

“Akselerasi Hasil Penelitian dan Optimalisasi Tata Ruang Agraria untuk Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan”

Analisis Cadangan Karbon pada Tegakan Hutan Alam Sekunder Suaka Margasatwa Gunung Tunggangan Kabupaten Sragen Provinsi Jawa Tengah

Rieska Rahayu Safitri, Salma Saidah Herdyanti, Farid Fauzan Al Waliyuddin, Nadya Putri Ekayanti, Ulayya Jacinda Nugroho, Sri Utami, Ana Agustina, Rissa Rahmadwiati, dan Malihatun Nufus

Program Studi Pengelolaan Hutan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta

Email : rieskarsftr244@student.uns.ac.id

Abstrak

Suaka Margasatwa (SM) Gunung Tunggangan merupakan hutan alam sekunder yang termasuk ke dalam kawasan konservasi yang memiliki fungsi pengawetan keanekaragaman flora dan fauna. Kawasan ini berpotensi besar sebagai *active carbon pool* sehingga diharapkan dapat mendukung pengurangan emisi karbon di atmosfer. Karbondioksida di atmosfer merupakan ancaman terhadap keberlangsungan makhluk hidup dan terjadinya perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi cadangan karbon di SM Gunung Tunggangan serta pendugaannya pada masa mendatang. Pengambilan data dilakukan secara non-destruktif menggunakan *Systematic Sampling with Random Start* dengan luasan plot 0,04 hektar. Perhitungan nilai cadangan karbon dengan BEF (*Biomass Expansion Factor*) untuk habitus pohon dan persamaan allometrik untuk bambu. Berdasarkan hasil inventarisasi, ditemukan setidaknya 12 jenis pohon dan didominasi *Dalbergia latifolia*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SM Gunung Tunggangan memiliki total cadangan karbon sebesar 96,42 ton C/ha dengan serapan karbon sebesar 353,55 ton CO₂/ha dan pendugaan cadangan karbon sebesar 121,17 ton/ha.

Kata kunci: *Above Ground Biomass*, cadangan karbon, Suaka Margasatwa Gunung Tunggangan

Pendahuluan

Hutan merupakan ekosistem lingkungan yang menjadi sumber kehidupan bagi seluruh makhluk hidup. Hal ini dijelaskan dalam UU Pokok Kehutanan No. 4 tahun 1999 tentang Kehutanan, bahwa hutan merupakan satu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam alam lingkungannya, yang satu dan yang lainnya tidak dapat dipisahkan. Hutan sebagai penunjang kehidupan memiliki peranan yang sangat vital khususnya sebagai cadangan karbon. Cadangan karbon merupakan kandungan karbon absolut dalam biomassa yang diperoleh tumbuhan dengan menyerap dan

mengubah CO₂ menjadi karbon organik (Windusari *et al*, 2012). Mekanismenya adalah ketika tumbuhan berfotosintesis, karbon diserap dan disimpan jaringan tumbuhan yang disebut kantong udara atau *carbon pool* (Sutaryo, 2009). Cadangan karbon ini digunakan sebagai sumber energi pohon untuk dijadikan oksigen sebagai sumber kehidupan makhluk hidup lainnya (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Meningkatnya emisi karbon di atmosfer dapat menyebabkan perubahan iklim yang diakibatkan pemanasan global atau efek rumah kaca (Rahmadania, 2022). Tegakan hutan mampu menyimpan karbon dioksida dan mengurangi efek pemanasan global, serta membantu menjaga ketersediaan air dan mencegah erosi tanah. Azham (2015) menyatakan bahwa hutan di Indonesia memiliki peran penting dalam penyimpanan karbon dan mengurangi efek rumah kaca melalui peningkatan jumlah serapan CO₂ oleh vegetasi di dalam hutan.

Menurut PP No.98 Tahun 1998, Suaka Margasatwa (SM) merupakan kawasan suaka alam yang memiliki keanekaragaman jenis satwa yang unik sehingga perlu dilakukan pembinaan terhadap habitatnya. SM Gunung Tunggangan merupakan kawasan konservasi dengan luas kawasan sebesar 103,9 Ha dengan tipe hutan alam sekunder. Kawasan hutan ini dulunya berupa hutan produksi monokultur yang dikelola oleh Perhutani dengan tegakan utama berupa *Dalbergia latifolia*. Setelah ditunjuk menjadi kawasan konservasi berdasarkan 359/Menhut-II/2004 pada tanggal 1 Oktober 2004, upaya rehabilitasi terus dilakukan untuk mengembalikan heterogenitas tegakan. Potensi fauna berupa landak, biawak, luwak, kijang, dan beberapa jenis burung seperti bubut, elang hitam, wiwik kelabu, dan trucukan menjadi alasan mengapa kawasan ini akhirnya disahkan menjadi Suaka Margasatwa pada tahun 2014 berdasarkan SK.1849/Menhut-VII/KUH/2014.

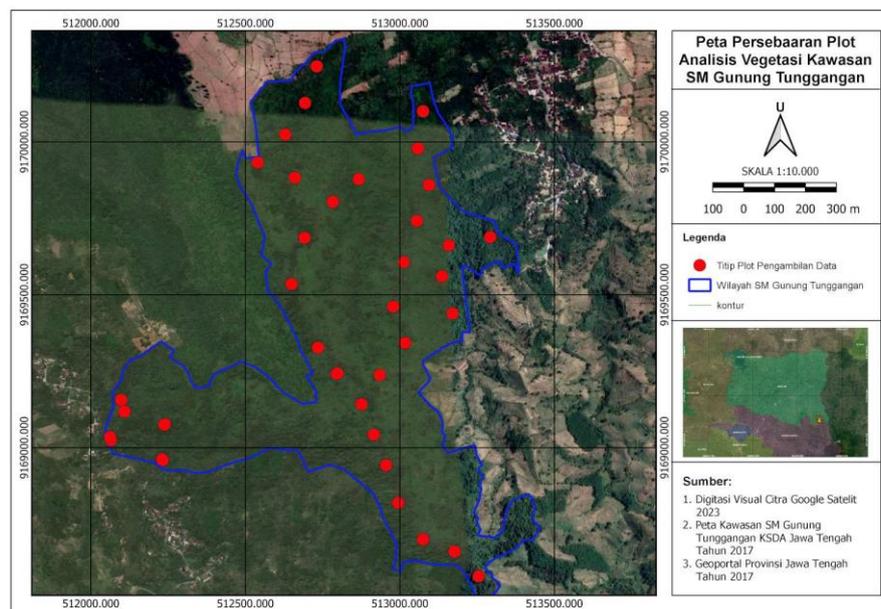
Hutan sebagai *carbon pool* berperan dalam mitigasi perubahan iklim global perlu dibuktikan dengan adanya informasi mendasar tentang kemampuannya dalam menyimpan karbon (Sutaryo, 2009). Informasi mengenai kemampuan SM Tunggangan dalam menyimpan karbon yang belum ada menjadi alasan perlu dilakukannya penelitian dan analisis cadangan karbon di wilayah tersebut. Tegakan SM Gunung Tunggangan selain menjadi penghasil plasma nutfah juga sebagai penyumbang oksigen untuk makhluk hidup. Fungsi SM Gunung Tunggangan selain untuk kawasan konservasi keanekaragaman flora dan fauna juga berperan besar dalam menghasilkan biomassa sebagai penyerapan karbon di udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya potensi cadangan karbon di SM Gunung Tunggangan serta pendugaannya pada masa mendatang.

Metode

Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan data dilakukan pada Agustus 2022 di Suaka Margasatwa Gunung Tunggangan, Sragen, Jawa tengah, Indonesia. SM Tunggangan secara geografis terletak di 111°6'32'' - 111°7'17'' BT dan 7°30'23'' - 7°31'21'' LS, sedangkan secara administratif kawasan ini terletak di tiga desa, yakni: Desa Sukorejo, Desa Jetis dan Desa Jambeyan di Kecamatan Sambirejo, Sragen, Provinsi Jawa Tengah. Menurut Balai Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Tengah, kawasan hutan ini memiliki luas sebesar 103,9 Ha berada pada ketinggian 200-450 mdpl dengan kondisi topografi datar hingga curam, bergelombang dan berbukit. Berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Ferguson, termasuk ke dalam iklim tipe-C dengan curah hujan rata-rata dibawah 2.054 mm/tahun. Jenis tanah SM Tunggangan termasuk jenis tanah grumosol hitam dan litosol (Suharman, 2015).

Prosedur Pengambilan Data



Gambar 1. Peta lokasi dan distribusi plot penelitian

Kegiatan inventarisasi tegakan dilakukan dengan menggunakan peralatan berupa *Phiband*, Hagameter, *Tally Sheet*, Kompas, dan GPS. Kawasan SM Gunung Tunggangan terbagi ke dalam 3 bukit, kemudian tiap bukit dilakukan sampling dengan metode *Systematic Sampling with Random Start* sehingga didapatkan titik plot seperti pada Gambar 1. Teknik pengambilan data menggunakan plot persegi berukuran 20 × 20 m dengan jarak antar titik sebesar 100 meter sehingga diperoleh total 33 plot. Pengukuran volume tegakan dilakukan

secara *non-destructive*, data yang diambil pada tiap plot adalah jenis vegetasi, diameter setinggi dada (DBH) dengan syarat minimal diameter 10 cm, dan tinggi total. Data tinggi dan diameter digunakan untuk menghitung volume tegakan kemudian digunakan untuk perhitungan biomassa dan cadangan karbon.

Analisis Data

Besarnya cadangan karbon yang tersimpan dalam tegakan dari tiap plot inventarisasi bergantung pada biomassa yang terdapat dalam vegetasi tersebut. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan biomassa tegakan secara non destruktif menggunakan persamaan dibawah ini.

a. Volume tegakan

Pendugaan volume pohon dilakukan dengan menggunakan rumus silinder dikalikan dengan bilangan bentuk pohon yang mengacu pada Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan (2013).

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times h \times f$$

Keterangan:

D = Diameter pohon (m)

h = Tinggi total (m)

f = Faktor angka bentuk (default 0,7)

b. Potensi biomassa tegakan pohon

Perhitungan biomassa tegakan pohon menggunakan rumus BEF (*Biomass Expansion Factor*) menurut perhitungan karbon SNI 7724:2011 (Badan Standarisasi Nasional, 2011).

$$B = V \times BJ \times BEF$$

Keterangan:

BJ = Berat jenis

BEF = Faktor ekspansi biomassa (default 1,67)

c. Potensi biomassa rumpun bambu

Pengukuran biomassa bambu dilakukan pada 10 bambu yang dipilih secara acak pada setiap rumpun bambu dalam petak ukur dengan ketinggian 1,3 m (DBH). Biomassa bambu dihitung dengan menggunakan persamaan allometrik mengacu pada Hairiah dan Rahayu, (2007).

$$B = a \times Db$$

$$B = 0,131 \times D^{2,28}$$

Keterangan:

a,b = Koefisien penduga

d. Potensi cadangan karbon

Cadangan karbon dapat diperkirakan dari besarnya biomassa hutan. persentase karbon dalam biomassa hutan adalah sekitar 47% (0,47). Pendugaan cadangan karbon dilakukan dengan menggunakan metode SNI 7724:2011.

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

e. Serapan karbon

Potensi penyerapan karbon dapat diperoleh dengan mengalikan kandungan karbon terhadap besarnya serapan karbon berdasarkan 1 juta metric ton karbon ekuivalen dengan 3,67 juta/ton karbon terserap dari atmosfer (Hardjana, 2009).

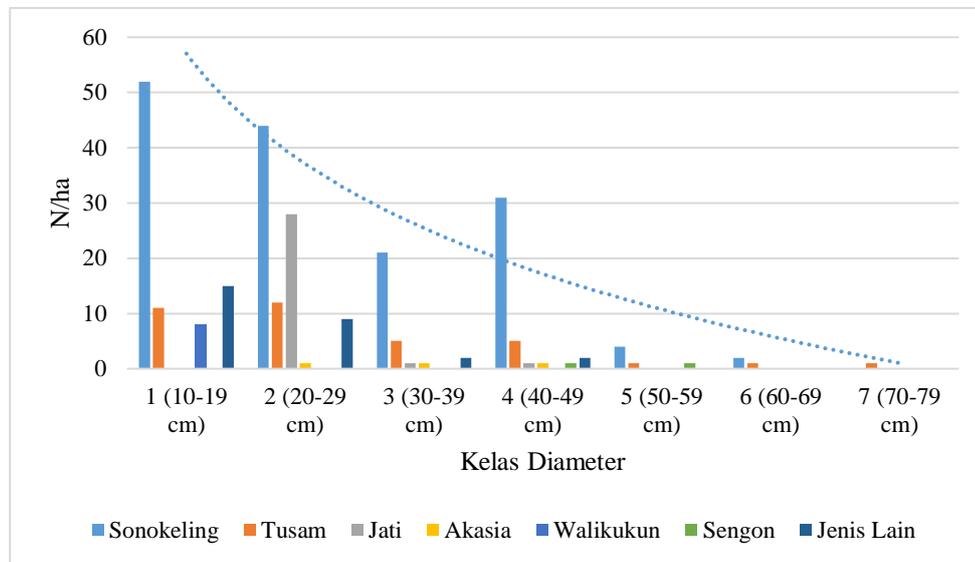
$$CO_2 = C \times 3,67$$

Hasil dan Pembahasan

a. Potensi Tegakan Suaka Margasatwa Gunung Tungganan

Struktur hutan dapat digambarkan melalui sebaran kelas diameter tegakan. Gambar 2 menyajikan distribusi kelas diameter di SM Gunung Tungganan. Kelas diameter dibagi menjadi 7 dengan interval 10 cm. Berdasarkan Gambar 2 diketahui jenis tegakan yang paling mendominasi adalah Sonokeling atau *Dalbergia latifolia* dengan jumlah 154 individu, kemudian jenis terbanyak lainnya adalah Tusam dan Jati. Gambar 2 juga dapat menunjukkan bahwa sebaran kelas diameter di SM Gunung Tungganan memiliki kesamaan dengan sebaran kelas diameter pada hutan alam primer, dimana kelas diameter I dengan range 10-19,9 cm memiliki jumlah yang paling tinggi terutama pada tegakan sonokeling dan trennya semakin menurun sampai pada kelas diameter VII dengan range 70-79,9 cm. Irawan (2011) menyatakan bahwa sebaran kelas diameter umumnya berbentuk J terbalik pada hutan alam. Selanjutnya, Dendang dan Handayani (2015) juga menyatakan bahwa kehadiran tegakan cenderung menurun pada kelas diameter besar dan tegakan diameter kecil akan semakin meningkat di hutan alam seiring dengan terjadinya suksesi secara alami. Menurut Manafe *et al.*, (2016) kelas diameter mampu mempengaruhi besarnya biomassa pohon, yang mana semakin besar kelas diameter pohon maka semakin

tinggi pula kandungan biomassa pohon. Besarnya jumlah biomassa pohon juga dipengaruhi oleh jumlah individu pohon. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Rahmadwiati *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa semakin besar kelas diameter pohon pada masing-masing spesies tidak menunjukkan semakin besar jumlah biomassa, namun besarnya biomassa pohon dipengaruhi oleh jumlah individu atau frekuensi pohon.



Gambar 2. Sebaran kelas diameter vegetasi di SM Gunung Tunggangan

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat 12 jenis pohon di SM Tunggangan. Sonokeling merupakan jenis yang mendominasi SM Tunggangan. Selanjutnya tusam dan jati yang menempati jumlah terbanyak kedua dan ketiga, dilanjutkan dengan jenis akasia, walikukun, dan sengon. Adapun jenis lain yang ditemukan yaitu johar, waru gombong, trengguli, suren, mentaos, kesambi, dan nyamplung. Terdapat 2 jenis bambu yang tumbuh di SM Gunung Tunggangan yaitu bambu ampel sebanyak 90 individu dan bambu wuluh sebanyak 522 individu. Bambu banyak ditemukan pada areal penelitian di lahan dengan kemiringan yang curam. Hal tersebut berkaitan dengan fungsi bambu secara ekologis, sebagaimana pendapat Suraini (2017), bambu memiliki peranan ekologis sebagai pemegang tanah dengan akar rimpang sekaligus dapat kontrol erosi tanah, konservasi air, rehabilitasi lahan dan memiliki potensi yang baik dalam penyerapan karbon.

b. *Above Ground Biomass* dan Cadangan Karbon di SM Tunggangan

Tabel 1 menyajikan bahwa total biomassa dan cadangan karbon pada kawasan SM Tunggangan masing-masing sebesar 226,89 kg/ha dan 96,42 ton/ha. Nilai ini sedikit lebih besar dari hasil penelitian Azham (2015) bahwa cadangan karbon di hutan sekunder di

Samarinda yaitu sebesar 95,798 ton/ha. Akan tetapi cadangan karbon di SM Gunung Tunggangan jauh lebih kecil jika dibandingkan hasil penelitian Tiryana *et al.*, (2016) di Sumatera Selatan pada hutan lahan kering sekunder sebesar 210,17 ton/ha dan penelitian Usmadi *et al.*, (2015) di hutan alam sekunder pasca gangguan di Balikpapan sebesar 101,71 ton/ha. Cadangan karbon hutan sekunder di Sumatera Selatan dan Balikpapan lebih besar dikarenakan jenis vegetasi yang lebih beragam dan didominasi oleh tanaman dengan diameter >35 cm, terutama pada hutan alam sekunder di Balikpapan telah dilakukan penanaman sejak 33 tahun yang lalu.

Tabel 1. Biomassa dan cadangan karbon pada tiap spesies di SM Tunggangan

| Spesies | Nama Lokal | Biomassa (Kg/ha) | Cadangan Karbon (ton/ha) | Persentase (%) |
|-----------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------------|-------------------|
| Pohon | | | | |
| <i>Dalbergia latifolia</i> | Sonokeling | 156,77 | 78,77 | 81,69 |
| <i>Pinus merkusii</i> | Tusam | 32,08 | 2,90 | 3,01 |
| <i>Tectona grandis</i> | Jati | 23,04 | 8,20 | 8,51 |
| <i>Acacia auriculiformis</i> | Akasia | 4,34 | 1,55 | 1,60 |
| <i>Schoutenia ovata</i> | Walikukun | 3,02 | 1,08 | 1,12 |
| <i>Falcataria moluccana</i> | Sengon | 2,61 | 0,93 | 0,96 |
| Jenis Lain | | 1,21 | 1,65 | 1,71 |
| Bambu | | | | |
| <i>Gigantochloa atroviolaceae</i> | Bambu wuluh | 2,47 | 0,88 | 0,91 |
| <i>Bambusa vulgaris</i> | Bambu ampel | 1,32 | 0,47 | 0,49 |
| Total | | 226,89 | 96,42 | 100,00 |

Secara topografi, SM Gunung Tunggangan terdiri atas bukit-bukit yang tiap bukit memiliki kerapatan vegetasi dan tutupan lahan yang berbeda. Hal tersebut menyebabkan kandungan biomassa tegakan pada plot satu dengan plot lainnya berbeda jauh. Kerapatan tegakan mempengaruhi keberlangsungan ekosistem termasuk dengan kemampuan dalam menyimpan biomassa dan proses penyerapan karbon atmosfer (Prakoso *et al.*, 2017). Kerapatan tegakan di SM Gunung Tunggangan adalah sebesar 203,03 individu per hektar dengan kerapatan paling tinggi oleh *Dalbergia latifolia* sebesar 117 individu per hektar atau sebesar 57,46% dari total kerapatan tegakan. Selain pada kerapatan, komposisi dan struktur tegakan juga berpengaruh terhadap peningkatan biomassa karbon pohon. Semakin rapat suatu tutupan lahan, maka akan mempengaruhi besar diameter tegakan yang juga akan berpengaruh pada nilai biomassa. Biomassa berupa bahan organik yang dihasilkan dari proses fotosintesis akan membentuk gas sisa ataupun produk buangan (Baruna *et al.*,

2017). Adanya biomassa di SM Gunung Tunggangan berperan aktif sebagai sumber pakan bagi satwa dan penyedia jasa lingkungan terhadap kawasan di sekitarnya. Handayani dan Latifiana (2019) menyatakan bahwa satwa memanfaatkan pohon sebagai sumber pakan, menjadikannya untuk berperilaku, dan untuk pelindung.

Jumlah karbon yang tersimpan merupakan konversi dari total biomassa yang dihasilkan dari total tegakan pada plot sampel dengan menggunakan satuan luas hektar. Satuan tersebut menunjukkan kemampuan tegakan tiap satu satuan hektar dalam menyimpan cadangan karbon (Soemarwoto, 1994). Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa cadangan karbon paling banyak terdapat di jenis sonokeling yaitu sebesar 78,77 ton C/ha atau 81,69% dari total cadangan karbon di SM Tunggangan. Hal tersebut dikarenakan sonokeling merupakan jenis yang mendominasi kawasan SM (Gambar 2). Total stok karbon sonokeling terhitung paling besar dikarenakan sejarah kawasan yang dulunya merupakan hutan monokultur yang dikelola Perhutani. Tegakan tersebut mendominasi di semua bukit SM Gunung Tunggangan dengan kerapatan yang sedang sampai rapat dari tiap plot yang menjadi titik sampling. Persentase tersebut sangatlah tinggi jika dibandingkan dengan penelitian cadangan karbon Purwanto *et al.*, (2012) pada tegakan sonokeling di hutan rakyat daerah lahan kering di Gunung Kidul, Yogyakarta yang hanya sebesar 15,33%. Jenis lain menyumbang cadangan karbon sebesar 1,65 ton C/ha atau 1,71% dari total. Besarnya stok karbon pada tegakan dipengaruhi oleh volume pohon yang mana berbanding lurus dengan tinggi dan diameter batang suatu tegakan.

Bambu memiliki kemampuan dalam penyerapan karbon dan memiliki daya pengembalian oksigen yang besar, sehingga bambu sering dijadikan sebagai tanaman pelindung. Bambu di SM Gunung Tunggangan menyimpan cadangan karbon sebesar 1,35 ton/ha atau 1,4% dari total. Nilai cadangan karbon tersebut lebih sedikit besar dari penelitian Machfyroh (2021) dan penelitian Purwanto *et al.*, (2012) di Hutan Rakyat Sleman, Yogyakarta biomassa bambu sebesar 1,22 ton/ha. Cadangan karbon bambu akan meningkat jika biomassa semakin banyak yang ditandai dengan batang yang semakin tinggi dan lingkaran buluh yang semakin besar (Maftucha *et al.*, 2022). Kondisi bambu di SM Gunung Tunggangan memiliki jumlah buluh 30-120 di tiap rumpunnya.

Active carbon pool suatu tegakan berfungsi dalam menyerap karbondioksida di udara dalam proses fotosintesis. Karbondioksida diserap oleh tegakan melalui proses fotosintesis. Karbondioksida yang diserap nantinya akan digunakan dalam pembentukan jaringan tumbuhan dan kemudian diubah menjadi oksigen dan karbohidrat dan

dikembalikan ke atmosfer. Tabel 2 menyajikan pendugaan serapan CO₂ di SM Tunggangan.

Tabel 2. Pendugaan daya serap CO₂ berdasarkan jenis tegakan di SM Gunung Tunggangan

| Spesies | Nama Lokal | Serapan CO ₂ (ton CO ₂ /ha) |
|-----------------------------------|-------------|---|
| Pohon | | |
| <i>Dalbergia latifolia</i> | Sonokeling | 288,82 |
| <i>Pinus merkusii</i> | Tusam | 10,63 |
| <i>Tectona grandis</i> | Jati | 30,08 |
| <i>Acacia auriculiformis</i> | Akasia | 5,67 |
| <i>Schoutenia ovata</i> | Walikukun | 3,95 |
| <i>Falcataria moluccana</i> | Sengon | 3,41 |
| Jenis Lain | | 6,05 |
| Bambu | | |
| <i>Gigantochloa atroviolaceae</i> | Bambu wuluh | 3,23 |
| <i>Bambusa vulgaris</i> | Bambu ampel | 1,72 |
| Total | | 353,55 |

Serapan karbondioksida didapatkan dengan mengalikan bilangan 3,67 dengan besarnya karbon pada satuan ton/ha. Berdasarkan Tabel 2 total serapan karbondioksida di SM Tunggangan sebesar 353,55 ton CO₂/ha. Serapan karbon ini lebih besar dari serapan karbon di SM Tanjung Peropa sebesar 322,99 ton CO₂/ha (Marwah, 2016) dan SM Karang Gading sebesar 286,66 ton CO₂/ha (Barus dan Kuswanda, 2016). Besarnya nilai serapan karbon tegakan dipengaruhi oleh biomassa tegakan yang juga dipengaruhi oleh kualitas tempat tumbuh atau kandungan N, P, dan K dalam tanah (Bismark *et al*, 2008). Aini *et al*, (2017) menyatakan bahwa serapan karbon akan semakin tinggi pada tegakan dengan daun permukaan lebar. Tingginya indeks stomata berbanding lurus dengan kemampuan menyerap karbon, sedangkan Hidayati *et al*, (2013) menyatakan bahwa serapan karbon akan semakin tinggi jika tajuk suatu tegakan lebar dan tinggi sehingga klorofilnya mampu optimal dalam melakukan fotosintesis. Kondisi tegakan di SM Tunggangan tergolong memiliki tajuk sedang sampai dengan berat. Hal tersebut akan berakibat pada jumlah daun yang banyak sehingga dengan permukaan daun yang cenderung sempit, penyerapan karbon oleh stomata di udara dapat dimaksimalkan. Tinggi dan rendahnya biomassa dan karbon berpengaruh pada kemampuan suatu tegakan menyerap karbondioksida dari atmosfer.

c. Pendugaan Cadangan Karbon di Masa Mendatang

SM Gunung Tunggangan merupakan salah satu kawasan yang memiliki potensi besar dalam penyimpanan karbon. Hal ini sejalan dengan pendapat Ulfah *et al*, (2017)

bahwa fungsi SM secara ekologis selain menjadi tempat bagi keanekaragaman flora dan fauna, juga memiliki peran sebagai penyedia jasa lingkungan seperti menyerap emisi karbon atau daur ulang siklus karbon. Adanya perubahan iklim global akan berpengaruh pada keseimbangan ekosistem. Rifandi (2021) menyatakan bahwa adanya pendugaan cadangan karbon menjadi salah satu hal yang penting untuk mengetahui seberapa besar peran tegakan dalam melakukan upaya mitigasi perubahan iklim global. Heriyanto dan Garsetiasih (2004) menyatakan bahwa tegakan muda pada tingkat semai, pancang, dan tiang berperan besar dalam penyerapan kadar CO₂ di atmosfer. Pendapat tersebut dapat menjadi acuan bahwa total cadangan karbon yang telah dihitung pada saat ini mampu meningkat seiring dengan pertumbuhan tegakan hutan. Dugaan mengenai nilai cadangan karbon ini dapat digunakan apabila tidak adanya perubahan secara cepat dan drastis pada tegakan hutan di SM Gunung Tunggangan sehingga tegakan muda dapat terus bertumbuh dan diameter tegakan semakin membesar, sehingga volume tegakan dapat bertambah.

Pendugaan cadangan karbon dihitung dengan penduga SRS dan selang kepercayaan 95% pada total rata-rata cadangan karbon yang nantinya akan muncul nilai pendugaan dalam satuan ton. Hasil analisis menunjukkan hasil pendugaan serapan karbon pada klasifikasi tegakan berdasarkan habitus pohon dan bambu dapat dilihat dari Tabel 3.

Tabel 3. Pendugaan serapan CO₂ pada habitus pohon dan bambu di SM Gunung Tunggangan

| No | Habitus Tegakan | Rataan Karbon Stok (ton/ha) | Coefisient of variation | Sampling Error (%) |
|--------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------|
| 1. | Pohon | 105,2 | 102 | 35 |
| 2. | Bambu | 15,97 | 16 | 38,60 |
| Total | | 121,17 | - | 73,60 |

Berdasarkan Tabel 3, total rataan cadangan karbon pada SM Tunggangan di masa mendatang sebesar 121,17 ton/ha, dengan rincian dari jenis pohon 105,2 ton/ha dan bambu 15,97 ton/ha dan dapat terus bertambah sampai pertumbuhan pohon mencapai klimaks. Mulyadi *et al.* (2022) menyatakan bahwa kondisi tersebut dapat tercapai dengan syarat tidak adanya gangguan terhadap struktur maupun komposisi tegakan dalam areal tersebut sehingga menyebabkan perubahan secara signifikan dalam waktu yang dekat. Semakin besar batang suatu tegakan maka akan semakin besar juga kemampuannya dalam menghasilkan zat organik. Inventarisasi dilakukan pada tegakan berukuran diameter >10 cm, di masa mendatang ukuran tersebut akan semakin membesar dan berpotensi

meningkatkan cadangan karbon, karena semakin besar diameter tegakan pada suatu area, maka semakin besar cadangan karbon pada area tersebut (Hanafi dan Bernardianto, 2012).

Kesimpulan dan Saran

Biomassa dan cadangan karbon di SM Gunung Tunggangan masing-masing sebesar 226,89 kg/ha dan 96,42 ton/ha. Cadangan karbon tersebut dapat meningkat sampai dengan 121,17 ton/ha ketika tutupan lahan tidak mengalami gangguan sehingga berubah secara drastis dalam waktu yang singkat. SM Gunung Tunggangan sebagai hutan konservasi memiliki peran sebagai penyedia jasa lingkungan berupa penyimpanan cadangan karbon untuk mengatasi permasalahan global dan mitigasi perubahan iklim. Perlu adanya penelitian secara berkala untuk melihat pertambahan cadangan karbon di SM Tunggangan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Jawa Tengah dan *Forestry Students of Sebelas Maret (FORESMA)* yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga kegiatan EKSKAVASI 2022 ini dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- Aini, F., Mardiyah, S., Wahyuni, F., Millah, A. U., dan Ihsan, M. (2017). Kajian Tanaman Penyerap Timbal (Pb) Dan Pengikat Karbon Di Lingkungan Kampus Universitas Jambi. *BIO-SITE/ Biologi Dan Sains Terapan*, 3(2), 54-60.
- Azham, Z. (2015). Estimasi Cadangan Karbon Pada Tutupan Lahan Hutan Sekunder, Semak Dan Belukar Di Kota Samarinda. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Kehutanan*, 14(2), 325-338.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). Standar nasional indonesia (SNI) 7724:2011, Pengukuran Dan Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (*Ground Based Forest Carbon Accounting*).
- Baruna, T., Astiani, D., dan Darwati, H. (2017). Pendugaan Stok Karbon Di Kawasan Hutan Pendopo Gubernur Kota Pontianak. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(2): 547-555.
- Barus, S. P., dan Kuswanda, W. (2016). Nilai Ekonomi Jasa Lingkungan Hutan Mangrove di Suaka Margasatwa Karang Gading. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 13(1), 29-41.
- Bismark, M., Subiandono, E., dan Heriyanto, N. M. (2008). Keragaman dan Potensi Jenis Serta Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Sungai Subelen Siberut, Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 5(3), 297-306.

- Dendang, B., dan Handayani, W. (2015). Struktur dan Komposisi Tegakan Hutan di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1(4), 691-695.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan (2013) *Buku Teks Bahan Ajar Siswa: Inventarisasi Hutan Kelas XI Semester 4*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah, Jakarta
- Hairiah, K., dan Rahayu, S. (2007). Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. *World Agroforestry Centre*. Bogor, 77.
- Hanafi, N., dan Bernardianto, R. B. (2012). Pendugaan Cadangan Karbon pada Sistem Penggunaan Lahan di Areal PT. Sikatan Wana Raya. *Media Sains*, 4.
- Handayani, K., P., Dan Latifiana, K. (2019). Distribusi Spasial Lutung Surili (*Presbytis Comata*) Di Taman Nasional Gunung Merbabu. *Prosiding Seminar Nasional Konservasi Dan Pemanfaatan Tumbuhan Dan Satwa Liar*.
- Hardjana, A. K. (2009). Potensi Biomassa dan Karbon Pada Hutan Tanaman *Acacia Mangium* di HTI PT. Surya Hutani Jaya, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*. 7(4):237-249
- Heriyanto, N.M Dan R. Garsetiasih. (2004). Potensi Pohon Kulim (*Scorodocarpus Borneensis* Becc) di Kelompok Hutan Gelawan Kampar Riau. *Buletin Plasma Nutfah*, 10(1).37-41.
- Hidayati, N., Mansur, M., Juhaeri, T. (2013). Variasi Serapan Karbondioksida (CO₂) Jenis-jenis Pohon di “Ecopark”, Cibinong dan Kaitannya dengan Potensi Mitigasi Gas Rumah Kaca. *Buletin Kebun Raya*, 16(1).
- Irawan, A. (2011). Keterkaitan Struktur Dan Komposisi Vegetasi Terhadap Keberadaan Anoa Di Kompleks Gunung Poniki Taman Nasional Bogani Nani Wartabone. *Info Balai Penelitian Kehutanan Manado*, 1(1), 51-70.
- Machfiroh, D. (2021). Simpanan dan Nilai Ekonomi Karbon Bambu Ampel Gading (*Bambusa Vulgaris* Var. *Striata*) di Hutan Rakyat Kecamatan Pakem Sleman Yogyakarta (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Maftucha, N., Amelia, R., dan Syafriana, V. (2022). Efisiensi Pretreatment dalam Pengolahan Bambu Menjadi Bioetanol. *Lomba Karya Tulis Ilmiah*, 3(1), 87-102.
- Manafe, G., Raho, R.M., Rimasu, F. (2016). Estimasi Biomassa Permukaan dan Stok Karbon pada Tegakan Pohon *Avicennia Marina* dan *Rhizophora Mucronata* di Perairan Pesisir Oebelo Kabupaten Kupang. *Jurnal Bumi Lestari*, 16(2): 163-173.
- Marwah, S. (2016). Potensi Cadangan Karbon pada Hutan Suaka Margasatwa Tanjung Peropa dalam Implementasi INDC dan Inisiatif Mitigasi Lokal. *Jurnal Ecogreen*, 2(2), 115-122.
- Mulyadi, M., Hardiansyah, G., dan Anwari, M. S. (2022). Struktur Vegetasi, Komposisi Jenis dan Potensi Karbon pada Tegakan Hutan Rawa Gambut di Kecamatan Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya. *Tengkawang: Jurnal Ilmu Kehutanan*, 12(2).
- Prakoso, T. B., Afiati, N., dan Suprpto, D. (2017). Biomassa Kandungan Karbon dan Serapan CO₂ pada Tegakan Mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove Bedono, Demak. *Management Of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 6(2), 156-163.
- Purwanto, R. H., Rohman, R., Maryudi, A., Yuwono, T., Permadi, D. B., dan Sanjaya, M. (2012). Potensi Biomassa dan Simpanan Karbon Jenis-jenis Tanaman Berkayu di Hutan

- Rakyat Desa Nglanggeran, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 6(2), 128-141.
- Rahmadania, N. (2022). Pemanasan Global Penyebab Efek Rumah Kaca dan Penanggulangannya. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(3).
- Rahmadwiati, R., Wicaksono, L.R., Apriyanto, D. (2022). Estimation and Economic Valuation of Above-Ground Carbon In Forest Area With The Special Purpose of Gunung Bromo, Central Java, Indonesia. *Jurnal Sylva Lestari*, 10(1): 116-126.
- Rifandi, R. A. (2021). Pendugaan Stok Karbon dan Serapan Karbon pada Tegakan Mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove Desa Mojo Kabupaten Pemalang. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 19(1), 93-103.
- Soemarwoto, O. (1994). *Ekologi, Lingkungan Hidup Dan Pembangunan Edisi Revisi*. Djambatan. Jakarta.
- Suharman. (2015). *Penataan Blok Suaka Margasatwa Gunung Tunggangan Kabupaten Sragen Provinsi Jawa Tengah*. Balai Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Tengah. Semarang.
- Suraini, E. (2017). Bambu Sebagai Alternatif Penerapan Material Ekolohgis: Potensial Dan Tantangannya. *Journal Of Architecture*, 3(1), 33-42.
- Sutaryo, D. (2009). *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon Dan Perdagangan Karbon*. Wetlands International Indonesia Programme: Bogor.
- Tiryana, T., Rusolono, T., Siahaan, H., Kunarso, A., Sumantri, H., dan Haasler, B. (2016). Cadangan Karbon Hutan dan Keanekaragaman Flora di Sumatera Selatan. *Palembang: German International Cooperation (GIZ)*.
- Ulfah, M., Rohmawati, I., dan Aprilia, D. (2017). Pemaknaan Masyarakat Promasan Tentang Fungsi Ekologis Hutan di Wilayah Gunung Ungaran. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 6(1).
- Usmadi, D., Hidayat, S., dan Asikin, D. (2015). Potensi Biomassa dan Cadangan Karbon Kebun Raya Balikpapan, Kalimantan Timur. *Buletin Kebun Raya*, 18(1), 1-14.
- Windusari, Y., Sari, N. A., Yustian, I., dan Zulkifli, H. (2012). Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah di Kawasan Suksesi Alami pada Area Pengendapan Tailing PT Freeport Indonesia. *Biospecies*, 5(1).