a baseline in the future construction and development of botanic gardens. This study aims to acquire the vegetation data in the forest area where a botanic garden will be established and analyse it quantitatively. The study was conducted using the quadrat plot (PU) method, with a plot measuring 20 m x 20 m for observation and tagging of all trees and saplings, as well as 2 m x 2 m for observation of the understorey level. Data analysis was performed by utilising the importance value index, Shannon-Wiener diversity index, similarity index, cluster analysis, and principal component analysis (PCA). Plant communities in Pilan Forest were dominated by *Magnolia montana* (Blume) Figlar and *Arenga pinnata* (Wurmb) Merr. at the canopy level and *Daemonorops* sp. in the understorey level. The diversity index was moderate and low respectively, while the similarity index was mostly low. The clustering results showed the formation of two subsets in both growth rate as the PU VI was outside the cluster and the PCA indicated that each plot supports different plant species. The study results concluded that the composition of vegetation at Pilan forest is approaching the maximum diversity, and is relatively undisturbed due to its status as a sacred forest. Factors thought to affect the different composition of plants in each plot was the pH of the soil, the intensity of sunlight, dominant tree species, edge effects and distribution of seeds by animals.*

**KATA KUNCI**

analisis vegetasi  
Bali  
kebun raya  
komposisi tumbuhan  
*Magnolia montana*

**INTISARI**

Penelitian ekologi kuantitatif diperlukan sebagai *baseline* dalam proses pembangunan dan pengembangan kebun raya di masa mendatang. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data vegetasi di kawasan hutan yang akan dibangun kebun raya dan menganalisisnya secara kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan metode petak kuadrat (PU), dengan petak ukur 20 m x 20 m untuk pengamatan tingkat pohon dan tiang, serta 2 m x 2 m untuk pengamatan tingkat tumbuhan bawah. Analisis data dilakukan menggunakan indeks nilai penting, indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks similaritas, analisis kluster, dan analisis komponen utama (PCA). Komunitas tumbuhan di hutan Pilan didominasi oleh *Magnolia montana* (Blume) Figlar dan *Arenga pinnata* (Wurmb) Merr. pada tingkat pohon serta *Daemonorops* sp. pada tingkat tumbuhan bawah. Indeks keanekaragaman pada tingkat pohon dan tiang menunjukkan nilai sedang dan rendah pada tingkat tumbuhan bawah, sementara indeks similaritas mayoritas kombinasi PU adalah rendah. Hasil kluster menunjukkan terbentuknya dua subset pada kedua tingkat pertumbuhan, dimana PU VI berada di luar kluster sedangkan PCA menunjukkan setiap PU mendukung jenis tumbuhan yang berbeda-beda. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa komposisi vegetasi hutan Pilan mendekati klimaks yang disebabkan karena statusnya sebagai hutan keramat sehingga relatif bebas dari gangguan. Faktor-faktor yang diduga mempengaruhi perbedaan komposisi tumbuhan di setiap PU adalah pH tanah, intensitas sinar matahari, jenis pohon yang dominan, efek tepi, dan persebaran biji oleh hewan.

© Jurnal Ilmu Kehutanan-All rights reserved

**Pendahuluan**

Kebun raya didefinisikan sebagai sebuah kawasan konservasi tumbuhan *ex-situ* dengan koleksi tumbuhan yang terdokumentasi dan ditata berdasarkan pola klasifikasi taksonomi, bioregion, tematik atau kombinasinya dengan tujuan konservasi, penelitian, pendidikan, wisata, dan jasa lingkungan (Hadimuljono et al. 2014a). Sebagai lembaga konservasi, kebun raya berperan penting di antaranya dalam pengembangan bibit tumbuhan langka yang akan menjadi material dalam upaya mengembalikan jenis tersebut ke habitat alaminya pada masa mendatang dan sebagai sarana edukasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap isu-isu lingkungan dan konservasi (Williams et al. 2015; BGC 2016).

Pembangunan kebun raya baru di Indonesia mutlak diperlukan dalam rangka konservasi

tumbuhan terancam Indonesia. Idealnya, Indonesia memerlukan minimal 47 kebun raya untuk melestarikan seluruh tumbuhan terancam. Jumlah tersebut sudah disesuaikan dengan pembagian *ecoregion* di seluruh wilayah Indonesia, dan diharapkan setiap kebun raya nantinya dapat mewakili satu tipe *ecoregion* tersebut (Hadimuljono et al. 2014b). Hingga tahun 2010, empat kebun raya eksisting di bawah LIPI diperkirakan hanya mampu mengkonservasi kurang lebih 21,5% tumbuhan terancam Indonesia. Jumlah tumbuhan terancam yang berhasil dikonservasi ini kemudian meningkat menjadi 24%-25% pada akhir tahun 2012 seiring dengan dilakukannya pembangunan dan pengembangan beberapa kebun raya baru di Indonesia (Purnomo et al. 2010; Purnomo et al. 2015).

Pada tahun 2016, LIPI bekerjasama dengan Pemerintah Daerah Kabupaten Gianyar mengagenda-

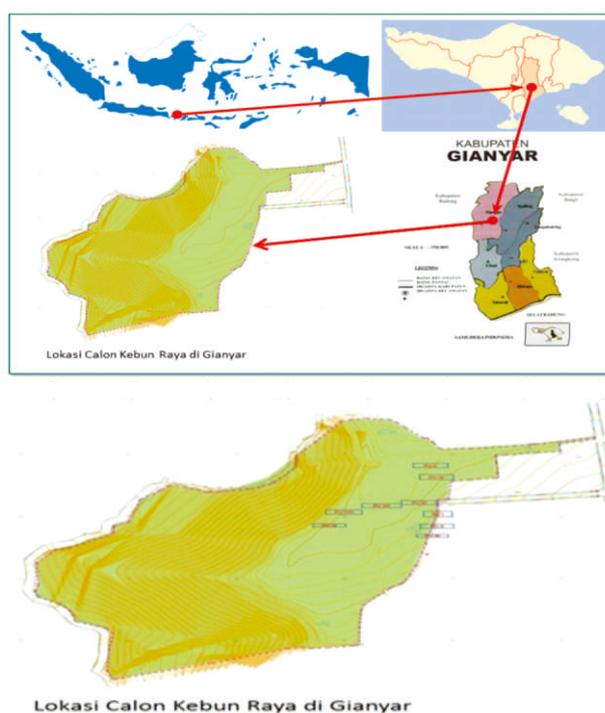
kan pembangunan Kebun Raya Gianyar. Kebun raya baru ini akan dibangun di kawasan Hutan Pilan, Kecamatan Payangan, Gianyar. Hutan Pilan merupakan hutan sekunder yang disakralkan. Adanya aturan-aturan adat yang harus ditaati ikut membantu dalam upaya konservasi vegetasi alami Hutan Pilan karena tidak banyak aktivitas penduduk lokal dapat dilakukan di kawasan tersebut. Adanya aturan adat telah terbukti membantu usaha konservasi hutan pada berbagai komunitas masyarakat, misalnya pada komunitas Dayak Benuaq di Kalimantan Timur (Mulyoutami et al. 2009). Hutan Pilan juga bernilai konservasi tinggi karena ditemui jenis palem endemik, *Pinanga arinasae* Witono yang sebelumnya dilaporkan hanya tumbuh di Bukit Tapak, Kawasan Cagar Alam Batukaru, Bali (Witono et al. 2002). Para ahli mengategorikan *P. arinasae* dalam kategori B daftar spesies prioritas untuk konservasi tumbuhan Indonesia (Risna et al. 2010).

Proses pembangunan kebun raya selalu didahului dengan analisis vegetasi di lokasi calon kebun raya. Ketersediaan data vegetasi penting sebagai dasar kegiatan konservasi keanekaragaman hayati, pemanfaatan sumber daya alam, tata guna lahan, perlindungan tanah dan air, dan pertambangan (Kartawinata 2013). Dalam kaitannya dengan proses pembangunan Kebun Raya Gianyar, data vegetasi diperlukan sebagai *baseline* dalam proses pembangunan dan pengembangan kebun raya di masa mendatang. Walaupun tidak ada persyaratan minimal suatu lokasi dapat dijadikan sebagai kebun raya berdasarkan data analisis vegetasi, hasil tersebut akan sangat membantu dalam menentukan jenis-jenis yang harus dikoleksi untuk memperkaya koleksi Kebun Raya Gianyar dan juga jenis-jenis eksiting apa saja yang harus dipertahankan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data vegetasi di kawasan hutan yang akan di bangun kebun raya dan menganalisisnya secara kuantitatif.

## Bahan dan Metode

### Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di hutan adat Pilan pada 11 – 15 Oktober 2016. Secara administratif lokasi penelitian berada di Banjar Pilan, Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 650-710 m dpl. Secara geografis, Kecamatan Payangan terletak pada 8°18'48"-8°29'40"LS dan 115°13'29"-115°17'37"BT. Secara umum, kondisi tanah di Kabupaten Gianyar bertekstur halus, tidak berdebu pada lahan datar, lempung berdebu pada lahan landai, dan berupa butiran kasar pada lahan miring. Curah hujan di Kecamatan Payangan sebesar 2365 mm/tahun (Badan Pusat Statistik 2014; Badan Pusat Statistik 2016). Bagi masyarakat yang tinggal di Banjar Pilan, hutan Pilan merupakan hutan *pingit* (keramat) sehingga vegetasi-nya dalam kondisi yang relatif terjaga. Lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 1.



**Gambar 1.** Peta lokasi calon Kebun Raya Gianyar (© Tim Survey Penyusunan *Master Plan* Kebun Raya Gianyar)

**Figure 1.** Study area of proposed site for Gianyar Botanic Garden (© Gianyar Botanic Garden Master Plan Survey Team)

## Pengambilan data

Sebanyak 9 petak ukur (PU) berukuran 20 m x 20 m *nested* 2 m x 2 m digunakan untuk mengetahui keragaman dan jumlah vegetasi pada tingkat pohon (*trees*), tiang (*poles*), dan tumbuhan bawah (*ground cover*) yang meliputi semai pohon, tumbuhan merambat, dan tanaman herba. Penempatan PU menggunakan metode *purposive*. Parameter yang dicatat pada setiap PU meliputi nama jenis tumbuhan, kelimpahan, tinggi, dan diameter (dbh) untuk pohon dan tiang (Whitten et al. 1996; Ismaini et al. 2015; Arrijani et al. 2006).

## Analisis data

Perhitungan data dilakukan dengan menghitung nilai indeks nilai penting (INP). Perhitungan INP mengacu pada Sujarwo dan Darma (2011), dimana untuk tingkat pohon dan tiang dihitung dengan persamaan  $INP=KR+FR+DR$  sedangkan untuk tingkat tumbuhan bawah dihitung dengan persamaan  $INP=KR+FR$ . Dimana nilai KR, FR dan DR dihitung mengacu pada Sujarwo dan Darma (2011) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kerapatan jenis (K)} = \frac{\text{jumlah individu jenis } x}{\text{total luas plot sampel}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{K \text{ jenis } x}{\sum K} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi jenis (F)} = \frac{\text{jumlah plot dimana jenis } x \text{ ditemukan}}{\sum \text{plot}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif (FR)} = \frac{F \text{ jenis } x}{\sum F} \times 100\%$$

$$\text{Luas basal area (LBD)} = \frac{1}{4} \mu (\text{dbh})^2$$

$$\text{Dominansi jenis } x (D) = \frac{LBD \text{ } x}{\text{total luas plot}}$$

$$\text{Dominansi relatif} = \frac{D \text{ jenis } x}{\sum D} \times 100\%$$

Nilai keanekaragaman vegetasi dinyatakan berdasarkan indeks Shannon-Wiener ( $H'$ ) yang dihitung dengan mengacu pada Magurran (1988):

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Dimana  $P_i$  dihitung dengan persamaan:

$$P_i = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{jumlah individu seluruh jenis di dalam plot}}$$

Perhitungan indeks similaritas, *Cluster analysis*, dan *Principal Component Analysis* (PCA) berdasarkan *Bray-Curtis similarity algorithm* (Bray and Curtis, 1957) dan dikalkulasikan menggunakan *Software PAST* 3.14.

## Hasil dan Pembahasan

### Indeks nilai penting (INP)

Pada tingkat pohon dan tiang, kawasan hutan Pilan didominasi oleh *Magnolia montana* (Blume) Figlar dengan INP 67,41% dan *Arenga pinnata* (Wurmb) Merr. dengan INP 49,85% (Tabel 1.). Nilai kedua jenis tersebut jauh lebih besar daripada nilai INP jenis-jenis lain yang masing-masing di bawah 20%. Nilai dominasi relatif (DR) tertinggi juga diperoleh oleh *M. montana* dan *A. pinnata*, masing-masing 46,48% dan 27,15%. Nilai INP suatu jenis yang sangat berbeda daripada jenis lain menunjukkan bahwa kawasan tersebut memiliki vegetasi yang homogen (Junaedi 2008). Nilai DR yang sangat tinggi pada kedua jenis tersebut menunjukkan bahwa penggunaan sumber daya di Hutan Pilan didominasi oleh jenis-jenis tersebut (Junaedi 2008). Mawazin dan Subiakto (2013) mengungkapkan bahwa jenis-jenis tumbuhan yang memiliki INP tinggi merupakan jenis-jenis yang dominan dan mampu menjaga kelestariannya. Suatu jenis tumbuhan berpotensi menjadi dominan jika tumbuh pada lokasi yang sesuai untuk mendukung pertumbuhannya (Whitten et al. 1996). Dalam penelitian ini, diketahui bahwa kondisi hutan Pilan cocok dengan karakteristik *A. pinnata* yang dapat hidup sampai ketinggian 1300 m dpl namun lebih produktif pada ketinggian 500-700 m dpl, dengan tanah yang subur seperti tanah vulkanis bercurah hujan rata-rata 1.200 mm per tahun (Lempang 2012). Kondisi hutan Pilan juga cocok bagi pertumbuhan *M. montana* yang mampu hidup pada hutan primer dengan berbagai kondisi tanah sampai ketinggian 1700 m dpl (Rozak, 2012).

**Tabel 1.** Indeks nilai penting tingkat pohon dan tiang  
**Table 1.** Important value index of trees and poles levels

No	Nama ilmiah	Kerapatan relatif (KR) (%)	Dominansi relatif (DR) (%)	Frekuensi relatif (FR) (%)	INP
1	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch. J.R.& G. Forst.	4,44	3,62	2,38	10,44
2	<i>Arenga pinnata</i> (Wurmb) Merr.	15,56	27,15	7,14	49,85
3	<i>Artocarpus elasticus</i> Reinw. ex Blume	1,48	0,42	1,19	3,10
4	<i>Azadirachta excelsa</i> (Jack) Jacobs	4,44	5,23	5,95	15,63
5	<i>Baccaurea</i> sp.	1,48	0,08	2,38	3,95
6	<i>Citrus</i> sp.	0,74	0,00	1,19	1,93
7	<i>Dendrocnide microstigma</i> (Gaudich. ex Wedd.) Chew	0,74	0,04	1,19	1,97
8	<i>Duabanga moluccana</i> Blume	0,74	0,15	1,19	2,08
9	<i>Dysoxylum excelsum</i> Blume	0,74	0,00	1,19	1,93
10	<i>Dysoxylum nutans</i> (Blume) Miq.	1,48	0,26	2,38	4,13
11	<i>Elaeocarpus</i> sp.	0,74	0,02	1,19	1,95
12	<i>Ficus benjamina</i> L.	0,74	0,18	1,19	2,11
13	<i>Ficus drupacea</i> Thunb.	2,22	3,87	3,57	9,66
14	<i>Ficus variegata</i> Blume	0,74	0,20	1,19	2,13
15	<i>Garcinia celebica</i> L.	1,48	0,04	2,38	3,90
16	<i>Glochidion rubrum</i> Blume	0,74	0,15	1,19	2,08
17	<i>Helicia excelsa</i> (Roxb.) Blume	1,48	0,01	2,38	3,87
18	<i>Homalanthus giganteus</i> Zoll. & Moritzi	1,48	0,15	2,38	4,02
19	<i>Knema cinerea</i> Warb.	2,22	0,26	3,57	6,05
20	<i>Lindera polyantha</i> Boerl.	1,48	0,20	2,38	4,06
21	<i>Litsea racemosa</i> C.T.White	1,48	0,26	1,19	2,94
22	<i>Lunasia amara</i> Blanco	0,74	0,00	1,19	1,94
23	<i>Magnolia montana</i> (Blume) Figlar	12,59	46,48	8,33	67,41
24	<i>Meliosma ferruginea</i> Blume	1,48	0,47	1,19	3,14
25	<i>Palaquium gutta</i> (Hook.) Baill. (Hook.f.) Baillon	2,22	0,30	2,38	4,91
26	<i>Pavetta montana</i> Reinw. ex Blume	3,70	0,75	4,76	9,22
27	<i>Pinanga arinasae</i> Witono	8,89	1,75	3,57	14,22
28	<i>Planchonia valida</i> (Blume) Blume	0,74	0,02	1,19	1,95
29	<i>Platea exelsa</i> Blume	0,74	0,01	1,19	1,94
30	<i>Polyalthia lateriflora</i> (Blume) Kurz	3,70	0,45	3,57	7,73
31	<i>Polyalthia</i> sp.	0,74	0,07	1,19	2,00
32	<i>Rauvolfia verticillata</i> (Lour.) Baill.	1,48	0,10	2,38	3,97
33	<i>Schefflera actinophylla</i> (Endl.) Harms	1,48	0,10	1,19	2,77
34	<i>Sterculia longifolia</i> Vent.	0,74	0,00	1,19	1,94
35	<i>Syzygium polyanthum</i> (Wight) Walp.	1,48	0,07	2,38	3,93
36	<i>Syzygium racemosum</i> (Blume) DC.	5,19	5,33	3,57	14,08
37	<i>Syzygium</i> sp.	0,74	0,04	1,19	1,97
38	<i>Syzygium syzygioides</i> (Miq.) Merr. & L.M.Perry	1,48	0,75	2,38	4,61
39	<i>Syzygium zollingerianum</i> (Miq.) Amshoff	2,96	0,97	4,76	8,70
40	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	0,74	0,00	1,19	1,94
41	<i>Viburnum sambucinum</i> Reinw. ex Blume	1,48	0,02	2,38	3,89

Pada tingkat tumbuhan bawah, nilai INP tertinggi dimiliki oleh *Daemonorops* sp. dengan 57,89%, jenis ini juga memiliki nilai kerapatan relatif (KR) tertinggi yaitu 42,11%, dan nilai frekuensi relatif (FR) tertinggi yaitu 15,79% (Tabel 2). *Daemonorops* sp. adalah tumbuhan dengan biji yang *edible* sehingga diduga dapat disebar dan berkecambah lebih baik berkat bantuan dari sistem pencernaan hewan frugivora. Nilai INP yang sangat tinggi menunjukkan bahwa *Daemonorops* sp. merupakan jenis utama pada tingkat tumbuhan bawah. Mawazin & Subiakto (2013) mengungkapkan bahwa nilai INP tumbuhan bawah

yang lebih dari 10% memungkinkan jenis tersebut untuk mempertahankan kelestariannya. Dari penelitian ini diketahui bahwa *Daemonorops* sp. adalah jenis yang di masa mendatang diduga dapat mendominasi ekosistem Hutan Pilan.

#### Indeks keanekaragaman (H')

Whitten et al. (1996) dan Broto (2015) mengemukakan bahwa nilai Indeks keanekaragaman < 1 memiliki keanekaragaman jenis rendah, 1-3 keanekaragaman jenis sedang, dan >3 keanekaragaman jenis tinggi. Dari klasifikasi tersebut dapat diketahui bahwa

**Tabel 2.** Indeks nilai penting tingkat tumbuhan bawah  
**Table 2.** Important value index of understorey level

No.	Nama ilmiah	Kerapatan relatif (KR) (%)	Frekuensi relatif (FR)(%)	INP
1	<i>Amorphophallus variabilis</i> Blume	0,29	2,63	2,92
2	<i>Corymborkis veratrifolia</i> (Reinw.) Blume	2,34	2,63	4,97
3	<i>Caryota mitis</i> Lour.	2,63	10,53	13,16
4	<i>Coffea arabica</i> L.	3,22	5,26	8,48
5	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	0,29	2,63	2,92
6	<i>Cheilocostus speciosus</i> (J.Koenig) C.D.Specht	2,92	2,63	5,56
7	<i>Daemonorops</i> sp.	42,11	15,79	57,89
8	<i>Diplazium esculentum</i> (Retz.) Sw.	0,58	5,26	5,85
9	<i>Dysoxylum nutans</i> (Blume) Miq.	0,88	2,63	3,51
10	<i>Epipremnum vinnatum</i> (L.) engl.	0,29	2,63	2,92
11	<i>Garcinia celebica</i> L.	1,17	2,63	3,80
12	<i>Garcinia buchneri</i> Engl. L.	1,46	5,26	6,73
13	<i>Goodyera procera</i> (Ker Gawl.) Hook.	14,62	5,26	19,88
14	<i>Malaxis</i> sp.	4,39	2,63	7,02
15	<i>Phaius amboinensis</i> Blume	2,34	2,63	4,97
16	<i>Pinanga arinasae</i> Witono	0,58	2,63	3,22
17	<i>Pinanga coronata</i> (Blume ex Mart.) Blume	0,29	2,63	2,92
18	<i>Piper</i> sp.	2,92	5,26	8,19
19	<i>Planchonella obovata</i> (R.Br.) Pierre	0,29	2,63	2,92
20	<i>Plocoglottis plicata</i> (Roxb.) Ormerod	6,73	2,63	9,36
21	<i>Potomorpe</i> sp.	4,68	2,63	7,31
22	<i>Ziziphus</i> sp.	4,97	10,53	15,50

hutan Pilan memiliki indeks keanekaragaman jenis sedang untuk tingkat pohon dan tiang serta rendah pada tingkat tumbuhan bawah, yaitu masing-masing sebesar 2,78 dan 0,99 (Tabel 3).

Nilai indeks keanekaragaman sedang sampai rendah menunjukkan bahwa Hutan Pilan mendekati kondisi stabil (Whitten et al. 1996; Setiadi 2005). Hal tersebut sesuai dengan kondisi hutan Pilan yang merupakan hutan keramat sehingga gangguan dari kegiatan manusia relatif jarang terjadi. Hutan yang berada dalam kondisi klimaks dan stabil cenderung memiliki nilai indeks keanekaragaman yang relatif rendah karena jarang terjadi gangguan, baik oleh alam maupun manusia. Nilai indeks keanekaragaman yang meningkat menunjukkan adanya proses suksesi, sedangkan penurunan nilai indeks keanekaragaman menunjukkan bahwa komunitas tersebut mendekati kondisi stabil (Setiadi 2005).

Nilai indeks keanekaragaman tertinggi didapatkan pada petak ukur (PU) I, baik untuk tingkat tumbuhan bawah maupun untuk tingkat tiang dan pohon yang menunjukkan bahwa PU I merupakan lokasi yang paling tinggi mengalami gangguan. Hal ini karena PU I terletak di dekat jalan akses (*trail*) di dalam hutan sehingga terjadi efek tepi (*edge effect*) yang menyebabkan meningkatnya keanekaragaman tumbuhan di PU tersebut. Hal ini sesuai pernyataan Otto et al. (2014) yang menyatakan bahwa area yang berbatasan dengan jalan secara floristik akan sangat berbeda dengan area di dalam hutan. Sementara Harper et al. (2005) menyatakan bahwa tingkat perbedaan vegetasi akibat adanya efek tepi dipengaruhi oleh faktor-faktor lokal dalam ekosistem tersebut yang meliputi iklim, karakteristik tepi, atribut tegakan dan faktor abiotik lainnya. Indeks keanekaragaman terendah pada tingkat tiang dan pohon terdapat pada

**Tabel 3.** Indeks keanekaragaman Hutan Pilan  
**Table 3.** Diversity index of Pilan Forest

PU	Jumlah jenis pohon dan tiang	H' pohon dan tiang	Jumlah jenis tumbuhan bawah	H' tumbuhan bawah
PU I	17	5,19	6	1,60
PU II	14	5,06	6	1,22
PU III	9	4,20	6	1,46
PU IV	13	2,51	4	0,94
PU V	7	1,83	4	0,72
PU VI	1	0	3	0,94
PU VII	12	2,27	4	0,70
PU VIII	10	2,27	5	1,32
PU IX	6	1,73	0	0
Jumlah		25,06		8,9
Rata-Rata		2,78		0,99

PU VI sedangkan pada tingkat tumbuhan bawah pada PU IX masing-masing dengan nilai 0. Hal ini karena komunitas tumbuhan tingkat pohon dan tiang di PU VI homogen yang hanya tersusun oleh jenis tunggal, yaitu *A. pinnata* sementara pada petak IX tidak ditemukan tumbuhan bawah.

#### Indeks similaritas (IS)

Indeks similaritas untuk tingkat pohon dan tiang ditampilkan pada Tabel 4. Hasil penelitian ini

menunjukkan bahwa pada tingkat pohon dengan indeks similaritas tertinggi terdapat pada PU I dan II yaitu sebesar 60%. Indeks similaritas yang tinggi pada tingkat tumbuhan bawah didapatkan pada kombinasi PU I dan IV, PU I dan V, serta PU II dan V, masing-masing sebesar 60% dan juga kombinasi PU I dan II serta kombinasi PU IV dan V dengan persentase masing-masing sebesar 50% (Tabel 5). Indeks similaritas antar petak ukur (PU) menunjukkan adanya kesamaan komposisi vegetasi penyusun komunitas

**Tabel 4.** Indeks similaritas tingkat pohon dan tiang  
**Table 4.** Similarity index of trees and poles levels

PU	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
I	1,00	0,60	0,44	0,34	0,26	0,12	0,43	0,30	0,09
II	0,60	1,00	0,43	0,44	0,38	0,13	0,54	0,42	0,10
III	0,40	0,43	1,00	0,36	0,37	0,20	0,09	0,21	0,13
IV	0,34	0,44	0,36	1,00	0,40	0,14	0,32	0,26	0,11
V	0,26	0,38	0,37	0,40	1,00	0,25	0,11	0,12	0,15
VI	0,12	0,13	0,20	0,14	0,25	1,00	0	0	0
VII	0,43	0,54	0,09	0,32	0,11	0	1,00	0,27	0,11
VIII	0,30	0,42	0,21	0,26	0,12	0	0,27	1,00	0,25
IX	0,09	0,10	0,13	0,10	0,15	0	0,11	0,25	1,00

**Tabel 5.** Indeks similaritas tingkat tumbuhan bawah  
**Table 5.** Similarity index of understory level

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	1,00	0,50	0,17	0,60	0,60	0	0,20	0,36
II	0,50	1,00	0	0,20	0,60	0,22	0,20	0,36
III	0,17	0	1,00	0,20	0,20	0	0	0,18
IV	0,60	0,20	0,20	1,00	0,50	0	0,25	0,22
V	0,60	0,60	0,20	0,50	1,00	0	0,25	0,44
VI	0	0,22	0	0	0	1,00	0	0
VII	0,20	0,20	0	0,25	0,25	0	1,00	0,22
VIII	0,36	0,36	0,18	0,22	0,44	0	0,22	1,00

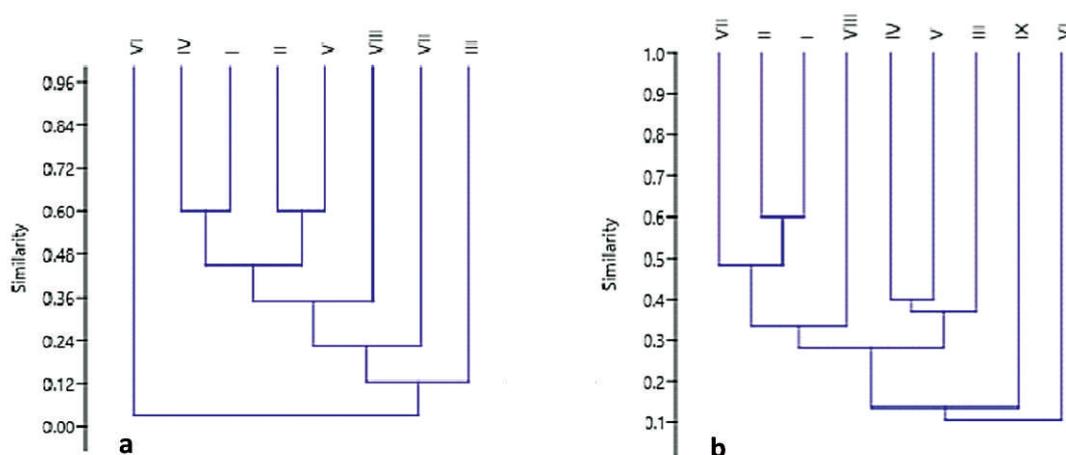
tumbuhan di antara masing-masing PU. Indeks similaritas dinyatakan tinggi bila persentasenya >50% dan dinyatakan rendah bila <50% (Whitten et al. 1996; Setiadi 2005).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar kombinasi PU memiliki indeks similaritas yang rendah yang mengindikasikan bahwa komposisi vegetasi penyusun di setiap PU relatif berbeda. Sebaliknya, nilai indeks similaritas yang tinggi pada beberapa kombinasi PU menunjukkan adanya kesamaan jenis tumbuhan pada PU tersebut. Perbedaan komposisi vegetasi ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di setiap PU, baik kondisi biotik maupun abiotik (Setiadi 2005). Sebagai contoh, dalam penelitian ini nilai indeks similaritas pada tingkat pohon dan tiang serta tumbuhan bawah pada kombinasi PU I dan II cukup tinggi. Hal ini karena letak kedua PU cukup dekat sehingga biji tumbuhan dari satu induk yang sama kemungkinan tersebar di PU-PU yang berdekatan. Penyebaran biji tumbuhan oleh hewan dan manusia juga berpengaruh terhadap struktur dan dinamika komunitas tumbuhan (Wichmann et al. 2009; Cortes & Uriarte 2013). Diduga, hal tersebut juga terjadi pada kombinasi PU I dan PU IV serta PU I dan PU V, khususnya pada tingkat tumbuhan bawah. Pada kombinasi PU I dan PU IV ditemukan 3 jenis tumbuhan yang sama yaitu, anakan *Coffea arabica* L., *Daemonorops* sp., dan

*Ziziphus* sp., sedangkan pada kombinasi PU I dan PU V ditemukan juga 3 jenis tumbuhan yang sama yaitu *Caryota mitis* Lour., *Daemonorops* sp., dan *Ziziphus* sp. Buah *C. arabica* merupakan makanan bagi tikus (*Rattus rattus*) sedangkan buah *Ziziphus* sp. merupakan makanan bagi babi hutan (*Sus* sp.) (Grice 1996; Shiels 2011). Selain itu, persebaran biji tumbuhan dari suku *Arecaceae* sering mendapat bantuan dari hewan seperti kelelawar, hewan pengerat, primata dan burung, sementara buah *Daemonorops* sp. dilaporkan menjadi makanan bagi monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) (Lucas & Corlett 1991; Orozco-Segovia et al. 2003). Bantuan dari hewan-hewan tersebut memungkinkan terjadinya persebaran biji sehingga anakan jenis-jenis tersebut dapat ditemukan di dua PU yang berjarak relatif jauh atau tersebar sangat luas seperti halnya *Daemonorops* sp.

#### Analisis kluster

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa analisis kluster untuk tumbuhan bawah terdiri dari dua kelompok (subset) yang berbeda, yakni subset 1 (PU I, II, IV, V, VII, VIII) dan subset 2 (PU III). Petak Ukur VI tidak termasuk ke dalam keseluruhan subset karena berada di luar cluster (Gambar 2a). Untuk tingkat pohon dan tiang memiliki tipe cluster yang hampir sama, yakni terdiri dari dua kelompok (subset). Subset



**Gambar 2.** Analisis kluster (a) tingkat tumbuhan bawah dan (b) tingkat pohon dan tiang  
**Figure 2.** Cluster analysis (a) understorey level and (b) trees and poles levels

1 meliputi PU I, II, III, IV, V, VII, VIII dan subset 2 hanya PU IX sedangkan PU VI berada di luar kluster (Gambar 2b). Dari kedua gambar tersebut dapat diketahui bahwa hampir semua PU cenderung membentuk satu kelompok kecuali PU VI. Hal ini diduga karena dari 3 jenis tumbuhan yang ditemukan di plot tersebut, 2 jenis tumbuhan yaitu *Amorphophallus variabilis* Blume dan *Pothomorphe* sp. hanya ditemukan di PU VI sehingga mengakibatkan PU tersebut memiliki nilai indeks similaritas yang sangat kecil terhadap PU lainnya. *A. variabilis* dan *Pothomorphe* sp. adalah dua jenis tumbuhan yang menyukai tempat agak terbuka untuk hidupnya. Kondisi ini sesuai dengan kondisi PU VI yang terletak di daerah perbatasan antara hutan dan kebun masyarakat.

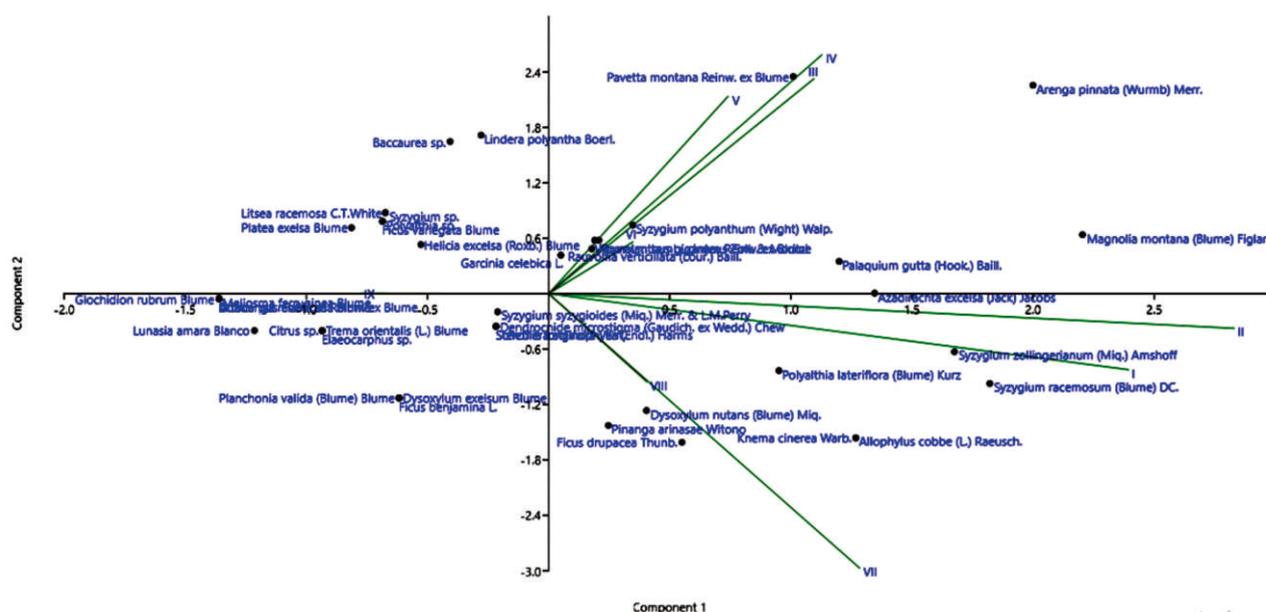
### Analisis komponen utama (PCA)

Hasil analisis komponen utama untuk tingkat pohon (Gambar 3) menunjukkan bahwa secara umum kondisi biotik dan abiotik di PU III, IV, V, dan VI dapat mempengaruhi keberadaan *Homalanthus giganteus* Zoll. & Moritzzi, *Pavetta Montana* Reinw. ex Blume, *Rauvolfia verticillata*(Lour.) Baill., *Syzygium*

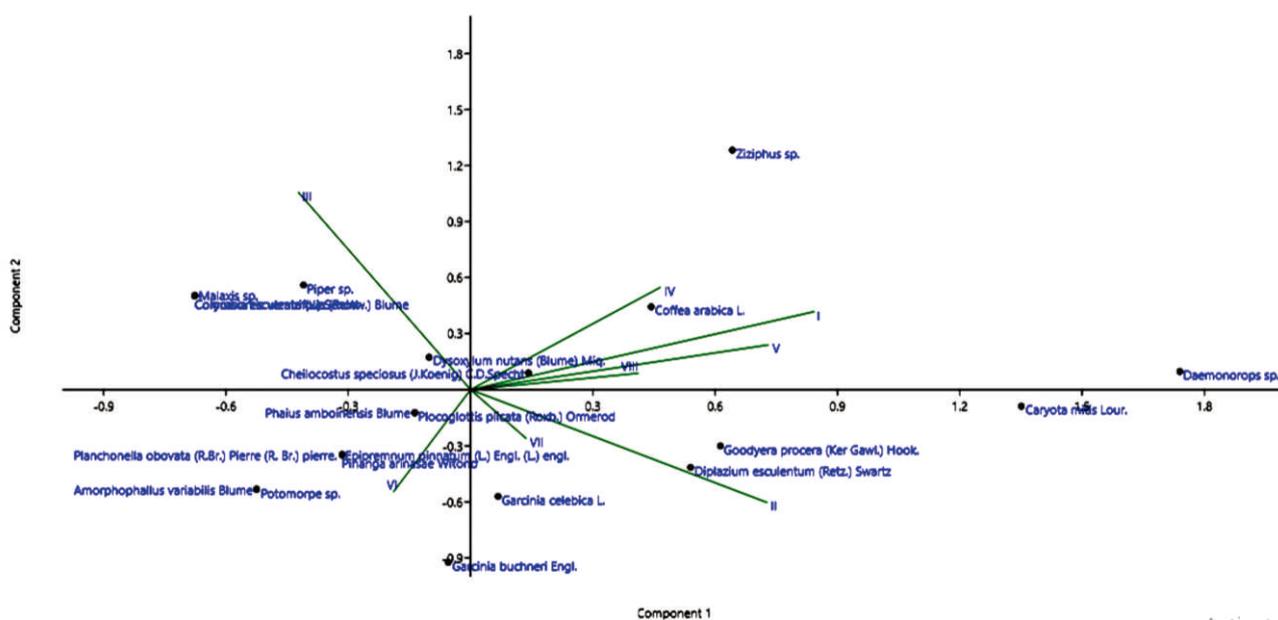
*polyanthum* (Wight) Walp, dan *Viburnum sambunicum* Reinw. ex Blume. Selain itu, kondisi lingkungan di PU I dapat mempengaruhi keberadaan *Syzygium zollingerianum*(Miq.) Amshoff, PU II mempengaruhi keberadaan *Azadirachta excelsa*(Jack) Jacobs, PU VII dan PU VIII mempengaruhi keberadaan *Dysoxylum nutans* (Blume) Miq., *Ficus drupacea* Thunb., dan *Pinanga arinasae* Witono.

Selain itu, hasil PCA untuk tingkat tumbuhan bawah (Gambar 4) menunjukkan kondisi biotik dan abiotik PU I mempengaruhi keberadaan *Cheilocostus speciosus*. PU II mempengaruhi keberadaan *Diplazium esculentum*, PU III mempengaruhi keberadaan anakan *Dysoxylum nutans*, PU V dan PU VIII mempengaruhi keberadaan *Daemonorops* sp.

Pausas and Austin (2001) menyatakan bahwa pola kemelimpahan jenis tumbuhan dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang meliputi ketersediaan nutrisi, temperatur, air, intensitas cahaya, kesamaan kondisi lingkungan, dan adanya gangguan. Pada tingkat pohon dan tiang, faktor abiotik yang diduga berbeda dan dapat mempengaruhi perbedaan komposisi tumbuhan di setiap PU adalah pH tanah dan intensitas sinar matahari. Londo et al. (2006) berpendapat bahwa pH



**Gambar 3.** Analisis komponen utama tingkat pohon dan tiang  
**Figure 3.** Principal component analysis of tree and poles levels



**Gambar 4.** Analisis komponen utama tumbuhan bawah  
**Figure 4.** Principal component analysis of understory level

mengontrol berbagai reaksi kimia yang pada akhirnya mempengaruhi kemampuan tumbuhan untuk mengambil nutrisi dari tanah. Slik (2004) melaporkan bahwa perubahan pada kondisi intensitas cahaya matahari mempengaruhi komposisi tumbuhan karena kemampuannya untuk mengubah kondisi lingkungan di bawah kanopi yang pada akhirnya berpengaruh pada rekrutmen dan kondisi pertumbuhan jenis-jenis pohon pada tingkat semai dan *sapling*. Selain faktor abiotik, faktor biotik juga diduga mempengaruhi komposisi penyusun komunitas tumbuhan pada tingkat pohon dan tiang di setiap PU. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, gangguan dan persebaran biji akibat aktivitas manusia dan hewan diduga ikut bertanggung jawab terhadap perbedaan komposisi tumbuhan di setiap PU. Faktor biotik lain berupa naungan seperti yang dilaporkan oleh Coomes and Allen (2007) lebih banyak berpengaruh pada pohon berukuran kecil.

Keberadaan tumbuhan bawah di suatu lokasi dipengaruhi oleh naungan, pH, kerapatan pohon dan karakteristik lantai hutan (Brosfokske et al. 2001; Olson & Kabrick 2014). Pada penelitian ini faktor abiotik dan abiotik yang diduga berbeda pada setiap PU masing-

masing adalah intensitas sinar matahari akibat perbedaan naungan dan jenis pohon dominan di tiap PU. Augusto et al. (2003) berpendapat bahwa jenis pohon dominan di tiap PU menyebabkan terjadinya perbedaan sifat kimiawi tanah yang pada akhirnya mempengaruhi jenis tumbuhan bawah yang tumbuh di lokasi tersebut. Hal ini juga didukung oleh Brosfokske et al. (2001) yang menyatakan bahwa nilai hubungan antara keragaman jenis tumbuhan bawah dengan faktor abiotik di suatu lokasi bersifat lemah, namun akan meningkat bila dihubungkan lebih lanjut dengan karakteristik kanopi pohon di lokasi tersebut.

## Kesimpulan

Vegetasi hutan Pilan didominasi oleh *M. montana* dan *A. pinnata* pada tingkat pohon dan tiang serta *Daemonorops* sp. pada tingkat tumbuhan bawah. Nilai indeks keanekaragaman sedang pada tingkat pohon (>10 cm) dan tiang serta rendah pada tingkat tumbuhan bawah menunjukkan bahwa kondisi hutan Pilan mendekati klimaks dan stabil yang diduga karena rendahnya gangguan (*disturbances*) yang dialami terkait statusnya sebagai hutan adat yang dikeramat-

kan. Nilai indeks keragaman tinggi diakibatkan oleh lokasi PU 1-3 yang berada di tempat terbuka dan terletak di daerah perbatasan antara hutan dan kebun masyarakat. Nilai indeks similaritas rendah pada sebagian besar kombinasi PU menunjukkan adanya perbedaan yang tinggi pada komunitas tumbuhan di setiap PU. Analisis kluster menunjukkan bahwa pada masing-masing tingkat pertumbuhan terbentuk dua subset dimana PU VI selalu berada di luar kluster yang disebabkan karena komposisi tumbuhan yang tumbuh di PU VI sangat berbeda dengan PU lainnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan komposisi tumbuhan di setiap PU adalah pH tanah, intensitas sinar matahari, jenis pohon dominan, efek tepi, dan persebaran biji oleh hewan dan aktifitas manusia.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PK2TE Kebun Raya-LIPI dan PEMDA Kabupaten Gianyar atas pendanaan dan izin yang diberikan sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Dr. Joko Ridho Witono, Danang Wahyu Purnomo, Dina Safarinanugraha, I Nyoman Peneng dan seluruh tim *surveypenyusun master plan* Kebun Raya Gianyar.

### Daftar Pustaka

- Arrijani, Setiadi D, Guhardja E, Qayim I. 2006. Analisis vegetasi hulu DAS Cianjur Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Biodiversitas* 7(2): 147-153.
- Augusto L, Dupouey JL, Ranger J. 2003. Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. *Annals of Forest Science* 60(8): 823-831.
- Badan Pusat Statistik, 2014. Statistik Daerah Kecamatan Payangan 2014. BPS Kabupaten Gianyar, Bali.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Kabupaten Gianyar Dalam Angka 2016. BPS Kabupaten Gianyar, Bali.
- BGCI. 2016. The role of botanic garden in plant conservation. [https://www.bgci.org/resources/bgs\\_in\\_conservation/](https://www.bgci.org/resources/bgs_in_conservation/). (diakses November 2016).
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of upland forest communities of The Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27(4):325-349.
- Brosfokske KD, Chen J, Crow TR. 2001. Understorey vegetation and site factors: implications for a managed Wisconsin landscape. *Forest Ecology and Management* 146(1-3): 75-87.
- Broto BW. 2015. Struktur dan komposisi vegetasi habitat anoa (*Bubalus spp.*) di Hutan Lindung Pegunungan Makongga, Kolaka, Sulawesi Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* 1(3): 15-620. ISSN: 2407-8050. DOI:10.13057/psnmbi/mo10339
- Coomes DA, Allen RB. 2007. Effects of size, competition and altitude on tree growth. *Journal of Ecology* 95(5):1084-1097.
- Cortes MC, Uriarte M. 2013. Integrating frugivory and animal movement: a review of the evidence and implications for scaling seed dispersal. *Biological Reviews* 88(2): 255-272.
- Grice AC. 1996. Seed production, dispersal and germination in *Cryptostegia grandiflora* and *Ziziphus mauritiana*, two invasive shrubs in tropical woodlands of northern Australia. *Australian Journal of Ecology* 21(3): 324-331.
- Hadimuljono MB, Widyatmoko D, Rukmana D, Atmawidjaja ES, Chusaini HA, Laksana N, Witono JR, Siregar M, Puspitaningtyas DM, Purnomo DW. 2014a. Roadmap pembangunan kebun raya sebagai ruang terbuka hijau pada kawasan perkotaan di Indonesia tahun 2015-2019. Direktorat Jenderal Penataan Ruang Kementerian Pekerjaan Umum RI, Jakarta. ISBN: 978-602-1365-13-7
- Hadimuljono MB, Sudarmonowati E, Widyatmoko D, Rukmana D, Witono JR, Purnomo DW, Solihah SM, Puspaningtyas DM, Atmawidjaja ES, Chusaini HA, 2014b. Roadmap pembangunan kebun raya non perkotaan tahun 2015-2019: Sebuah sinergi konservasi dan pembangunan ekonomi. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya LIPI, Bogor. ISBN: 978-979-8539-59-6
- Harper KA, Macdonald SE, Burton PJ, Chen J, Brosfokske KD, Saunders SC, Euskirchen ES, Roberts D, Jaiteh MS, Esseen PA. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19(3): 768-782.
- Ismaini L, Lailati M, Rustandi, Sunandar D. 2015. Analisis komposisi dan keanekaragaman tumbuhan di Gunung Dempo, Sumatera Selatan.

- Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 1(6): 1397-1402. ISSN: 2407-8050. DOI: 10.13057/psnmbi/mo10623. Yogyakarta-Indonesia.
- Junaedi DI. 2008. Keragaman komunitas tumbuhan di Taman Nasional Gunung Ciremai. Buletin Kebun Raya 11(2): 25-32.
- Kartawinata K. 2013. Diversitas ekosistem alami Indonesia:Ungkapan singkat dengan sajian foto dan gambar. LIPI Press dan Yayasan Pustaka Obor Indonesia, Jakarta. Pp: 66-69.
- Lempang M. 2012. Pohon aren dan manfaat produksinya. InfoTeknis EBONI 9(1):37-54.
- Londo AJ, Kushla JD, Carter RC. 2006. Soil pH and tree species suitability in the south. Southern Regional Extension Forestry, 2, 1-5.
- Lucas PW, Corlett RT. 1991. Relationship between the diet of *Macaca fascicularis* and forest phenology. Folia Primatology 57(4):201-215.
- Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm Ltd, Kent.
- Mawazin, Subiakto A. 2013. Keanekaragaman dan komposisi jenis permudaan alam hutan rawa gambut bekas tebang di Riau. Indonesian Forest Rehabilitation Journal 1(1): 59-73
- Mulyoutami E, Rismawan R, Joshi L. 2009. Local knowledge and management of *simpukng* (forest gardens) among the Dayak people in East Kalimantan, Indonesia. Forest Ecology and Management 257(10): 2054-2061
- Olson EK, Kabrick JM. 2014. Understory vegetation composition and abundance in relation to light, water, and nutrient supply gradients in upland oak woodlands. In: Groninger JW, Holzmueller EJ, Nielsen CK, Dey DC, (eds.) Proceedings, 19th Central Hardwood Forest Conference; 2014 March 10-12; Carbondale, IL. General Technical Report NRS-P-142. Newton Square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station; 63-66. (pp. 63-66).
- Orozco-Segovia A, Batis AI, Rojas-Arechiga M, Mendoza A. 2003. Seed biology of palms: A review. Palms 47(2): 79-94.
- Otto R, Arteaga MA, Delgado JD, Arevalo JR, Blandino C, Fernandez-Palacios JM. 2014. Road edge effect and elevation patterns of native and alien plants on an oceanic island (Tenerife, Canary Islands). Folia Geobotanica 49(1): 65-82.
- Pausas JG, Austin MP. 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environments: An appraisal. Journal of Vegetation Science 12(2): 153-166.
- Purnomo DW, Hendrian R, Witono JR, Kusuma YWC, Risna RA, Siregar M. 2010. Pencapaian Kebun Raya Indonesia dalam target 8 global strategy for plant conservation (GSPC). Buletin Kebun Raya 13(2): 40-50.
- Purnomo DW, Magandhi M, Kuswanto F, Risna RA, Witono JR. 2015. Pengembangan koleksi tumbuhan kebun raya daerah dalam kerangka strategi konservasi tumbuhan di Indonesia. Buletin Kebun Raya 18(2): 111-124.
- Risna RA, Kusuma YWC, Widyatmoko D, Hendrian R, Pribadi DO. 2010. Spesies prioritas untuk konservasi tumbuhan Indonesia. Seri I: Arecaceae, Cyatheaceae, Nepenthaceae, Orchidaceae. P: 31. LIPI Press-Jakarta. ISSN: 978-979-779-507-2.
- Rozak AH. 2012. Status taksonomi, distribusi dan kategori status konservasi Magnoliaceae di Indonesia. Buletin Kebun Raya 15( 2): 81-91.
- Setiadi D. 2005. Keanekaragaman spesies tingkat pohon di taman wisata alam Ruteng, Nusa Tenggara Timur. Biodiversitas 6(2): 118-122.
- Shiels AB. 2011. Frugivory by introduced black rats (*Rattus rattus*) promotes dispersal of invasive plant seeds. Biological Invasions 13(3): 781-792.
- Slik JWF. 2004. El Niño droughts and their effects on tree species composition and diversity in tropical rain forests. Oecologia 141(1): 114-120.
- Sujarwo W, Darma IDP. 2011. Analisis vegetasi dan pendugaan karbon tersimpan pada pohon di kawasan sekitar Gunung dan Danau Batur Kintamani Bali. Jurnal Bumi Lestari 11(1): 85-92.
- Whitten T, Soeriaatmadja RE, Afiff SA. 1996. The ecology of Indonesian Series Volume II: The ecology of Java and Bali. Periplus Editions (HK) Ltd, Singapore.
- Wichmann MC, Alexander MJ, Soons MB, Galsworthy S, Dunne L, Gloud R, Fairfax C, Niggemann M, Hails RS, Bullock JM. 2009. Human-mediated dispersal of seeds over long distances. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Science, 276(1626): 523-532.
- Williams SJ, Jones JPG, Gibbons JM, Clubbe C. 2015. Botanic gardens can positively influence visitors' environmental attitudes. Biodiversity and Conservation 24(7): 1609-1620.
- Witono JR, Mogeja JP, Somadikarta S. 2002. *Pinanga* in Java and Bali. PALMS 46(4): 193-202