

Komposisi Jenis Tumbuhan dan Simpanan Karbon Tegakan pada Area Rehabilitasi Greenwall Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat (Species Composition and Carbon Stock of Trees in the Greenwall Rehabilitation Area of Gunung Gede Pangrango National Park, West Java)

Shafa Nadiya Syawali Sudrajat*, Prijanto Pamoengkas, dan/and Adisti Permatasari Putri Hartoyo

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University, Bogor

Info artikel: Keywords: forest carbon stock, species composition, rehabilitation	ABSTRACT <i>Gunung Gede Pangrango National Park (TNGGP) is a conservation area that has high potential as a carbon absorber and store. One of the locations is the rehabilitation area of Greenwall Program in the Nagrak Resort, TNGGP. This research aimed to analyze the species composition and carbon storage of stands in the area of Greenwall Program, as well as analyze the correlation between carbon stock and several ecological parameters. The method used was vegetation analysis with purposive random sampling. Three line transects were established at site experiencing different planting year (i.e. 2008, 2009, and 2010) where at each transect, five sampling plots with size of 20 m x 20 m each were created. The results showed that the species composition in this area is dominated by the species <i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth., <i>Agathis dammara</i> (Lamb.) Rich., and <i>Syzygium polyanthum</i> (Wight) Walp. The total carbon stock in the observation plot is 103,44 tonnes/ha with the highest contribution coming from tree level (96,38 tonnes/ha).</i>
Kata kunci: karbon hutan, komposisi jenis, rehabilitasi	ABSTRAK Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) merupakan salah satu kawasan konservasi yang memiliki potensi tinggi sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Salah satunya pada areal program rehabilitasi <i>Greenwall</i> , di Resort Nagrak TNGGP. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi jenis, dan simpanan karbon tegakan pada areal rehabilitasi <i>Greenwall</i> , serta korelasi antara konsentrasi karbon dengan beberapa parameter ekologi. Metode yang digunakan adalah analisis vegetasi dengan <i>purposive random sampling</i> . Ukuran plot 20 m x 20 m sebanyak 3 jalur per tahun penanaman (2008, 2009, dan 2010). Komposisi jenis pada kawasan ini didominasi oleh jenis <i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth., <i>Agathis dammara</i> (Lamb.) Rich., dan <i>Syzygium polyanthum</i> (Wight) Walp. Total simpanan karbon tegakan pada plot penelitian sebesar 103,44 ton/ha dengan kontribusi tertinggi berasal dari tingkat pertumbuhan pohon (96,38 ton/ha).
Riwayat artikel: Tanggal diterima: 10 Mei 2025; Tanggal disetujui: 29 Desember 2025.	

Korespondensi penulis: Shafa Nadiya Syawali Sudrajat* (E-mail: ppam@apps.ipb.ac.id)

Kontribusi penulis: **SNSS**: membuat konsep dan metodologi, pengambilan data, analisis data, menulis naskah; **PJP**: membuat metodologi, memberikan masukan dan bimbingan, mengarahkan pengambilan data dan analisis data, dan review naskah; **APPH**: membuat metodologi, memberikan masukan dan bimbingan, mengarahkan analisis data dan review naskah.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang berada di wilayah tropis, sehingga negara ini memiliki berbagai macam tipe ekosistem hutan. Salah satu jenis ekosistem hutan yang paling dominan dan menjadi ciri khas dari Indonesia adalah hutan hujan tropis dengan sebaran hampir di seluruh wilayah Indonesia. Hutan hujan tropis merupakan salah satu tipe ekosistem hutan yang memiliki biodiversitas yang tinggi dan memiliki tajuk yang berlapis (multi strata). Hutan memiliki berbagai macam fungsi, salah satunya adalah sebagai tempat serapan karbon (CO₂). Penurunan luas hutan hujan tropis yang diiringi dengan semakin meningkatnya polusi, dapat menyebabkan percepatan proses pemanasan global dan perubahan iklim. Oleh karena itu, keberadaan vegetasi hutan memiliki peran yang sangat penting dalam menyimpan cadangan karbon dengan jumlah yang sangat besar, sehingga dapat menjaga dan memberikan keseimbangan pada siklus karbon di bumi (Elias, 2009).

Taman nasional merupakan kawasan yang memiliki peran penting dalam menyerap dan menyimpan karbon. Salah satu contohnya adalah Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) di Jawa Barat, yang ditetapkan UNESCO sebagai cagar biosfer pada tahun 1977 (Arijani, 2008; Larasati dkk., 2012). Kawasan seluas 24.270,80 ha ini didominasi ekosistem hutan hujan tropis, menjadikannya salah satu penyerap karbon alami terpenting di Indonesia. Statusnya sebagai cagar biosfer juga menegaskan nilai konservasi dan keanekaragaman hayatinya yang tinggi.

TNGGP memiliki wilayah pengelolaan khusus, seperti Bidang II Sukabumi (Resort PTN Nagrak), yang mencakup zona rehabilitasi seluas 633,52 ha yang merupakan area implementasi program rehabilitasi Greenwall. Program ini merupakan hasil kolaborasi antara Balai Besar TNGGP, Conservation International Indonesia (CII), DAIKIN, dan masyarakat yang telah diimplementasikan sejak 2008 untuk memulihkan kawasan eks-Perhutani

(Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Sebanyak 320 ha dari zona ini dikhususkan untuk kegiatan rehabilitasi, menunjukkan upaya nyata dalam restorasi ekosistem yang terdegradasi.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji komposisi jenis tumbuhan dan stok karbon di TNGGP. Dendang dan Handayani (2015) di Resort Cibodas menunjukkan adanya dinamika komposisi jenis pada setiap tingkat pertumbuhan vegetasi, dengan tingkat pohon dan tiang didominasi oleh *Altingia excelsa*, sedangkan tingkat semai dan pancang didominasi oleh *Cestrum auranticum* dan *Laportea stimulans*. Penelitian Alhamd dan Rahajoe (2013) di Hutan Pinus Bodogol mencatat jumlah individu pohon sebanyak 841 ind/ha pada tahun 2009 dan 779 ind/ha pada tahun 2011, dengan jenis dominan Pinus merkusii. Menurut Dendang dan Handayani (2015), perbedaan komposisi jenis pada tiap lokasi dan tingkat pertumbuhan menunjukkan adanya gangguan proses regenerasi selama 50 tahun terakhir. Alhamd dan Rahajoe (2013) juga melaporkan nilai biomassa atas tanah (AGB) tertinggi berasal dari jenis pinus, yaitu sebesar 238,4–315,3 ton/ha. Sementara itu, penelitian Rozak dkk. (2017) di 26 titik lokasi di seluruh TNGGP menunjukkan simpanan karbon tegakan sebesar 176,2 ton/ha, dengan empat dari 114 jenis pohon yang teridentifikasi sebagai penyumbang terbesar, yaitu *Schima wallichii*, *A. excelsa*, *Castanopsis acuminatissima*, dan *Vaccinium varingiaefolium*.

Hasil dari penelitian terdahulu tersebut menunjukkan bahwa TNGGP memiliki potensi yang sangat besar sebagai salah satu lokasi penyimpan karbon, karena kekayaan vegetasinya yang berlimpah. Pelaksanaan program rehabilitasi, dapat meningkatkan jumlah penyerapan karbondioksida di udara, yang berasal dari tegakan. Selain itu komposisi jenis juga menjadi salah satu parameter yang harus diperhatikan dalam rehabilitasi ekosistem.

Hingga saat ini, belum banyak ditemukannya riset yang mengkaji tentang komposisi jenis dan simpanan karbon tegakan pada area rehabilitasi *Greenwall*, sedangkan basis data komposisi vegetasi tersebut merupakan hal dasar yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengelolaan hutan lestari. Oleh karena itu perlu dilakukannya penelitian terkait komposisi jenis dan simpanan karbon tegakan pada area rehabilitasi *Greenwall* di TNGGP. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi jenis dan menduga simpanan karbon tegakan pada area rehabilitasi *Greenwall*. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan fungsi ekologis kawasan, serta dapat menjadi acuan dan pertimbangan pengelola kawasan dalam skema pengelolaan hutan lestari.

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1. Waktu / Lokasi Penelitian

Pengambilan data dilaksanakan pada bulan November – Desember 2023 di area rehabilitasi *Greenwall* dengan tahun penanaman adalah tahun 2008, 2009, dan 2010 di *Resort* Nagrak, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat (Gambar 1).

Program *Greenwall* merupakan program rehabilitasi kawasan yang semula merupakan area hutan produksi milik perhutani yang ditanami oleh jenis *Agathis dammara* (Lamb.) Rich. secara monokultur. Program rehabilitasi kawasan telah dilakukan sejak tahun 2008 - 2010 melalui revegetasi, dengan jumlah bibit yang telah ditanam diperkirakan sekitar 120.000 bibit pohon pada lahan seluas 320 ha. Jenis-jenis yang ditanam meliputi puspa (*Schima wallichii*), rasamala (*Altingia excelsa*), manglid (*Magnolia blumei*), suren (*Toona sureni*), kisireum (*Syzigium rostratum*), salam (*Eugenia clavimirtus*), Janitri (*Elaeocarpus pierrei*), dan lame (*Alstonia scholaris*). Serta terdapat juga jenis pohon buah-buahan yang ditanam di sekitar batas kawasan berupa Aren (*Arenga pinata*),

angka (*Artocarpus heterophyllus*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), pala (*Myristica fragrans*), jengkol (*Pithecollobium lobatum*), petai (*Parkia speciosa*), muncang (*Aleurites moluccana*), dan klewek (*Pangium edule*). Bibit yang telah ditanam kemudian akan dibiarkan tumbuh secara alami, dan teknik pemeliharaan yang dilakukan oleh pengelola kawasan hanyalah teknik penyulaman pada tanaman yang mati.

2.2. Bahan dan Alat Penelitian

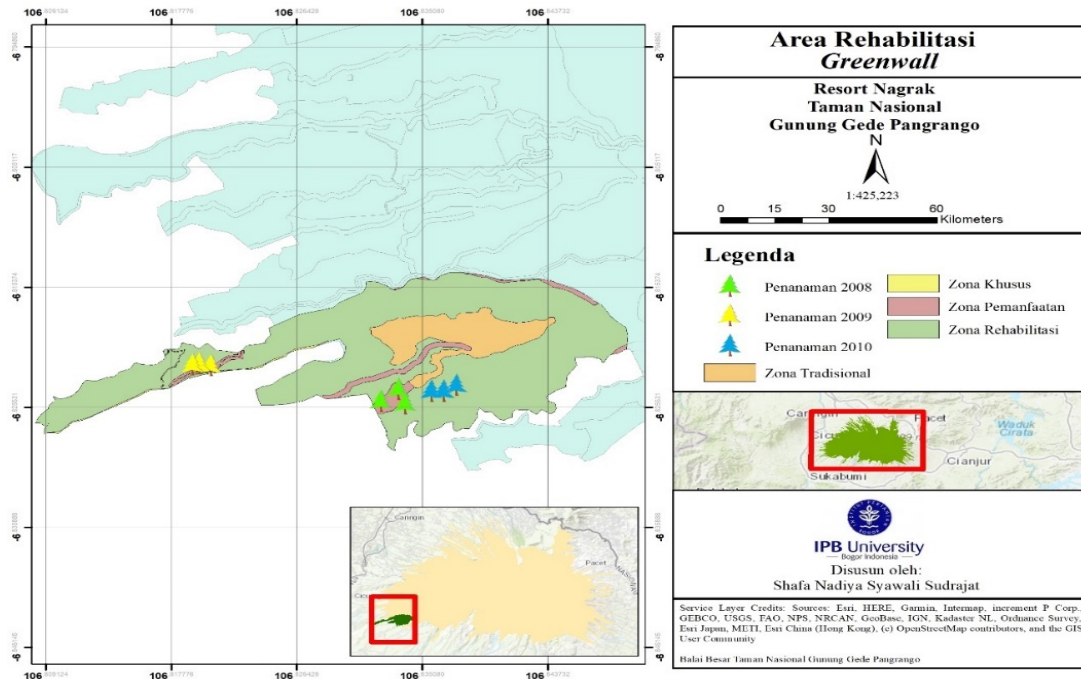
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pita ukur, tali rafia, haga hypsometer, GPS, kompas, tally sheet, patok, alat tulis, software Microsoft Excel, Microsoft Word, Clinometer, dan golok. Obyek penelitian ini adalah tegakan hutan sekunder lahan kering di area rehabilitasi *Greenwall* Resort Nagrak Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi data diameter, tinggi total, tinggi bebas cabang, jumlah individu/jenis, nama jenis, dan titik koordinat lokasi.

2.3. Metode Penelitian

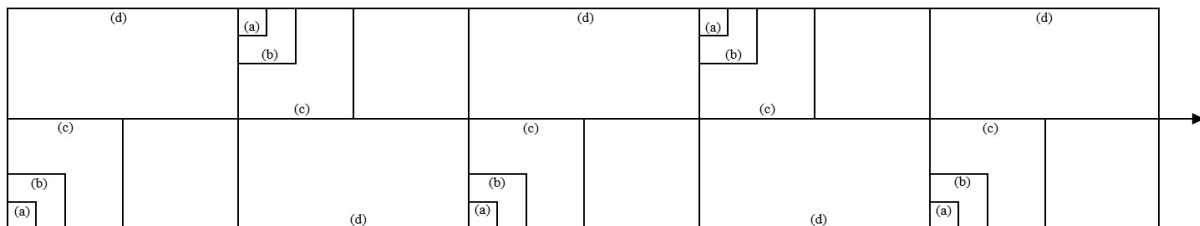
Pengambilan data dilakukan melalui pembuatan plot, dan pengambilan data vegetasi. Data yang telah diperoleh terbagi menjadi data primer dan data sekunder. Data primer terdiri atas data pengukuran komposisi jenis dan biomassa tegakan. Sedangkan data sekunder berupa studi literatur yang mencakup data klimatis, deskripsi umum lokasi penelitian, dan peta kawasan.

Pembuatan plot contoh penelitian

Pengumpulan data vegetasi dilakukan dengan metode petak berjalur yang ditempatkan secara *purposive random sampling* dan ditetapkan berdasarkan variasi umur tegakan (Pertiwi dkk. 2018). *Purposive random sampling* adalah teknik pengambilan sampling dengan pertimbangan dan kriteria tertentu, namun peletakkannya dilakukan secara acak (Gayatri dan Mustanda, 2014).



Gambar (Figure) 1. Peta lokasi penelitian Resort Nagrak TNGGP (*Location Map of Research at Resort Nagrak TNGGP*).



Gambar (Figure) 2. Desain plot penelitian vegetasi (*Vegetation research plot design*) (Hilwan dan Nurjannah, 2014).

Penempatan plot jalur dilakukan secara acak berdasarkan pertimbangan tahun penanaman tegakan yaitu tahun 2008, 2009, dan 2010. Masing-masing plot dibuat dengan ukuran 20m x 20m sebanyak 3 jalur per kelas umur, setiap jalur terdiri atas 5 plot secara transek mengikuti garis kontur. Total plot yang dibangun adalah 45 plot dengan masing-masing 15 plot/kelas umur. Pada setiap plot dibangun subplot contoh berukuran 2m x 2m untuk tingkat semai dan tumbuhan bawah, 5m x 5m untuk tingkat pancang ($10\text{cm} \leq D \leq 20\text{cm}$), 10m x 10m untuk tingkat tiang ($10\text{cm} \leq D \leq 20\text{cm}$), dan 20 m x 20 m untuk tingkat pohon ($D \geq 20\text{cm}$) (Gambar 2).

Pengambilan data vegetasi

Pengumpulan data vegetasi dilakukan dengan cara menghitung jumlah jenis, mengukur diameter, tinggi bebas cabang, dan tinggi total setiap jenis individu pada setiap subplot penelitian. Data yang dikumpulkan pada tingkat tumbuhan bawah, semai, dan pancang adalah data jenis dan jumlah individu per jenis. Data yang dikumpulkan pada tingkat tiang dan pohon mencakup data jenis, diameter setinggi dada (DBH), tinggi total pohon (TT), dan tinggi bebas cabang (TBC).

Pendugaan biomassa dan karbon

Pendugaan biomassa dan karbon pada penelitian ini berfokus pada tingkat pertumbuhan pancang dan pohon. Pendugaan biomassa dilakukan secara non-destruktif, yaitu melalui perhitungan dengan persamaan alometrik biomassa. Perhitungan ini biasa digunakan dalam menduga biomassa yang tersimpan di dalam tegakan pohon. Jenis pohon yang tidak memiliki persamaan alometrik biomassa dapat menggunakan persamaan alometrik volume (Hilwan dan Nurjannah, 2014).

2.4. Analisis Data

Analisis Komposisi Jenis

Analisis data komposisi jenis untuk tingkat tumbuhan bawah, semai, dan pancang dapat diketahui melalui perhitungan frekuensi relatif (FR), kerapatan relatif (KR), dan indeks nilai penting (INP). Analisis data komposisi jenis untuk tingkat tiang dan pohon dapat diketahui melalui perhitungan nilai frekuensi relatif (FR), kerapatan relatif (KR), dominansi relatif (DR), dan indeks nilai penting (INP) dari masing-masing jenis pada tingkat vegetasi (Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974).

Indeks nilai penting (INP) digunakan untuk mengetahui jenis dan tingkat pertumbuhan yang mendominasi pada suatu komunitas tertentu serta peranannya dalam komunitas tersebut. Indeks nilai penting diperoleh dengan menghitung nilai kerapatan (N/ha), kerapatan relatif (%), frekuensi, frekuensi relatif (%), dominansi (m²/ha), dan dominansi relatif (%). Menurut Soerianegara dan Indrawan (1988), nilai-nilai tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

Kerapatan (N/ha) diperoleh dari hasil pembagian banyaknya individu suatu jenis dalam suatu plot penelitian dengan luas plot contoh seperti rumus berikut:

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis (N)}}{\text{Luas plot contoh (ha)}}$$

Kerapatan relatif (%) merupakan persentase kerapatan suatu jenis dalam suatu plot penelitian yang diperoleh dari hasil pembagian kerapatan suatu jenis dengan kerapatan total seluruh jenis, kemudian dikali 100% seperti rumus berikut:

$$\text{Kerapatan Relatif} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis (N/ha)}}{\text{Kerapatan total seluruh jenis (N/ha)}} \times 100\% \dots$$

Frekuensi diperoleh dari hasil pembagian banyaknya plot yang di dalamnya ditemukan suatu jenis dibagi dengan jumlah seluruh plot seperti rumus berikut:

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah plot ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot}}$$

Frekuensi relatif (%) merupakan persentase frekuensi suatu jenis dalam suatu plot penelitian yang diperoleh dari hasil frekuensi suatu jenis dibagi dengan frekuensi seluruh jenis, kemudian dikali 100% seperti rumus berikut:

$$\text{Frekuensi Relatif} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

Dominansi (m²/ha) diperoleh dari hasil pembagian jumlah bidang dasar suatu jenis dengan luasan petak contoh penelitian seperti rumus berikut:

$$\text{Dominansi} = \frac{\text{Jumlah bidang dasar suatu jenis (m}^2\text{)}}{\text{Luas plot contoh (ha)}}$$

Dominansi relatif (%) merupakan persentase dominansi suatu jenis dalam suatu plot penelitian yang diperoleh dari hasil pembagian dominansi suatu jenis dengan dominansi seluruh jenis, kemudian dikali 100% seperti rumus berikut:

$$\text{Dominansi Relatif} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis (m}^2\text{/ha)}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

Rumus perhitungan INP yang digunakan pada tingkat pertumbuhan semai dan pancang adalah sebagai berikut:

$$INP (\%) = KR + FR$$

Sedangkan pada tingkat pertumbuhan tiang dan pohon adalah sebagai berikut:

$$INP (\%) = KR + FR + DR$$

Semakin tinggi nilai INP suatu jenis, menandakan semakin mendominasi dan semakin berperan juga keberadaan jenis tersebut pada suatu komunitas.

Pendugaan Biomassa Tegakan

Pendugaan biomassa tegakan dilakukan menggunakan metode non-destruktif, yaitu dengan perhitungan menggunakan rumus alometrik. Lokasi penelitian merupakan kawasan ekosistem hutan alam sekunder lahan kering yang ditanami oleh berbagai macam jenis pohon, sehingga rumus alometrik yang digunakan adalah rumus untuk jenis campuran dengan tipe hutan tropis lembap. Persamaan alometrik biomassa yang digunakan tertera dalam Tabel 1.

Pendugaan Simpanan Karbon Tegakan

Pendugaan simpanan karbon tegakan dilakukan dengan mengalikan total biomassa tegakan dengan nilai persentase

kandungan karbon dalam bahan organik 47% (BSN 2019) dengan rumus sebagai berikut:

$$C = B \times 0,47$$

Keterangan:

C = kandungan karbon (kg)
 B = total biomassa tegakan (kg)
 %C Organik = nilai persentase kandungan karbon yaitu 0,47

3. Hasil dan Pembahasan

Indeks Nilai Penting pada Area Rehabilitasi Greenwall

Penelitian di area rehabilitasi *Greenwall*, Resort Nagrak, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango telah membuahkan beberapa hasil yang terbagi dalam komposisi jenis tumbuhan, struktur vegetasi horizontal, dan estimasi cadangan karbon tegakan. Komposisi jenis tumbuhan dapat dilihat melalui Indeks Nilai Penting (INP), yang menggambarkan tingkat dominansi suatu jenis terhadap jenis lainnya dalam suatu komunitas hutan. Spesies dengan nilai INP tertinggi akan memiliki peluang yang lebih besar untuk mempertahankan pertumbuhan dan kelestariannya (Mawazin dan Subiakto, 2016). Nilai INP di kawasan rehabilitasi *Greenwall* disajikan pada Tabel 2.

Tabel (Table) 1. Daftar persamaan allometrik yang digunakan (*List of allometric equation used*)

Tipe Hutan	Jenis	Persamaan Allometrik	Sumber
Hutan tropis lembap	Campuran	$Y = \rho \times \exp(-1,499 + 2,1481 \ln(DBH) + 0,207 (\ln(DBH))^2 - 0.0281(\ln(DBH))^3)$	Chave dkk. (2005)

Keterangan (*Remarks*):

Y = biomassa total (kg/pohon), DBH = diameter setinggi dada (cm), ρ = massa jenis kayu (gr/cm³)
 (Y = total biomass (kg/tree), DBH = diameter at breast height (cm), ρ = wood density (gr/cm³))

Tabel (Table) 2. Indeks Nilai Penting (INP) di Area Rehabilitasi *Greenwall* Resort Nagrak, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (*Important Value Index (IVI) in The Greenwall Rehabilitation Area of Nagrak Resort, Gunung Gede Pangrango National Park*)

Tingkat Pertumbuhan (<i>Growth Level</i>)	Nama Spesies (<i>Species Name</i>)	INP (%)		
		2008	2009	2010
Semai (<i>Seedling</i>)	<i>Schima wallichii</i>	110,00 (1)	-	83,33 (1)
	<i>Macaranga triloba</i>	45,00 (2)	-	27,78 (3)
	<i>Agathis dammara</i>	24,28 (3)	-	-
	<i>Manglietia glauca</i>	-	-	61,11 (2)
	<i>Calliandra calothyrsus</i>	-	-	27,78 (3)
Pancang (<i>Sapling</i>)	<i>Schima wallichii</i>	116,67 (1)	-	84,82 (1)
	<i>Manglietia glauca</i>	41,67 (2)	-	53,57 (2)
	<i>Psidium guajava</i>	41,67 (2)	-	-
	<i>Nephelium lappaceum</i>	-	-	20,53 (4)
	<i>Swietenia mahagony</i>	-	-	41,07 (3)
Tiang (<i>Pole</i>)	<i>Manglietia glauca</i>	95,22 (1)	-	89,91 (1)
	<i>Schima wallichii</i>	67,14 (2)	-	46,44 (4)
	<i>Castanopsis Javanica</i>	57,74 (3)	-	-
	<i>Toona sureni</i>	27,53 (4)	-	-
	<i>Elaeocarpus ganitrus</i>	21,51 (5)	-	-
	<i>Symplocos fasciculata</i>	17,01 (6)	-	-
	<i>Artocarpus altilis</i>	-	166,67 (1)	-
	<i>Syzygium polyanthum</i>	-	133,33 (2)	72,60 (3)
	<i>Agathis dammara</i>	-	-	76,14 (2)
	<i>Nephelium lappaceum</i>	-	-	39,31 (5)
Pohon (<i>Tree</i>)	<i>Agathis dammara</i>	118,79 (1)	-	76,52 (2)
	<i>Schima wallichii</i>	49,99 (2)	20,74 (5)	20,92 (5)
	<i>Toona sureni</i>	41,72 (3)	-	-
	<i>Manglietia glauca</i>	29,64 (4)	69,90 (3)	110,81 (1)
	<i>Castanopsis javanica</i>	24,58 (5)	-	-
	<i>Alstonia scholaris</i>	-	70,80 (2)	-
	<i>Syzygium polyanthum</i>	-	94,94 (1)	43,41 (3)
	<i>Acacia mangium</i>	-	24,73 (4)	-
	<i>Swietenia mahagony</i>	-	-	30,13 (4)

Keterangan (*Remarks*):

() = urutan nilai INP tertinggi, (-) = tidak ditemukan

() = *highest INP rank*, (-) = *not found*

Analisis komposisi jenis tumbuhan pada subplot semai menunjukkan bahwa jenis-jenis yang ditemukan pada plot penanaman tahun 2008 dan 2010 masing-masing terdiri dari 3 dan 4 jenis: *Agathis dammara*, *Macaranga gigantea*, dan *Schima wallichii* pada petak tahun 2008, dan *Manglietia glauca*, *Calliandra calothyrsus*, *Schima wallichii*, dan *Macaranga gigantea* pada plot tahun 2010. Selain itu, tidak ada spesies semai yang ditemukan di plot penanaman 2009 karena lahan tersebut telah dikonversi menjadi kawasan agroforesti dengan tanaman

seperti pisang dan singkong. Jumlah spesies yang ditemukan berkaitan dengan Indeks Nilai Penting (INP), yang mengindikasikan tingkat kepentingan suatu spesies dalam suatu komunitas hutan. Hasil INP untuk tingkat semai menunjukkan bahwa spesies pupsa (*S. wallichii*) memiliki INP tertinggi, yaitu 110% dan 83,33%. Sebaliknya, pada tahun 2009 tidak ditemukan adanya anakan, sehingga INP untuk kedua tahap pertumbuhan tersebut adalah 0.

Analisis komposisi spesies untuk tahap pancang menunjukkan bahwa spesies yang ditemukan di plot penanaman 2008

adalah *Psidium guajava*, *Manglietia glauca*, dan *Schima wallichii*. Pada plot tahun 2010, spesies yang ditemukan antara lain *Manglietia glauca*, *Nephelium lappaceum*, *Swietenia mahagoni*, dan *Schima wallichii*. Tidak ada spesies pancang yang ditemukan pada plot penanaman tahun 2009. Hasil perhitungan INP untuk tingkat pancang menunjukkan bahwa puspa (*S. wallichii*) memiliki INP tertinggi dengan nilai 116,67% dan 84,82% untuk masing-masing plot.

Untuk tingkat tiang, spesies yang ditemukan di plot penanaman 2008 mencakup 7 spesies, dengan jumlah individu terbanyak adalah *Manglietia glauca*. Pada plot tahun 2009, hanya ditemukan 2 jenis yaitu sukun (*Artocarpus altilis*) dan salam (*Syzygium polyanthum*) yang masing-masing hanya ditemukan di 1 plot. Pada plot 2010, di antara 5 spesies yang ditemukan, *M. glauca* memiliki jumlah individu tertinggi. INP tertinggi untuk tingkat tiang pada plot penanaman tahun 2008 adalah 95,22% untuk *M. glauca*. Pada tahun 2009, hanya ada dua spesies yang ditemukan yaitu sukun (*A. altilis*) dan salam (*S. polyanthum*), dengan INP tertinggi untuk sukun (*A. altilis*) adalah 166,67%. Tingginya INP sukun disebabkan oleh rendahnya keanekaragaman jenis tumbuhan di lokasi penelitian. Pada plot penanaman tahun 2010, *M. glauca* memiliki INP tertinggi yaitu 89,91%.

Analisis komposisi spesies pada tingkat pohon menunjukkan bahwa pada plot penanaman tahun 2008, ditemukan 15 spesies pohon, dengan puspa (*S. wallichii*) dan damar (*A. dammara*) sebagai spesies yang paling dominan. Pada plot tahun 2009, ditemukan 9 jenis yang didominasi oleh salam (*S. polyanthum*). Pada plot 2010, ditemukan 8 spesies, dengan *M. glauca* sebagai spesies yang paling dominan. INP tertinggi untuk pohon di plot penanaman 2008 adalah 118,79% untuk damar (*A. dammara*), yang menempati urutan kedua dalam hal jumlah individu terbanyak yang ditemukan, dengan puspa (*S. wallichii*) yang memiliki jumlah individu terbanyak.

Meskipun damar memiliki jumlah individu yang lebih sedikit dibandingkan puspa, namun INP yang tinggi disebabkan oleh diameternya yang besar, dimana pohon damar dapat mencapai diameter 107 cm, dibandingkan dengan pohon puspa yang berdiameter 20-26 cm. INP untuk pohon dihitung dengan menjumlahkan kerapatan relatif, frekuensi relatif, dan dominansi relatif suatu jenis dalam suatu komunitas, dengan dominansi relatif dihitung dengan menggunakan parameter luas petak dan LBDS. Dengan demikian, diameter pohon yang lebih besar dalam suatu komunitas hutan secara signifikan mempengaruhi INP suatu spesies. Pada plot tahun 2009, INP tertinggi sebesar 94,94% adalah salam (*S. polyanthum*), sejalan dengan tingginya jumlah individu salam yang ditemukan. Demikian pula pada plot 2010, *Manglietia glauca* memiliki INP tertinggi yaitu 110,81%, karena merupakan spesies dengan jumlah dan sebaran individu tertinggi di plot tersebut.

Spesies pada tingkat semai dan pancang dapat dianggap penting dalam komunitas atau ekosistemnya jika memiliki $INP \geq 10\%$, sedangkan spesies pada tingkat tiang dan pohon dianggap penting jika memiliki $INP \geq 15\%$ (Mawazin dan Subiakto 2016). Berdasarkan kriteria ini, spesies yang tercantum pada Tabel 2 memiliki $INP \geq 10\%$ (untuk tingkat semai dan pancang) dan $INP \geq 15\%$ (untuk tingkat tiang dan pohon), yang mengindikasikan bahwa spesies-spesies tersebut memiliki peran penting dalam komunitasnya. Analisis vegetasi juga menunjukkan dominansi puspa (*S. wallichii*) dan *M. glauca* di hampir semua plot penelitian. Puspa merupakan jenis pionir yang dapat dikembangkan untuk upaya revegetasi (Adman, 2012). Ati dkk. (2017) juga menyatakan bahwa tumbuhan puspa di Taman Nasional Gunung Merbabu memiliki jumlah anakan yang banyak, sehingga berpotensi sebagai sumber bibit puspa. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian ini di TNGGP, di mana pohon puspa dikelilingi oleh banyak anakan.

Bloembergen (1952) menyebutkan bahwa tumbuhan puspa tersebar secara alami di Jawa, khususnya Jawa Barat, pada ketinggian 1.000 - 1.500 m dpl, dan dapat tumbuh secara berkelompok membentuk hutan primer maupun sekunder. Tingginya nilai penting puspa di ketiga lokasi penelitian menunjukkan peran dan dominasinya yang cukup besar.

Pendugaan Simpanan Karbon Tegakan pada Area Rehabilitasi Greenwall

Pendugaan biomassa tegakan dapat dilakukan dengan menggunakan model biomassa alometrik, yang juga merupakan model hubungan antara ukuran atau pertumbuhan salah satu komponen dari suatu organisme hidup dengan keseluruhan komponen organisme tersebut (Parresol, 1999). Hasil pendugaan biomassa dan cadangan karbon di kawasan rehabilitasi *Greenwall*, TNGGP disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa estimasi biomassa dan cadangan karbon secara umum meningkat pada tingkat pohon setiap tahunnya. Namun, penurunan cadangan karbon terjadi pada plot penanaman tahun 2009, dan kembali meningkat pada plot tahun 2010. Hal ini disebabkan oleh hanya ditemukannya 3 individu tiang pada plot tahun 2009. Perbedaan cadangan karbon dapat dipengaruhi oleh faktor kerapatan

tegakan. Nuranisa dkk. (2020) juga menyatakan bahwa umur tegakan, diameter, kesuburan tanah, dan pengelolaan lahan berpengaruh terhadap perbedaan cadangan karbon. Estimasi cadangan karbon tertinggi terdapat pada plot penanaman 2008 sebesar 45,21 ton/ha, yang memiliki LBDS tertinggi sebesar 23,7 m²/ha.

Estimasi penyimpanan karbon untuk area rehabilitasi *Greenwall* adalah 103,44 ton/ha, dengan kontribusi tertinggi dari tahap pohon yaitu 96,38 ton/ha atau sekitar 93,2% dari total hasil. Hal ini sejalan dengan Hendrawan dkk. (2014), yang menemukan bahwa persentase kontribusi terbesar dari total simpanan karbon berasal dari pohon, yaitu sebesar 85,16%.

4. Kesimpulan

Komposisi spesies pada plot penanaman tahun 2008 dan 2010 didominasi oleh puspa (*Schima wallichii*) dan damar (*Agathis dammara*), sedangkan plot penanaman tahun 2009 didominasi oleh salam (*Syzygium polyanthum*). Total cadangan karbon di plot-plot tersebut adalah 103,44 ton/ha, dengan kontribusi tertinggi berasal dari tingkat pohon, yaitu 96,38 ton/ha atau sekitar 93,2% dari total cadangan karbon.

Tabel (Table) 3. Pendugaan biomassa dan simpanan karbon tegakan di area *Greenwall*, TNGGP (*Estimation of biomass and carbon reserves in the Greenwall area, TNGGP*)

Tahun Tanam	Tingkat Pertumbuhan	Biomassa (ton/ha)	Simpanan Karbon (ton/ha)
2008	Tiang	6,71	3,15
	Pohon	89,48	42,06
Subtotal		96,19	45,21
2009	Tiang	2,71	1,27
	Pohon	71,34	33,53
Subtotal		74,05	34,80
2010	Tiang	5,61	2,64
	Pohon	44,24	20,79
Subtotal		49,85	23,43
Total		220,09	103,44
Rata-Rata		73,36	34,48

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak pengelola Balai Besar Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan *Resort Nagrak*, serta para tim lapang yang telah ikut serta membantu dalam proses pengumpulan data lapang.

Daftar Pustaka

- Adman, B., Hendarto, B., & Sasongko, D.P. (2012). Pemanfaatan Jenis Pohon Lokal Cepat Tumbuh Untuk Pemulihan Lahan Pascatambang Batubara (Studi Kasus Di Pt. Singlurus Pratama, Kalimantan Timur). *Jurnal Ilmu Lingkungan* 10(1): 19-25.
- Alhamd, L., & Rahajoe, J.S. (2013). Species composition and above ground biomass of a pine forest at Bodogol, Gunung Gede Pangrango National Park, West Java. *Journal of Tropical Biology and Conservation*, 10, 43-49.
- Ati, S.M., Efrain, P., & Hardiatmi, S. (2017). Kajian tinggi anakan alam dan ukuran polybag terhadap pertumbuhan bibit puspa (*Schima wallichii* (DC) Korth). *Jurnal Inovasi Pertanian*, 18(2), 33-45.
- Bloembergen, S. (1952). A critical study in the complex-polymorphous genus *Schima* (Theaceae). *Reinwardtia*, 2, 133-183
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon – Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon berbasis lahan (land-based carbon accounting). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, MA., Chambers, JQ., Eamus, D., Folster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, JP., Nelson, BW., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B., & Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145, 87-99.
- Dendang, B., & Handayani, W. (2015). Struktur dan komposisi tegakan hutan di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat, *Prov Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1, 691–695.
- Elias. (2009). Sistem dan Teknik Silvikultur Pengelolaan Hutan Produksi di Indonesia. Bogor: Diklat Wasganis PHPL Pemanenan Hutan Produksi.
- Gunawan, W., Basuni, S., Indrawan, A., Prasetyo, LB., & Soedjito, H. (2012). Analisis komposisi dan struktur vegetasi terhadap upaya restorasi kawasan Hutan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *J Pengelolaan Sumber Alam dan Lingkungan*, 1(2), 93–105.
- Hendrawan, F., Satjapradja, O., & Dharmawan, I.W.S. (2014). Potensi biomassa karbon tegakan, nekromas (necromass) dan serasah (litter) pada Hutan Penelitian Dramaga. *Jurnal Nusa Sylva Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa*, 14(1), 1-9.
- Hidayat, S. (2014). Kondisi vegetasi hutan lindung Sesaut, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, sebagai informasi dasar pengelolaan kawasan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallaceae*, 3(2), 97-105
- Hilwan, I., & Nurjannah, S. (2014). Revegetasi Lahan Pasca Tambang Di Pt Jorong Barutama Greston, Kalimantan Selatan. *J Silvikultur Trop*, 5(3), 188–195.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). Zona Pengelolaan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Bogor: Balai Taman Nasional Gunung Gede Pangrango.
- Karim, S.N. (2017). Komposisi dan struktur tegakan hutan alam di areal kerja IUPHHK-HA PT Ratah Timber Kalimantan Timur [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mawazin., & Subiakto, A. (2013). Keanekaragaman dan komposisi jenis

- permudaan alam hutan rawa gambut tebang di Riau. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal*, 1(1), 59-73.
- Parresol, B.R. (1999). *Plant Allometry: The Scaling of Form and Process*. Chicago: University of Chicago Press.
- Rozak, A.H., Astutik, S., Mutaqien, Z., Widyatmoko, D., & Sulistyawati, E. (2017). Hiperdominansi Jenis dan Biomassa Pohon di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Indonesia. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11, 85-96.
- Sidiyasa, K. (2009). Struktur dan komposisi tegakan serta keanekaragaman di hutan lindung Sungai Wain, Balikpapan, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 6(1), 79-93.
- Soerianegara, I., & Indrawan, A. 1988. *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor: IPB Pr.