

Estimasi Cadangan Karbon Tanaman Tahunan di Lingkungan Kampus Universitas Sunan Bonang dalam Mengurangi Dampak Pemanasan Global di Kota Tuban

Estimation of Perennial Plant Carbon Stock on the Campus of Sunan Bonang University in Reducing the Effects of Global Warming in Tuban City

Suprayitno^{*)}, Dhina Mustikaningrum, Kristiawan, Maulidi Firlandiana, Herry Prasetyo

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sunan Bonang
 Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo No.798, Sidorejo, Kec. Tuban, Tuban, 62315

^{*)}Email : suprayitno.usb@gmail.com

ABSTRAK

Dampak perubahan iklim terhadap berbagai aspek kehidupan telah dirasakan oleh masyarakat global, termasuk Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Dalam hal ini, kontribusi sektor pertanian terhadap emisi gas rumah kaca sebagai penyumbang perubahan iklim di Kabupaten Tuban cukup besar. Jika tidak diimbangi dengan upaya mitigasi, maka emisi gas rumah kaca akan semakin meningkat setiap tahunnya. Memperbanyak vegetasi, terutama pohon yang berfungsi sebagai penyerap karbon di atmosfer, merupakan salah satu upaya mitigasi yang dapat dilakukan. Namun, Kabupaten Tuban justru kehilangan beberapa lahan hutan. Universitas Sunan Bonang Tuban terletak di daerah perkotaan, namun spesies pohon di area kampus masih tetap dipertahankan. Hal ini merupakan salah satu upaya pelestarian lingkungan yang dilakukan oleh pihak kampus. Sebagai bentuk partisipasi kampus dalam mengurangi pemanasan global, maka perlu dilakukan identifikasi jenis pohon yang ada di dalam kampus, stok karbon, maupun jumlah karbon yang diserap dari atmosfer. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei hingga Juli 2022 di area kampus Universitas Sunan Bonang Tuban. Semua jenis spesies pohon akan dievaluasi berdasarkan biomassa per diameter pohon dan estimasi jumlah karbon yang diserap oleh tegakan. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat sebanyak 66 pohon jati di kampus Universitas Sunan Bonang. Pohon mimba

menyumbangkan cadangan karbon paling banyak, yaitu 239,34 kg atau 41 persen dari total cadangan karbon di Universitas Sunan Bonang, yaitu 581,27 kg atau 2,1 ton CO₂ yang diserap dari atmosfer.

Kata Kunci: Pemanasan Global, Stok Karbon, Tanaman Tahunan

ABSTRACT

The effects of climate change on various aspects of life have been felt by the global community, including the Tuban Regency, East Java. In this instance, the agricultural sector's contribution to greenhouse gas emissions as a contributor to climate change in Tuban Regency is quite substantial. If it is not counterbalanced by mitigation efforts, greenhouse gas emissions will increase annually. Increasing vegetation, especially trees that act as carbon sinks in the atmosphere, is one of the potential mitigation measures that can be implemented. However, Tuban Regency actually lost some forest land. The Sunan Bonang Tuban University is located in an urban area, but the campus area's tree species are still maintained. This is one of the campus's environmental preservation efforts. As a form of campus participation in reducing global warming it is necessary to identify the types of trees on campus, carbon stocks, and the amount of carbon sequestered from the atmosphere. The research was conducted from May to July 2022 in Sunan

Bonang University area. All types of tree species will be evaluated based on the biomass per tree diameter and the estimated amount of carbon sequestered by the stand. According to the study's findings, there are as many as 66 teak trees on the campus of Sunan Bonang University. The neem tree contributed the most carbon stock, which was 239.34 kg or 41 percent of the total carbon stock at the Sunan Bonang University, which was 581.27 kg or 2.1 tons of CO₂ absorbed from the atmosphere.

Keywords: Carbon Stock, Global Warming, Perennial Plant

PENDAHULUAN

Dampak perubahan iklim terhadap berbagai sektor kehidupan telah dirasakan masyarakat global, tidak terkecuali warga Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Kenaikan muka air laut dan peningkatan suhu telah menurunkan produksi ikan dan pendapatan nelayan di wilayah ini. Perubahan pola curah hujan mengakibatkan banjir di beberapa tempat dan memaksa petani melakukan beragam upaya adaptasi agar produksi padi dan komoditas pertanian lainnya tidak semakin terpuruk.

Kontribusi sektor pertanian sendiri terhadap emisi gas rumah kaca sebagai penyebab perubahan iklim di Kabupaten Tuban cukup tinggi, yakni sebesar 1665,67 Gg CO₂ pada tahun 2019 (Mustikaningrum *et al.*, 2021). Jika tidak diimbangi dengan upaya mitigasi, maka semakin tahun emisi gas rumah kaca akan meningkat. Salah satu aksi mitigasi yang potensial dilaksanakan adalah memperbanyak vegetasi, khususnya pohon yang berfungsi sebagai penyerap karbon di atmosfer, salah satu gas penyumbang emisi. Di tengah situasi ini, Kabupaten Tuban justru kehilangan sebagian luasan hutannya. Pada awal tahun 2017 lalu, Perum Perhutani KPH Tuban merilis data bahwa sampai tahun tersebut, 4.000 hektar hutan produksi mengalami kerusakan. Tahun 2021 lalu, media massa meramalkan pemberitaan terkait beralihnya fungsi konservasi dari 40.000 pohon atau sekitar 126 hektar lahan hutan produksi KPH. Tuban menjadi kilang minyak *Grass*

Root Refinery (GRR) Tuban. Proyek ini mengurangi lahan hijau untuk kepentingan percepatan proyek strategis nasional (PSN) yang diproyeksikan sebagai kilang terbesar se-Asia Tenggara.

Tumbuhan memiliki komponen biomassa di atas dan di bawah permukaan tanah tetapi komponen biomassa terbesar terdapat pada atas permukaan tanah. Karbon atau zat arang merupakan suatu unsur berbentuk padat maupun cair yang biasanya banyak terdapat di dalam perut bumi, di dalam tumbuhan maupun di udara (atmosfer) dalam bentuk gas. Penyimpanan karbon tumbuhan pada bagian atas permukaan tanah lebih besar dibandingkan bagian bawah permukaan tanah, tetapi jumlah karbon di atas permukaan tanah tetap ditentukan oleh besarnya jumlah karbon di bawah permukaan tanah. Hal ini terkait dengan kondisi kesuburan tanah (Hairiah & Rahayu 2007). Karbon memiliki peran penting dalam proses fotosintesis. Proses ini menyerap CO₂ dan menghasilkan C₆H₁₂O₆ berikut O₂ yang sangat bermanfaat sebagai kebutuhan dasar makhluk hidup (CIFOR, 2008).

Pohon menyimpan karbon diseluruh bagian tubuhnya. Penyimpanan karbon di atas permukaan tanah meliputi biomassa pohon, biomassa tumbuhan bawah, massa dari bagian pohon yang sudah mati (nekromassa) dan serasah. Hutan alami yang keanekaragaman spesiesnya tinggi dengan serasah melimpah merupakan gudang penyimpanan karbon yang baik (Hairiah & Rahayu 2007). Hairiah *et al.* (2001) menjelaskan bahwa jenis vegetasi pada penggunaan lahan sangat mempengaruhi banyaknya karbon tersimpan. Lusiana *et al.* (2005) menjelaskan beberapa cara untuk menaikkan penyerapan karbon (stok karbon), yaitu dengan menjaga hutan agar dapat tumbuh secara alami, mengurangi pemanenan hutan, menambah jumlah pohon di dalam hutan serta mendirikan hutan tanaman yang pertumbuhannya cepat.

Salah satu faktor yang dapat menurunkan akumulasi karbondioksida (CO₂) di atmosfer adalah penyerapan oleh tegakan atau vegetasi dalam hutan. CO₂ di

atmosfer dapat diserap oleh tegakan pohon melalui fotosintesis, tegakan pohon di hutan berfungsi sebagai tempat penimbunan dan pengendapan karbon dan istilah ini disebut rosoot karbon. Proses penyimpanan karbon di dalam tegakan pohon yang sedang tumbuh disebut sebagai sekuestrasi karbon (*carbon sequestration*). Jumlah karbon yang ditimbun dalam suatu tegakan sangat bergantung pada jenis dan sifat dari tegakan itu sendiri.

Kampus Universitas Sunan Bonang Tuban berada di wilayah perkotaan namun tetap mempertahankan jenis pepohonan yang tumbuh di area kampus. Hal ini merupakan salah satu wujud komitmen kampus menjaga lingkungan tetap asri. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, jenis pepohonan ini mampu menyerap karbondioksida dari udara dan menyimpannya sebagai biomassa. Keragaman pohon yang ada di area kampus perlu dilakukan identifikasi dan dihitung sejatinya berapa karbon yang diserap dari udara sebagai wujud peran serta kampus dalam mengurangi pemanasan global. Hipotesis penelitian ini menduga bahwa cadangan karbon tanaman Jati (*Tectona grandis*) adalah yang terbesar diantara jenis pohon lainnya karena populasinya yang terbanyak. Oleh karena itu, bagi masyarakat dan pemerintah, penelitian ini dilakukan guna memberikan informasi dan potensi estimasi cadangan karbon tanaman pohon di area kampus Universitas Sunan Bonang Tuban sebagai bentuk kontribusinya dalam mengurangi pemanasan global.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan selama bulan Mei 2022 sampai Juli 2022. Penelitian dilakukan di lingkungan kampus Universitas Sunan Bonang Tuban.

Alat survey yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi: kamera, meteran (25 m), meteran jahit, stik ukur 1,3 m, gunting, dan alat tulis. Adapun bahan yang dibutuhkan adalah jenis tanaman pohon yang ada di lingkungan kampus Universitas Sunan Bonang Tuban sejumlah tiga jenis tanaman tahunan. Tanaman jenis pohon ini akan dianalisis berdasarkan biomassa per

ukuran diameter pohon, dan estimasi sekuestrasi karbon tersimpan pada tegakan. Sedangkan peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi pita ukur diameter pohon, tali, parang, kamera untuk dokumentasi, dan alat tulis menulis. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu non-destruktif atau tanpa pemanenan. Tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

Identifikasi Jenis Pohon

Identifikasi jenis pohon dilakukan dengan survey di area kampus Universitas Sunan Bonang Tuban. Hasil akhir dari identifikasi ini berupa data jenis pohon dan klasifikasinya dan jumlah pohon tersebut di kampus Universitas Sunan Bonang Tuban.

Perhitungan Biomassa Pohon

Semua jenis pohon akan dilakukan pengukuran diameter batang setinggi dada atau *Diameter at Breast Height* (DBH). DBH ini yaitu diameter pohon yang diukur setinggi 1.3 meter dari atas permukaan tanah. Total biomassa pohon per plot dihitung dengan persamaan Kettering (Hairiah & Rahayu, 2007) sebagai berikut:

$$Y = 0,11 \times \rho \times D^2,62$$

Dimana :

Y = Biomassa total (g)

ρ = Berat jenis kayu (gr/cm^3)

(Misal berat jenis pohon Jati= $0,67\text{g}/\text{cm}^3$)

D = Diameter pohon (cm)

Berat jenis tanaman tidak dihitung sebagai data primer namun menggunakan hasil perhitungan penelitian sebelumnya atau menggunakan data sekunder .

Perhitungan Cadangan Karbon

Estimasi cadangan karbon dihitung melalui proses perkalian nilai biomassa dengan faktor konversi sebesar 0,47 (IPCC 2008, 2006) sebagaimana persamaan berikut:

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

Dimana:

C = Stok karbon (g)

B = Nilai biomassa (g)

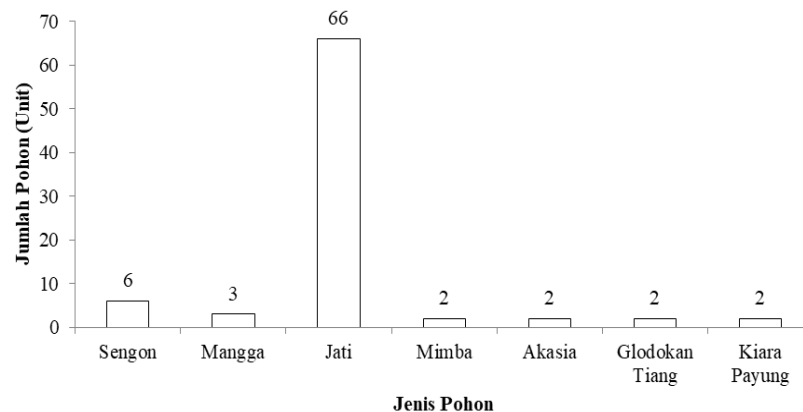
Sekuestrasi karbon dihitung dengan mengalikan nilai karbon tersimpan dengan konstanta 3,67 (Manuri *et al.*, 2011).

Hasil identifikasi pohon akan ditampilkan dalam bentuk gambar, sedangkan hasil perhitungan cadangan karbon kemudian ditabulasi dalam *software Microsoft Excel*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis dan Populasi Pohon

Terdapat beragam jenis pohon yang ada di lingkungan kampus Universitas Sunan Bonang Tuban, diantaranya adalah: Sengon (*Paraserianthes falcataria* L.), Mangga (*Mangifera indica* L.), Jati (*Tectona grandis*), Mimba (*Azadirachta indica* Juss.), Akasia Mangium (*Acacia mangium* Willd.) Glodokan Tiang (*Polyalthia longifolia*), dan Kiara Payung (*Fillicium decipiens*). Populasi tertinggi dimiliki tanaman jati sebanyak 66 pohon, Sengon sebanyak 6 pohon, Akasia 2 pohon, Mangga sebanyak 3 pohon, mimba 2 pohon, Glodokan tiang 2 pohon dan Kiara Payung 2 pohon (Gambar 1).



Gambar 1 Jenis dan Populasi Pohon di Universitas Sunan Bonang

a. Sengon (*Paraserianthes falcataria* L.)

Menurut Darwiati & Anggraeni (2018) Pohon Sengon merupakan salah

satu tanaman industri yang biasanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan panel kayu dan kayu lapis (Gambar 2a). Pohon Sengon memiliki batang yang tingginya mencapai 7 - 39 meter dengan diameter batang pohon mencapai 60 - 100 cm. Bentuk batangnya silinder dan tumbuh lurus ke atas. Sedangkan kanopinya berbentuk kubah atau payung. Daunnya berbentuk lonjong dan pendek ke arah ujung, dengan ukuran daun 23 - 30 cm dan terdiri dari 15 - 20 pasang setiap tangkainya. Bagian atas permukaan daun berwarna hijau pupus dan tidak berbulu, sedangkan bagian bawahnya berwarna lebih pucat dan terdapat bulu-bulu halus. Pohon Sengon memiliki jenis akar tunggang yang mengandung nodul - nodul akar yang bersimbiosis dengan bakteri Rhizobium.

b. Mangga (*Mangifera indica* L.)

Pohon Mangga merupakan salah satu tanaman yang paling banyak dibudidayakan (Gambar 2b). Tujuan dibudidayakan adalah sebagai konsumsi pribadi atau untuk komersial karena nilai ekonomis dari buahnya. Pohon Mangga termasuk kelompok pohon besar yang

tingginya mencapai 35 - 40 meter. Pada varietas tertentu, pohon Mangga yang sengaja dikembangkan agar tumbuh

pendek dan berbuah banyak. Bentuk batangnya bulat dan memiliki cabang ranting yang banyak akan menumbuhkan daun - daun yang lebat. Sedangkan kanopinya berbentuk oval atau kubah. Daunnya tetap hijau sepanjang tahun, berbentuk lonjong, mata tombak serta segi empat pada ujung daun yang meruncing. Panjang daunnya antara 15 - 35 cm dan lebarnya antara 6 - 16 cm. Pohon Mangga memiliki jenis akar tunggang dengan panjang bisa mencapai 6 meter (Hadi *et al.*, 2022).

c. Jati (*Tectona grandis*)

Pohon jati juga merupakan salah satu tanaman industri yang banyak dibudidayakan terutama di lahan yang memiliki kandungan kapur yang tinggi (Gambar 2c). Pohon jati dibudidayakan karena menghasilkan kayu dengan kualitas yang tinggi. Pohon jati termasuk kelompok pohon besar yang tingginya mencapai 9 - 11 meter. Bentuk batangnya silinder dan memiliki tipe cabang tetragonal. Diameter batangnya antara 90 - 150 cm. Daunnya berbentuk seperti bulat telur terbalik dan menempel pada batang secara berpasangan dengan tangkai yang sangat pendek. Ukuran daunnya besar yaitu berkisar 15 cm x 20 cm. Permukaan daunnya ditumbuhi bulu halus pada sisi atas dan bawah. Daun yang muda berwarna kemerahan dan mengeluarkan getah berwarna merah darah apabila diremas. Pada musim kemarau, pohon jati akan meranggas dan menggugurkan daun - daunnya. Pohon jati memiliki jenis akar tunggang dan bercabang sehingga menutupi akar utamanya (Gustiani *et al.*, 2019).

d. Mimba (*Azadirachta indica* Juss.)

Pohon mimba juga merupakan salah satu tumbuhan liar yang biasanya tumbuh di daerah yang memiliki tanah agak tandus (Gambar 2d). Namun, pohon Mimba ini juga sering dibudidayakan sebagai pohon perindang di tepi-tepi jalan. Pohon Mimba tingginya mencapai 20 meter. Bentuk

batangnya agak bengkok dan pendek. Diameter batangnya antara 2 - 5 cm, sedangkan lebar kanopi daunnya mencapai 10 meter. Daunnya tersusun spiralis yang mengumpul pada ujung rantai. Panjang daun mimba 5 cm dan lebarnya 3 - 4 cm. Bentuk tulang daunnya menyirip dan berwarna hijau. Pohon Mimba memiliki jenis akar tunggang berbentuk silinder dengan tudung akar berbentuk lancip (Isabela *et al.*, 2022).

e. Akasia Mangium (*Acacia mangium* Willd.)

Pohon akasia merupakan salah satu kelompok tumbuhan yang perkembangannya cepat, kualitas kayunya baik serta memiliki kemampuan dalam beradaptasi pada semua jenis tanah dan lingkungan. Pohon Akasia tingginya mencapai 15 - 30 meter (Gambar 2e). Diameter batangnya dapat mencapai 50 cm. Tajuknya berbentuk bulat dan batangnya monopodial. Tekstur kulit batang halus, pecah - pecah menyerupai sisik, beralur, dangkal dan berwarna coklat keabuan. Daunnya berbentuk filodial dan bertekstur tipis. Warna daunnya hijau dengan panjang sekitar 18 - 20 cm. Pohon Akasia memiliki jenis akar tunggang yang panjangnya mencapai 5 - 10 meter (Yuswandi, 2022).

f. Glodokan tiang (*Polyalthia longifolia*)

Pohon glodokan tiang merupakan salah satu pohon yang disebut sebagai pohon evergreen. Pohon ini dapat tumbuh dengan baik meskipun terjadi perubahan cuaca dan iklim di sekitarnya. Pohon Glodokan Tiang tumbuh tinggi mencapai 30 - 35 meter (Gambar 2f). Batangnya memiliki permukaan kasar, tidak beraturan dan memiliki diameter mencapai 20 - 30 cm. Batang tanaman ini memiliki panjang mencapai 5 - 10 meter dan bercabang banyak. Daunnya berbentuk bulat ovat memanjang, berwarna kehijauan muda hingga tua, pangkal ujung daunnya meruncing dan pertulangan daun menyirip (Roziaty & Adiningsih, 2021).

g. Kiara Payung (*Fillicium decipiens*)

Pohon kiara payung merupakan pohon peneduh yang banyak dijumpai di jalan. Bentuk tanaman ini cukup menarik dengan daun yang rimbun (Gambar 2g). Batangnya tegak dan kulit kayunya berwarna abu - abu hingga coklat kemerahan. Tekstur kulitnya halus pada spesimen muda, kasar dan bersisik pada spesimen dewasa. Daunnya berbentuk lonjong - lanset dan bergelombang pada tepinya. Panjang daunnya 6 - 12 cm dan lebarnya 1- 3 cm. Warna daunnya hijau pekat dan bagian atasnya mengkilap (Rahmawati *et al.*, 2020).

Biomassa Tanaman Tahunan

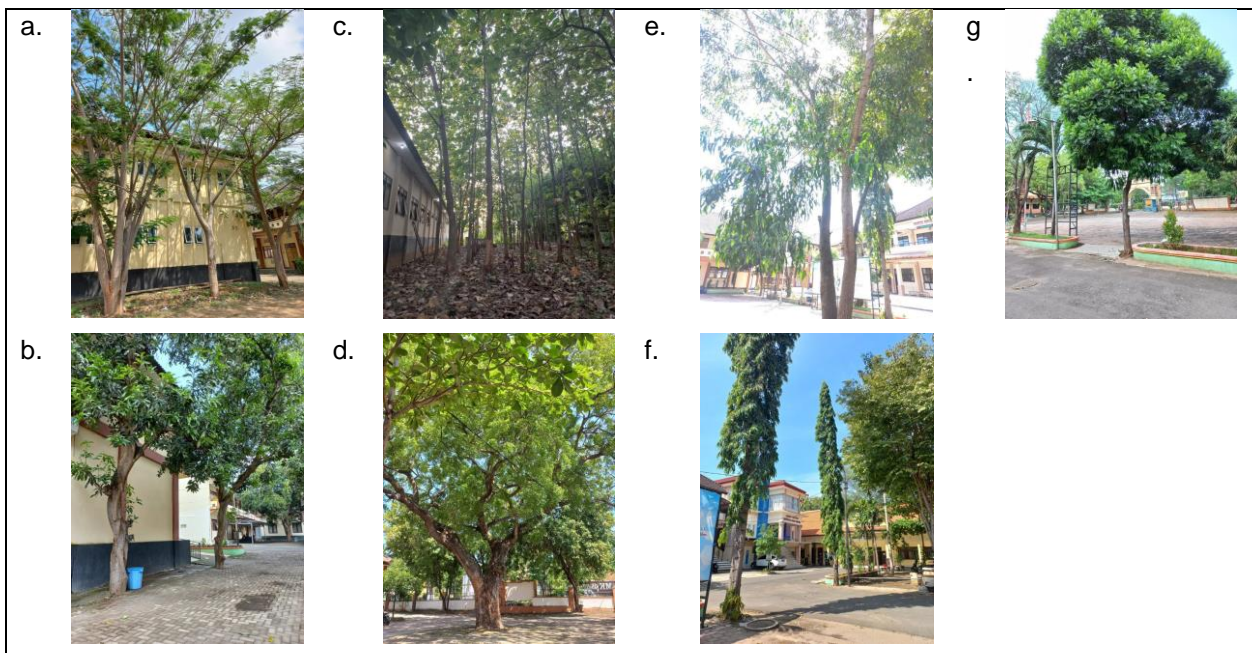
Dilihat dari diameternya, jenis pohon Mimba memiliki lingkaran pohon terbesar yakni 276 cm, lebih besar dari pada jenis pohon manga 174 cm dan Sengon 135 cm (Tabel 1). Sedangkan pohon jati memiliki lingkaran pohon sebesar 102 cm dan lebih besar dari pada jenis pohon Akasia yang memiliki lingkaran pohon sebesar 87 cm (Tabel 1). Selanjutnya, pohon yang memiliki lingkaran pohon terkecil adalah Glodokan Tiang. Glodokan Tiang memiliki lingkaran pohon

sebesar 77 cm yang lebih kecil dibandingkan dengan pohon Kiara Payung yang memiliki lingkaran pohon sebesar 79 cm (Tabel 1).

Lodhiyal & Lodhiyal (2003) menyatakan bahwa secara umum biomassa adalah total kandungan material organik suatu organisme hidup pada tempat dan waktu tertentu. Kusmana *et al.* (1992) menyatakan bahwa, besarnya biomassa ditentukan oleh diameter, tinggi tanaman, kerapatan kayu dan kesuburan tanah.

Hasil pengukuran diameter digunakan untuk menghitung biomassa melalui persamaan alometrik. Biomassa sendiri dapat dibedakan ke dalam dua kategori, yaitu biomassa di atas tanah (batang, cabang, ranting, daun, bunga dan buah) dan biomassa di dalam tanah (akar). Pada penelitian ini pengukuran biomassa pohon dilakukan pada bagian di atas tanah. Hasilnya menunjukkan bahwa di antara 7 (tujuh) jenis pohon yang teridentifikasi di kampus USB, Pohon Mimba menyumbangkan biomassa terbanyak dengan 509,24 kg (Tabel 1).

Jumlah biomassa terbanyak kedua ditempati oleh jati yang menyumbangkan biomassa sebanyak 491,23 kg. Selanjutnya,



Gambar 2 Berbagai Jenis Pohon di Kampus Universitas Sunan Bonang

Keterangan : a) Sengon; b) Manga; c) Jati; d) Mimba; e) Akasia Mangium; f) Glogokan Tiang; g) Kiara Payung

jenis pohon yang menyumbang biomassa terbanyak ketiga adalah Mangga yang menghasilkan biomassa sebesar 117,58 kg dan jenis pohon yang menyumbang biomassa terbanyak ke empat adalah Sengon yang menghasilkan biomassa sebesar 85,86 kg. Kemudian, jenis pohon Akasia menyumbang biomassa sebanyak 13,86 kg yang merupakan penyumbang biomassa

pada semakin besarnya biomassa dan cadangan karbon tanaman. Pada temuan di kampus Universitas Sunan Bonang, pohon Mimba memiliki berat jenis kayu lebih tinggi serta umur pohon yang lebih tua dibandingkan tanaman jati.

Menurut Ratnaningsih dan Suhesti (2010) biomassa tanaman merupakan ukuran yang sering menggambarkan

Tabel 1 Biomassa Total Pohon di Kampus Universitas Sunan Bonang

Jenis Pohon	Jumlah Pohon	Keliling pohon (cm)	Diameter Rata - rata (cm)	Biomassa Total (kg)
Sengon	6	135	42,99	85,86
Mangga	3	174,5	55,57	117,58
Jati	66	102,5	32,64	491,23
Mimba	2	276	87,90	509,24
Akasia	2	87	27,71	13,86
Glodokan Tiang	2	77	24,52	11,98
Kiara Payung	2	79	5,16	6,99

terbanyak ke lima. Selanjutnya, jenis pohon yang menyumbang biomassa terbanyak ke enam adalah Glodokan Tiang, yang mana menghasilkan biomassa sebesar 11,98 kg. Jenis pohon yang menyumbang biomassa terkecil adalah Kiara Payung yang menghasilkan biomassa sebesar 6,99 kg.

Pohon Mimba yang hanya terdiri dari 2 pohon apabila dibandingkan dengan Jati yang terdiri dari 66 pohon menghasilkan biomassa lebih banyak. Hal ini dapat terjadi karena pohon Mimba memiliki diameter pohon yang lebih besar yaitu 87,90 cm dan berat jenis yang lebih besar yaitu $0,82 \text{ g/cm}^3$ juga dibandingkan dengan jati yang hanya memiliki diameter sebesar 32,64 cm dan berat jenisnya $0,67 \text{ g/cm}^3$. Hasil ini tidak sesuai dengan hipotesis yang diajukan bahwa jati sebagai pohon dengan populasi terbanyak akan menyumbang cadangan karbon terbesar. Hal ini dikarenakan tingginya jumlah karbon yang disimpan tegakan pohon dalam bentuk biomassa dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain keragaman jenis pohon, jenis tanah, produksi serasah, dan umur pohon (Uthbah *et al.*, 2017). Semakin tua usia pohon diameter semakin besar dan berdampak

pertumbuhan tanaman atau menyatakan berat bahan hidup yang dihasilkan oleh tanaman. Potensi biomassa dipengaruhi diameter pohon. Kandungan karbon di pohon memiliki hubungan yang signifikan dengan diameter pohon (Sato *et al.*, 2002). Selain kedua faktor tersebut, faktor lain yang mempengaruhi nilai cadangan karbon suatu tanaman adalah jumlah individu tanaman tersebut. Dilihat dari berat jenis kayu yang digunakan untuk menghitung biomassa pohon, maka pohon Mimba lebih direkomendasikan untuk ditanam di area kampus Universitas Sunan Bonang Tuban.

Disisi lain, Jumlah biomassa dan cadangan karbon sangat ditentukan oleh laju fotosintesis tumbuhan. Laju fotosintesis dipengaruhi oleh konsentrasi CO_2 atmosfer, temperatur udara, kelembaban udara, kandungan klorofil, stomata dan umur pohon. Semakin luas ukuran daun per satuan lahan suatu pohon maka semakin meningkatkan besarnya CO_2 yang diserap oleh pohon. Luasan daun dapat bertambah seiring dengan bertambahnya umur pohon (Langi, 2011). Semakin bertambah tua umur pohon maka akan bertambah pula diameter batang dan tinggi pohon, sehingga jumlah

daun dan kemampuan penyerapan CO₂ dan simpanan CO₂ akan semakin meningkat. Oleh karena itu dapat diduga bahwa umur pohon akan berpengaruh pada daya serap CO₂ (Saputra, 2011).

Produktivitas tumbuhan dapat ditaksir dengan mengukur oksigen dan karbondioksida yang digunakan dalam proses fotosintesis, karena jumlah atom C dalam CO₂ berbanding lurus dengan jumlah atom C yang terikat dalam gula selama fotosintesis. Karbondioksida merupakan produk awal dari proses fotosintesis. CO₂ diserap dan diubah oleh tumbuhan menjadi karbon organik dalam bentuk biomassa. Kandungan karbondioksida absolut dalam biomassa pada waktu tertentu dikenal dengan istilah cadangan atau stok karbon (Ulumuddin *et al.*, 2005). Menurut Rahayu *et al.* (2007), cadangan karbon pada suatu sistem penggunaan lahan dipengaruhi oleh jenis

Kandungan Karbon Tanaman Tahunan

Kandungan karbon pada tanaman menggambarkan berapa besar tanaman tersebut dapat mengikat CO₂ dari udara. Sebagian karbon akan menjadi energi untuk proses fisiologi tanaman dan sebagian masuk ke dalam struktur tumbuhan dan menjadi bagian dari tumbuhan, misalnya selulosa yang tersimpan pada batang, akar, ranting dan daun. Berdasarkan asumsi (rumus) Brown (1997) dan IPCC (2003), yang menyatakan bahwa 45-50% bahan kering tanaman terdiri dari kandungan karbon.

Kandungan karbon di dalam material organik kering (*dry organic matter*) atau biomasa untuk jenis tanaman dapat diukur secara langsung melalui pembakaran sample di dalam alat analisa karbon (*carbon analyzer*), seperti yang dilaporkan oleh Kraenzel *et al.* (2003) untuk biomasa jati.

Hasil perhitungan kandungan karbon

Tabel 2 Kandungan dan Sekuestrasi Karbon Tanaman di Kampus USB

Jenis Pohon	Cadangan Karbon (kg)	Sekuestrasi CO ₂ (kg)	Sekuestrasi CO ₂ (ton)
Sengon	40,35	148,10	0,148
Mangga	55,26	202,81	0,203
Jati	230,88	847,32	0,847
Mimba	239,34	878,39	0,878
Akasia	6,52	23,92	0,024
Glodokan Tiang	5,63	20,66	0,021
Kiara Payung	3,29	12,06	0,012
Total	581,27	2133,26	2,133

vegetasinya. Suatu vegetasi dengan nilai kerapatan tinggi biasanya memiliki biomassa yang tinggi pula. Keberadaan pohon yang berdiameter >30 cm pada suatu sistem penggunaan lahan seperti pada pohon Mimba yang memiliki diameter pohon sebesar 87,90 cm memberikan sumbangan yang cukup berarti terhadap total cadangan karbon. Pada hutan primer, pohon yang berdiameter >30 cm menyumbang 70% dari total biomassa sedangkan pohon yang berdiameter 5-30 cm hanya menyumbang sekitar 30%.

pepohonan di Universitas Sunan Bonang Tuban menunjukkan bahwa secara total, cadangan karbon yang dihasilkan di lingkungan kampus adalah sebesar 581,27 kg atau setara dengan 2,1 ton CO₂.

Dari 7 (tujuh) jenis pohon yang ada di lingkungan kampus Universitas Sunan Bonang Tuban, pohon Mimba menyimpan karbon terbanyak sebesar 239,34 kg, sedikit lebih tinggi dari pada pohon jati yakni sebesar 230,88 kg. Jenis pohon yang menyimpan cadangan karbon terbanyak ketiga adalah Mangga yang menghasilkan karbon sebesar 55,26 kg, sedikit lebih tinggi dari jenis pohon Sengon yang memiliki karbon sebesar 40,35 kg. Sedangkan, jenis

pohon yang menyimpan cadangan karbon terbesar kelima dan menghasilkan karbon sebesar 6,52 kg adalah pohon Akasia. Selanjutnya jenis pohon Glodokan Tiang menyimpan karbon sebesar 5,63 kg dan jenis pohon Kiara Payung adalah pohon yang menyimpan cadangan karbon sebesar 3,29 kg.

Meski memiliki populasi lebih sedikit namun pohon Mimba mampu menyumbangkan cadangan karbon terbanyak. Menurut Satrio (2012), peningkatan karbon serupa dengan peningkatan biomassa yang berkaitan erat dengan proses fotosintesis pada tanaman, yaitu nilai biomassa dan karbon akan bertambah dikarenakan tumbuhan menyerap CO₂ dari udara dan mengubahnya menjadi senyawa organik sebagai hasil dari proses fotosintesis. Oleh karena itu, biomassa yang tinggi pada Mimba menjadikan cadangan karbon Mimba juga lebih tinggi dibandingkan jenis pohon lainnya. Meski demikian, jika dipertahankan, semakin bertambah umur tanaman, semakin bertambah pula biomassa tanaman. Hal ini sesuai dengan temuan dari penelitian sebelumnya bahwa simpanan karbon dalam hutan jati meningkat sebesar 3.96 ton/tahun hingga 5.54 ton/tahun setiap tahunnya (Ginting dan Prayogo, 2018).

Dilihat dari nilai sekuestrasi karbon atau CO₂ yang diserap dari atmosfer, Mimba menyumbangkan angka tertinggi yakni sebesar 0,878 ton CO₂. Nilai sekuestrasi karbon berbanding lurus dengan biomassa dan cadangan karbon. Meski demikian, keberadaan tanaman lain seperti jati tetap harus dipertahankan. Karena hasil penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa hutan rakyat tanaman jati berpotensi menyerap rata-rata CO₂ di udara sebesar 17,79 ton/tahun (Ramawati, 2013).

KESIMPULAN

Pohon jati memiliki populasi terbanyak di lingkungan kampus Universitas Sunan Bonang Tuban yaitu sebanyak 66

pohon. Pohon mimba menyumbangkan cadangan karbon terbesar yakni sebanyak 239,34 kg atau 41% dari total cadangan karbon di Kampus Universitas Sunan Bonang Tuban sebesar 581,27 kg atau setara dengan 2,1 ton CO₂ yang diserap dari atmosfer, meskipun jumlahnya hanya 2 populasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Darwiati, I., and Anggraeni, I. 2018.** Serangan Boktor (*Xystrocera festiva* Pascoe.) dan Karat Tumor (*Uromycladium tepperianum* (Sacc.) McAlpine) Pada Sengon (*Falcataria mollucana* (Miq.) di Perkebunan Teh Ciater. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*. 8(2):59-69.
- Drupadi, T. A., Ariyanto, D. P., and Sudadi. 2021.** Pendugaan Kadar Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Berbagai Kemiringan dan Tutupan Lahan di KHDTK Gunung Bromo UNS Estimation of Biomass Levels and Carbon Stock at Various Slopes and Land Cover in KHDTK Gunung Bromo UNS. *Jurnal Agrikultura*. 2:112-119.
- Ginting, T. T., and Prayoga, C. 2018.** Estimation of Carbon Stock of Teak Forest (*Tectona grandis* Linn. F) Using Various Allometric Equations on Various Age Classes of Teak. *Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. 5(2):1019-1026.
- Gustiani, D., Jumari, J., and Murningsih, M. 2019.** Struktur dan Komposisi Vegetasi Pohon pada Habitat Uwi-Uwian (*Dioscorea spp.*) di Kelurahan Jabungan dan Hutan Kampus Undip Tembalang, Semarang. *Jurnal Akademika Biologi*. 8(1):10-18.
- Hadi, L., Mugiyanto, M., and Candi, N. 2022.** Identifikasi Morfologi Tumbuhan di Lingkungan Kampus STIKIP Kie Raha Ternate. *JBES:*

- Journal of Biology Education and Science*. 2(2):115-127.
- Hairiah, K., and Rahayu, S. 2007.** Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. *World Agroforestry Centre*. 77.
- Hairiyah, K., Ekadinata, A., Sari, R. R., and Rahayu, S. 2011.** Petunjuk Praktis Pengukuran Cadangan Karbon dari tingkat lahan ke Bentang Lahan. *World Agroforestry Centre*.
- IPCC 2008. 2006.** 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories – A primer, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Miwa K., Srivastava N. and Tanabe K. Iges, 20.
- Isabela, K., Nurchayati, N., and Ardiyansyah, F. 2022.** Studi Analisis Arsitektur Percabangan Pohon di Kawasan Savana Bekol Taman Nasional Baluran Kabupaten Situbondo. *Prosiding: Konferensi Nasional Matematika Dan IPA Universitas PGRI Banyuwangi*. 2(1):210–215.
- Isnain, W. 2018.** Kebijakan Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca dari Sektor Penggunaan Lahan dan Perubahan Tata Guna Lahan Kehutanan (LULUCF). *Info Teknis EBONI*. 15(1):29–39.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2019.** Statistik 2019 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. *In Database and Information Center Ministry of Environment and Forestry, Republic of Indonesia*.
- Kraenzel, M., Castillo, A., Moore, T., and Potvin, C. 2003.** Carbon Storage of Harvest-Age Teak (*Tectona grandis*) Plantations, Panama. *For. Ecol. Manage.* 173:213-225.
- Kusmana, C., Sabiham, S., Abe, K., and Watanabe, H. 1992.** An Estimation of Above Tree Biomass of a Mangrove Forest in East Sumatra, Indonesia. *TROPICS*. 1(4):243-257.
- Langi, Y. A. R. 2011.** Model Penduga Biomassa dan Karbon pada Tegakan Hutan Rakyat Cempaka (*Elmerrilliovalis*) dan Wasian (*Elmerrillia celebica*) di Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara. *Institut Pertanian Bogor. Bogor*.
- Lodhiyal, N., and Lodhiyal, L. S.. 2003.** Biomass and Net Primary Productivity of Bhabar Shisham Forests in Central Himalaya, India. *For. Ecol. Manage.* 176:217-235.
- Manuri, S., Putra, C. A. S., and Saputra, A.D. 2011.** Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. *In Merang REDD Pilot Project. German International Cooperation - GIZ. Palembang*.
- Mustikaningrum, D., Kristiawan, and Suprayitno. 2021.** Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Pertanian di Kabupaten Tuban: Inventarisasi dan Potensi Aksi Mitigasi. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*. 9(2):155–171.
- Rahayu, S., Lusiana, B., Noordwijk, M. V. 2007.** Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. *ICRAF, Bogor*.
- Rahmawati, N. K., Winarni, E., and Payung, D. 2020.** Pertumbuhan Bibit Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*) pada Berbagai Kombinasi Kompos Seresah Daun Kiara Payung (*Filicium sp.*) dan Pupuk Kandang sebagai Media Sapih. *Jurnal Sylva Scienteeae*. 3(2):385–393.
- Ramawati. 2013.** Inventarisasi Biomassa dan Karbon Jati (*Tectona grandis*) di Hutan Rakyat dan Peluangnya dalam Perdagangan Karbon. *Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta*.
- Ratnaningsih, A. T. and Suhesti, E. 2010.** Peran Hutan Kota dalam

- Meningkatkan Kualitas Lingkungan. *Environmental Science*. 1(4)
- Roziaty, E., and Adiningsih, S. I. W. 2021.** Distribusi Spasial Pohon Peneduh di Kota Surakarta Jawa Tengah. *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek)*. 92–100.
- Saputra. 2011.** Teknik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. *Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation-GIZ. Palembang.*
- Satrio, U. 2012.** Inventarisasi Biomasa dan Karbon Batang, Cabang, Daun dan Tumbuhan Bawah di Hutan Tanaman Jati KPH Kebonharjo, Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah. *Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.*
- Sato, K., Teteishi, R., Tateda, and Sugito, S. 2002.** Fieldwork in Mangrove Forest on Stand Parameter and Carbon Amount Fixed Carbondioxide for Combining for Remote Sensing Date. *Forest Ecology and Management.*
- Ulumuddin, Y. I., Sulistyawati, E., Hakim, D. M., and Harto, A. B. 2005.** Korelasi Stok Karbon dengan Karakteristik Spektral Citra Landsat: Studi Kasus Gunung Papandayan. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV "Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh Untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa". Surabaya 14-15 September 2005.*
- Uthbah, Z., Sudiana, E., and Yani, E. 2017.** Analisis Biomasa dan Cadangan Karbon pada Berbagai Umur Tegakan Damar (*Agathis Dammara* (Lamb.) Rich.) di KPH Banyumas Timur. *Scripta Biologica*. 4(2):119-124.
- Yuswandi, Y. 2022.** Serapan Karbon di Beberapa Taman Publik Dan Jalur Hijau Kecamatan Palabuhan Ratu, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. *Undergraduate Thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.*