

JURNAL METAMORFOSA

Journal of Biological Sciences

eISSN: 2655-8122

<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

Estimasi Karbon pada Tegakan Coklat (*Theobroma cacao* L.) di Lahan Agroforestri Desa Sumberrejo, Pagak, Kabupaten Malang

Carbon Estimation of Cocoa Stands (*Theobroma cacao* L.) in Agroforestry Area Sumberrejo Village, Pagak, Malang Regency

Rukun Rahayu^{1*}, Luchman Hakim², Ari Hayati³

^{1,3}Program studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Indonesia

²Program studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Indonesia

*Email: 21701061013@unisma.ac.id

INTISARI

Konversi kawasan hutan menjadi perkebunan dapat menimbulkan masalah penurunan kesuburan tanah, erosi, kepunahan flora serta fauna, kekeringan, banjir bahkan perubahan lingkungan global. Masalah ini akan meningkat dari waktu ke waktu sejalan dengan banyaknya luas areal hutan menjadi lahan usaha karena dapat menurunkan serapan emisi karbon melalui fotosintesis. Penerapan konsep agroforestri adalah meningkatkan penyerapan karbon di udara dalam upaya mitigasi perubahan iklim, salah satunya dengan agroforestry kakao serta mendominasi varietas kakao yang memiliki simpanan karbon lebih tinggi. Tujuan penelitian ini untuk : (1) mengetahui perbedaan karakteristik fisik varietas kakao (*Theobroma cacao* L) (2) mengetahui hubungan diameter dengan biomassa, karbon tersimpan dan (3) mengetahui faktor abiotik pada lokasi pengamatan lahan agroforestri. Metode penelitian ini adalah observasi deskriptif dengan *purposive sampling*. Untuk mengetahui potensi karbon dilakukan analisis terhadap 120 sampel tegakan pohon coklat pada dua kebun agroforestri yaitu diameter terhadap biomassa dengan rumus allometrik dan pengamatan faktor abiotik menggunakan alat yang sesuai saat dilapangan. Hasil observasi biomassa menunjukkan terdapat 3 varietas coklat dengan berat kering *criollo* sebesar 0,43 g/cm³, *forastero* sebesar 0,48 g/cm³, dan *trinitario* sebesar 0,53 g/cm³. Kemudian nilai R² Hubungan diameter dengan biomassa dengan rumus allometrik Ketterings, 2001 pada kebun 1 R² = 0,84 dan kebun 2 R² = 0,95 kemudian dengan rumus Yuliasmara, 2009 pada kebun 1 R² = 0,94 dan kebun 2 R² = 0,98, selanjutnya simpanan karbon pada varietas *criollo* sebesar 33.4 kg/pohon, *forastero* sebesar 41 kg/pohon, dan *trinitario* sebesar 44.4 kg/pohon, serasah rata rata sebesar 0,02 kg/m², distribusi penabung didapat 30 jenis. Kemudian faktor abiotik meliputi suhu sebesar 28-29°C, altitude sebesar 344-348 m dpl, kecepatan angin sebesar 0.3-1.6, intensitas cahaya sebesar 766-1008 lux, pH tanah sebesar 6.4-7.2, kelembapan tanah sebesar 61-70%, dan curah hujan sebesar 200-400 mm dinilai kriteria idealnya berdasarkan sumber jurnal terkait.

Kata kunci: konversi, agroforestri, biomassa, varietas

ABSTRACT

Conversion of forest areas into plantations can cause problems with decreasing soil fertility, erosion, extinction of flora and fauna, drought, flooding and even global environmental changes. This problem will increase from time to time in line with the large number of forest areas being converted into business land because it can reduce the absorption of carbon emissions through photosynthesis. The

application of the agroforestry concept is to increase carbon absorption in the air in an effort to mitigate climate change, one of which is cocoa agroforestry and dominates cocoa varieties that have higher carbon stores. The aims of this study were to: (1) determine the physical characteristics of cacao varieties (*Theobroma cacao*. L) (2) to determine the relationship between diameter and biomass, stored carbon and (3) to determine abiotic factors in agroforestry land observation locations. This research method is descriptive observation with purposive sampling. To determine the carbon potential, an analysis was carried out on 120 samples of cacao tree stands in two agroforestry gardens, namely diameter to biomass with allometric formulas and observations of abiotic factors using appropriate tools in the field. The results of biomass observations showed that there were 3 varieties of chocolate with a dry weight of 0.43 g/cm³, forastero of 0.48 g/cm³, and trinitario of 0.53 g/cm³. Then the value of R². The relationship between diameter and biomass was calculated using the Ketterings allometric formula, 2001 in garden 1 R² = 0.84 and garden 2 R² = 0.95 then using the Yuliasmara formula, 2009 in garden 1 R² = 0.94 and garden 2 R² = 0, 98, then the carbon storage in the criollo variety was 33.4 kg/tree, forastero was 41 kg/tree, and trinitario was 44.4 kg/tree, the average litter was 0.02 kg/m², the distribution of shade obtained 30 species. Then abiotic factors include temperature of 28-29°C, altitude of 344-348 m asl, wind speed of 0.3-1.6, light intensity of 766-1008 lux, soil pH of 6.4-7.2, soil moisture of 61-70%, and rainfall of 200-400 mm is considered the ideal criterion based on the source of the related journal.

Keywords: conversion, agroforestry, biomass, varieties

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara kawasan Asia berada di urutan ke tiga industri produksi coklat terbesar dari 45 negara lain di dunia (Shvili, 2020). Biji coklat (kakao) merupakan bahan yang kaya akan flavonoid, yang mempunyai kapasitas antioksidan dalam menangkal radikal bebas (Erniati, *et al.*, 2012). Pada kakao umumnya memiliki 3 varietas yaitu coklat varietas *criollo*, *forastero*, dan *trinitario* (Wessel, 2000). Banyak sekali tipe penanaman pada kakao salah satunya adalah sistem agroforestri. Agroforestri adalah teknologi penggunaan lahan atau penamaan bagi sistem yang dimana tanaman berkayu berumur panjang beserta tanaman pangan dengan umur pendek dikelola petak lahan yang sama dalam suatu pengaturan waktu dan ruang sehingga penerapan ini berguna dalam usaha perluasan tanah tandus, kerusakan kesuburan tanah, dan pelestarian sumber daya hutan, juga sebagai stabilitas iklim global (Triwanto, 2011).

Aktivitas dalam sistem agroforestri ini dapat memberikan sumbangsih vegetasi karena terdapat pohon dan tanaman musiman yang menyerupai hutan sekunder. Akibat permasalahan yang terjadi konversi kawasan hutan menjadi ladang perkebunan menimbulkan

masalah seperti penurunan kesuburan tanah, erosi, banjir, kekeringan, kepunahan flora dan fauna bahkan perubahan lingkungan global sehingga menurunkan penyerapan CO₂ melalui udara dalam proses fotosintesis yang merupakan salah satu daur biogeokimia yaitu siklus karbon. Siklus karbon berhubungan dengan biomassa. Biomassa diartikan total jumlah materi hidup yang terdapat di atas permukaan tanah dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering persatuan luas. Kuantitas kandungan karbon (C) tersimpan dalam berbagai organ tanaman terdapat potensi menyerap CO₂. Karbon dalam tumbuhan menyimpan sekitar 50% nya adalah karbon (Sutaryo, 2009).

Karbon berhubungan dengan nilai suatu biomassa tanaman yang dipengaruhi oleh diameter pohon serta spesiesnya. Kandungan biomassa juga bergantung dalam zat-zat organik penyusun yang berada pada bagian-bagian pohon tersebut diantaranya kandungan senyawa polisakarida dan zat ekstraktif serta selulosa (Fithria, 2011).

Dikutip dari berbagai sumber yang relevan, luas hutan Indonesia merupakan salah satu sumber daya alam yang rentan terhadap

kerusakan akibat kepentingan manusia dalam memenuhi kebutuhan mereka salah satu contoh kerusakan adalah kebakaran hutan yang berkontribusi dalam pemanasan global (Yastori *et al.*, 2016). Selain itu, adanya pembangunan dapat merubah komposisi, struktur vegetasi pada suatu kawasan hutan sehingga model penerapan baru seperti agroforestry dan tentunya dengan mendominasi jenis pohon yang memiliki berat jenis lebih tinggi agar mampu menyerap karbon lebih besar dan tetap mempertahankan fungsinya dalam penyerap karbon (Kristiyanti *et al.*, 2021). Kemudian keberadaan hutan di Indonesia beresiko terancam akibat deforestasi dan degradasi hutan, sehingga salah satu upaya perlindungan dalam aspek ekologi hutan menjadi bermanfaat sebagai penyerap karbon (Remina *et al.*, 2019).

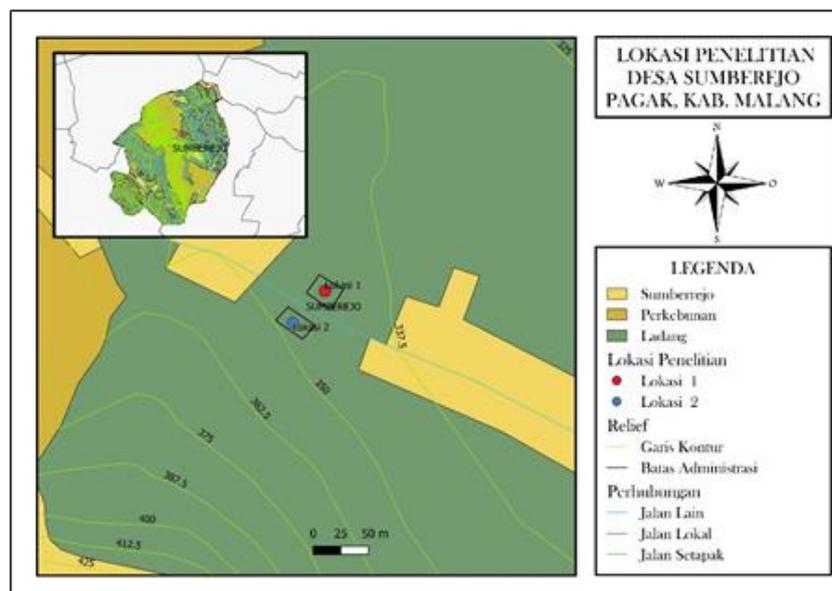
Adanya perbedaan varietas pada coklat seperti coklat varietas *criollo*, *forastero*, dan *trinitario* maka perlu dilakukan estimasi karbon pada tegakan coklat (*Theobroma cacao* L) di lahan agroforestri Desa Sumberrejo, Pagak, Kabupaten Malang, selain itu juga terdapat

desain cafe seperti Kampoeng Coklat di Blitar, Jawa Timur dimana didalamnya bercampur dengan tegakan coklat (kakao). Sehingga tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbedaan karakteristik fisik varietas kakao, potensi karbon serta faktor abiotik pada lokasi pengamatan lahan agroforestri.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November-Desember 2020 Desa Sumberrejo, Kecamatan Pagak, Kabupaten Malang. Pengambilan data lapangan bertempat pada kebun agroforestri coklat Desa Sumberrejo, Kecamatan Pagak, Kabupaten Malang didasarkan perbedaan komposisi dan ketinggian tempat dengan koordinat S $8^{\circ}12'29,598''$ E $112^{\circ}33'7,878''$ dan S $8^{\circ}20'85,73''$ E $112^{\circ}55'2,127$. Berikut adalah denah lokasi penelitian di Desa Sumberrejo, Kec. Pagak, Kab. Malang yang dengan aplikasi QGIS.



Gambar 1. Lokasi pengambilan data penelitian (Google Maps dan Geospasial, 2020)

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pohon coklat, serasah coklat, penaung, tali raffia, kantong plastik, dan sampel cabang coklat. Alat digunakan sebagai berikut: Google maps, pita meter, phiband, alat tulis,

kamera, Ms. Excel, SPSS Aplikasi, Three ways meter, timbangan, oven, dan clinometer.

Metode/Teknik Sampling

Penelitian ini menggunakan deskriptif secara *purposive sampling non-destructive*

(Brown, 1997), pendekatan rumus allometrik dengan jumlah 60 sampel di Kebun 1 dan Kebun 2 berdasar kelas umur pervarietas coklat *criollo*, *forastero*, dan *trinitario*. Kemudian eksplorasi penangung dan pengambilan serasah 1m x 1m sebanyak 5 ulangan pada 2 kebun. Lokasi kebun sebagai tempat observasi yaitu:

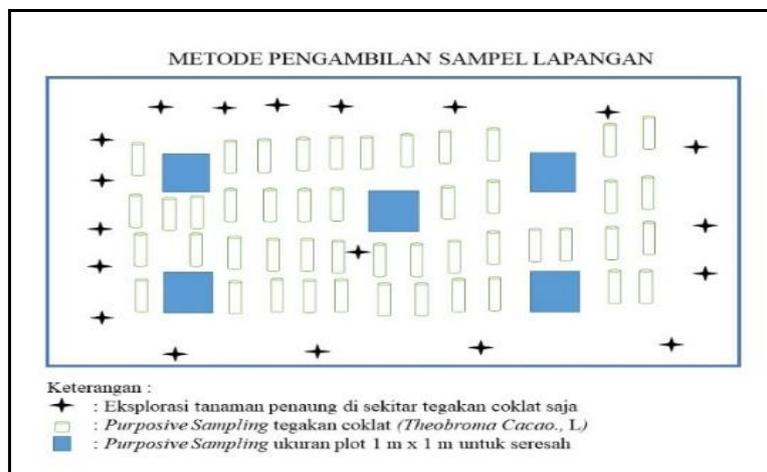
Kebun 1: luas kebun 1 ±2040 m² ketinggian 344 m dpl, ±170 tegakan.

Kebun 2: luas kebun 2 yaitu ±3840 m² ketinggian 348 m dpl, ±320 tegakan. Pada masing-masing kebun ditentukan plot

pengamatan 6 m x 40 m (240 m²) menurut (Sugiyono, 2007).

Prosedur Penelitian
Studi Pendahuluan

Sebelum melakukan pengambilan data dilakukan survey untuk mendapatkan izin dan dilakukan penandaan sampel tegakan coklat (*Theobroma cacao*. L) pervarietas. Dibawah ini adalah desain plot dalam metode pengambilan sampel di lapangan mulai dari eksplorasi, *purposive sampling* tegakan coklat (kakao), serta *Purposive sampling* pada serasah di area kebun.



Gambar 2. Desain Plot Pengambilan Sampel di 2 Kebun

$$\text{Volume (cm}^3\text{)} : \pi R^2 T$$

Pengukuran Biomassa

Pengukuran biomassa tanaman dengan dengan melilitkan pita meter pada batang pohon dengan ketinggian setinggi dada (DBH = *diameter at breast height* ± 1,3 m) pengukuran sesuai dengan metode terdahulu berdasarkan (Hairiah, *et al.*, 2010). Yang nanti diolah menjadi $D = K/\pi$ (Simon, 2007).

Penentuan Berat Jenis

Penentuan berat jenis (BJ) kayu dari jenis pohon dengan teknik *destruktif* yaitu memotong kayu bagian cabang pohon coklat dengan diameter ≥ 2 cm dan panjang 10-30 cm kemudian di ukur berat basah menggunakan timbangan. Dilakukan pengeringan dengan oven dalam suhu 100°C (derajat) selama 48 jam (Najih, 2020). Volume serta berat jenis kayu coklat ditentukan dengan menggunakan rumus yang dikutip dari Hairiah *et al.*, (2007):

Keterangan :

π : 3,14

R^2 : Jari-jari kayu = 1/2 x Diameter (cm)

T : Panjang kayu (cm).

Berat Jenis (BJ) kayu dihitung dengan rumus :

$$BJ \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Berat kering (gr)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

Pengukuran Faktor Abiotik

Pengukuran meliputi suhu (°C), ketinggian (altitude), intensitas cahaya (Lux), pH tanah, kelembapan tanah (*mouisture*), kecepatan angin (km/jam), dan curah hujan (mm).

Analisis Data**Perhitungan Biomassa Tanaman**

Rumus Biomassa Ketterings (2001) digunakan karena sesuai dengan karakteristik pohon bercabang (pohon yang diobservasi) yaitu:

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

Dimana :
 BK : Berat kering (Kg/tegakan)
 ρ : Berat Jenis (g/cm^3)
 D : Diameter (cm)

$$(\text{Serasah}) \text{ Total BK (g)} = \frac{BK \text{ Sub Contoh (g)}}{BB \text{ Sub Contoh (g)}} \times \text{Total BB (g)}$$

Keterangan :

BK : Berat Kering
 BB : Berat Basah

Simpanan Karbon dan Serapan Karbon

Rumus simpanan karbon dan serapan karbon sebagai berikut:

Biomassa Karbon (C) = Berat kering atau nekromassa x 0.47 (*carbon fraction*) (BSN, 2011).

$$\text{Serapan CO}_2 = \frac{44}{12} \times \text{Kandungan C}$$

Dikutip berdasarkan metode terdahulu oleh (Agustin, *et al.*, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil berat kering setelah di oven menunjukkan hasil data yang mendekati dengan database dari *Wood Density ICRAF* <http://db.worldagroforestry.org/wd/> yaitu 0,43. Namun dalam database tidak ada keterangan spesifik nilai berat jenis kayu berdasarkan jenis sehingga hasil pengovenan menjadi acuan dalam perhitungan dengan allometrik. Dibawah ini adalah data yang didapat dari hasil pengamatan yaitu berupa tabel berat jenis kayu di Laboratorium yang di analisis dengan pendekatan rumus allometrik Ketterings.

Tabel 1. Berat Jenis Kayu di Laboratorium untuk analisis dengan rumus allometrik Ketterings (2001)

No	Nama Varietas	R (JARI-JARI) (cm)	BB (g)	BK (g)	T (cm)	V (cm^3)	BJ (g/cm^3)	Rata-rata BJ (g/cm^3)
1	coklat	1,75	147	56	12	115,4	0,485	0,430
	varietas	1,75	113	41	12	115,4	0,355	
	<i>Criollo</i>	1,75	142	52	12	115,4	0,451	
2	coklat	2,25	155	60	10	159,0	0,377	0,486
	varietas	1,75	131	52	10	96,2	0,541	
	<i>Forastero</i>	1,75	136	52	10	96,2	0,541	
3	coklat	2,25	199	88	10	159,0	0,554	0,531
	varietas	2,25	182	80	10	159,0	0,503	
	<i>Trinitario</i>	2,25	190	85	10	159,0	0,535	

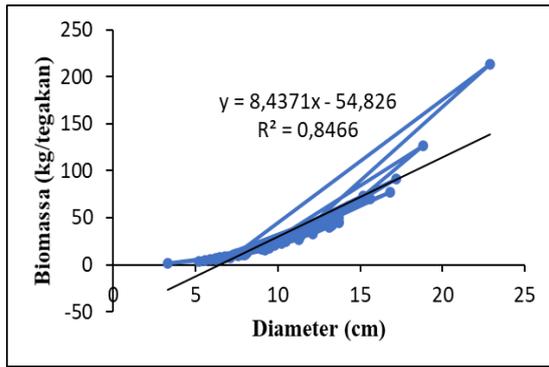
Sumber data = data primer

Keterangan : BB : Berat basah (gr), BK : Berat Kering (gr), T : Tinggi (cm), V : Volume (cm^3), BJ : Berat Jenis (g/cm^3).

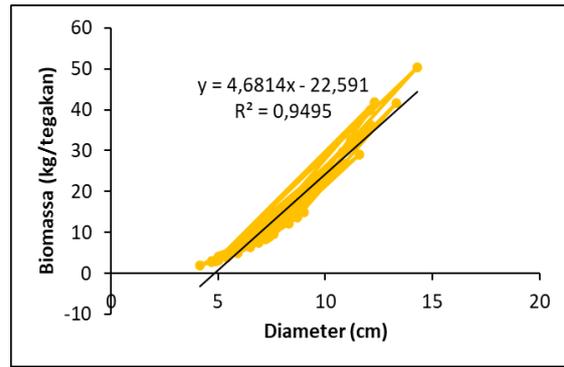
Hubungan Diameter Dan Biomassa

Berikut hubungan biomassa pendekatan rumus allometrik dengan diameternya mulai dari Kebun 1 hingga Kebun 2. Pada **Gambar 3** hasil koefisien determinasi (R^2) berturut-turut

0.84, dan 0.94 adalah mendekati 1 sehingga menunjukkan nilai yang baik. Dan adanya hubungan diameter terhadap biomassa tegakan coklat (kakao).



Allometrik Ketterings (2001) Kebun 1



Allometrik Ketterings (2001) Kebun 2

Gambar 3. Hubungan diameter dan berat kering rumus allometrik di Kebun 1 dan 2

Pernyataan tersebut didukung dengan skripsi hasil penelitian dimana nilai koefisien determinasinya adalah 0,91 rumus (Ketterings, 2001) dan 0,95 (rumus Arifin, 2011) maka

analisis signifikan yaitu adanya pengaruh terhadap biomassa dengan bertambahnya diameter (Najih, 2020).

Perbedaan Karakteristik Fisik Varietas Kakao (*Theobroma cacao*, L)

Berikut adalah perbedaan karakteristik fisik dari ketiga varietas kakao meliputi kakao varietas *criollo*, *forastero*, dan *trinitario* dapat dijelaskan pada **Tabel 4** di bawah ini :

NO	Karakter Buah	<i>Criollo</i>	<i>Forastero</i>	<i>Trinitario</i>
1	Fisik Kulit	 (Dok. Pribadi, 2020)	 (Dok. Pribadi, 2020)	 (Dok. Pribadi, 2020)
2	Tekstur Kulit	Kasar, alur jelas (<i>Karmawati et al, 2010</i>)	Rata dan Licin (Susanto, 1994)	Gabungan dari <i>Criollo</i> dan <i>Forastero</i> (Susanto, 1994)

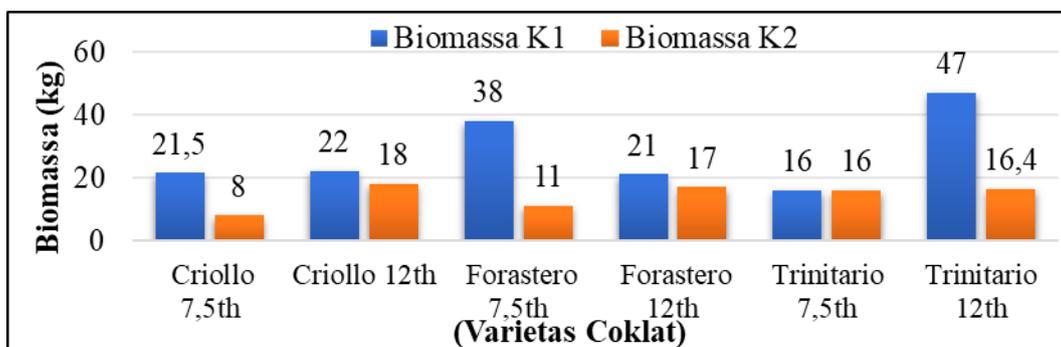
NO	Karakter Buah	<i>Criollo</i>	<i>Forastero</i>	<i>Trinitario</i>
3	Warna	Buah berwarna hijau atau merah, jika masak berubah warna kuning, merah, orange (Susanto, 1994)	Buah Berwarna hijau atau merah, jika masak berubah warna kuning, orange (Susanto, 1994)	Buah Berwarna keputihan, merah, hijau, dan ungu jika masak berubah warna kuning, merah, orange (Susanto, 1994)
4	Biji	 <p>Indonesian Coffee and Cocoa Research (ICCRI)</p> <p>Biji bulat, endosperm warna putih, Jumlah biji 30-40 (Susanto, 1994)</p>	 <p>Indonesian Coffee and Cocoa Research (ICCRI)</p> <p>Biji lebih kecil dan pipih, endosperm berwarna ungu tua, jumlah biji 30-60 (Susanto, 1994)</p>	 <p>Indonesian Coffee and Cocoa Research (ICCRI)</p> <p>Bijinya berbentuk bulat dengan endosperm ungu (Wessel & Toxopeus, 2000)</p>

Gambar 4. Deskripsi Karakter Buah Varietas Coklat (*Theobroma cacao* L) di Desa Sumberrejo, Kecamatan Pagak, Kabupaten Malang

Estimasi Biomassa, Karbon Tersimpan, dan Serapan Karbon

Berikut adalah hasil diagram rata-rata kebun 1 dan 2 berdasarkan pendekatan

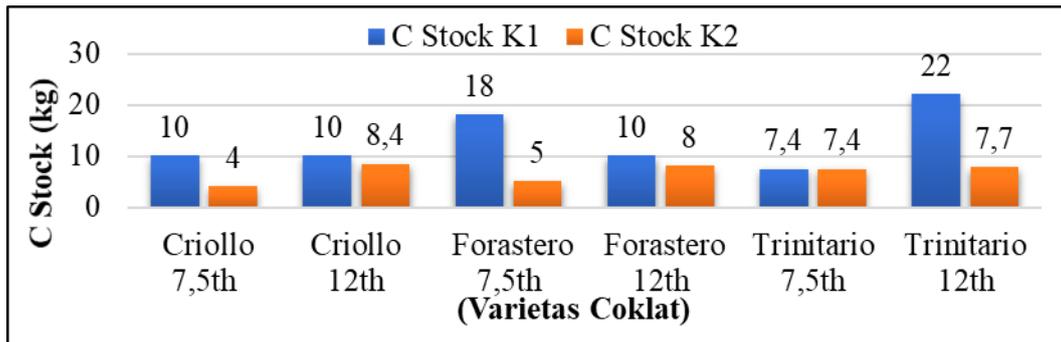
perhitungan rumus allometrik Ketterings (2001) digunakan rumus ini karena sesuai dengan karakteristik pohon coklat/kakao.



Gambar 5. Rata-rata biomassa pada Kebun 1 (K1) dan Kebun 2 (K2) dengan perhitungan rumus allometrik Ketterings (2001)

Berdasarkan interpretasi **Gambar 5**. Dapat dilihat dengan perhitungan allometrik Ketterings pada kebun 1 (K1) biomassa coklat varietas *criollo*, *forastero*, dan *trinitario* usia 7.5 tahun dan 12 tahun berturut-turut adalah 43.5 kg, 59 kg dan 63 kg. Sedangkan pada kebun 2 (K2) biomassa coklat varietas *criollo*,

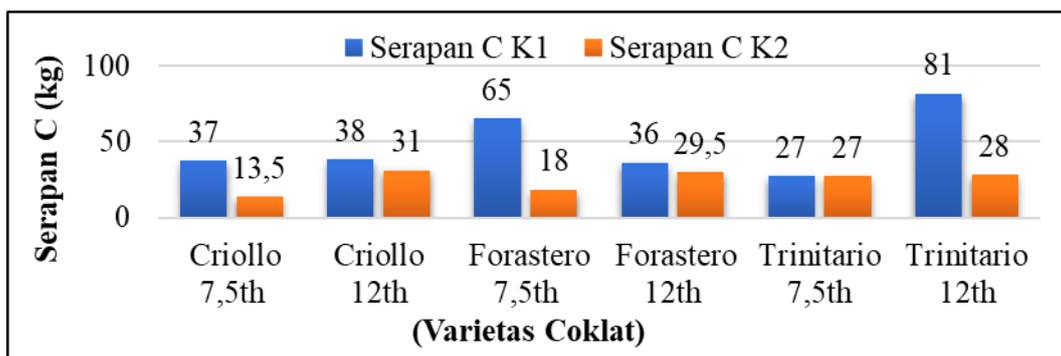
forastero, dan *trinitario* usia 7.5 tahun dan 12 tahun berturut-turut adalah adalah 26 kg, 28 kg, dan 32 kg. perbedaan biomassa pada kebun 1 (K1) dan Kebun (2) dikarenakan penauang pada Kebun 1 lebih banyak sehingga biomassa tanaman coklat per varietasnya lebih besar dari pada Kebun 2 yang lebih sedikit adanya pohon penauang sehingga biomassa juga lebih sedikit.



Gambar 6. Rata-rata karbon tersimpan pada Kebun 1 (K1) dan Kebun 2 (K2) dengan perhitungan rumus allometrik Ketterings (2001)

Berdasarkan interpretasi **Gambar 6**. Dapat dilihat dengan perhitungan allometrik Ketterings pada kebun 1 (K1) karbon tersimpan coklat varietas *criollo*, *forastero*, dan *trinitario* usia 7.5 tahun dan 12 tahun berturut-turut adalah 20 kg, 28 kg, dan 29.4 kg. Sedangkan

pada kebun 2 (K2) karbon tersimpan coklat varietas *criollo*, *forastero*, dan *trinitario* usia 7.5 tahun dan 12 tahun berturut-turut adalah 13.4 kg, 13 kg, dan 15 kg.



Gambar 7. Rata-rata serapan CO₂ pada Kebun 1 (K1) dan Kebun 2 (K2) dengan perhitungan rumus allometrik Ketterings (2001)

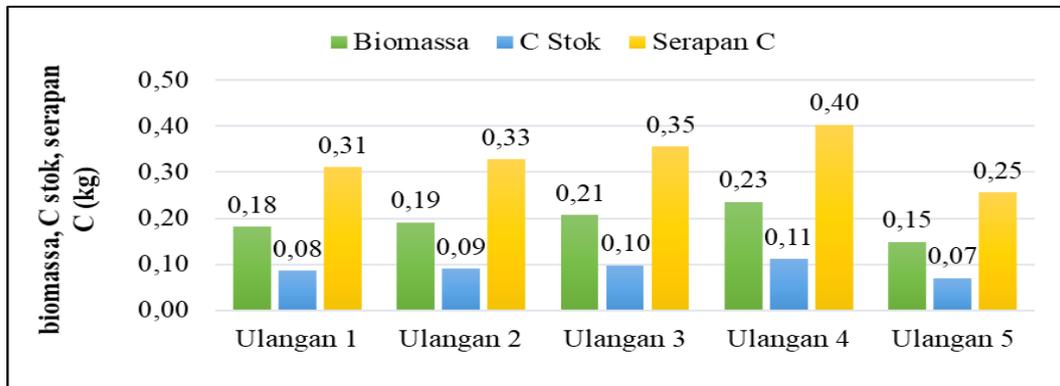
Berdasarkan interpretasi **Gambar 7**. Dapat dilihat dengan perhitungan allometrik Ketterings pada kebun 1 (K1) serapan karbon coklat varietas *criollo*, *forastero*, dan *trinitario* usia 7.5 tahun dan 12 tahun berturut-turut adalah 75 kg, 101 kg, dan 108 kg. Kemudian pada kebun 2 (K2) serapan karbon coklat

varietas *criollo*, *forastero*, dan *trinitario* usia 7.5 tahun dan 12 tahun berturut-turut adalah 49 kg, 48 kg, dan 55 kg.

Kemudian berikutnya pada **Gambar 8**. adalah hasil biomassa serasah pada kebun 2 saja, karena pada kebun 1 kehadiran serasah dibuatkan lubang drainase (rorak) untuk

mempercepat penyusutan air hujan yang menggenang di atas permukaan tanah sehingga tidak diambil observasi. Selain itu kehadiran serasah secara alami berfungsi juga sebagai pengganti pupuk sehingga baik untuk kesuburan tanah di lahan tersebut. Dan hasil rata-rata

biomassa serasah adalah 0,2 kg/m² data tersebut didapat dari ulangan yang dilakukan pada tempat yang sama dengan selang waktu yang berbeda artinya setelah diambil sampel ulangan 1 seterusnya hingga didapat ulangan ke 5 sampel serasah.



Gambar 8. Perbedaan Biomassa, Simpanan Karbon, dan Serapannya Serasah

Berikut adalah jenis-jenis penabung pada kebun 1 dan kebun 2 di lokasi pengamatan pada Tabel 2. Terdapat 30 macam spesies dan 7 spesies berada pada kedua kebun yaitu *Geissospermum*, *Paraserianthes falcataria*, *Artocarpus heteriphyllus*, *Tectona grandis*, *Sallaca zallaca*, *Cocos nucifera*, dan *Musa paradisiaca*. Bila disimpulkan adalah jenis pohon yang bermanfaat untuk kebutuhan kehidupan sehari-hari. Selain itu penabung sebagai penunjang dalam menjaga

keseimbangan proses asimilasi secara efisien dalam fiksasi karbon dan menghasilkan oksigen (Erwiyono, 2007).

Hasil Nilai Pengamatan Lahan Kebun Campuran 1 dan 2 Segi Faktor Abiotik

Tabel 3 berikut menunjukkan hasil observasi di Desa Sumberrejo, Pagak, Malang untuk mengetahui kesesuaian dengan lingkungan pohon coklat (kakao)

Tabel 3. Penilaian Lahan Kebun Campuran Coklat (*Theobroma cacao* L.) dari Aspek Faktor Abiotik

NO	Faktor Abiotik	Kebun 1	Kebun 2	RATA-RATA	Sumber	Kriteria Ideal
1	pH	7,2	6,4	6,4 - 7,2	Data Primer	5 - 7,5
2	Kelembapan tanah	60,7	70,0	61 - 70	Data Primer	80 - 90%
3	Intensitas Cahaya (Lux)	766,7	1008,0	766 - 1008	Data Primer	70%
4	Altitude (mdpl)	344	348,0	344 - 348	Data Primer	0 - 600
5	Suhu Udara (°C)	28	29,0	28 - 29	Data Primer	30 - 32°
6	Kecepatan Angin (km/jam)	1,3	0,6	0,3 - 1,6	Data Primer	14,4
7	Curah Hujan (mm)	200	400,0	200 - 400	BMKG	< 2000

Dari tabel diatas dapat diketahui hasil pengamatan dan pengukuran faktor abiotik yang baik disesuaikan dengan data sekunder melalui studi literatur dengan jurnal yang relevan. Menurut hasil referensi (Ditjenbun, 2011) pH yang baik berkisar 5,0 – 6,0 dan 7,0 – 7,5, sedangkan pH yang didapat saat penelitian yaitu berkisar 6,4 – 7,2 artinya sudah sesuai. Kemudian Kelembapan tanah (*Mouisture*) pada jurnal penelitian Nanang dkk, 2018 (Sutomo *et al*, 2018) menunjukkan kelembapan optimal adalah berkisar antara 80 – 90% sedangkan saat observasi data lapangan kelembapan tanah menunjukkan 60 – 70% yang artinya secara ekofisiologisnya masih sesuai dan aman dengan lingkungannya.

Kemudian faktor abiotik Altitude dari hasil referensi Ditjenbun, 2011 (Ditjenbun, 2011), kakao dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 0-600 m dpl. Pada hasil observasi data lapangan di tempat penelitian menunjukkan nilai berkisar 344 – 348 m dpl, sehingga hasil ini sesuai.

Selanjutnya yaitu, Suhu yang baik untuk tanaman kakao, untuk suhu maksimum adalah 30 - 32°C menurut (Wessel & Toxopeus, 2000) pada hasil observasi data lapangan menunjukkan nilai sebesar 28 - 29°C. Yang artinya kakao dapat hidup serta tumbuh dengan baik. Kemudian Kecepatan Angin menurut Ditjenbun, 2011 (Ditjenbun, 2011) kecepatan angin maksimum adalah 14,4 km/jam sedangkan hasil data yang ditunjukkan saat observasi data lapangan menunjukkan kecepatan angin berkisar 0,6 -1,3 km/jam sehingga belum melewati batas maksimum sehingga dikatakan sudah sesuai. Faktor abiotik dari segi intensitas cahaya (Lux) menurut jurnal (Sutomo dkk, 2018) mengenai topik budidaya tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) intensitas cahaya matahari diatur dengan adanya pohon pelindung (penaung). Dan intensitas cahaya ini akan mengatur perbungaan kakao juga sedangkan hasil observasi data lapangan intensitas cahayanya juga dipengaruhi oleh pohon pelindung atau naungan di sekitar tegakan pohon coklat karena laju fotosintesis pohon coklat rendah sehingga dari sini pohon kakao membutuhkan naungan 80%. Literatur

melalui jurnal berjudul “Pengaruh Lingkungan Terhadap Produksi dan Mutu Kakao” yang mana data bersumber dari Ditjenbun, 2011 (Ditjenbun, 2011) curah hujan tahunan yang dianjurkan 1500-2000 mm sedangkan data saat observasi adalah 200 – 400 mm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil observasi terdapat 3 varietas coklat yaitu *criollo*, *forastero*, dan *trinitario*, simpanan karbon tertinggi adalah pada varietas coklat *trinitario* 44.4 kg/tegakan, coklat *forastero* sebesar 41 kg/tegakan, dan coklat *criollo* sebesar 33.4 kg/tegakan berdasarkan pendekatan fisik dan variasi umur pada varietas tersebut, serta rata-rata biomassa serasah 0,02 kg/m². Kemudian faktor abiotik meliputi pH 6.4 – 7.2, kelembapan tanah 60 – 70%, suhu udara 28 – 29°C, intensitas cahaya 766 – 1008 lux, kecepatan angin 0.3 – 1.6 km/jam, altitude 344 – 348 m dpl, dan curah hujan 200 – 400 mm. Saran untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan perhitungan biomassa permukaan bawah agar dapat menggambarkan biomassa permukaan bawah pada masing-masing kebun.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada pemilik lahan atau kebun yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di lahannya sampai penulis menyelesaikan penelitian. Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim reviewer serta editor dari Universitas Udayana, dan Universitas Islam Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin Y. L., M. Muryono, H. Purnobasuki, 2012. *Estimasi Stok Karbon Pada Tegakan Pohon Rhizophora Stylosa Di Pantai Talang Iring, Pamekasan Madura*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Arifin, J. 2001. *Estimasi Cadangan C pada berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kecamatan Ngantang, UNIBRAW : Malang*

- Badan Standarisasi Nasional (BSN) : Standar Nasional Indonesia (SNI) 7724:2011, *Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon - Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (ground based forest carbon accounting)*.
- Brown, 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest, A Primer*, FAO, USA, FAO Forestry Paper. Direktorat Jenderal Perkebunan. 2011. *Pedoman Teknis Praktek Budidaya Kakao yang Baik..* Direktorat Jenderal Perkebunan : Jakarta.
- Erniati, F.R. Zakaria & B.P. Priyosoeryanto. 2012. *Efek Konsumen Minuman Bubuk Kakao (Theobroma cacao L.) Bebas Lemak Terhadap Sifat Antioksidatif Limfosit Subyek Perempuan*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 28(1): 81-85.
- Erwiyono, R. 2007. *Penetapan Penyebab Kerusakan Pertanaman Kakao Akibat Musim Kemarau*, 23 (3), 131-141. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Fithria. (2011). *Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Pada Berbagai Sistem Penutupan Lahan di Sub-Sub DAS Amandit. Estimasi Karbon Tersimpan Pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan Di Sub-Sub DAS Amandit*. Word Agroforestry Centre : Kalimantan Selatan.
- Hairiah K., S. Rahayu. 2010. *Mitigasi Perubahan Iklim Agroforestri Kopi Untuk Mempertahankan Cadangan Kopi Lansekap*. Prosiding Simposium Kopi.
- Daftar Berat Jenis dari Pohon. <https://worldagroforestry.org/>. diakses pada Desember 2020 pukul 20.00.
- Karmawati E., Z. Mahmud, M. Syakir, S. J. Munarso, I. K. Ardana & Rubiyo, 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan : Bogor.
- Ketterings Q. M., R. Coe, van M. Noordwijk, & C. Palm. A. 2001. *Reducing Uncertainty in The Use of Allometric Biomass Equations for Predicting Above-Ground Tree Biomass in Mixed Secondary Forest*, 146 (1-3), 199-209. Forest Ecology and Management.
- Hairiah K., S. Rahayu. 2007. *Petunjuk Praktis Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan*. BOGOR. World agroforestry center – ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia.
- Kristiyanti N. N. E., I. K. Ginantra, I. A. Astarini. 2021. *Komposisi, Struktur Vegetasi serta Potensi Serapan Karbon Hutan Mangrove di Kawasan Taman Hutan Raya Ngurah Rai Denpasar*. Metamorfosa : Journal of Biological Sciences 8 (1) : 1-17. Udayana Bali.
- Najih, R. R. 2020. *Estimasi Cadangan Karbon Pada Tegakan Kopi di Lahan Agroforestri Desa Pandansari, Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang*. Vol 3 (2). Hal 23-30. Jurnal Sains Alami (Known Nature). Malang.
- Nanang S., B. Wicaksono, A. Mahrus. 2018. *Budidaya Tanaman Kakao (Theobroma cacao L.)*. Fakultas Pertanian UNMER : Surabaya
- Remina D., Chairul, Nurainas 2019. *Analisis Vegetasi dan Pendugaan Cadangan Karbon Tersimpan di Hutan Lindung Adat Ghimbo Bonca Lida Kampar Riau*.

- Jurnal Metamorfosa 6 (1) : 19-24.
Udayana Bali.
- Shvili, J. 2020. *The Topo Cocoa-Producing Countries*. WorldAtlas: 100-7405
Transcanadienne St. Laurent, Quebec,
h4t 1Z2
- Simon H., 2007. *Metode Inventore Hutan*.
Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Alfabeta :
Bandung.
- Susanto, F. X. 1994. *Tanaman Kakao :
Budidaya dan Pengolahan Hasil Kakao*.
Kanisius : Yogyakarta.
- Sutaryo, D. 2009. *Perhitungan Biomassa*.
Wetlands International Indonesia
Programme: Bogor. 39 hlm.
- Triwanto, J., 2011. *Model Pengembangan
Agroforestry pada Lahan Marginal
dalam Upaya Peningkatan Pendapatan
Masyarakat Sekitar Hutan*. Humanity,
7(1).
- Wessel, M., & H. Toxopeus. 2000. *Theobroma
cacao L*. In : van der Vossen, H.A.M., &
M. Wessel. (eds). *Plant Resources of
South-East Asia No. 16: Stimulants*. The
Netherlands: Backhuys Publisher. p.
113-121.
- Yastori., Chairul, Syamsuardi, Mansyurdin, T.
Maideliza. 2016. *Keanekaragaman
Jenis Tumbuhan dan Pendugaan
Cadangan Karbon di atas Permukaan
Tanah di Kawasan Hutan Bukit Barisan
Bagian Barat Kota Padang*. Jurnal
Metamorfosa III (2) : 65-73. Udayana
Bali.