

CADANGAN KARBON PADA TEGAKAN KARET DI KESATUAN PENGELOLAAN HUTAN BUKIT PUNGGUR

Yanfa Ghiyats Ghifari*¹, Christine Wulandari^{1,2}, Rudi Hilmanto¹, Samsul Bakri^{1,3}

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl Sumantri Brojonegoro,
Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia.

²Pascasarjana Pertanian, Universitas Lampung,
Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia.

³Pascasarjana Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Lampung,
Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia.

Email: *¹yanfa.ghiyats10790@students.unila.ac.id, ²christine.wulandari@fp.unila.ac.id,
³rudihilmanto@gmail.com, ⁴samsul.bakri@fp.unila.ac.id

Abstrak. Tingginya kandungan karbon dioksida di atmosfer adalah salah satu faktor penyebab perubahan iklim. Peningkatan penyerapan karbon dioksida oleh vegetasi, misal tanaman karet, diharapkan dapat menurunkan kandungan gas karbon dioksida dari atmosfer. Hutan kemasyarakatan di Kesatuan Pengelolaan Hutan Bukit Punggur berorientasi pada nilai ekonomi produksi terutama dari hasil lateks karetnya. Tanaman ini berperan besar dalam penyerapan karbon dioksida dilihat dari kanopi yang lebar dan permukaan hijau daun yang luas. Berdasarkan hasil analisis, cadangan karbon yang ditemukan di lokasi tersebut adalah 698,26 ton/Ha, atau rata-rata 43,64 ton/Ha. Artinya hutan yang dikelola secara agroforestri dengan mayoritas karet belum mampu menghasilkan karbon yang optimal.

Kata Kunci: Karet, karbon, biomassa, allometrik

Abstract. The high content of carbon dioxide in the atmosphere is one of the factors causing climate change. Increased absorption of carbon dioxide by vegetation, for example rubber plants, is expected to reduce the carbon dioxide gas content from the atmosphere. Community forestry in the Bukit Punggur Forest Management Unit is oriented to the economic value of production mainly from the results of rubber latex. This plant plays a major role in the absorption of carbon dioxide seen from the wide canopy and the broad

surface of the green leaves. Based on the results of the analysis, the carbon reserves found at that location were 698.26 tons/Ha, or an average of 43.64 ton/Ha. This means that forests managed by agroforestry with the majority of rubber have not been able to produce optimal carbon.

Keywords: Rubber, carbon, biomass, allometrics

PENDAHULUAN

Tingginya kandungan karbon dioksida di atmosfer adalah salah satu faktor penyebab perubahan iklim. Penggunaan bahan bakar fosil yang berlebih, penebangan dan perusakan pohon yang tidak terkendali menyebabkan kondisi lingkungan dan sumber daya alam yang semakin buruk (Saragih, 2016). Dalam hal ini sektor kehutanan menjadi sangat berpotensi besar dalam penyerapan karbon melalui penanaman, meningkatkan pertumbuhan hutan, mengurangi laju deforestasi dan kebakaran hutan (Setiawan, 2015).

Hutan merupakan sumber daya yang memiliki nilai sangat penting serta bermanfaat untuk kehidupan, diantaranya sebagai jasa lingkungan, pengatur tata air, estetika, penyedia oksigen dan penyerap karbon (Rahayu *et al*, 2010). Penyerapan karbon dioksida oleh vegetasi, salah satunya tanaman karet, menunjukkan upaya untuk menurunkan kandungan gas karbon dioksida dari atmosfer. Pasalnya di Indonesia ada 3,4 juta hektar (Ha) perkebunan karet, termasuk di dalamnya milik negara dan swasta. Sumatera dan Kalimantan merupakan penghasil karet terbesar (ICRAF, 2013).

Di Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Bukit Punggur Kabupaten Way Kanan terdapat skema pengelolaan Hutan Kemasyarakatan (HKm) oleh Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) Jaya Lestari dengan sistem pengelolaan agroforestri yang didominasi oleh tegakan karet. Masyarakat pengelola berorientasi pada nilai ekonomi produksi terutama dari lateks karetnya.

Sejauh ini belum adanya perhatian masyarakat terkait peranan karet sebagai tanaman penyerap karbon. Tanaman ini berperan besar dalam penyerapan karbon dioksida dilihat dari kanopi yang lebar dan permukaan hijau daun yang luas (Saragih, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cadangan karbon pada tegakan karet di HKm Jaya Lestari KPH Bukit Punggur, Kabupaten Way Kanan. Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi manfaat bagi pemerintah dan pihak terkait sehingga dapat mengambil kebijakan dalam pemeliharaan hutan yang salah satu fungsinya adalah sebagai penyerap dan penyimpan karbon.

BAHAN DAN METODE

Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil pada penelitian ini mencakup data jenis pohon, tinggi pohon dan diameter pohon untuk pengukuran. Data sekunder didapat dari studi literatur tentang penelitian-penelitian karbon tersimpan terkait yang pernah dilakukan dan data pendukung lain dari instansi pemerintah daerah seperti profil dan kondisi umum lokasi penelitian.

Petak ukur ditentukan dengan menggunakan metode *Stratified Sampling* yang dikelompokkan berdasarkan kelas ketinggian tempat (*altitude*) (Bhaskara, 2018). Penentuan kisaran ketinggian tempat didapat dari perhitungan berikut:

$$\frac{\text{Ketinggian tempat}}{\text{Jumlah kelas}} = \frac{950-550 \text{ mdpl}}{4 \text{ kelas}} = 100 \text{ mdpl}$$

Luas HKm Jaya Lestari (N) : 1.295 Ha = 12.950.000 m²

Intensitas sampling yang digunakan (IS) : 0,05% = 0,0005

Luas tiap petak contoh (n) : 20 m x 20 m = 400 m²

Maka, didapat luas seluruh petak contoh:

$$IS \times N = 0,0005 \times 12.950.000 \text{ m}^2 = 6.475 \text{ m}^2$$

Jumlah petak ukur yang dibuat adalah:

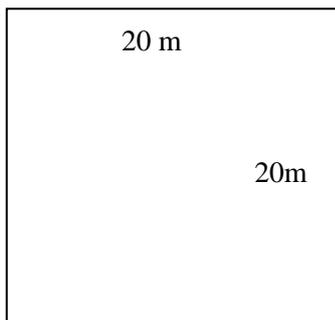
$$\text{Jumlah plot yang dibuat} = \frac{\text{Luas seluruh petak contoh}}{\text{Luas tiap petak contoh}} = \frac{6.475 \text{ m}^2}{400 \text{ m}^2} = 16,2 \sim 16 \text{ plot}$$

Pembagian plot dibagi secara proporsional untuk masing-masing kelas ketinggian tempat dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah petak ukur berdasarkan ketinggian tempat di HKm Jaya Lestari

Kelas Ketinggian	Ketinggian	Jumlah Petak Ukur
1	550 – 650 m dpl	4
2	651 – 750 m dpl	4
3	751 – 850 m dpl	4
4	851 – 950 m dpl	4
Jumlah		16

Plot contoh berbentuk bujur sangkar berukuran 20 m x 20 m digunakan untuk pengambilan data biomassa pohon (Bhaskara, 2018) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Petak untuk pengambilan data biomassa.

Pengambilan data dilakukan dengan metode *non-destructive* (tidak merusak/memanen) untuk setiap pohon yang berada di dalam plot 20 m x 20 m. Data yang diambil dari setiap pohon untuk dihitung biomasanya adalah data jenis pohon, diameter dan tinggi pohon tersebut.

Hasil pengukuran diameter pohon dan tinggi pohon dianalisis dengan menggunakan persamaan allometrik yang telah ada untuk menduga biomassa pohon pada Tabel 2.

Tabel 2. Model persamaan allometrik

No	Jenis Tegakan	Persamaan Allometrik	Sumber
1	Akasia	$BK = 0,077 (D^2H)^{0,90}$	(Tim Arupa, 2014)
2	Pohon-pohon bercabang	$BK = 0,11 \rho(D)^{2,62}$	(Ketterings, 2001)
3	Pohon tidak bercabang	$BK = \pi \rho D^2 H / 40$	(Hairiah dkk., 2001)
4	Karet	$BK = 3,42 D^{1,15}$	(Saragih dkk, 2016)

Keterangan:

BK = Berat kering (kg/pohon)

H = Tinggi total tanaman (m)

D = Diameter setinggi dada (cm)

BA = Basal area (cm²)

ρ = Berat Jenis kayu (0,7 g/m³) dan berat jenis kayu mati (0,4 g/m³).

Biomassa yang didapat kemudian dikonfersi ke dalam karbon dengan dikalikan 0,47 (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2011) dalam rumus berikut.

$$C = \text{Biomassa total} \times 0,47$$

Perhitungan potensi penyerapan gas CO² didapat melalui perkalian kandungan karbon terhadap besarnya serapan CO². Perhitungan dilakukan berdasarkan 1 juta *metrik* ton karbon ekuivalen dengan 3,67 juta *metric* ton CO² yang diserap dari atmosfer. Perhitungan serapan CO² dilakukan dengan menggunakan rumus berikut (Hardjana, 2010).

$$W_{CO_2} = W_{tc} \times 3,67$$

Keterangan :

W_{CO_2} : banyaknya CO² yang diserap (ton)

W_{tc} : berat total unsur karbon ke CO² [massa atom C = 12 dan O = 16, CO² = (1 x 12) +

(2 x 16) = 44; konversinya = (44:12) = 3,67

HASIL DAN PEMBAHASAN

HKm Jaya Lestari KPH Bukit Punggur Way Kanan memiliki luas 1.295 Ha dengan pengelolaan lahan dengan pola agroforestri. Penyusun dari pola tanam agroforestri terdiri dari tanaman kehutanan, tanaman *Multy Purpose Trees Species* (MPTs) dan tanaman perkebunan. Jenis tanaman kehutanan yang ada pada lahan tersebut yaitu medang (*Phoeba hunanensis*), akasia (*Acacia auriculiformis*), pulai (*Alstonia scholaris*) dan akasia mangium (*Acacia mangium*). Jenis MPTs yang ada di lahan tersebut yaitu kapuk randu (*Ceiba pentandra*), petai (*Parkia speciosa*), jengkol (*Archidendron pauciflorum*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), durian (*Durio zibethinus*), tangkil (*Gnetum gnemon*), mangga (*Mangifera indica*) dan nangka (*Artocarpus heterophyllus*). Meskipun begitu tanaman penyusun yang ada di HKm tersebut didominasi oleh tanaman karet (*Havea brasiliensis*). Dominasi tanaman karet ini adalah ketentuan pengelolaan yang diterapkan oleh pihak petani dan pihak KPH Bukit Punggur.

Tabel 3. Data pengamatan tinggi dan diameter pohon HKm Jaya Lestari

No Plot	Jenis Pohon	Tinggi	Diameter
1	Karet	9	21,66
	Karet	8	20,38
	Karet	5	20,06
2	Pulai	12	29,94
	Pulai	14	32,80
	Pulai	11	27,71
	Medang	7	23,89
	Medang	9	27,71
	Jengkol	6	21,34
3	Durian	12	20,38
	Akasia	14	44,27
	Nangka	7	20,06
	Karet	10	24,52
	Karet	9	24,84
	Karet	9	21,97
	Karet	11	25,80
	Karet	13	23,25
	Karet	14	21,34
	Karet	11	21,02

	Karet	12	20,06
	Karet	12	21,66
	Karet	9	20,38
	Durian	5	20,38
	Akasia	17	35,67
4	Mangga	12	56,69
	Jengkol	8	23,25
	Kapuk randu	10	52,55
	Karet	15	38,22
	Karet	14	27,39
	Karet	14	20,06
	Karet	13	21,97
	Karet	15	26,43
	Karet	11	24,52
	Karet	12	21,66
	Petai	11	21,97
	Jengkol	9	26,43
5	Karet	12	21,34
	Karet	13	21,66
	Karet	12	23,25
	Karet	11	21,34
	Karet	13	24,52
	Pulai	21	86,94
	Pulai	18	70,70
	Pulai	15	62,42
	Karet	13	20,38
6	Karet	9	23,25
	Karet	13	22,93
	Karet	10	23,25
	Karet	11	21,66
	Karet	10	21,97
	Karet	11	20,06
	Karet	12	20,70
	Karet	14	35,03
	Karet	12	30,57
7	Jengkol	9	27,39
	Pulai	15	42,99
	Durian	12	29,62
	Karet	13	23,25
	Karet	10	21,66
	Karet	11	21,97
	Karet	10	20,06
	Karet	17	20,70
8	Karet	11	21,97
	Cengkeh	7	20,70

	Karet	10	23,25
	Karet	8	21,34
	Karet	8	20,70
	Karet	12	29,94
	Karet	9	22,93
9	Petai	9	21,66
	Karet	10	24,20
	Karet	11	20,70
	Karet	11	25,16
	Karet	12	25,80
	Karet	11	24,52
	Karet	10	22,93
	Karet	11	22,29
	Petai	7	20,06
	Jengkol	8	21,02
10	Petai	9	21,97
	Tangkil	7	20,06
	Karet	10	24,20
	Karet	12	24,84
	Karet	9	26,43
	Petai	8	21,34
	Karet	12	27,71
11	Karet	12	23,25
	Karet	11	27,07
	Karet	13	28,03
	Karet	10	21,97
	Karet	13	29,62
	Jengkol	9	27,39
12	Karet	11	21,66
	Karet	8	23,25
	Cengkeh	6	21,34
	Karet	11	25,16
	Karet	7	20,70
	Pulai	8	20,06
	Pulai	10	20,70
	Petai	6	21,97
13	Jengkol	7	21,66
	Jengkol	9	26,43
	Durian	7	24,52
	Karet	11	21,66
	Karet	9	21,02
	Karet	12	25,16
14	Akasia mangium	16	136,94
	Karet	17	21,34
	Karet	20	21,97

	Karet	21	23,25
	Karet	19	20,70
	Akasia	17	97,13
15	Jengkol	12	21,34
	Karet	11	23,25
	Jengkol	13	25,48
	Jengkol	12	29,30
	Jengkol	10	27,07
	Karet	14	21,02
	Karet	12	21,66
	Karet	9	21,34
	Karet	12	24,52
	Cengkeh	8	27,07
	Karet	7	23,25
	Karet	10	24,20
16	Karet	11	21,02
	Karet	12	21,97
	Karet	9	23,25
	Karet	13	20,06
	Cengkeh	7	21,66
	Cengkeh	9	26,11
	Karet	11	23,89
	Karet	10	24,20

Jumlah cadangan karbon dioksida di HKm Jaya Lestari yaitu 698,26 ton/Ha dengan rata-rata 43,64 ton/Ha. Hasil yang diperoleh merupakan perhitungan biomassa yang terdapat di setiap plot pengamatan yang kemudian dikonversi ke dalam karbon. Perbedaan cadangan karbon pada tegakan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Adapaun umur tegakan, kerapatan dan keragaman jenis vegetasi pengisi adalah faktor yang mempengaruhi cadangan karbon yang tersimpan pada suatu lahan (Uthbah *et al*, 2017).

Hasil yang didapat dari perolehan pengamatan data yang dilakukan di HKm Jaya Lestari cadangan karbon berjumlah

Tabel 3. Karbon tersimpan pada pohon penyusun tegakan HKm Jaya Lestari

No Plot	Biomassa pohon (ton/Ha)	Karbon tersimpan (ton/Ha)
1	8,37	3,93
2	69,10	32,48
3	80,38	37,78

No Plot	Biomassa pohon (ton/Ha)	Karbon tersimpan (ton/Ha)
4	186,65	87,73
5	482,07	226,57
6	30,38	14,28
7	76,27	35,85
8	24,65	11,58
9	39,44	18,54
10	31,50	14,81
11	29,37	13,80
12	34,93	16,42
13	34,00	15,98
14	268,63	126,26
15	65,02	30,56
16	24,90	11,71
Jumlah		698,26
Rata-rata		43,64

Karbon yang paling banyak tersimpan di HKm Jaya Lestari berada di plot 5 yaitu 226,57 ton/Ha sedangkan karbon yang paling dikit tersimpan berada di plot 1 yaitu 3,93 ton/Ha. Adanya perbedaan cadangan karbon dikarenakan adanya perbedaan jenis dan kerapatan pohon pada masing-masing plot. Menurut Supriadi (2012) hal lain yang dapat mempengaruhi jumlah karbon yang tersimpan adalah umur tanaman, kondisi tanaman, kesuburan tanah, teknis budidaya yang diterapkan.

Tabel 4. Jenis pohon penyusun tegakan HKm Jaya Lestari

Plot	Jenis	Nama Latin	Karbon ton/ha
1	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	3,93
2	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	20,59
	Medang	<i>Phoebe hunanensis</i>	9,14
	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	2,75
3	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	4,87
	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	16,14
	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	2,34
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	14,42
4	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	35,54
	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	8,25
	Kapuk randu	<i>Ceiba pentandra</i>	29,13
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	11,84
5	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	8,47
	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	218,10
6	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	14,28
7	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	5,28
	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	17,22
	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	6,49
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	6,86
8	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	9,05
	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	2,54
9	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	5,19
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	10,70

Plot	Jenis	Nama Latin	Karbon ton/ha
10	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	5,71
	Tangkil	<i>Gnetum gnemon</i>	2,34
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	9,50
11	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	8,52
	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	5,28
12	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	5,83
	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	2,75
	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	4,88
	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	2,97
13	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	7,67
	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	3,96
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	4,35
14	Akasia mangium	<i>Acacia mangium</i>	76,91
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	5,57
	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	43,77
15	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	18,55
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	10,23
	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	1,78
16	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	8,61
	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	3,09

Berdasarkan hasil yang didapatkan bahwa cadangan karbon pada tegakan karet di KPH Bukit Punggur relatif rendah karena dipengaruhi oleh biomassa sehingga cadangan karbon yang tersimpan relatif rendah. Pohon tangkil dan pohon nangka memiliki total cadangan karbon terendah yaitu sebesar 2,34 ton/Ha. Tanaman karet sebagai jenis yang mendominasi lahan HKm Jaya Lestari memiliki cadangan karbon dengan total sebesar 132,16 ton/Ha. Adapun pohon pulai memiliki total cadangan karbon yang tertinggi yaitu 260,79 ton/Ha dengan diameter rata-rata diatas 20 cm. Cadangan karbon yang tinggi pada tanaman dipengaruhi oleh besarnya biomassa yang dilihat dari diameter batang tanaman tersebut. Pulai merupakan jenis pohon *fast growing* (cepat tumbuh). Menurut Hamdaningsih (2010) bahwa jenis pohon *fast growing* menghasilkan riap yang tinggi sehingga penyerapan karbon dan biomasanya pun tinggi.

Tabel 5. Cadangan karbon pada kelas ketinggian tempat

kelas ketinggian	Ketinggian	karbon tersimpan
1	550 – 650 m dpl	40,48
2	651 – 750 m dpl	72,07
3	751 – 850 m dpl	15,89
4	851 – 950 m dpl	46,13

Berdasarkan data yang diperoleh bahwa biomassa sangat dipengaruhi oleh diameter pohon. Di HKM Jaya Lestari memiliki rata-rata diameter sebesar 26,92 cm. Total cadangan karbon pada tegakan karet di HKM Jaya Lestari KPH Bukit Punggur menurut kelas ketinggian tempat termasuk kelas kurang baik yaitu berkisar antara 15,89 ton/Ha hingga 72,07 ton/Ha. Menurut IPCC (2006) kelas karbon dibagi ke dalam dua kelas kategori, kelas karbon kategori baik jika besar kandungan karbon pada suatu kawasan sebesar 138 ton/ha atau lebih dari 138 ton/ha, sedangkan kelas karbon kategori kurang baik yaitu jika kandungan karbon yang didapat di bawah 138 ton/ha. Dari hasil tersebut maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hutan yang dikelola secara agroforestri dengan dominasi tanaman karet belum mampu menjadi penyimpan cadangan karbon yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2011. Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon. Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting). *Badan Standardisasi Nasional*. Jakarta.
- Bhaskara, D. R., Qurniati, R., Duryat, dan Banuwa, I. S. (2018). Karbon Tersimpan pada Repong Damar Pekon Pahmungan Kecamatan Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat. *Jurnal Sylca Lestari* 6(2) : 32-40.
- Hamdaningsih, S. S. (2010). Studi kebutuhan hutan kota berdasarkan kemampuan vegetasi dalam penyerapan karbon di kota mataram. *Majalah Geografi Indonesia*. 24(1) : 1-9.
- Hardjana, A., K. (2010). Potensi Biomassa dan Karbon pada Hutan Tanaman *Acacia mangium* di HTI PT. Surya Hutani Jaya, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian dan Ekonomi Kehutanan* 7(4) : 237-249.
- ICRAF. (2013). *The International Centre Research in Agroforestry*. Agfor Sulawaesi. Bogor.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelones for National Greenhose Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. And Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- Rahayu, S., Setiawan, E., dan Suyanto. (2010). Sistem Agroforestri di Kawasan Penyangga Hutan Lindung Seasot: Potensinya Sebagai Penambat Karbon. *World Agroforestry Centre (ICRAF)*. Bogor.

- Saragih, E. S., Muhdi, dan Hanafiah, D. S. (2016). Pendugaan Cadangan Karbon pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Umur 10 Tahun di Perkebunan Rakyat Desa Tarean, Kecamatan Silindak, Kabupaten Serdang Bedagai. *Peronema Forestry Science Journal* 5(2) : 5-19.
- Setiawan, H. (2015). Profil Kandungan Karbon pada Tegakan Puspa (*Schima walichii*). *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Uthbah, Z., Sudiana, E., dan Yani, E. (2017). Analisis Biomassa dan Cadangan Karbon pada Berbagai Umur Tegakan Damar (*Agathis dammara* Lamb. Rich.) di KPH Banyumas Timur. *Scripta Biologica* 4(2) : 119-124.
- Supriadi, H. (2012). Peran Tanaman Karet dalam Mitigasi Perubahan Iklim. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar* 3(1) : 79-90.