

ANALISIS VEGETASI KAWASAN KARST GOMBONG SELATAN KEBUMEN JAWA TENGAH

ARFIANI SALAM SUHENDAR, EDY YANI, PUDJI WIDODO

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jalan dr. Soeparno 63 Purwokerto 53122

ABSTRACT

Karst area is a well-developed porosity landscape with a specific condition as a result of soluble rock development through a process of karstification. The karst soil has low nutrients, but high calcium and magnesium content. Due to its unique environmental characteristics, karst vegetation differs from other areas. This study aimed to determine the community structure and species composition of vegetation in the karst area of Gombang Selatan and to compare the environmental factors affecting the plant of the karst area. This study was conducted in the border of Watukelir and Pakuran Villages. The method was a survey with sampling quadrat sizes used of 10 x 10 m for trees, 5 x 5 m for saplings, and 2 x 2 m for understorey vegetation. The variables observed were plant species and number of trees, saplings, and understorey. The environmental factors measured were air temperature, humidity, soil pH, and soil moisture. Data were analyzed using Importance Value Index (IVI), Shannon-Wiener Diversity Index (H'), Evenness Index (E), and Similarity Index (IS). The results showed there were 22 species of understoreys, five species of saplings, and seven species of trees. The understoreys were found dominated by *Axonopus compressus* dan *Cyperus rotundus*, in the other category, *Tectona grandis* and *Albizia chinensis* were dominated saplings and trees. Humidity and soil moisture were suggested the important environmental factors for plant diversity in karst area of Gombang Selatan.

Key Words: karst area, Gombang Selatan, vegetation analysis

Penulis korespondensi: ARFIANI SALAM SUHENDAR | email: yeye.hpffreaks46@gmail.com

Dikirim: 31-10-2017 | Diterima: 05-03-2018

PENDAHULUAN

Karst merupakan suatu kawasan yang memiliki karakteristik hidrologi yang spesifik dan bentuk lahan yang berkembang pada batuan mudah larut serta memiliki banyak rekahan (Ford & Williams, 1989). Kawasan karst merupakan bentang alam dengan lereng terjal, banyak terdapat cekungan, batu gamping yang menonjol dan tak beraturan, bergoa-goa, terdapat sistem aliran bawah tanah yang saling berkesinambungan, serta hutan dengan tekstur permukaan tanah dan komposisi yang berbeda pada setiap ketinggiannya. Keunikan kondisi kawasan karst ini menyebabkan biota yang hidup di kawasan karst juga unik (Ko, 2003). *International Union for The Conservation of Natural Resources* (Williams, 2008) menetapkan kawasan karst sebagai kawasan yang dilindungi karena fungsinya sebagai penyimpanan air tanah dan keanekaragaman hayati yang terdapat di kawasan karst serta sumberdaya karst yang tidak dapat diperbarui. Kawasan karst mempunyai potensi yang cukup nyata dalam suatu ekosistem. Salah satu kawasan karst di Indonesia adalah Kawasan Karst Gombang Selatan (KKGS), Kebumen, Jawa Tengah.

Tanah di kawasan karst terbentuk dari batuan gamping dengan kandungan nutrisi yang rendah kecuali kalsium dan magnesium sehingga menjadikan vegetasi di kawasan karst unik. Kenampakan dan komposisi spesies vegetasi di kawasan karst berbeda dengan tipe vegetasi lainnya. Spesies tumbuhan di kawasan karst banyak yang bersifat endemik dan beberapa spesies memiliki nilai ekonomi. Hal tersebut selain karena kandungan kalsium dan magnesium yang tinggi juga dikarenakan kondisi iklim yang ekstrim seperti pencahayaan matahari, curah hujan, masa kering, sistem drainase bawah tanah (Vermeulen & Whitten, 1999) serta perbedaan toleransi tumbuhan

terhadap faktor-faktor fisik kawasan karst (Whitten *et al.*, 1999). Vegetasi di kawasan karst memiliki potensi untuk melindungi kawasan resapan air bekerja dengan baik dan memberikan perlindungan terhadap fungsi mata air yang berada di sungai bawah tanah (Sugita *et al.*, 2015). Mengingat fungsi kawasan karst sebagai penyimpanan air, maka dibutuhkan vegetasi yang menaungi di atasnya yang dapat menyerap banyak air (Tanjung, 2004).

Penelitian yang dilakukan di kawasan karst Gunung Cibodas, Ciampea menunjukkan keragaman tumbuhan yang berbeda pada setiap lereng pada semua tingkat pertumbuhan dan tumbuhan bawah. Hal tersebut dapat disebabkan oleh bentuk topografi lereng, intensitas cahaya, serta pembukaan lahan. Selain itu, komposisi jenis vegetasi masih didominasi oleh jenis-jenis pionir pada semua tingkat pertumbuhan, sedangkan tumbuhan tingkat bawah umumnya didominasi oleh jenis eksotik dan invasif (Widiyanti & Kusmana, 2014).

Sebagian besar atau lebih dari 90% hutan di KKGS merupakan hutan dengan tingkat kerapatan vegetasi sedang, lebat, dan sangat lebat, dan 10% merupakan lahan dengan tingkat kerapatan vegetasi jarang dan sangat jarang (Sarwanto *et al.*, 2015). Kegiatan manusia mulai dari pertanian, penggundulan hutan, hingga pertambangan yang terjadi di KKGS dapat mengubah komposisi dan struktur vegetasi yang tumbuh di hutan KKGS. Selain itu, penanaman kembali lahan dengan beberapa jenis tumbuhan dapat merubah pola tumbuhan di kawasan karst baik sebagian ataupun total. Mengingat pentingnya fungsi vegetasi di kawasan karst dan banyaknya pengaruh kegiatan manusia di kawasan karst, maka diperlukan penelitian untuk mengetahui komposisi dan stuktur vegetasi di kawasan karst khususnya Kawasan Karst Gombang Selatan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi dan struktur vegetasi di Kawasan Karst Gombang Selatan serta pengaruh faktor lingkungan terhadap jenis tumbuhan yang dapat hidup di kawasan karst.

METODE

Pengambilan data dilakukan pada bulan Maret 2017 di Kawasan Karst Gombang Selatan Kebumen Jawa Tengah (Gambar 1). Lokasi pengamatan pertama berada di Desa Watukelir Kecamatan Ayah yang terletak pada ketinggian 365 m dpl dengan luas wilayah 518,30 ha. Titik pengambilan data di lereng timur Desa Watukelir terletak pada koordinat geografis 7°42'10,91" LS dan 109°26'46,39" BT sedangkan lereng barat terletak pada koordinat geografis 7°42'4,4" LS dan 109°26'38,15" BT. Lokasi kedua yaitu di Desa Pakuran Kecamatan Buayan dengan ketinggian sekitar 250 mdpl dan luas wilayah 821,52 ha. Titik pengambilan data di lereng timur Desa Pakuran terletak pada koordinat geografis 7°41'37,89" LS dan 109°27'59,04" BT sedangkan lereng barat koordinat geografis 7°41'43,43" LS dan 109°27'39,98" BT.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Kawasan Karst Gombang Selatan (KKGS) (tanda bulat merah) di Kabupaten Kebumen (area warna hijau) di Pulau Jawa (inset kotak merah).

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode survei. Variabel yang diamati yaitu tumbuhan tingkat pohon, anakan pohon, dan tumbuhan bawah, sedangkan faktor lingkungan yang diamati yaitu pH tanah, kelembapan tanah, suhu udara, dan kelembapan udara. Pengambilan data di lapang dilakukan dengan metode transek garis sepanjang 250 m dengan beberapa ukuran petak 2x2 m untuk tumbuhan bawah, 5x5 m untuk anakan pohon, dan 10x10 m untuk pohon.

Analisis data dilakukan dengan menghitung Indeks Nilai Penting (INP) untuk menganalisis dominansi suatu jenis pada komunitas tertentu (Soerianegara & Indrawan, 1982), Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener (H') (Magurran, 1988), Indeks Kemerataan Jenis Simpson (E) (Magurran, 1988), dan Indeks Kesamaan Komunitas (IS). Indeks Kesamaan Komunitas (IS) digunakan untuk mengetahui tingkat kesamaan komunitas tumbuhan dari dua tegakan yang dibandingkan pada setiap tingkat pertumbuhan dengan rumus menurut Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). Nilai IS berkisar antara 0–100%, semakin tinggi nilai IS, maka komposisi jenis semakin sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks nilai penting digunakan untuk mengetahui dominansi suatu jenis pada komunitas tertentu. Berdasarkan hasil penelitian, tumbuhan bawah dengan INP paling tinggi yaitu *Axonopus compressus*, dari suku Poaceae dengan nilai INP 53,84%. *Axonopus compressus* merupakan gulma yang bisa tumbuh hampir di segala kondisi tanah, termasuk tanah dengan tingkat kesuburan rendah (Osuji *et al.*, 2017). Selain itu, jenis dari suku Cyperaceae yaitu *Cyperus rotundus* atau rumput teki juga cukup banyak ditemukan dengan nilai INP mencapai 28,90%. *Cyperus rotundus* merupakan gulma yang memiliki penyebaran luas dan memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi pada berbagai jenis tanah (Pranasari *et al.*, 2012). Kemampuan adaptasi yang tinggi menjadikan kedua jenis ini mudah ditemukan di berbagai kondisi lingkungan termasuk di kawasan karst.

Anakan pohon didominasi oleh Jati (*Tectona grandis*) dan untuk pohon didominasi oleh *Tectona grandis* dan *Albizia chinensis*. *Tectona grandis* tumbuh optimal pada ketinggian 0–700 m dpl. Pertumbuhan *Tectona grandis* tidak begitu terikat pada jenis tanah tertentu, namun tumbuhan ini memiliki pertumbuhan yang baik pada tanah yang memiliki porositas dan drainase yang baik (Sumarna, 2001). Selain itu, pertumbuhan *Tectona grandis* juga baik pada tanah dengan kandungan kalsium dan fosfor yang cukup (Mahfudz *et al.*, 2004). Menurut Suryatmojo (2002) *Tectona grandis* merupakan tumbuhan yang memiliki perakaran yang dangkal sehingga dapat tumbuh pada tanah dengan lapisan yang tipis seperti halnya tanah di kawasan karst. Selain *Tectona grandis*, jenis lain yang dominan di KKGS adalah *Albizia chinensis* yang merupakan anggota dari suku Fabaceae. Seperti halnya pohon Jati (*Tectona grandis*), *Albizia chinensis* atau Sengon dapat tumbuh hampir pada semua kondisi tanah, termasuk lahan kering (Santoso, 1992). Selain itu, menurut Atmosuseno (1998) perakaran yang dimiliki oleh Sengon cukup dangkal. Karakteristik yang dimiliki *Tectona grandis* dan *Albizia chinensis* memungkinkan untuk tumbuh di kawasan karst, sehingga kedua jenis ini banyak ditemukan dan menjadi jenis yang dominan di Kawasan Karst Gombang Selatan.

Tumbuhan bawah terdiri dari 14 suku yaitu Amaranthaceae, Araceae, Asteraceae, Cyperaceae, Dennstaedtiaceae, Hypoxidaceae, Malvaceae, Poaceae, Rubiaceae, Sellaginellaceae, Taccaceae, Verbenaceae, dan Zingiberaceae dengan total 22 jenis (Tabel 1). Jenis tumbuhan bawah paling banyak ditemukan adalah dari suku Asteraceae sebanyak 6 jenis yaitu *Ageratum conyzoides*, *Bidens pilosa*, *Crassocephalum rubens*, *Gallinsoga parviflora*, *Synedrella nodiflora*, dan *Vernonia cinerea*. Selain itu, terdapat 3 jenis dari suku Poaceae yang cukup banyak ditemukan yaitu *Axonopus compressus*, *Eragrostis amabilis*, dan *Imperata cylindrica*.

Kondisi tersebut di atas sesuai dengan hasil penelitian Priyanti *et al.* (2011) bahwa jenis tumbuhan yang paling banyak ditemukan di kawasan karst adalah jenis dari suku Asteraceae dan Poaceae. Hal ini disebabkan sifat kedua suku tersebut yang memiliki perkembangbiakan yang cepat serta biji yang ringan, sehingga mudah terbawa angin (Van der Pijl, 1982).

Tabel 1. Indeks Keragaman Jenis (H') Tumbuhan di Kawasan Karst Gombang Selatan.

Lokasi	H'		
	TB	AP	P
Lereng Timur Watukelir	2,20	1,34	1,29
Lereng Barat Watukelir	2,18	1,04	1,21
Lereng Timur Pakuran	1,94	0,90	0,98
Lereng Barat Pakuran	1,46	0,82	1,00

TB = Tumbuhan Bawah, AP = Anakan Pohon, P = Pohon

Jumlah jenis tumbuhan tingkat pohon dan anakan pohon yang ditemukan di lereng barat dan timur Desa Watukelir dan Pakuran ditemukan 8 suku yaitu Anarcadiaceae (*Mangifera indica*), Arecaceae (*Cocos nucifera*), Calophyllaceae (*Calophyllum inophyllum*), Fabaceae (*Albizia chinensis*), Lamiaceae (*Vitex pinnata*), Meliaceae (*Swietenia mahagoni*), Moraceae (*Artocarpus heterophyllum*), dan Verbenaceae (*Tectona grandis*) (Tabel 1). Hasil penelitian serupa dengan penelitian Priyanti *et al.* (2011) yang menemukan 7 jenis pohon di Kawasan Karst Gombang Selatan yaitu akasia (*Acacia auriculliformis*), jati (*Tectona grandis*), kelapa (*Cocos nucifera*), mahoni (*Swietenia mahagoni*), dan rasamala (*Altingia excelsa*), sengon (*Albizia chinensis*), waru (*Hibiscus tiliaceus*).

Tumbuhan bawah memiliki indeks keragaman tinggi jika dibandingkan dengan anakan pohon dan pohon. Hal ini dapat dipengaruhi oleh tingginya aktifitas manusia seperti pertanian dan petambangan yang mengakibatkan terbukanya lahan sehingga berdampak pada perkembangan vegetasi sekunder yang didominasi oleh tumbuhan bawah (Marwiyati *et al.*, 2012). Huston (1979) dalam Leps (2005) menyebutkan bahwa gangguan yang terjadi pada suatu vegetasi menyebabkan berkurangnya keberadaan habitus pohon dan hanya tumbuhan dengan tingkat pertumbuhan yang cepat yang dapat bertahan.

Menurut Marwiyati *et al.* (2012) kondisi lingkungan kawasan karst yang kurang mendukung pertumbuhan dan perkembangbiakan, dapat menjadi penyebab rendahnya keragaman jenis pohon di kawasan karst tersebut. Jenis-jenis tumbuhan yang ada merupakan jenis yang mampu beradaptasi dan toleran terhadap kondisi lingkungan karst yang unik. Lapisan tanah yang cenderung tipis juga dapat mempengaruhi jumlah jenis pohon yang tumbuh di kawasan karst, sehingga umumnya jumlah jenis pohon akan lebih sedikit dibanding dengan hutan yang lapisan tanahnya lebih tebal. Selain itu, aktifitas manusia yang cukup tinggi di kawasan karst berdampak pada rendahnya nilai keragaman jenis pohon (Whitten *et al.*, 1999).

Anakan pohon menunjukkan indeks pemerataan yang relatif tinggi dibandingkan dengan tumbuhan bawah dan pohon pada setiap lokasi (Tabel 2). Menurut Ludwig & Reynold (1988), nilai indeks pemerataan jenis tinggi apabila kelimpahan individu pada masing-masing jenis hampir sama. Penambahan jenis pada suatu komunitas berpengaruh signifikan terhadap nilai indeks pemerataan jenis terutama jika jenis tersebut memiliki nilai individu yang rendah.

Tabel 2. Indeks Pemerataan Jenis (E) Tumbuhan di Kawasan Karst Gombang Selatan.

Lokasi	E		
	TB	AP	P
Lereng Timur Watukelir	0,71	0,97	0,66
Lereng Barat Watukelir	0,70	0,75	0,62
Lereng Timur Pakuran	0,63	0,65	0,50
Lereng Barat Pakuran	0,47	0,59	0,51

TB = Tumbuhan Bawah, AP = Anakan Pohon, P = Pohon

Indeks kesamaan komunitas (IS) adalah nilai yang digunakan untuk mengetahui kesamaan relatif dari komposisi jenis dan struktur antara dua komunitas yang dibandingkan (Soerianegara & Indrawan, 1982). Berdasarkan penghitungan didapatkan nilai IS untuk Tumbuhan Bawah, Anakan Pohon, dan Pohon disajikan secara berurutan pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5. Berdasarkan nilai IS , baik tumbuhan bawah, anakan pohon, maupun pohon menunjukkan kesamaan komunitas relatif tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa komunitas tumbuhan di Kawasan Karst Gombang Selatan hampir sama.

Tabel 3. Indeks Kesamaan Komunitas Tumbuhan Bawah di Kawasan Karst Gombang Selatan

Lokasi	LTW	LBW	LTP	LBP
LTW	-	-	-	-
LBW	72,73%	-	-	-
LTP	86,49%	85,71%	-	-
LBP	77,78%	74,07%	83,87%	-

LTW = Lereng Timur Watukelir, LBW = Lereng Barat Watukelir, LTP = Lereng Timur Pakuran, LBP = Lereng Barat Pakuran

Tabel 4. Indeks Kesamaan Komunitas Anakan Pohon di Kawasan Karst Gombang Selatan

Lokasi	LTW	LBW	LTP	LBP
LTW	-	-	-	-
LBW	85,71%	-	-	-
LTP	85,71%	57,71%	-	-
LBP	57,71%	57,71%	66,67%	-

LTW = Lereng Timur Watukelir, LBW = Lereng Barat Watukelir, LTP = Lereng Timur Pakuran, LBP = Lereng Barat Pakuran

Tabel 5. Indeks Kesamaan Komunitas Pohon di Kawasan Karst Gombang Selatan

Lokasi	LTW	LBW	LTP	LBP
LBW	-	-	-	-
LTW	83,33%	-	-	-
LTP	72,73%	66,67%	-	-
LBP	60,00%	75,00%	85,71%	-

LTW = Lereng Timur Watukelir, LBW = Lereng Barat Watukelir, LTP = Lereng Timur Pakuran, LBP = Lereng Barat Pakuran

Tinggi rendahnya indeks kesamaan komunitas dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan baik fisik, kimia maupun interaksi antar spesies (Setiadi, 2005). Menurut Loveless (1989), selain faktor fisik dan kimia, faktor lain yang mempengaruhi komunitas tumbuhan adalah aktivitas hewan dan manusia. Berdasarkan hasil penelitian, pengukuran pH tanah, suhu udara, kelembapan udara, dan kelembapan tanah di KKGS tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Parameter Lingkungan di Kawasan Karst Gombong Selatan

Faktor Lingkungan	LTW	LBW	LTP	LBP
pH	6,3	6	6,5	6,8
Suhu udara (°C)	34	30	31	33
Kelembapan udara (%)	49	56	44	59
Kelembapan tanah (%)	86	90	98	82

LTW = Lereng Timur Watukelir, LBW = Lereng Barat Watukelir, LTP = Lereng Timut Pakuran, LBP = Lereng Barat Pakuran

Hubungan faktor biotik (vegetasi) dan faktor lingkungan selanjutnya dihitung menggunakan analisis BIO-ENV dalam *software* Primer v5. Hasil analisis disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis korelasi BIO-ENV antara vegetasi dengan faktor lingkungan di Kawasan Karst Gombong Selatan

Korelasi	Variabel
1,00	Suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah
1,00	pH, suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah
0,94	Kelembapan udara, kelembapan tanah
0,83	Suhu, kelembapan udara
0,83	pH, suhu, kelembapan udara
0,83	pH, kelembapan udara, kelembapan tanah
0,77	Kelembapan udara
0,77	pH, kelembapan udara
0,49	Kelembapan tanah
0,49	pH, kelembapan tanah

BIO-ENV digunakan untuk menentukan variabel lingkungan yang paling berperan dalam struktur komunitas biologi (Zuellig *et al.*, 2010). Berdasarkan tabel di atas faktor lingkungan yang paling berperan terhadap keragaman vegetasi di Kawasan Karst Gombong Selatan yaitu kelembapan udara dan kelembapan tanah. Suhu udara dan pH tanah tidak memberikan cukup peran. Hal tersebut terlihat dari nilai korelasi yang tidak menunjukkan perubahan ketika variabel lingkungan pH tanah dan suhu udara ditambahkan.

KESIMPULAN

Jenis tumbuhan bawah Kawasan Karst Gombong Selatan yang paling banyak ditemukan yaitu *Axonopus compressus* dan *Cyperus rotundus*. Sedangkan untuk anakan pohon dan pohon adalah *Tectona grandis* dan *Albizia chinensis*. Faktor lingkungan yang paling berkorelasi terhadap keragaman tumbuhan di Kawasan Karst Gombong Selatan adalah kelembapan udara dan kelembapan tanah. Vegetasi Kawasan Karst

Gombong Selatan secara umum terdiri atas tumbuhan yang dibudidayakan. Hal tersebut dikarenakan lokasi penelitian dekat dengan pemukiman warga.

DAFTAR REFERENSI

- Atmosuseno BS. 1998. Budidaya, kegunaan, dan prospek sengon. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ford DC, Williams PW. 1989. Karst geomorphology and hydrology. London: Chapman & Hall.
- Ko RKT. 2003. Keanekaragaman hayati kawasan karst. Kumpulan makalah ilmiah. Bogor: Tidak dipublikasikan.
- Leps J. 2005. Diversity and Ecosystem Function. Australia: Blackwell Publishing.
- Loveless AR. 1989. Prinsip biologi tumbuhan untuk daerah tropik. Jakarta: Gramedia.
- Ludwig JA, Reynold JF. 1988. Statistical Ecology. New York: John Wiley and Sons.
- Magurran AE. 1988. Measuring Biological Diversity. United Kingdom: TJ International.
- Mahfudz, Fauzi MA, Hakim L, Prastyono, Supriyanto H. 2004. Sekilas Jati. Yogyakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Marwiyati, Qayim I, Purwanto Y. 2012. Ekologi Vegetasi Dan Etnobotani Kawasan Karst Gunung Cibodas, Ciampea, Bogor [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Osuji CC, Belford E, Baffoe BF. 2017. Axonopus compressus: A Resilient Phytoremediator of Waste Engine Oil Contaminated Soil. International Journal of Plant & Soil Science. 14(2):1-10.
- Pranasari RA, Nurhidayati T, Purwani I. 2012. Persaingan Tanaman Jagung (*Zea mays*) dan Rumput Teki (*Cyperus rotundus*) pada Pengaruh Cekaman Garam (NaCl). Jurnal Sains dan Seni ITS, 1(1): E54-E57
- Priyanti, Wijayanti F, Rizki M. 2011. Keanekaragaman dan Potensi Tumbuhan di Hutan Karst Gombong Jawa Tengah. Berkas Penelitian Hayati Edisi Khusus: 5A. p. 79-81.
- Santoso HB. 1992. Budidaya Sengon. Yogyakarta: Kanisius.
- Sarwanto D, Tuswati SE, Widodo P. 2015. Keragaman dan Produktivitas Hijauan Pakan Indigenous pada Berbagai Tingkat Kerapatan Vegetasi di Pegunungan Kapur Gombong Selatan. Biosfera. 32(3):147-153.
- Setiadi D. 2005. Keanekaragaman Spesies Tingkat Pohon di Taman Wisata Alam Ruteng, Nusa Tenggara Timur. Biodiversitas. 6(2):118-122.
- Soerianegara I, Indrawan A. 1982. Ekologi Hutan Indonesia. Bogor: Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Sugita YDBW, Zahida F, Pramana Y. 2015. Pemetaan Flora dan Pola Pemanfaatan Lahan Pertanian di Sekitar Daerah Gua Nguwo Gunungkidul sebagai Daerah Ekowisata. Yogyakarta: Program Studi Teknobiologi Lingkungan, Fakultas Teknobiologi.
- Sumarna Y. 2001. Budidaya Jati. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Suryatmojo H. 2002. Konservasi Tanah di Kawasan Karst Gunung Kidul [skripsi]. Yogyakarta: Program Studi Konservasi Suberdaya Hutan Fakultas Kehutanan UGM
- Tanjung SD. 2004. Kebijakan Konsevasi Biodiversitas Kawasan Karst. Makalah Workshop Nasional Pengelolaan Kawasan Karst. Jakarta: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Van Der Pijl L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. Berlin.
- Vermeulen J, Whitten T. 1999. Biodiversity and Cultural Property in the Management of Limestone. Washington DC: The World Bank.
- Whitten T, Soeriaatmadja RE, Suraya AA. 1999. Ekologi Jawa dan Bali. Jakarta: Prenhallindo.
- Widiyanti P, Kusmana C. 2014. Komposisi Jenis dan Struktur Vegetasi pada Kawasan Karst Gunung Cibodas, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor. Jurnal Sivikultur Tropika. 05(2):69-76.
- Williams P. 2008. World heritage caves and karst. Gland, Switzerland: IUCN.
- Zuellig RE, Bruce JF, Stogner RW. 2010. Temporal Change in Biological Community Structure in The Fountain Creek Basin, Colorado, 2001-2008. Virginia: U.S. Geological Survey.