
ANALISIS VEGETASI DI KAWASAN HUTAN DANAU BUYAN TAMBLINGAN BALI SEBAGAI DASAR UNTUK MANAJEMEN KELESTARIAN KAWASAN

Sutomo dan I Dewa Putu Darma

UPT-BKT Kebun Raya "Eka Karya" Bali, Candikuning, Baturiti, Tabanan, Bali 82191

Email: sutomo01@student.uwa.edu.au

Abstract

Vegetation analysis in Buyan-Tamblingan Nature Recreation Area aimed to identified whether there were differences between the two communities in terms of vegetation structure and composition. NMDS ordination revealed data that support the hypotheses that the two communities were different ($R_{ANOSIM}=0.7$ $p<0,001$). Species diversity was also different between these communities. Buyan area had higher diversity index (Shannon 2,00) compare to Tamblingan (1,60). Differences in tourism activities and impacts were proposed to be one of the reason behind the results. Restoration in a form of reintroduction, to reintroduce and re-planting native or local species is proposed to be conducted in the Buyan Lake areas to conserve the ecosystem and prevent exotic species to become invasives and dominates the area.

Keywords: *vegetation analysis, NMDS, Buyan-Tamblingan Nature Recreation Area, management*

1. Pendahuluan

Hutan pegunungan menjadi salah satu tempat "sanctuary" terakhir dari keanekaragaman hayati yang tersisa di Pulau Bali seperti halnya juga di Pulau Jawa. Tipe ekosistem ini menjadi penting mengingat hampir sebagian besar hutan di dataran rendah Indonesia telah mengalami kerusakan ekologis dan kepunahan keanekaragaman hayatinya. Kawasan hutan di sekitar Danau Buyan-Tamblingan yang terletak pada ketinggian antar 1.210 – 1.350 m dpl ini juga merupakan salah satu *remaining tropical rain forest* di Bali. Dengan demikian kawasan hutan yang letaknya berdekatan dengan kawasan hutan Cagar Alam Batukahu ini berperan penting di dalam menjaga kestabilan ekosistem, pencegah erosi dan bencana serta sebagai sumber air di daerah sekitarnya selain memiliki nilai yang tinggi untuk keanekaragaman hayatinya.

Akan tetapi kini kawasan hutan pegunungan semakin terancam keberadaannya oleh karena aktivitas manusia. Seperti danau tetangganya yaitu Danau Beratan yang sudah banyak dieksploitasi untuk kepentingan pariwisata, kawasan sekitar Danau Buyan pun mulai perlahan terbuka untuk kegiatan pariwisata dengan dibukanya areal camping ground di pinggir danau Buyan. *Camping ground* ini mulai dibuka pada tahun 2001 dengan membat sebagian

lahan hutan dipinggir danau Buyan.

Dengan demikian penelitian ekologi mengenai vegetasi tumbuhan di kawasan sekitar hutan Danau Buyan-Tamblingan ini perlu dilakukan sebagai dasar kegiatan-kegiatan manajemen kelestarian dan restorasi dikawasan ini termasuk kegiatan konservasi, pengembangan dan reintroduksi spesies lokal apabila diperlukan.

2. Metode

2.1 Waktu Penelitian dan Deskripsi Wilayah Studi

Kegiatan penelitian lapangan dilakukan selama 5 hari dari tanggal 2-7 Juni 2010 di kawasan hutan Taman Wisata Alam (TWA) Danau Buyan-Tamblingan (gambar 1). TWA Buyan-Tamblingan terletak di sebelah Utara dari Denpasar ± 60 km dan secara geografis terletak pada $8^{\circ} 14' 8''$ LS dan $115^{\circ} 05' 15''$ BT. Berdasarkan data tahun 1997 luas kawasan TWA Buyan-Tamblingan adalah 1.703 ha. Adapun kawasan TWA Buyan-Tamblingan ini berbatasan dengan Desa Wanagiri, Desa Lemukih di sebelah Utara, hutan lindung, Dusun Peken, Desa Pancasari di sebelah Timur, Desa Batunya, Desa Candikuning disebelah Selatan dan di sebelah Barat berbatasan dengan Dusun Tamblingan, Desa Munduk dan Desa Gesing.



Gambar 1. Areal Taman Wisata Alam Danau Buyan-Tamblingan

Keadaan topografi kawasan bervariasi dari datar, agak curam sampai sangat curam dengan ketinggian antara 1210 – 1350 mdpl. Menurut Klasifikasi iklim oleh Schmidt dan Ferguson, kawasan ini termasuk dalam tipe A dengan rerata curah hujan 2000 – 2800 mm/tahun dan suhu udara berkisar antara 11 – 25° C. Sedangkan menurut tipe hutan, kawasan TWA Buyan-Tamblingan ini termasuk tipe hutan hujan tropis pegunungan (dataran tinggi), kondisi kawasan yang selalu basah dan memiliki keanekaragaman yang relatif tinggi (Anonim 2005).

2.2 Pengambilan Sampel

Kegiatan pengamatan data ekologi vegetasi dilakukan dengan membuat transek arah Utara-Selatan di dalam hutan menembus hutan di daerah hutan Buyan dan hutan Tamblingan. Plot dibuat berbentuk lingkaran dengan jari-jari 10 m untuk mengukur pohon (jenis, keliling, tinggi, jumlah individu) serta lingkaran kecil (jari-jari 2 m) *nested* di dalam lingkaran besar untuk mengamati tumbuhan bawah serta anakan pohon (jenisnya serta jumlah individunya) (Kent and Coker 1992). Jarak antar plot digunakan sepanjang 50 m. Untuk mengukur berapa jumlah plot sampel yang masih cukup representatif dilakukan perhitungan *species accumulation plot*.

Dari hasil perhitungan tersebut ternyata didapatkan sebanyak 20-30 plot di sekitar hutan Danau Buyan dan Tamblingan sudah cukup mewakili vegetasi di areal yang dipelajari.

2.3 Analisa Data

Data kelimpahan (*abundance*) vegetasi di tabulasikan ke dalam format excel *spreadsheet* yang akan diinput ke dalam software PRIMER. Data tersebut kemudian dilakukan *pre-treatment* dengan *square root transformation* sebelum kemudian dihitung matriks kemiripan atau *resemblance matrix* berdasarkan indeks kemiripan Bray-Curtis sebagai dasar analisa selanjutnya (Clarke 1993). Dari matriks ini kemudian di *generate* ordinasasi *non metric multidimensional scaling* NMDS untuk mendapatkan visualisasi perbedaan antara kedua komunitas tumbuhan di hutan Danau Buyan dan Tamblingan.

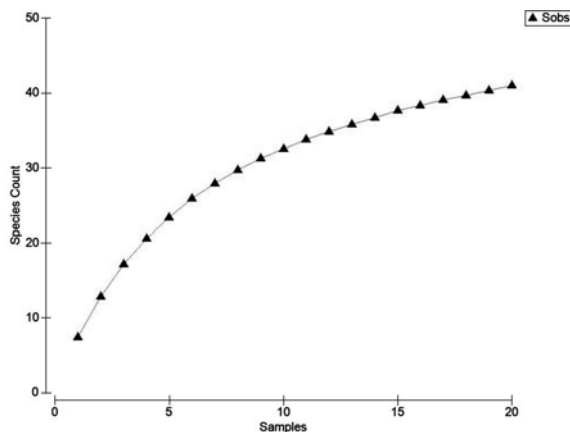
Hasil ini kemudian dilakukan uji ANOSIM untuk mendapatkan nilai statistik koefisien perbedaannya. Makin mendekati 1 maka perbedaan antara kedua komunitas tersebut semakin signifikan nyata dan sebaliknya makin mendekati 0 maka dapat dikatakan kedua komunitas tersebut semakin mirip satu sama lain.

Untuk mengetahui jenis-jenis apakah yang menyebabkan adanya perbedaan diantara kedua komunitas tersebut dilakukan analisis SIMPER. Selain itu juga dilakukan perhitungan indeks keanekaragaman dengan Simpson dan Shannon Diversity Index. Semua analisis ini dilakukan dengan menggunakan program PRIMER V.6 (Clarke and Gorley 2005).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

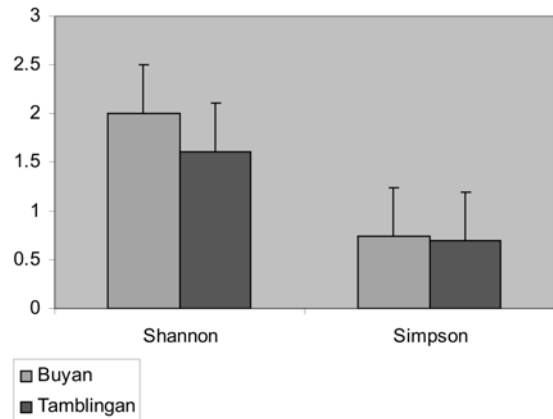
Berdasarkan hasil perhitungan *Species Accumulation Plot* (Gambar 2), jumlah spesies mulai mencapai titik kulminasi dan mulai mendatar dimana penambahan plot sampel tidak berpengaruh terhadap penambahan spesies yang cukup signifikan. Dengan demikian dapat diindikasikan bahwa pembuatan plot sampel sebanyak sekitar 20 plot sampel di tiap komunitas tumbuhan yang diamati sudah cukup untuk mewakili vegetasi yang ada (Clarke and Gorley 2005; Supriyadi and Marsono 2001).



Gambar 2. *Species accumulation plot* sampel pengamatan di TWA Buyan-Tamblingan

Nilai indeks keanekaragaman jenis pada komunitas tumbuhan di sekitar Danau Buyan dan Tamblingan disajikan pada gambar 3. Dari grafik dapat terlihat bahwa berdasarkan Indeks Shannon, terdapat perbedaan yang cukup jelas diantara kedua komunitas tersebut dengan Buyan memiliki indeks keanekaragaman yang lebih tinggi yaitu sekitar 2,00 dan Tamblingan sekitar 1.60. Bila dilihat berdasarkan

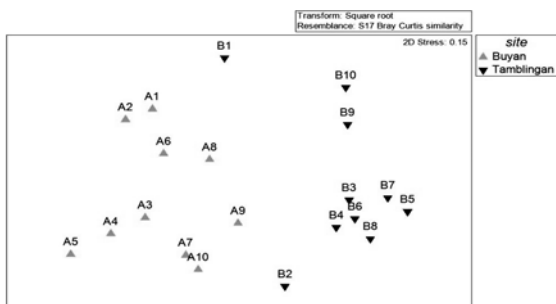
Indeks Simpson, kedua komunitas tidak terlihat perbedaan yang cukup jelas. Berdasarkan indeks ini Buyan memiliki tingkat keanekaragaman 0.73, masih lebih tinggi sedikit dari Tamblingan yang memiliki indeks keanekaragaman 0.69.



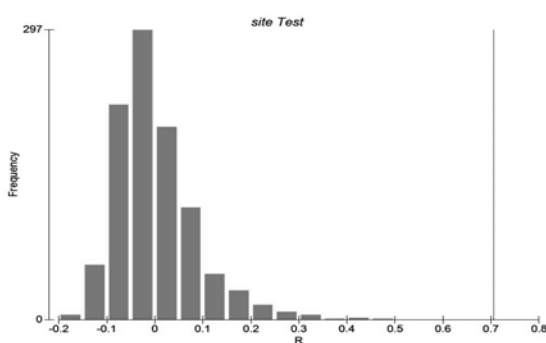
Gambar 3. Tingkat keanekaragaman tumbuhan di Buyan dan Tamblingan berdasarkan dua jenis indeks, Shannon dan Simpson

Dengan menggunakan matriks kemiripan berdasarkan indeks perhitungan Bray-Curtis di dapatkan model ordinasasi NMDS dengan 2D stress 0.15 (Gambar 4). Model ordinasasi ini menunjukkan sebaran plot ordinasasi kedua komunitas tumbuhan di kawasan hutan TWA Danau Buyan dan Tamblingan. Terlihat plot ordinasasi dari kedua komunitas tersebut letaknya terpisah dengan jelas, kecuali beberapa plot ordinasasi B yang agak mendekati ke group plot A. Hasil ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan dalam hal struktur dan komposisi vegetasi diantara kedua komunitas tersebut. Model ordinasasi ini cukup baik dan *reliable* diindikasikan oleh nilai 2D stress nya yang rendah yaitu 0.15. Jika nilai ini lebih dari 0.25 maka dapat dikatakan model ordinasasi yang di dapatkan tidak dapat dipergunakan (Hobbs and Mooney 1991; Hobbs *et al.* 2007).

Setelah mengetahui *visually* dengan model ordinasasi bahwa terdapat perbedaan diantara kedua komunitas tumbuhan yang dibandingkan, kini untuk mengetahui seberapa besarnya tingkat perbedaan tersebut serta tingkat signifikansinya dilakukan tes *analysis of similarity* atau ANOSIM. Hasil pengujian mendapatkan bahwa memang terdapat perbedaan diantara kedua komunitas yang dibandingkan



Gambar 4. N-MDS ordination antara komunitas tumbuhan di Danau Buyan dan Tamblingan (2D stress = 0.15)



Gambar 5. Uji ANOSIM model ordinas yang didapatkan menghasilkan nilai R = 0.7 (p<0.001)

dengan nilai R_{ANOSIM} sebesar 0.7 signifikan pada $p < 0.001$ (Gambar 5).

Uji SIMPER menghasilkan 13 jenis tumbuhan pembeda diantara kedua komunitas yang dibandingkan yaitu *Panicum reptans*, *Laportea* sp, *Leucaena leucocephala*, *Zingiber* sp, *Mescereh midtia*, *Lucuma luzoniensis*, *Solanum* sp, *Altingia excelsa*, *Rauwolfia javanica*, *Ficus* sp, *Erythrina variegata*, *Coffea* sp, dan *Gleichinia* sp (Tabel 1).

3.2 Pembahasan

Taman Wisata Alam Danau Buyan dan Tamblingan merupakan salah satu kawasan konservasi yang letaknya masih sangat berdekatan dengan kawasan pariwisata Bedugul dan berdampingan pula dengan kawasan Cagar Alam Batukahu Bali. Kawasan hutan di kedua Danau ini meski letaknya berdekatan dan hanya dipisahkan oleh sebuah “pulau” penghubung yang sering disebut “Telaga Aya”, ternyata menarik untuk diamati tingkat struktur dan komposisi vegetasinya.

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat keanekaragaman hayatinya menggunakan dua jenis indeks diversitas, ternyata kawasan hutan Danau Buyan memiliki tingkat keanekaragaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan hutan Danau

Tabel 1. Hasil uji Similarity Percentages (SIMPER).

Jenis	Grup Buyan Av. abundance	Grup Tamblingan Av. abundance	Diss/SD	Contrib%
<i>Panicum reptans</i>	3.53	0.00	0.70	9.33
<i>Laportea</i> sp	0.10	2.87	0.89	7.36
<i>Leucaena leucocephala</i>	1.68	0.00	0.83	4.83
<i>Zingiber</i> sp	1.49	0.57	0.82	4.52
<i>Mescereh midtia</i>	1.48	0.37	1.36	3.98
<i>Lucuma luzoniensis</i>	0.00	2.13	0.33	3.98
<i>Solanum</i> sp	1.37	0.00	0.72	3.87
<i>Altingia excelsa</i>	1.42	0.00	0.94	3.55
<i>Rauwolfia javanica</i>	0.65	1.08	1.18	2.56
<i>Ficus</i> sp	0.47	0.63	0.86	2.45
<i>Erythrina variegata</i>	0.80	0.17	1.08	2.29
<i>Coffea</i> sp	0.81	0.00	0.61	2.23
<i>Gleichinia</i> sp	0.22	0.71	0.53	2.22

Keterangan: Contrib% adalah persentase kontribusi suatu jenis terhadap ketidakmiripan diantara kedua komunitas yang dibandingkan. Diss/SD adalah rasio dari rerata ketidakmiripan (average dissimilarity) dengan standard deviasi, yang menunjukkan seberapa konsisten suatu jenis berkontribusi terhadap ketidakmiripan diantara kedua komunitas. Data Average abundance adalah data kelimpahan setelah dilakukan transformasi. Hanya jenis-jenis yang berkontribusi sebesar minimal 90% yang ditampilkan disini.

Tamblingan. Meski menurut Barbour *et al.* (1980) indeks Shannon 0-2 dikategorikan sebagai tingkat keanekaragaman hayati yang rendah sehingga kedua komunitas tersebut pun dapat dikatakan memiliki tingkat keanekaragaman yang rendah. Perbedaan tingkat keanekaragaman di kedua komunitas ini dapat terjadi dikarenakan salah satunya adalah karena meski kedua kawasan hutan merupakan kawasan wisata alam, namun kawasan hutan di Danau Buyan lebih banyak terdapat tekanan pariwisata, dengan dibukanya areal *camping ground*, aksesibilitas jalan hutan makin mudah, jalan juga sering dilalui oleh kendaraan serta adanya beberapa kali kegiatan penanaman kembali. Dengan makin terbukanya aksesibilitas, maka kemungkinan akan masuknya suatu jenis ke dalam kawasan hutan makin besar. Biji, atau sisa bagian tanaman mungkin terbawa oleh kendaraan ataupun oleh wisatawan sehingga kemudian tumbuh di dalam kawasan hutan. Dengan dibukanya sebagian hutan untuk area *camping ground* juga menyebabkan terdapatnya *gap* atau rumpang yang cukup luas dimana sinar matahari dapat langsung menyentuh lantai hutan sehingga jenis-jenis yang semula dorman di dalam tanah termasuk jenis rumput-rumputan (Poaceae) dapat tumbuh dengan baik di sekitar kawasan hutan (Aubert *et al.* 2003; Austin and Pausas 2001; Pena 2003). Kemudian dengan adanya kegiatan penanaman kembali ke dalam kawasan hutan akan menambah jumlah jenis tumbuhan di kawasan ini. Namun sangat disayangkan kegiatan penanaman kembali ini masih belum mempertimbangkan jenis. Sebagian jenis yang ditanam memang jenis alami di kawasan ini tetapi sebagian lagi adalah jenis eksotik yang bukan tidak mungkin dapat menjadi invasif.

Analisis vegetasi dengan menggunakan model ordinasi NMDS memperlihatkan bahwa berdasarkan indeks kemiripan Bray-Curtis terdapat perbedaan diantara kedua komunitas yang dibandingkan. Perbedaan ini terutama di dalam hal komposisi vegetasi yang terdapat di dalam kedua komunitas tersebut. Fenomena yang didapatkan dari hasil visualisasi model ordinasi plot ini dikonfirmasi dengan uji statistik yang menyatakan bahwa perbedaan tersebut nyata pada tingkat signifikansi $p < 0.001$ dengan taraf perbedaan $R_{ANOSIM} 0.7$. Komunitas tumbuhan di kawasan hutan Danau Buyan dicirikan oleh komposisi jenisnya yang terutama didominasi oleh *Panicum reptans*, *Leucaena leucocephala*, *Altingia excelsa*, *Solanum*

sp dan *Coffea sp*. Jenis-jenis ini tidak dijumpai di kawasan hutan Danau Tamblingan. Selanjutnya komposisi jenis di kawasan hutan Danau Tamblingan terdiri dari *Laportea sp*, *Zingiber sp*, *Mescereh midtia*, *Lucuma luzoniensis*, *Rauwolfia javanica*, *Ficus sp*, *Erythrina variegata* dan *Gleichinia sp*. Namun jenis-jenis ini (kecuali *Lucuma luzoniensis*) juga dapat ditemukan di kawasan hutan Danau Buyan meskipun rerata kelimpahannya lebih rendah dibandingkan rerata kelimpahannya di kawasan hutan Danau Tamblingan. Hal ini lebih jauh mengkonfirmasi mengapa keanekaragaman jenis di kawasan hutan Danau Buyan lebih tinggi dibandingkan di kawasan hutan Danau Tamblingan. *Panicum reptans* menjadi jenis utama yang menjadi pembeda kedua komunitas dengan kontribusi sebesar 9,33%. Jenis ini sangat mendominasi di kawasan hutan Danau Buyan dengan rerata kelimpahan 3,53 sedangkan di kawasan hutan Danau Tamblingan jenis ini sama sekali tidak dijumpai. *P. reptans* adalah jenis dari suku Poaceae. Jenis ini seperti halnya rumput akan tumbuh dengan cepat ditempat dengan sinar matahari yang cukup. Kenyataan bahwa jenis ini dapat dijumpai dilantai hutan di sekitar Danau Buyan mengindikasikan bahwa kawasan hutan telah mengalami *disturbance* atau gangguan, yang utamanya jelas oleh karena aktivitas manusia. Kontras dengan kondisi hutan di sekitar Danau Tamblingan, dimana pohon *Laportea sp* mendominasi (kontribusi 7,36%) dengan lantai hutan yang banyak terdapat seresah dan beberapa jenis paku-pakuan. Tumbuhnya banyak paku-pakuan dilantai hutan ini menandakan bahwa kawasan hutan Danau Tamblingan kanopinya masih cukup rapat sehingga intensitas sinar matahari rendah.

Hasil penelitian ini menjadi bahan pertimbangan bagi pengelola kawasan TWA di dalam melakukan perencanaan kegiatan pengelolannya. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah eksotik spesies. Mengapa eksotik spesies perlu diwaspadai? Karena kehadiran jenis asing sedikit banyak akan merubah struktur dan komposisi hutan dan meningkatkan resiko penurunan keanekaragaman hayati karena (meskipun tidak semua), sebagian jenis asing memiliki sifat invasif yang dapat menyebar dengan cepat dan menggeser jenis-jenis asli (Biswas *et al.* 2007; Fierke and Kauffman 2006; Keeley *et al.* 2005; Kunwar 2003). Kegiatan reintroduksi dengan melakukan penanaman kembali jenis-jenis lokal kawasan ini kiranya dapat menjadi salah satu upaya

dalam menjaga keaslian kawasan dan mencegah dominasi jenis asing.

4. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Hutan pegunungan menjadi *the last sanctuary* bagi keanekaragaman hayati Indonesia. Kawasan hutan TWA Danau Buyan dan Tamblingan merupakan salah satu *sanctuary* tersebut yang berada di Pulau Bali. Meski letaknya berdekatan namun berdasarkan analisis ordinasi NMDS didapatkan bahwa kedua kawasan ini berbeda secara ekologi dalam hal struktur dan komposisi vegetasinya ($R_{ANOSIM} 0.7$). Kawasan hutan Danau Buyan memiliki tingkat keanekaragaman jenis yang lebih tinggi (indeks Shannon 2,00) dibandingkan dengan kawasan hutan Tamblingan (1,60). Kawasan hutan Danau Buyan dicirikan oleh *Panicum reptans*, *Leucaena leucocephala*, *Altingia excelsa*, *Solanum* sp dan *Coffea* sp sedangkan di kawasan hutan Danau

Tamblingan jenis-jenis tersebut tidak dijumpai. Jenis *Panicum reptans* menjadi pembeda utama diantara kedua komunitas tersebut dengan kontribusi sebesar 9.33%, sedangkan jenis *Laportea* sp menjadi jenis yang mencirikan kawasan hutan Tamblingan dengan berkontribusi sebesar 7,36%.

4.1 Saran

Kegiatan reintroduksi dengan melakukan penanaman kembali jenis-jenis lokal kawasan ini kiranya dapat menjadi salah satu upaya dalam menjaga keaslian kawasan dan mencegah dominasi jenis asing.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Kepala Kebun Raya Bali, Ir. I.N. Lugrayasa yang telah menugaskan kegiatan ini kepada kami. Rekan teknisi lapangan Gede Lemes dan I Wayan Merta yang banyak membantu dilapangan hingga terselesaikannya kegiatan ini.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2005. *Kawasan Konservasi Provinsi Bali*. Unit KSDA Bali, Bali.
- Aubert M., D. Alard, and F. Bureau. 2003. "Diversity of Plant Assemblages in Managed Temperate Forests: a Case Study in Mormandy (France)". *Forest Ecol Manage* 175: 321–337.
- Austin, M.P., and J.G. Pausas. 2001. "Patterns of Plant Species Richness in Relation to Different Environments: An Appraisal". *Journal of Vegetation Science* 12: 153-166.
- Barbour, M.G., J.H. Burk, and W.D. Pitts. 1980. *Terrestrial plant ecology*. The Benjamin Cummings Publishing Company Inc., California.
- Biswas, S.R., J.K. Choudhury, A. Nishat, and M.M. Rahman. 2007: "Do Invasive Plants Threaten the Sundarbans Mangrove Forest of Bangladesh?" *Forest Ecology and Management* 245: 1-9.
- Clarke K. R. 1993. Non-parametric Multivariate Analyses Of Changes In Community Structure. *Aust. J. Ecol.* 18: 117-143.
- Clarke R.K., and R.N. Gorley. 2005. *PRIMER: Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*. PRIMER-E Ltd., Plymouth.
- Fierke M.K., and J.B. Kauffman. 2006. "Invasive Species Influence Riparian Plant Diversity Along A Successional Gradient, Willamette River, Oregon". *Natural Areas Journal* 26: 376-382.
- Hobbs, R.J., and H.A. Mooney. 1991. "Effects of Rainfall Variability and Gopher Disturbance on Serpentine Annual Grassland Dynamics". *Ecology* 72: 59-68.
- Hobbs, R.J., S. Yates, and H.A. Mooney. 2007. "Long-Term Data Reveal Complex Dynamics in Grassland in Relation to Climate and Disturbance". *Ecological Monographs* 77: 545-568.
- Keeley, J.E., M. Baer-Keeley, and C.J. Fotheringham. 2005. "Alien plant dynamics following fire in Mediterranean-climate California shrublands". *Ecological Applications* 15: 210-225.

- Kent, M., and P. Coker. 1992. *Vegetation Description and Analysis, A practical Approach*. John Wiley & Sons, New York.
- Kunwar, R.M. 2003. "Invasive Alien Plants and Eupatorium: Biodiversity and Livelihood". *Him. J. Sc.i* 1: 129-133.
- Pena, C.-M. 2003. "Changes in Forest Structure and Species Composition during Secondary Forest Succession in the Bolivian Amazon". *Biotropica* 35: 450-461.
- Supriyadi & Marsono D. 2001. *Petunjuk Praktikum Ekologi Hutan*. Laboratorium Ekologi Hutan Jurusan Konservasi Sumber Daya Hutan Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.