

KERAGAAN KOMPOSISI JENIS, STRUKTUR TEGAKAN, BIOMASSA DAN SIMPANAN KARBON PADA TEGAKAN DI ARBORETUM BAMBU KAMPUS IPB DARMAGA

Demonstration of Species Composition, Stand Structure, Biomass and Carbon Storage in Stands at the Bamboo Arboretum, IPB Darmaga Campus

Alamsyah Bagaskara^{1*}, Cecep Kusmana², dan Yunasfi³

(Diterima 28 April 2024 /Disetujui 7 Juni 2024)

ABSTRACT

Forest ecosystems can absorb greenhouse gases by absorbing CO₂ from the air to store carbon in vegetation. The IPB Darmaga Campus Bamboo Arboretum is one of the green open spaces on campus in an effort to reduce environmental pollution in the city. The aim of this research is to describe species composition, vegetation structure, estimate biomass potential, carbon storage and carbon dioxide (CO₂) uptake, as well as describe soil properties in the Bamboo Arboretum, IPB Darmaga Campus. The method used is measuring diameter and height (trees, poles, stakes, dead wood and dead trees) as well as measuring the water content of undergrowth, seedlings, litter and twigs. Soil data collection was carried out using the purposive sampling method. The research results show that the species composition of the forest stands at the Bamboo Arboretum on the IPB Darmaga Campus is dominated by *Hevea brasiliensis* (rubber zone and Dipterocarpaceae zone), *Bambusa blumeana* (bamboo zone), and *Swietenia mahagoni* (mixed zone). The rubber zone is the zone with the highest value of biomass, carbon storage, and carbon dioxide uptake. The soil organic C content in the Bamboo Arboretum of the IPB Darmaga Campus in the Dipterocarpaceae zone, rubber zone and bamboo zone is high, while in the mixed zone it is medium.

Keywords: Biomass, carbon, carbon dioxide, composition, necromass

ABSTRAK

Ekosistem hutan dapat menyerap gas rumah kaca dengan cara menyerap CO₂ dari udara menjadi simpanan karbon dalam vegetasi. Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga menjadi salah satu ruang terbuka hijau didalam kampus dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan kota. Tujuan penelitian ini mendeskripsikan komposisi jenis, struktur vegetasi, menduga potensi biomassa, simpanan karbon, dan serapan karbon dioksida (CO₂), serta mendeskripsikan sifat-sifat tanah di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga. Metode yang digunakan yaitu pengukuran diameter dan tinggi (pohon, tiang, pancang, kayu mati, dan pohon mati) serta pengukuran kadar air tumbuhan bawah, semai, serasah, dan ranting. Pengambilan data tanah dilakukan dengan metode purposive sampling. Hasil penelitian menunjukkan komposisi jenis pada tegakan hutan di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga didominasi oleh jenis *Hevea brasiliensis* (zona karet dan zona Dipterocarpaceae), *Bambusa blumeana* (zona bambu), dan *Swietenia mahagoni* (zona campuran). Zona karet menjadi zona nilai tertinggi biomassa, simpanan karbon, dan serapan karbon dioksida. Kandungan C-organik tanah di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga pada zona Dipterocarpaceae, zona karet, dan zona bambu termasuk tinggi, sedangkan pada zona campuran termasuk sedang.

Kata kunci: Biomassa, karbon, karbon dioksida, komposisi, nekromassa

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

*Penulis korespondensi:
e-mail: alamsyah.bagaskara@gmail.com

²Dosen Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University
Jl. Ulin Kampus IPB, Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

³Dosen Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara
Kampus II Kuala Bekala, Kec. Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, Indonesia 20353

PENDAHULUAN

Pemanasan global yaitu permasalahan yang dirasakan oleh seluruh masyarakat di dunia, ditandai dengan kondisi peningkatan suhu yang semakin panas dan kondisi cuaca yang ekstrem. Faktor pemicu pemanasan global yaitu emisi gas rumah kaca yang menyumbang hampir 20 persen. Terminologi Gas Rumah Kaca diartikan sebagai gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun akibat kegiatan manusia yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah. masuk ke permukaan bumi kemudian dipancarkan kembali ke atmosfer dalam bentuk radiasi gelombang panjang (radiasi inframerah). Radiasi gelombang panjang kemudian oleh Gas Rumah Kaca akan diserap, kemudian menimbulkan efek panas yang disebut efek rumah kaca (Shintya dan Kusnadi 2018).

Hutan merupakan sumber daya alam yang berperan dalam kehidupan, yakni ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan (Widodo dan Sidik 2020). Secara ekologis, tumbuhan dapat membuat makanannya sendiri melalui proses fotosintesis yang dibantu oleh cahaya matahari dari organel klorofil. Hasil energi dari fotosintesis disimpan dalam tumbuhan dan disebut biomassa. Biomassa yaitu total berat kering vegetasi di atas permukaan tanah dan bawah permukaan tanah. Bagian biomassa atas permukaan tanah seperti bagian pohon dan tumbuhan bawah, sedangkan biomassa bawah permukaan tanah seperti akar tumbuhan dan karbon organik tanah (Tuah *et al.* 2017). Tumbuhan dapat digunakan sebagai penyimpanan karbon, dikarenakan jumlah biomassa yang tersimpan berbanding lurus dengan jumlah karbon di dalam tumbuhan tersebut (Pamudji 2011).

Pengembangan dan pelestarian hutan kota menjadi upaya dalam mengurangi pencemaran lingkungan kota. Oleh karena itu, dibangun bentuk ruang terbuka hijau yang berpotensi menyerap emisi gas buang karbon CO₂ yang berada di udara perkotaan (Ardhiana 2022). Salah satu bentuk ruang terbuka hijau yang berada di dalam kampus yaitu arboretum. Arboretum merupakan kebun koleksi pepohonan dengan luasan yang telah ditentukan isinya, terdapat berbagai jenis pohon yang ditanam dengan mengikuti habitat aslinya sebagai areal pelestarian keanekaragaman hayati dan sedikitnya dapat memperbaiki atau menjaga kondisi iklim (Napolion *et al.* 2015). Salah satu arboretum yang berada di dalam kampus IPB Darmaga yaitu Arboretum Bambu yang memiliki luas 4,6 ha. Penelitian dilakukan untuk mengkaji komposisi jenis dan struktur tegakan, serta menghitung potensi biomassa, karbon, dan serapan karbon dioksida di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga Oktober 2023 di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat Pengujian berat kering dilakukan di Laboratorium

Ekologi Hutan, IPB University. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, IPB University.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu GPS, parang/golok, pita ukur, pita meter, *phiband*, *haga hypsometer*, timbangan analitik, kamera, alat tulis, lux meter, ph meter, dan aplikasi *avenza*. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tali rafia, *tally sheet*, kantong plastik, lakban, tanah, tegakan hutan arboretum bambu, tumbuhan bawah, ranting, kayu mati, dan pohon mati.

Pengolahan dan Analisis Data

Analisis Vegetasi

Kerapatan suatu jenis (K)

$$K = \frac{\sum \text{individu suatu jenis}}{\text{Luas petak contoh}}$$

Kerapatan relatif suatu jenis (KR)

$$KR = \frac{K \text{ suatu jenis}}{K \text{ semua jenis}} \times 100\%$$

Frekuensi suatu jenis (K)

$$F = \frac{\sum \text{sub petak ditemukan suatu jenis}}{\sum \text{seluruh sub petak contoh}}$$

Frekuensi relatif suatu jenis (FR)

$$FR = \frac{F \text{ suatu jenis}}{F \text{ semua jenis}} \times 100\%$$

Dominansi suatu jenis (D) untuk pohon

$$D = \frac{\text{Luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{Luas petak contoh}}$$

Luas bidang dasar (m²)

$$LBDS = \pi R^2 = \frac{1}{4} \pi D^2$$

Dominansi relatif suatu jenis (DR)

$$DR = \frac{D \text{ suatu jenis}}{D \text{ semua jenis}} \times 100\%$$

Indeks Nilai Penting (INP) pada tumbuhan bawah, semai, dan pancang

$$INP = KR + FR$$

Indeks Nilai Penting (INP) pada tiang dan pohon

$$INP = KR + FR + DR$$

Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

$$H' = \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \ln \left(\frac{n_i}{N} \right) \right)$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman jenis

N : Jumlah seluruh individu

N_i : Jumlah individu suatu jenis ke-i

Indeks Kemerataan Jenis (E)

$$E = \frac{H'}{\ln \ln (s)}$$

Keterangan:

E : Indeks kemerataan jenis

H' : Indeks keanekaragaman jenis

S : Jumlah jenis yang ditemukan

Indeks Dominansi Jenis (C)

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{ni}{N}\right)^2$$

Keterangan:

- C : Indeks dominansi jenis
- ni : Kerapatan jenis ke-i
- N : Total kerapatan

Indeks Kekayaan Jenis Tumbuhan (R)

$$R = \frac{S - 1}{\ln \ln (N)}$$

Keterangan:

- R : Indeks kekayaan jenis
- S : Jumlah jenis yang ditemukan
- N : Jumlah total individu

Biomassa Pohon, Tiang dan Pancang

Rumus allometrik bambu (Priyadarsini 2000 dalam Hairiyah *et al.* 2011):

$$W = a D^b$$

$$W = 0,131 D^{2,28}$$

Keterangan:

- W : Biomassa kering bambu (kg)
- D : Diameter bambu setinggi dada
- a.b : Koefisien penduga

Adapun model allometrik jenis tumbuhan lain menggunakan allometrik Ketterings (Hairiah dan Rahayu 2007):

$$W = 0,11 \times \rho \times D^{2,62}$$

Keterangan:

- W : Biomassa kering pohon (kg)
- D : Diameter pohon setinggi dada (cm)
- ρ : Berat jenis pohon (g/cm^3)

Biomassa di Bawah Permukaan Tanah

Pendugaan dengan model allometrik biomassa akar universal dikembangkan oleh Cairns *et al.* (1997):

$$Bbp = NAP \times Bap$$

Keterangan:

- Bbp : Biomassa di bawah permukaan tanah (kg)
- NAP : Nilai nisbah akar pucuk
- Bap : Nilai biomassa atas permukaan (kg)

Perhitungan Karbon

Perhitungan karbon didapat dari biomassa dan nekromasa dengan menggunakan rumus sebagai berikut (SNI 7724-2011):

$$Cb = B \times \%C \text{ organik}$$

Keterangan:

- Cb : Kandungan karbon dari biomassa (kg)
- B : Total biomassa (kg)
- C-Organik : Nilai kandungan karbon (0.47)

Serapan Karbon Dioksida (CO₂)

Serapan karbon dioksida menggunakan perhitungan IPCC (2006) sebagai berikut:

$$CO_2 = C \times 3.67$$

Keterangan:

- CO₂ : Serapan karbon dioksida (t/ha)
- C : Kandungan karbon yang diamati (t/ha)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Analisis Vegetasi

Berdasarkan penelitian, Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga ditumbuhi oleh 33 jenis pohon dan permudaannya serta 19 jenis tumbuhan bawah yang menyebar di empat zona. Jenis-jenis dominan dan kodominan pada setiap tingkat pertumbuhan di keempat zona tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Indeks keanekaragaman jenis, indeks dominansi jenis, indeks kekayaan jenis, dan indeks pemerataan jenis di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga disajikan pada Tabel 2.

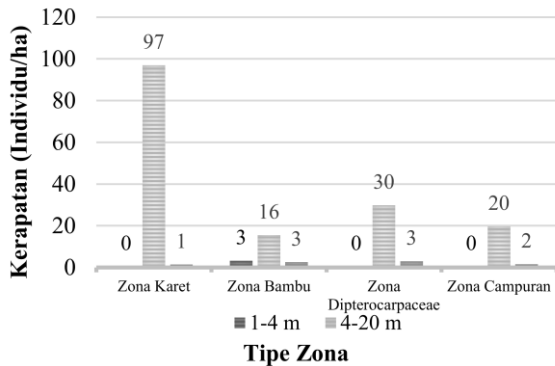
Struktur tegakan dapat dibedakan menjadi dua yaitu struktur vertikal dan struktur horizontal. Struktur vertikal tegakan Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1 Jenis-jenis tumbuhan dominan dan kodominan pada setiap tingkat pertumbuhan di setiap zona di Arboretum Bambu Kampus IPB Dramaga

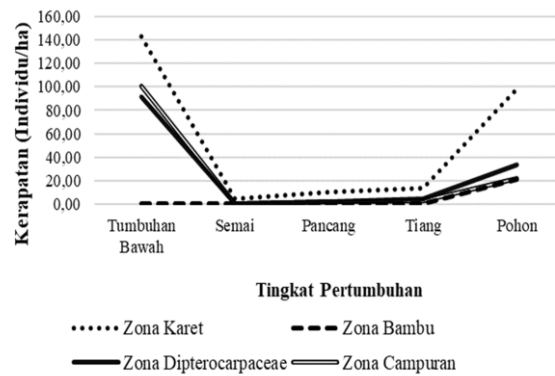
Nama Ilmiah	K (Ind/ha)	F	D (m ² /ha)	INP (%)
Zona Karet				
Tumbuhan Bawah				
<i>Tacca palmata</i>	8750,00	0,31	-	43,79
<i>Xiphidium caeruleum</i>	8541,67	0,17	-	32,67
Semai				
<i>Hevea brasiliensis</i>	1458,33	0,39	-	200
Pancang				
<i>Shorea selanica Blume</i>	44,44	1,00	-	101,20
<i>Hevea brasiliensis</i>	455,56	0,08	-	98,80
Pohon				
<i>Hevea brasiliensis</i>	246,53	0,94	22,48	222,53
<i>Shorea selanica Blume</i>	42,36	0,47	4,28	58,67
Zona Bambu				
Pohon				
<i>Bambusa blumeana</i>	28,26	0,43	0,11	83,06
<i>Schizostachyum blumei</i>	27,17	0,57	0,08	79,06

Berdasarkan hasil data pada Gambar 1, stratum C (4-20 m) mendominasi pada keempat zona, sedangkan stratum D (1-4 m) menjadi stratum terendah pada keempat zona. Adapun struktur horizontal tegakan disajikan pada Gambar 2.

Struktur horizontal tegakan di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga kecuali zona bambu membentuk huruf “J” terbalik (zona karet, zona Dipterocarpaceae, dan zona campuran).



Gambar 1 Struktur vertikal di berbagai kelas tinggi



Gambar 2 Struktur horizontal di berbagai tingkat pertumbuhan

Tabel 1 Jenis-jenis tumbuhan dominan dan kodominan pada setiap tingkat pertumbuhan di setiap zona di Arboretum Bambu Kampus IPB Dramaga (Lanjutan)

Nama Ilmiah	K (Ind/ha)	F	D (m ² /ha)	INP (%)
Zona Dipterocarpaceae				
Tumbuhan Bawah				
<i>Taenitis blechnoides</i>	6759,26	0,30	-	37,95
<i>Tacca palmata</i>	6759,26	0,26	-	35,51
Semai				
<i>Hevea brasiliensis</i>	185,19	0,07	-	133,33
<i>Shorea selanica Blume</i>	92,59	0,04	-	66,67
Pancang				
<i>Hevea brasiliensis</i>	74,07	0,09	-	98,41
<i>Shorea selanica Blume</i>	29,63	0,06	-	50,79
<i>Shorea leprosula</i>	29,63	0,06	-	50,79
Tiang				
<i>Terminalia catappa</i>	14,81	0,12	0,19	63,87
<i>Chrysophyllum cainito</i>	14,81	0,09	0,24	62,79
Pohon				
<i>Hevea brasiliensis</i>	34,26	0,21	2,82	54,90
<i>Shorea leprosula</i>	22,22	0,36	2,64	51,68
Zona Campuran				
Tumbuhan Bawah				
<i>Pronophrium triphyllum</i>	13977,27	0,36	-	52,45
<i>Lantana camara</i>	4659,09	0,14	-	18,49
Semai				
<i>Shorea selanica Blume</i>	113,64	0,05	-	200
Pancang				
<i>Swietenia mahagoni</i>	54,55	0,14	-	85,71
<i>Swietenia macrophilea</i>	18,18	0,05	-	28,57
Tiang				
<i>Hevea brasiliensis</i>	36,36	0,32	0,63	118,96
<i>Shorea selanica Blume</i>	13,64	0,14	0,25	48,85
Pohon				
<i>Hevea brasiliensis</i>	52,27	0,41	4,45	109,14
<i>Paraserianthes falcataria</i>	13,64	0,27	2,42	48,16

Tabel 2 Indeks keanekaragaman, kekayaan, dominansi, dan pemerataan jenis setiap tingkat pertumbuhan pada setiap zona di Arboretum Bambu Kampus IPB Dramaga

Tingkat Pertumbuhan	Zona Karet				Zona Bambu				Zona Dipterocarpaceae				Zona Campuran			
	H'	R	E	C	H'	R	E	C	H'	R	E	C	H'	R	E	C
Tumbuhan Bawah	2,23	2,02	0,84	0,13	0	0	0	0	2,30	2,51	0,83	0,12	2,31	1,97	0,90	0,13
Semai	0	0	0	1,00	0	0	0	0	0,64	0,91	0,92	0,56	0	0	0	1,00
Pancang	0,30	0,26	0,43	0,84	0	0	0	0	1,00	0,91	0,91	0,41	1,48	2,06	0,92	0,27
Tiang	0,08	0,24	0,12	0,97	0	0	0	0	2,04	2,77	0,93	2,04	1,03	1,17	0,74	0,44
Pohon	0,54	0,83	0,30	0,72	1,58	1,11	0,88	0,23	2,24	3,62	0,76	0,15	1,86	3,30	0,67	0,28

Keterangan: H' = Indeks keanekaragaman jeni, R = Indeks kekayaan jenis, E = Indeks pemerataan jenis, C = Indeks dominansi jenis

Biomassa

Biomassa disebut juga rosot karbon (*carbon sink*). Estimasi biomassa di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil data Tabel 3, hasil biomassa tertinggi berada pada zona karet, sedangkan terendah berada pada zona bambu. Biomassa atas permukaan tanah memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan biomassa bawah permukaan tanah dan nekromasa.

Simpanan Karbon dan Serapan Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon merupakan salah satu unsur yang tersimpan di permukaan tanah sebagai biomassa tumbuhan hidup, sisa tanaman yang sudah mati maupun dalam tanah sebagai bahan organik tanah dan keanekaragaman jenis tumbuhan yang didapatkan akan memberikan gambaran nilai penyerapan karbon dioksida yang terawetkan sebagai *pool carbon*. Simpanan karbon dan serapan karbon dioksida yang didapatkan disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Berdasarkan hasil data pada Tabel 4 dan Tabel 5, simpanan karbon dan serapan karbon dioksida atas permukaan tanah memiliki hasil yang paling besar dibandingkan dengan bawah permukaan tanah dan nekromasa. Nilai simpanan karbon dan serapan karbon terbesar berada pada zona karet dan terendah berada pada zona bambu.

Sifat Kimia Tanah

Bahan organik merupakan bahan yang penting untuk menciptakan kesuburan tanah, baik secara fisika, kimia ataupun biologi tanah. Hasil analisis sifat kimia tanah yang berada di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga disajikan pada Tabel 6.

Hasil pH tanah pada keempat zona termasuk kategori sangat masam (Tabel 6), zona campuran memiliki hasil nilai tertinggi dibandingkan dengan zona lain. Nilai C-Organik berkategori tinggi pada zona karet, zona bambu, dan zona Dipterocarpaceae, kecuali zona campuran yang berkategori sedang. Adapun nilai N-Total termasuk tinggi (zona karet, zona bambu, dan zona Dipterocarpaceae) dan termasuk sedang (zona campuran).

Tabel 6 Analisis sifat kimia tanah di Arboretum Bambu Kampus IPB Dramaga

Tipe Zona	pH H ₂ O	C-Organik (%)	N-Total (%)
Zona Karet	3,60 (SM)	3,97 (T)	0,33 (T)
Zona Bambu	3,92 (SM)	3,70 (T)	0,30 (T)
Zona Dipterocarpaceae	3,74 (SM)	4,16 (T)	0,31 (T)
Zona Campuran	4,83 (SM)	2,94 (S)	0,26 (S)

Keterangan: SM = Sangat Masam, T= Tinggi, S= Sedang

Tabel 3 Nilai biomassa pada setiap zona di Arboretum Bambu Kampus IPB Dramaga

Zona	Biomassa (ton/ha)									
	AGB				BGB		Nekromasa			Total
	Pancang	Tiang	Pohon	Total	Akar	Serasah	Pohon Mati	Kayu Mati	Total	
Zona Karet	1,67	5,17	75,01	81,85	30,28	0,40	0,001	0,008	0,41	112,54
Zona Bambu	0	0	0,20	0,20	0,07	0,30	0	0	0,30	0,57
Zona Dipterocarpaceae	0,32	1,37	19,57	21,26	7,87	0,34	0,003	0,001	0,48	29,61
Zona Campuran	0,31	1,00	30,84	32,15	11,90	0,47	0,002	0,005	0,30	44,35

Keterangan: AGB= Above Ground Biomass, BGB = Below Ground Biomass

Tabel 4 Hasil simpanan karbon pada setiap zona di Arboretum Bambu Kampus IPB Dramaga

Zona	Simpanan Karbon (ton/ha)									
	Atas Permukaan Tanah				Bawah Permukaan Tanah		Nekromasa			Total
	Pancang	Tiang	Pohon	Total	Akar	Serasah	Pohon Mati	Kayu Mati	Total	
Zona Karet	1,67	2,43	35,26	38,47	14,23	0,19	0,0005	0,004	0,19	52,89
Zona Bambu	0	0	0,10	0,10	0,03	0,14	0	0	0,14	0,27
Zona Dipterocarpaceae	0,32	0,65	14,50	15,29	3,70	0,16	0,001	0,0005	0,16	19,15
Zona Campuran	0,31	0,47	9,20	9,82	5,59	0,22	0,0009	0,0024	0,22	15,63

Tabel 5 Hasil serapan karbon dioksida pada setiap zona di Arboretum Bambu Kampus IPB Dramaga

Zona	Serapan Karbon Dioksida (ton/ha)						
	Atas Permukaan Tanah				Bawah Permukaan Tanah		Total
	Pancang	Tiang	Pohon	Total	Akar	Total	
Zona Karet	6,13	8,92	129,40	144,45	52,22	196,67	
Zona Bambu	0	0	0,37	0,37	0,11	0,48	
Zona Dipterocarpaceae	1,17	2,39	53,22	56,77	13,58	70,35	
Zona Campuran	1,14	1,72	33,76	36,63	20,52	57,15	

Pembahasan

Komposisi Jenis dan Struktur Vegetasi

Komposisi jenis hutan di Arboretum Bambu memiliki 49 famili penyusun hutan. Famili Poaceae merupakan famili yang paling banyak ditemukan di Arboretum Bambu. Famili Poaceae yang terdapat di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga didominasi oleh bambu. Menurut Canavan *et al.* (2016), bambu dapat beradaptasi di berbagai ekosistem dan kondisi iklim. Bambu dapat berada di lingkungan yang beragam termasuk daerah hutan semi-hijau, tropis, subtropis, serta beriklim sedang. Iklim tropis dan subtropis dapat mendukung tingkat keanekaragaman pada bambu yang tinggi (Muhtar *et al.* 2017). Jenis bambu di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga yang dominan ditemukan yaitu bambu duri (*Bambusa blumea*). Tabel 1, jenis karet (*Hevea brasiliensis*) menjadi jenis yang dominan di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga. Menurut penelitian Alinus *et al.* (2017), pohon karet dapat tumbuh baik di daerah yang beriklim tropis, pohon ini tumbuh baik di daerah lembab dengan suhu antara 20°C-34°C. Jenis ini memiliki ukuran batang yang besar dan tumbuh tegak lurus menjulang keatas.

Berdasarkan Tabel 2, indeks keanekaragaman jenis tertinggi yaitu pada zona campuran ditingkat tumbuhan bawah dan pancang. Pada tingkat semai, tiang, dan pohon nilai indeks keanekaragaman jenis tertinggi pada zona Dipterocarpaceae. Keanekaragaman jenis yang dihasilkan menunjukkan hubungan antara jumlah individu dari suatu spesies dengan jumlah individu yang berada di dalam komunitas. Rendahnya nilai indeks keanekaragaman jenis dapat dipengaruhi oleh dominansi suatu jenis. Semakin sedikit jenis yang ditemukan, maka semakin rendah nilai indeks keanekaragaman dan mempengaruhi kestabilan suatu jenis (Fathin 2023).

Nilai indeks kekayaan jenis tertinggi berada pada zona Dipterocarpaceae ditingkat tumbuhan bawah, semai, tiang, dan pohon, sedangkan pada tingkat pancang nilai indeks kekayaan jenis tertinggi yaitu zona campuran. Semakin luas plot contoh, maka akan semakin besar nilai indeks kekayaan dan keanekaragaman jenisnya (Nahlunnisa *et al.* 2016). Indeks pemerataan jenis tertinggi didapatkan pada zona campuran (tumbuhan bawah dan pancang), zona Dipterocarpaceae (semai dan tiang), dan zona bambu (tingkat pohon). Nilai pemerataan jenis ditentukan oleh distribusi setiap jenis di masing-masing plot secara merata. Semakin merata suatu jenis dalam suatu ekosistem, maka akan semakin tinggi nilai kemerataannya. Adapun nilai indeks dominansi jenis tertinggi berada pada zona karet (tumbuhan bawah, semai, pancang, dan pohon), zona Dipterocarpaceae (tiang). Hal ini sesuai dengan penelitian Salihadi (1994) dalam Wahyudi (2002), bahwa adanya variasi dari jenis-jenis yang dominan dan kodominan dalam setiap tingkat pertumbuhan artinya jenis dominan pada suatu tingkat pertumbuhan tidak selalu dominan pada tingkat pertumbuhan yang lain.

Secara umum Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga memiliki 3 strata (Gambar 1) yaitu stratum B (20-30 m), stratum C (4-20 m), dan stratum D (1-4 m). Pada stratum C, zona karet menjadi zona dengan nilai

tertinggi, sedangkan pada stratum D nilai tertinggi pada zona bambu, dan stratum B pada zona Dipterocarpaceae. Untuk mencapai stratum A dan stratum B sangat sulit. Hal ini dibuktikan dengan sedikitnya pohon yang bisa mencapai stratum A dan stratum B. Pada stratum C ditemukan hasil yang tinggi dikarenakan banyaknya permudaan-permudaan yang jenisnya lebih variatif. Hal ini sejalan dengan Meyer (1961), bahwa kondisi hutan semacam ini akan menjamin kelestarian hutan di masa yang akan datang dikarenakan jumlah individu permudaan jauh lebih banyak dibandingkan jumlah pohon dewasa, jumlah individu permudaan sangat penting untuk memelihara kemampuan regenerasi hutan.

Kecuali di zona bambu struktur horizontal di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga menunjukkan pola kurva “J” terbalik (Gambar 2). Artinya di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga dalam kondisi sehat dan memiliki regenerasi baik (zona karet, zona Dipterocarpaceae, dan zona campuran). Sesuai dengan literatur bahwa hutan semua umur yang normal dan sehat memiliki struktur membentuk huruf J terbalik (Herianto 2017).

Biomassa

Berdasarkan Tabel 3, total biomassa di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga diduga sebesar 187,07 ton/ha. Setiap zona dan spesies memiliki kontribusi yang berbeda terhadap biomassa di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga. Zona yang memiliki nilai biomassa tertinggi di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga yaitu zona karet sebesar 112,54 ton/ha. Semakin besar diameter tumbuhan, maka akan semakin besar biomassa yang dihasilkan. Jumlah total biomassa atas permukaan tanah menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan total biomassa di bawah permukaan tanah. Hal ini sesuai dengan penelitian Rulianti *et al.* (2018), bahwa kandungan biomassa tumbuhan paling banyak berada di bagian batang dengan persentasi kurang lebih 60%.

Nilai nekromasa serasah tertinggi diperoleh di zona karet sebesar 0,40 ton/ha dan terendah diperoleh pada zona bambu sebesar 0,30 ton/ha. Hasil tertinggi nekromasa pohon mati dan kayu mati berada pada zona karet, sedangkan nilai terendah berada pada zona bambu. Proporsi nekromasa di hutan hanya menyumbang 0,015% dari total simpanan biomassa. Hal ini disebabkan oleh ukuran nekromasa dan jumlah yang lebih kecil dari biomassa atas permukaan tanah (Hendrawan 2014).

Simpanan Karbon dan Serapan Karbon Dioksida

Berdasarkan data pada Tabel 4, total simpanan karbon di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga sebesar 87,93 ton/ha. Simpanan karbon atas permukaan tanah memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan simpanan karbon bawah permukaan tanah dan nekromasa. Simpanan karbon atas permukaan tanah pada tingkat pohon memiliki kemampuan untuk tumbuh besar, sehingga mampu menyimpan karbon lebih banyak dibandingkan pancang dan tiang (Hikmatyar *et al.* 2015). Zona karet di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga menjadi tipe ekosistem dengan simpanan karbon tertinggi yaitu sebesar 52,89 ton/ha, sedangkan zona

bambu menjadi zona dengan cadangan karbon terendah yaitu sebesar 0,27 ton/ha. Menurut Hairiah dan Rahayu (2007), jumlah karbon yang tersimpan antar tipe tutupan lahan akan berbeda hasilnya, bergantung pada tingkat keragaman dan kepadatan tumbuhan yang ada di setiap tipe hutan. Hasil simpanan karbon nekromasa di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga menghasilkan nilai yang paling rendah dibandingkan dengan simpanan karbon atas permukaan tanah dan bawah permukaan tanah yaitu sebesar 0,71 ton/ha. Pada penelitian Hendrawan (2014), total nekromasa di Hutan Penelitian Dramaga menghasilkan nilai yang lebih rendah yaitu 0,41 ton/ha untuk total karbonnya.

Karbon dioksida yaitu produk awal fotosintesis. Berdasarkan hasil perhitungan serapan karbon dioksida yang ditampilkan pada Tabel 5, Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga memiliki total serapan karbon dioksida sebesar 324,65 ton/ha. Serapan karbon dioksida terbesar terdapat di zona karet yaitu sebesar 196,67 ton/ha, sedangkan serapan karbon dioksida terendah di zona bambu sebesar 0,48 ton/ha. Serapan karbon dioksida atas permukaan tanah pada tingkat pertumbuhan yang menghasilkan serapan karbon dioksida terbesar yaitu tingkat pohon. Hal ini sejalan dengan penelitian Hidayati *et al.* (2011), bahwa jenis tumbuhan yang cepat tumbuh dapat menyerap karbon dioksida yang lebih besar dan cepat, dibandingkan dengan jenis tumbuhan yang lambat tumbuh.

Sifat Kimia Tanah

Berdasarkan hasil analisis tanah yang dilakukan pH di keempat zona, didapatkan pH yang bersifat sangat masam. Nilai pH yang tertinggi terdapat pada zona campuran yaitu sebesar 4,83 dan terendah di zona karet yaitu sebesar 3,60. Tingkat kemasaman ini berpengaruh terhadap karbon yang dihasilkan oleh tegakan.

Berdasarkan hasil kandungan C-organik yang ditemukan di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga paling tinggi berada pada zona Dipterocarpaceae sebesar 4,16% (kategori tinggi), serta kandungan C-organik terendah di zona campuran sebesar 2,94% (kategori sedang). Menurut Nurmahribi (2021), kandungan C-organik yang tinggi, maka akan meningkatkan hasil produksi dari tumbuhan, dikarenakan tumbuhan mampu dalam menyerap unsur hara yang tinggi untuk proses pertumbuhan yang optimal. Adapun hasil N-total tertinggi di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga yaitu zona karet sebesar 0,33% (kategori tinggi), serta N-total terendah yaitu di zona campuran sebesar 0,26% (kategori sedang). Jika vegetasi kekurangan salah satu unsur hara yang dibutuhkan, maka akan menyebabkan kekurangan unsur hara yang mengakibatkan produktivitas tidak akan tumbuh optimal (Wilson *et al.* 2015).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Tegakan Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga terdiri atas 33 jenis pohon dan 19 jenis tumbuhan bawah dari 49 famili, dimana famili Poaceae merupakan famili

yang dominan. Tegakan tersebar pada empat zona, yaitu zona karet, zona bambu, zona Dipterocarpaceae, dan zona campuran. Zona karet dan zona Dipterocarpaceae ditumbuhi oleh jenis tumbuhan yang didominasi jenis *Hevea brasiliensis*, zona bambu didominasi jenis *Bambusa blumeana*, dan zona campuran didominasi oleh jenis *Swietenia mahagoni*. Struktur horizontal tegakan pohon di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga kecuali di zona bambu berbentuk huruf "J" terbalik. Stratifikasi tajuk hutan di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga didominasi oleh stratum C yang menunjukkan masih adanya suksesi di hutan tersebut. Nilai biomassa, simpanan karbon dan serapan karbon dioksida tertinggi di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga berada pada zona karet dengan nilai masing-masing secara berurutan 112,54 ton/ha, 52,89 ton/ha, dan 197,3 ton/ha. Kandungan C-organik tanah di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga pada zona Dipterocarpaceae, zona karet, dan zona bambu termasuk tinggi, sedangkan pada zona campuran termasuk sedang.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, untuk peningkatan keanekaragaman jenis dari biomassa, simpanan karbon, dan serapan karbon dioksida tegakan di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga disarankan: (a) Melakukan penanaman pengkayaan jenis-jenis pada Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga; (b) Melakukan pemeliharaan tegakan seperti pemangkasan dan pengendalian dari gangguan atau persaingan tumbuhan bawah dan pemangkasan tajuk pohon yang menaungi di Arboretum Bambu Kampus IPB Darmaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Alinus, Rafdinal, Rizal L. 2017. Biomassa dan cadangan karbon di Kawasan agroforestry karet tradisional di Desa Nanga Pemubuh Kecamatan Sekadau Hulu Kabupaten Sekadau. *Jurnal Protobiont* 6(3): 249-254.
- Ardhiana Y. 2022. Serapan karbon di taman konservasi kampus IPB, Darmaga. [Skripsi]: Institut Pertanian Bogor.
- Canavan S, Richardson D, Visser V, Jihannes J, Vorontsova. 2016. The global distribution of bamboos: assessing correlates of introduction and invasion. *AoB Plants Journal* 9(1):1-18. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plw078>.
- Chairns MA, Brown S, Helmer EH, Baumgardner GA. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* 111: 1-11.
- Fathin R. 2023. Komposisi jenis dan struktur tegakan arboretum fakultas kehutanan dan lingkungan IPB. [Skripsi]. Program Studi Silviculture. Fakultas Kehutanan dan Lingkungan. Institut Pertanian Bogor.
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan. Bogor: World Agroforestry Centre.
- Hairiah K, Ekadinata A, Sari RR, Rahayu S. 2011. *Petunjuk Praktik Pengukuran Cadangan Karbon:*

- dari Tingkat Bentang Lahan ke Bentang Lahan Edisi Kedua.* Bogor (ID): World Agroforestry Centre.
- Hendrawan. 2014. Potensi biomassa karbon tegakan, nekromasa, dan serasah pada hutan penelitian dramaga. *Jurnal Nusa Sylva* 14(1):1-9.
- Herianto. 2017. Keanekaragaman jenis dan struktur tegakan di areal tegakan tinggal. *Jurnal Daun* 4(1): 38-46.
- Hikmatyar MF, Ishak TM, Pamungkas AP, Soffie S, Rijaludin A. 2015. Estimasi karbon tersimpan pada tegakan pohon di hutan pantai Pulau Kotok Besar, Bagian Barat, Kepulauan Seribu. *Jurnal Biologi* 8(1): 40-45.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.* Jepang (JP): Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Meyer HA, D Stevensonand. 1961. *Forest Management* 2nd Edition. New York: The Ronald Press Company.
- Muhtar D, Sinyo Y, Ahmad H. 2017. Pemanfaatan tumbuhan bambu oleh Masyarakat di Kecamatan Oba Utara Kota Tidore Kepulauan. *J Saintifik: Jurnal Pendidikan MIPA* 1(1):37-44. <https://dx.doi.org/10.33387/sjk.v1i1.335>
- Nahlunnisa H, Zuhud EAM, Santosa Y. 2016. Keanekaragaman spesies tumbuhan di Areal Nilai Konservasi Tinggi (NKT) Perbukitan Kelapa Sawit Provinsi Riau. *Media konservasi.* 21(1):91-98.
- Napolion H, Sribudiani E, Arlita T. 2015. Pemahaman pengunjung terhadap arti dan fungsi arboretum universitas riau. *Jom Fapeta.* 2(2). Universitas Riau.
- Nurmahribi W. 2021. Analisis penentuan C-organik pada sampel tanah TH.20.77 [skripsi]. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Pamudji WH. 2011. Potensi serapan karbon pada tegakan akasia. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 39-40 p.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.17/Menhut-II Tahun 2009 tentang Pedoman Penyelenggaraan Hutan Kota.* Diakses tanggal 08 Juli 2023.
- Rulianti F, Devi R, Mela R, Mulyadi, Hidayta. 2018. Estimasi biomassa pada pohon di Kawasan Hutan Primer Pegunungan Deupap Pulo Aceh Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik* 246-258.
- Rusolono T, Tiryana T, Purwanto J. 2015. *Panduan Survei Cadangan Karbon dan Keanekaragaman Hayati di Sumatera Selatan.* Palembang: Biodiversity and Climate Change Project. German International Coopetion-GIZ dan KLHK Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Selatan.
- Shintya IPA dan Kusnadi D. 2018. Analisis emisi gas rumah kaca dan pemetaan zona emisi menggunakan GIS (geospasial information sistem) di Pringsewu Lampung. *Jurnal Sistem Informasi dan Telematika* 9(2): 121-126.
- Tuah N, Sulaeman R, Yoza D. 2017. Perhitungan biomassa dan karbon di atas permukaan tanah di huan Larangan Adat Rumbio Kabupaten Kampar. *Jurnal Faperta* 4(1): 1-10.
- Wahyudi A, Sugeng P, Harianto, Darmawan A. 2002. Keanekaragaman jenis pohon di hutan Pendidikan Konservasi Terpadu Taman Hutan Rakyat Wan Abdul Rachman. *Jurnal Sylva Lestari.* 2(3): 1-10.
- Widodo P, Sidik A. 2020. Perubahan tutupan lahan hutan lindung gunung Guntur tahun 2014 sampai dengan tahun 2017. *Jurnal Penelitian Kehutanan* 21(1): 30-48.
- Wilson, Supriadi, Guchi H. 2005. Evaluasi sifat kimia tanah pada lahan kopi di Kabupaten Mandailing Natal. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 3(2): 642-648.