

SKRIPSI

**POTENSI SIMPANAN KARBON PADA KAWASAN HUTAN ALAM DI
DESA COPPO KABUPATEN BARRU**

Disusun dan diajukan oleh:

EKHO PRASETIO

M011 18 1317



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**POTENSI SIMPANAN KARBON PADA KAWASAN HUTAN ALAM DI
DESA COPPO KABUPATEN BARRU**

EKHO PRASETIO

M011 18 1317



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**POTENSI SIMPANAN KARBON PADA KAWASAN HUTAN ALAM DI
DESA COPPO KABUPATEN BARRU**

EKHO PRASETIO

M011 18 1317

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk Mencapai Gelar Sarjana

Program Studi Kehutanan

Pada

PROGRAM STUDI KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

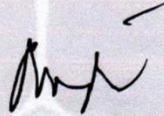
HALAMAN PENGESAHAN
POTENSI SIMPANAN KARBON PADA KAWASAN HUTAN ALAM DI
DESA COPPO KABUPATEN BARRU

EKHO PRASETIO
M011181317

Skripsi

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam
rangka penyelesaian Sarjana S-1 Kehutanan
pada 15 Oktober 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada
Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin
Makassar

Menyetujui
Pembimbing Utama



Dr. Ir. Syamsuddin Millang M.S
NIP. 196012311986011 1 075

Mengetahui

Ketua Program Studi Kehutanan



Dr. Ir. Siti Nuraeni, M.P
NIP. 19680410199512 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ekho Prasetio
Nim : M011181317
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

"Potensi Simpanan Karbon Pada Kawasan Hutan Alam di Desa Coppo Kabupaten Barru"

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, makasa saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 15 Oktober 2024

Yang menyatakan



Ekho Prasetio

ABSTRAK

Ekho Prasetyo (M011181317). **Potensi Simpanan Karbon Pada Kawasan Hutan Alam di Desa Coppo Kabupaten Barru.** (dibawah bimbingan Syamsuddin Millang)

Pemerintah Indonesia berkomitmen untuk mengurangi emisi karbon dan emisi gas-gas rumah kaca melalui skema kehutanan dan penggunaan lahan lainnya dimana karbon organik sebagai hasil fotosintesis akan disimpan dalam bentuk biomassa hutan pada pohon dan di lantai hutan (serasah dan tanah hutan). Upaya yang dapat dilakukan untuk mendukung program tersebut adalah dengan mengetahui potensi penyimpanan karbon di suatu kawasan hutan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung potensi simpanan karbon serta serapan CO² pada kawasan Hutan Alam di Desa Coppo Kabupaten Barru. Metode penelitian dimulai dari penentuan pengambilan contoh dan pengambilan data lapangan. Data yang diperoleh dilakukan analisis biomassa, simpanan karbon dan serapan CO². Hasil penelitian menunjukkan rata-rata potensi simpanan karbon yaitu 128,35 ton/ha yang terdiri atas pohon 98,67 ton/ha, tiang 19,53 ton/ha, pancang 3,94 ton/ha, nekromassa 0,79 ton/ha, tumbuhan bawah 1,71 ton/ha, serasah 6,12 ton/ha dan karbon tanah 2,15 ton/ha. Total rata-rata serapan karbon adalah 418,74 ton/ha yang terdiri atas serapan karbon pohon 309,83 ton/ha, tiang 71,69 ton/ha, pancang 14,47 ton/ha, nekromassa 1,35 ton/ha, serasah 10,55 ton/ha, tumbuhan bawah 2,95 ton/ha dan serapan karbon tanah 7,89 ton/ha.

Kata kunci: Simpanan Karbon, Biomassa, Serapan Karbon, Hutan Alam.

ABSTRACT

Ekho Prasetyo (M011181317). **Carbon Storage Potential of Natural Forest Area in Coppo Village, Barru Regency.** (Under the guidance of Syamsuddin Millang)

The Indonesian government is committed to reducing carbon emissions and greenhouse gas emissions through forestry and other land use schemes where organic carbon as a result of photosynthesis will be stored in the form of forest biomass in trees and on the forest floor (litter and forest soil). Efforts can be made to support the program by knowing the carbon storage potential in a forest area. This study aims to calculate the carbon storage potential and CO₂ sequestration in the Natural Forest area in Coppo Village, Barru Regency. The research method starts from determining sampling and field data collection. The data obtained were analyzed for biomass, carbon storage and CO₂ uptake. The results showed that the average carbon storage potential was 128.35 tons/ha consisting of trees 98.67 tons/ha, poles 19.53 tons/ha, saplings 3.94 tons/ha, necromass 0.79 tons/ha, understory 1.71 tons/ha, litter 6.12 tons/ha and soil carbon 2.15 tons/ha. The total average carbon uptake was 418.74 tons/ha consisting of tree carbon uptake 309.83 tons/ha, pole 71.69 tons/ha, sapling 14.47 tons/ha, necromass 1.35 tons/ha, litter 10.55 tons/ha, understory 2.95 tons/ha and soil carbon uptake 7.89 tons/ha.

Keywords: Carbon Storage, Biomass, Carbon Uptake, Natural Forest.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “ Potensi Simpanan Karbon Pada Kawasan Hutan Alam di Desa Coppo Kabupaten Barru ” Penyusunan skripsi ini dilakukan dengan maksud untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian tingkat sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Shalawat dan salam kepada Rasulullah Muhammad Shalallahu 'Alaihi Wasallam yang telah menjadi suri tauladan terbaik bagi penulis.

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua penulis, Bapak **Jamaluddin** dan Ibu **Hasrah** yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan doa selama melakukan penulisan skripsi. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan dibangku perkuliahan, namun mereka mampu mengantarkan penulis hingga ke titik ini. Serta Adik **Nisa Aulya** dan **Kiki Amalya** yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama penulis menjalani perkuliahan. Skripsi ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa ridha dari kedua orang tua dan keluarga penulis serta telah memberikan segala kebutuhan dan memberikan tempat ternyaman sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini. Peneliti menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, doa, bantuan, bimbingan, dan semangat yang diberikan dari berbagai pihak baik berupa moril maupun materi. Untuk itu, dalam kesempatan ini peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. **Dr. Ir. Syamsuddin Millang, M.S** selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus Kepala Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon atas segala bimbingan, arahan dan masukan yang selalu diberikan kepada penulis. Terima kasih atas segala pembelajaran dan motivasi yang diberikan baik saat perkuliahan maupun selama bimbingan. Rasa hormat dan bangga bisa berkesempatan menjadi mahasiswa bimbingan Bapak.
2. **Ir. Mukrimin, S.Hut., Ph.D., IPU**, selaku Dosen penguji terima kasih atas segala saran, arahan dan masukan yang sangat berharga bagi penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. **Dr. Ir. A. Sadapotto M.P**, selaku dosen penguji sekaligus Pembimbing Akademik (PA) penulis atas ilmu, motivasi dan arahan yang bapak berikan selama peneliti menjalani perkuliahan.
4. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu pengetahuan, mendidik dan membimbing penulis selama perkuliahan. Rasa hormat dan bangga, penulis bisa berkesempatan diajarkan dan dibimbing oleh Bapak dan Ibu dosen.
5. Seluruh staf tata usaha Prodi, Fakultas, dan Perpustakaan Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin khususnya Ibu **Budi**, Ibu **Ina**, **Nurdillah**, Pak **Yosep** yang telah membantu dan memudahkan segala urusan administrasi penulis selama berkuliah di Fakultas Unhas.

6. Tim penelitian kolaborasi fakultas Unhas dan BRIN terkhusus pendamping tim Barru Bapak **Dr. Ir. Syamsuddin Millang, M.S**, Ibu **Budi Arty S. Hut, M. Si**, Kak **Resty Ura**, **S. Hut. M. Hut**, dan **Ferdi. S. Hut**, terima kasih telah membimbing dan memberi arahan, motivasi dan membantu saat dilapangan. Tak lupa teman-teman peneliti **Susi Rahmadani** dan **Rika Sabbi Jafar** terima kasih atas kekompakannya saat di lapangan sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar.
7. **Firmansyah, Nurmilasari, Sekar Dian Rahmani** dan **Sunirma** selaku sahabat-sahabat saya terima kasih telah ada dikala senang maupun susah, suatu kebanggaan telah menjadi salah satu inspirasi penulis untuk selalu berjuang. Kelak kita semua menjadi pribadi yang bermanfaat.
8. **SOLUM 18, KKN AWOTA**, dan **Silvikultur** teman seperjuangan terimakasih atas segala dukungan selama proses perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu baik bersifat moril maupun materil kepada penulis selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.

Makassar, 15 Oktober 2024

Ekho Prasetyo

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Landasan Teori.....	3
1.2.1. Vegetasi Hutan	3
1.2.2. Karbon dan Siklus Karbon	4
1.2.3. Biomassa	5
1.2.4. Karbon Tersimpan	6
BAB II. METODE PENELITIAN	8
2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	8
2.2. Alat dan Bahan	9
2.2.1. Alat	9
2.2.2. Bahan	9
2.3. Prosedur penelitian.....	10
2.3.1. Pengambilan Data Pohon	11
2.3.2. Pengambilan Data Nekromassa	11
2.3.3. Pengambilan Sampel Tumbuhan Bawah.....	11
2.3.4. Pengambilan Sampel Serasah	11
2.3.5. Pengambilan Sampel Karbon Tanah	12
2.3.6. Pengambilan Sampel Berat Jenis Tanah.....	12
2.4. Analisis data	13
2.4.1. Perhitungan luas bidang dasar pohon	13

2.4.2.	Perhitungan Kerapatan Tegakan	13
2.4.3.	Perhitungan Biomassa Pohon	13
2.4.4.	Perhitungan Karbon Pohon.....	13
2.4.5.	Perhitungan Kandungan Karbon Per Hektar.....	14
2.4.6.	Perhitungan Serapan CO ₂	14
2.4.7.	Perhitungan Nekromassa	15
2.4.8.	Perhitungan Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah	16
2.4.9.	Perhitungan Karbon Tumbuhan Bawah dan Serasah.....	16
2.4.10.	Perhitungan Karbon Organik Tanah	16
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN		17
3.1.	Sebaran Luas Bidang Dasar.....	17
3.2.	Biomassa dan Karbon pada Tingkat Pohon	19
3.3.	Biomassa dan Karbon Pada Tingkat Tiang	20
3.4.	Biomassa dan Karbon Pada Tingkat Pancang	20
3.5.	Biomassa dan Karbon Nekromassa	21
3.6.	Biomassa dan Karbon pada Serasah dan Tumbuhan Bawah	22
3.7.	Kandungan Karbon Tanah.....	24
3.8.	Simpanan Karbon dan Serapan KarbonTotal	25
BAB IV. KESIMPULAN.....		28
4.1.	Kesimpulan.....	28
DAFTAR PUSTAKA		29
LAMPIRAN		36

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sebaran Luas Bidang Dasar Pada Tingkat Pohon.....	17
Tabel 2. Sebaran Luas Bidang Dasar Pada Tingkat Tiang	17
Tabel 3. Sebaran Luas Bidang Dasar Pada Tingkat Pancang	17
Tabel 4. Nilai Biomassa, Karbon dan Serapan Karbon pada Tingkat Pohon.....	19
Tabel 5. Nilai Biomassa, Karbon dan Serapan Karbon pada Tingkat Tiang	20
Tabel 6. Nilai Biomassa, Karbon dan Serapan Karbon pada Tingkat Tiang	20
Tabel 7. Nilai Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Nekromassa	21
Tabel 8. Nilai biomassa, Karbon dan serapan Serapan CO ₂ Serasah.....	22
Tabel 9. Nilai biomassa, Karbon dan serapan Serapan CO ₂ Tumbuhan Bawah	22
Tabel 10. Kandungan Karbon Tanah.	24
Tabel 11. Total Biomassa dan Karbon pada masing-masing tingkatan	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian	8
Gambar 2. Desain Plot Pengambilan Data dan Sampel	10
Gambar 3. Tingkat keutuhan pohon mati.....	15
Gambar 4. Sebaran Vegetasi Berdasarkan Tingkat Pertumbuhan	18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Pohon Jalur 1	36
Lampiran 2. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Pohon Jalur 2	45
Lampiran 3. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Pohon Jalur 3	55
Lampiran 4. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Tiang Jalur 1	61
Lampiran 5. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Tiang Jalur 2	68
Lampiran 6. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Tiang Jalur 3	75
Lampiran 7. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Pancang Jalur 1	81
Lampiran 8. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Pancang Jalur 2	88
Lampiran 9. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Pancang Jalur 3	94
Lampiran 10. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Serasah Jalur 1	100
Lampiran 11. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Serasah Jalur 2	100
Lampiran 12. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Serasah Jalur 3	101
Lampiran 13. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Tumbuhan Bawah Jalur 1	101
Lampiran 14. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Tumbuhan Bawah Jalur 2	102
Lampiran 15. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Tumbuhan Bawah Jalur 3	103
Lampiran 16. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Nekromassa Jalur 1	104
Lampiran 17. Hasil perhitungan Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Nekromassa Jalur 2	105
Lampiran 18. Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Nekromassa Jalur 3	107
Lampiran 19. Hasil perhitungan Berat Jenis Tanah Masing-Masing Jalur	109
Lampiran 20. Hasil perhitungan C (%) Masing-Masing Jalur	110
Lampiran 21. Hasil perhitungan Karbon Tanah Jalur 1	112
Lampiran 22. Hasil perhitungan Karbon Tanah Jalur 2	113
Lampiran 23. Hasil perhitungan Karbon Tanah Jalur 3	114
Lampiran 24. Dokumentasi	116

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perubahan iklim global merupakan tantangan terbesar yang dihadapi manusia saat ini, dan salah satu penyebab utamanya adalah peningkatan emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO₂). Emisi CO₂ terus mengalami peningkatan tiap tahunnya. Total emisi CO₂ di Indonesia pada tahun 2014 mencapai angka yang sangat besar yaitu 498,97 juta ton. Angka ini terus meningkat secara signifikan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2019 emisi CO₂ di Indonesia mencapai 660,59 juta ton (KIC, 2022). Emisi CO₂ sebagian besar diakibatkan oleh pembukaan lahan, kebakaran hutan, degradasi hutan, dan berbagai macam aktivitas manusia dari pembakaran bahan bakar fosil yang semuanya merupakan sumber utama pelepasan karbon ke atmosfer (Panda & Maity, 2021).

Meningkatnya kandungan CO₂ di udara menyebabkan kenaikan suhu bumi. Ketika sinar matahari mencapai permukaan bumi, sebagian besar energinya diserap oleh permukaan bumi, sementara sebagian lainnya dipantulkan kembali ke atmosfer sebagai sinar inframerah. Gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂) di atmosfer menyerap sinar inframerah ini, menjebakannya dalam atmosfer, dan memancarkannya kembali ke permukaan bumi. Proses ini menghambat hilangnya panas dari bumi ke luar angkasa, menyebabkan suhu global meningkat. Dengan semakin banyaknya CO₂ di atmosfer, lebih banyak panas yang terperangkap, yang mempercepat pemanasan global dan mengganggu keseimbangan iklim bumi (Pratama, 2019). Adanya peningkatan emisi CO₂ tentunya menyebabkan resiko peningkatan permukaan laut, perubahan iklim yang ekstrim hingga mengancam populasi flora dan fauna (Zuhrufiyah & Anggraeni, 2019).

Salah satu upaya untuk mengurangi dampak tersebut adalah dengan mengendalikannya konsentrasi karbon melalui pengembangan sink program. Dimana karbon organik sebagai hasil fotosintesis akan disimpan dalam bentuk biomassa hutan pada pohon dan dilantai hutan (serasah dan tanah hutan). Melalui proses fotosintesis, pohon-pohon di hutan menyerap CO₂ dari udara dan mengubahnya dalam bentuk karbon organik. Pohon secara aktif menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer dan menyimpannya dalam bentuk biomassa (Permata *at al.*, 2022).

Secara alami, pelepasan karbon di hutan atau disebut emisi terjadi melalui berbagai mekanisme seperti respirasi makhluk hidup, dekomposisi bahan organik serta pembakaran biomassa. Karbon dioksida (CO₂) memiliki peranan penting dalam peningkatan gas rumah kaca. Rosot karbon dioksida berhubungan erat dengan biomassa tegakan. Pohon melalui proses fotosintesis menyerap CO₂ dan mengubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) dan menyimpannya dalam biomassa pohon seperti akar, batang dan daun (Karim, *at al.*, 2019). Karbon yang tersimpan dalam pohon berbanding lurus dengan kenaikan biomassa pohon yaitu dengan bertambahnya tinggi, diameter dan umur pohon, serta mencapai kondisi stabil ketika umur pohon mencapai masak tebang. Volume serapan karbon berjalan lambat pada tahap semai menjadi sapihan. Sedangkan proses penyerapan karbon secara cepat terjadi pada fase sapihan ke fase tiang dan

pohon, karena pohon mengalami peningkatan pertambahan volume batang dan tajuk yang sangat cepat (Uthbah *at al.*, 2017).

Hutan sebagai penunjang kehidupan memiliki peranan yang sangat vital khususnya sebagai *Carbon Storage*. Simpanan karbon merupakan kandungan karbon absolut dalam biomassa yang diperoleh tumbuhan dengan menyerap dan mengubah CO₂ menjadi karbon organik (Safitri, *at al.*, 2023). Hutan alam menjadi tempat penyerapan karbon yang ideal karena memiliki struktur vegetasi yang kompleks dan beragam, termasuk pohon-pohon besar yang mampu menyimpan karbon dalam jumlah besar. Keanekaragaman hayati yang tinggi di hutan alam meningkatkan efisiensi serapan karbon karena berbagai jenis tanaman menyerap CO₂ dengan cara yang berbeda dan pada tingkat yang berbeda pula. Pohon besar dengan umur panjang dapat menyimpan karbon selama ratusan tahun, sementara lapisan bawah hutan, seperti serasah dan tanah, juga menyimpan karbon dalam bentuk bahan organik mati yang terdekomposisi secara lambat (Manese, 2023). Cadangan karbon pada pohon digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan pemeliharaan dan keberlanjutan hidup pohon. Pohon tidak hanya berfungsi sebagai penyimpan karbon, tetapi juga sebagai produsen oksigen, yang mendukung keseimbangan ekosistem dan kelangsungan makhluk hidup. (Deswarman, 2024).

Dalam rangka pengembangan program ini diperlukan informasi kandungan karbon yang tersimpan dalam biomassa hutan khususnya pada Kawasan Hutan Alam di Desa Coppo Kabupaten Barru yang masih terbatas. Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui Potensi Simpanan karbon dan Serapan CO₂ pada kawasan Hutan Alam. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kontribusi simpanan karbon pada kawasan hutan alam yang ada di Desa Coppo Kabupaten Barru, sehingga dapat mendukung Indonesia dalam perdagangan karbon dan upaya menekan perubahan iklim global melalui peningkatan fiksasi karbon dalam biomassa hutan.

1.2. Landasan Teori

1.2.1. Vegetasi Hutan

Hutan merupakan suatu kesatuan ekosistem dengan berbagai komponen sumber daya alam hayati beserta alam lingkungannya yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Sebagai fungsi ekosistem, hutan sangat berperan, dalam berbagai hal seperti penyedia sumber air, penghasil oksigen, tempat hidup berbagai flora dan fauna, dan peran penyeimbang lingkungan serta mencegah timbulnya pemanasan global (Herianto, 2017). Pohon merupakan komponen biotik penyusun vegetasi yang memiliki manfaat yang sangat luas. Pohon sebagai elemen utama hutan memiliki peran krusial dalam mempertahankan kesuburan tanah dengan memproduksi serasah, yang merupakan sumber nutrisi penting bagi vegetasi hutan (Hidayat, 2021).

Komunitas hutan memiliki sistem ekologis sifat dan hidupnya dinamis, komunitas hutan terbentuk dari beberapa tahapan dan secara berangsur-angsur yaitu melalui tahapan invasi dari tanaman yang kemudian diikuti dengan adaptasi, agregasi, persaingan dan penguasaan serta reaksi tempat tumbuhnya tanaman. Ada beberapa pohon-pohon yang ada di hutan yang mengalami tumbang dan mati akan membuat komunitas hutan yang tidak stabil dan mengalami perubahan. Pada setiap perubahan komunitas hutan yang terjadi, maka akan ada proses alami yang dapat mengembalikan komunitas pada keseimbangan (Putri, 2019).

Hutan mampu memfiksasi karbon dan menyimpannya di dalam vegetasi yang dikenal dengan rosot karbon (*carbon sink*). Vegetasi hutan mempunyai kemampuan untuk menyerap CO₂ melalui proses fotosintesis. Hasil fotosintesis tersebut umumnya disimpan dalam bentuk biomassa akar, batang, cabang, dan ranting yang menjadikan vegetasi hutan tumbuh semakin besar dan tinggi (Muhammad, *et al.*, 2016). Vegetasi hutan dengan kerapatan tinggi mampu menyerap lebih banyak CO₂ dibandingkan dengan vegetasi hutan dengan kerapatan rendah. Kegiatan penanaman pada lahan kosong atau merehabilitasi hutan yang rusak akan membantu menyerap CO₂ di atmosfer. Hutan sebagai penyerap CO₂ yang dikeluarkan dari aktivitas makhluk hidup mempunyai fungsi penting yaitu menjaga keseimbangan ekosistem (Pratama, *et al.*, 2016).

Hutan alam merupakan salah satu ekosistem yang kaya biodiversitas dan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologis serta menyediakan berbagai manfaat ekosistem, termasuk penyerapan karbon. Perubahan iklim global menjadi isu yang semakin mendesak untuk ditangani. Hutan alam memiliki potensi besar dalam menyerap karbon dioksida dari atmosfer, sehingga memainkan peran penting dalam mitigasi perubahan iklim. Biomassa karbon merupakan salah satu indikator penting dalam mengevaluasi kesehatan dan produktivitas hutan. Estimasi biomassa karbon dapat membantu dalam menentukan seberapa efektif suatu hutan dalam menyerap karbon dan memperlambat laju perubahan iklim (Pebriandi *et al.*, 2024).

Peran hutan dalam penurunan emisi karbon sangat penting dan ditekankan sebagai salah satu solusi untuk mengurangi emisi karbon dan mengatasi perubahan iklim. Hutan tropis memiliki potensi besar sebagai

penyimpan karbon yang signifikan (Budiharto, *et al.*, 2022). Dengan akumulasi biomassa yang tinggi, hutan tropis dapat menyerap dan menyimpan karbon dari atmosfer dalam bentuk biomassa tumbuhan dan tanah, mengurangi jumlah karbon dioksida yang beredar di udara. Proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan dalam hutan membantu dalam menyerap karbon dioksida dari udara dan mengubahnya menjadi biomassa. Dengan demikian, hutan berperan sebagai "penyerap" karbon alami yang membantu mengurangi konsentrasi karbon di atmosfer (Poorter, *et al.* 2015).

1.2.2. Karbon dan Siklus Karbon

Karbon merupakan zat yang telah ada semenjak proses terbentuknya bumi. Karbon terdapat pada semua benda mati dan makhluk hidup. Karbon terdapat di udara dalam bentuk gas karbondioksida. Pada tumbuhan, karbon terdapat pada batang, daun, akar, buah, juga pada daun-daun kering yang telah berguguran. Sebagian karbon pada tumbuhan membentuk suatu zat yang disebut hidrat arang atau karbohidrat. Hidrat arang merupakan zat yang sangat dibutuhkan oleh manusia maupun hewan sebagai sumber tenaga dan pertumbuhan. Karbon dari tumbuhan berpindah ke tubuh manusia dan hewan ketika mereka memakannya. Maka karbon pun menyebar ke seluruh bagian tubuh menjadi bagian-bagian dari tulang, kuku, daging dan kulit (Suprianto & Solihat, 2012).

Dinamika karbon di alam dapat dijelaskan secara sederhana dengan siklus karbon. Siklus karbon adalah siklus biogeokimia yang mencakup pertukaran atau perpindahan karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfer bumi. Siklus karbon sesungguhnya merupakan suatu proses yang rumit dan saling berkaitan satu sama lain (Firdaus, 2019). Hutan, tanah laut dan atmosfer semuanya menyimpan karbon yang berpindah secara dinamis diantara tempat-tempat penyimpanan tersebut sepanjang waktu. Tempat penyimpanan ini disebut dengan kantong karbon aktif (*active carbon pool*) (Rackley, 2017).

Secara alami, karbondioksida dihasilkan oleh aktivitas gunung meletus, uap bumi, mata air panas, atau uap air laut. Dari aktivitas ini, karbon yang tersimpan di dalam bumi tersembur dan bereaksi dengan oksigen sehingga membentuk karbondioksida. Dengan demikian, pelepasan karbon menjadi karbondioksida akan terus terjadi. Dan, karbondioksida yang telah terlepas akan diuraikan kembali menjadi karbon dan oksigen. Peristiwa ini terjadi terus-menerus, sehingga disebut siklus karbon (Suprianto & Solihat, 2012). Siklus karbon merupakan siklus biogeokimia yang mencakup pada reaksi kimia, biologi, fisika, geologi dan biologi dengan membentuk susunan lingkungan alam yaitu termasuk biosfer, hidrosfer, pedosfer, atmosfer, dan litosfer serta energi dan siklus zat yang membawa komponen alam dalam ruang dan waktu. (Prajapati, *et al* 2023).

Karbon merupakan salah satu bahan dasar untuk penyusun semua senyawa organik, melalui ekosistem pergerakannya beraturan dengan pergerakan energi yang dapat melewati zat kimia lain. Pada proses pembentukan karbon dioksida (CO₂) yaitu karena adanya suatu ikatan karbon (C) dengan oksigen (O) pada saat berlangsungnya proses fotosintesis. Dengan adanya

bantuan cahaya matahari sebagai penggerak daur C dan O sehingga CO₂ dan H₂O dapat diubah menjadi karbohidrat yang ada didalam tubuh tumbuhan hijau dengan melalui proses fotosintesis, dengan melalui proses rantai makanan karbohidrat kemudian akan ditransfer pada tumbuhan dan hewan. Terjadinya proses respirasi CO₂ yang ada di udara maupun di air di dalam tanah tumbuhan dan hewan yang mati menjadi decomposer dengan beberapa proses pembusukan dihasilkan kembali CO₂ yang akan di pakai kembali pada saat proses fotosintesis (Firdaus & Wijayanti, 2019).

Respirasi dan metabolisme karbon yang terkait melepaskan energi yang tersimpan di dalam senyawa karbon, atau molekul organik, secara terkontrol untuk digunakan oleh sel. Berbagai senyawa kimia dapat memulai proses respirasi. Substrat respirasi yang paling umum digunakan dalam sel tumbuhan terdiri dari sukrosa, heksosa fosfat dan triosa fosfat yang dihasilkan dari fotosintesis dan perombakan pati, fruktosa, gula-gula lainnya, lemak, terutama triasilgliserol, asam-asam organik, dan juga protein. Oksidasi molekul organik oleh oksigen dari udara menghasilkan karbondioksida dan air, yang dikenal sebagai respirasi sel tumbuhan (Nurdiana, 2022).

Fotosintesis adalah suatu proses yang berlangsung pada tanaman hijau. Bahan kimia proses fotosintesis yang dalam bentuk senyawa organik yang berawal dari molekul karbon dioksida dan air ini adalah berupa cahaya matahari. Pada kehidupan yang ada di bumi tergantung langsung dari adanya proses asimilasi karbon dioksida menjadi senyawa organik dengan bantuan energi cahaya matahari dengan melewati perantara klorofil/pigmen hijau (Nurdiana, 2022).

Tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer (CO₂) melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai habisnya karbon tersebut tersikluskan kembali ke atmosfer, karbon tersebut akan menempati salah satu dari sejumlah kantong karbon. Semua komponen penyusun vegetasi baik pohon, semak, liana dan epifit merupakan bagian dari biomassa atas permukaan. Di bawah permukaan tanah, akar tumbuhan juga merupakan penyimpan karbon selain tanah itu sendiri (Fitria, 2015). Tumbuhan memerlukan karbon dioksida, udara, dan unsur hara serta sinar matahari untuk bertahan hidup. Tumbuhan mengubah karbon dioksida dan udara dengan bantuan sinar matahari (sebagai sumber energi) menjadi karbohidrat dan oksigen (Yustiningsih, 2019).

1.2.3. Biomassa

Biomassa merupakan suatu zat yang secara umum dapat diperoleh secara langsung maupun tidak secara langsung dari tumbuhan yang kemudian dapat digunakan dalam jumlah besar untuk bahan bakar dan energi.. Biomassa berasal dari proses fotosintesis dengan menyerap karbondioksida dari udara kemudian disimpan dalam bentuk jaringan organ tanaman seperti batang, dahan, ranting, akar, daun. Dengan demikian, besaran biomassa tegakan dapat dijadikan dasar dalam menentukan jumlah karbondioksida yang diserap dan disimpan oleh tegakan/cadangan karbon (Drupadi, 2021).

Biomassa dapat dijadikan bahan bakar organik yang dibentuk dari bahan organik pada tumbuhan dengan bantuan sinar matahari selama proses fotosintesis. Secara umum bahan bakar dibagi menjadi bahan bakar arang dan bahan bakar padat yang mengandung unsur-unsur kimia yaitu seperti Karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), Nitrogen (N), Belerang (S), abu dan air yang terikat dalam satu senyawa, serta biomassa yang merupakan bahan bakar alternatif yang digunakan untuk sumber energi (Gunawan *et al.*, 2022).

Sumber zat biomassa diperoleh dari organisme hidup yaitu seperti tumbuhan misalnya pupuk, limbah, serbuk gergaji dan lain sebagainya, sumber energi biomassa yang terbarukan yaitu kaya akan karbon berbeda dengan sumber daya alam lain seperti minyak tanah, batu bara dan bahan bakar nuklir. Bahan bakar ialah suatu bahan yang apabila dipanaskan pada suhu tertentu mengalami oksidasi oleh oksigen (O₂) dan menyebabkan terjadinya proses pembakaran (Gunawan *et al.*, 2022).

Biomassa hutan merupakan hal yang rumit karena melibatkan banyak proses dan struktur yang berbeda, seperti produktivitas hutan, luas dan tinggi pohon, serta kepadatan kayu. Jumlah biomassa di hutan pada akhirnya ditentukan oleh keseimbangan antara pertumbuhan pohon dan pohon yang mati. Perubahan biomassa, yang sangat penting untuk memahami berapa banyak karbon yang disimpan di hutan, terjadi ketika pertumbuhan pohon tidak seimbang dengan pohon yang mati (Pan *et al.* 2013).

Jenis biomassa berbeda jika komposisi biomassa nya juga berbeda. Bahan utama komposisi biomassa ialah berupa protein, pati, selulosa, dan hemiselulosa. Pohon yang mengandung komposisi lignin, selulosa dan hemiselulosa tersebut biasanya tanaman herba tetapi dengan proporsi yang berbeda, biomassa dari segi pemanfaatan energi lignoselulosa yang utama mengandung selulosa dan lignin dengan ketersediaan tinggi dan dalam jumlah besar (Gunawan *et al.*, 2022).

1.2.4. Karbon Tersimpan

Cadangan karbon adalah kandungan karbon yang tersimpan dalam berbagai bentuk di lingkungan, baik di atas permukaan tanah maupun di dalam tanah. Cadangan karbon terdapat pada permukaan tanah berupa biomassa tanaman, yang mencakup karbon yang disimpan dalam struktur vegetatif seperti kayu, batang, daun, akar, serasah dan tumbuhan bawah serta cadangan karbon dalam tanah yang tersimpan dalam bentuk bahan organik (Satriawan *et al.*, 2022). Secara umum karbon tersimpan pohon sejalan dengan nilai biomassa pohon tersebut, pertumbuhan yang cepat dan kemampuan pohon menyerap karbon dioksida menjadikan pohon memiliki simpanan karbon terbanyak. Beragamnya nilai biomassa dan karbon tersimpan pada wilayah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah pohon, karakteristik batang pohon dan umur pohon (Irundu *et al.*, 2020).

Kandungan karbon pada tanaman menggambarkan berapa besar tanaman tersebut dapat mengikat karbon dioksida di udara. Karbon yang diserap

oleh tanaman tersebut sebagian digunakan dalam proses fotosintesis dan sisanya masuk kedalam struktur tumbuhan dan disimpan dalam bentuk stok karbon (Farmen, *et al.*, 2014). Faktor penting yang mempengaruhi stok karbon pohon salah satunya adalah umur suatu tegakan. Jumlah karbon yang tersimpan pada suatu lahan berbeda-beda tergantung pada keragaman jenis pohon, kerapatan, jenis tanah dan cara pengelolaannya. Biomassa pada batang pohon umumnya berkontribusi penyumbang stok karbon yang paling besar dibandingkan dengan bagian lainnya (Nuranisa *et al.*, 2020).

Vegetasi tumbuhan bawah merupakan semua vegetasi yang bukan pohon dan tidak dapat tumbuh menjadi tingkat pohon. Variasi potensi simpanan biomassa dan karbon vegetasi mempengaruhi tingkat pertumbuhan, bagian tumbuhan yang diukur dan kondisi lingkungannya. Vegetasi tumbuhan bawah mencakup berbagai jenis tumbuhan yang tumbuh di lantai hutan, seperti herba, semak, dan liana. Meskipun seringkali tidak mencolok seperti pohon-pohon besar, peran ekologi mereka sangat signifikan dalam siklus hutan (Poorter, *et al.* 2015). Pertumbuhan-tumbuhan ini berperan penting dalam menyediakan habitat bagi berbagai spesies hewan kecil, mempertahankan kesuburan tanah melalui penguraian dan penyerapan nutrisi, serta memberikan lapisan yang penting untuk menjaga kelembaban tanah dan mengurangi erosi. Meskipun demikian, meskipun seringkali punah, tumbuhan bawah memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem hutan (Junaedi, *et al.*, 2020).

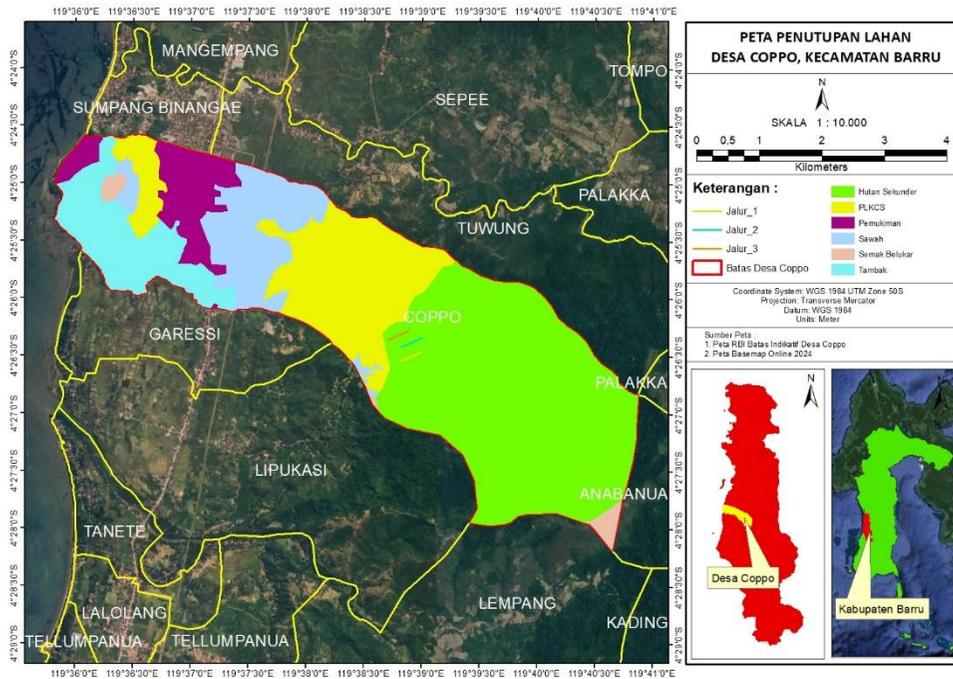
Kandungan karbon tersimpan dalam serasah ditentukan oleh biomassa dan persen organik serasah yang dihasilkan, karena semakin besar biomassa dari persen karbon yang diproduksi atau dihasilkan pohon maka akan semakin besar pula cadangan karbon tersimpan. Hasil persen karbon serasah dipengaruhi oleh kadar abu dan kadar bahan kering serasah yang di dapat dari hasil kadar air serasah (Budiman, *et al.*, 2016). Serasah memiliki nilai yang sangat penting dalam mengembalikan karbon dan siklus karbon. Unsur hara yang dihasilkan oleh proses dekomposisi serasah sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Jenis penyusunan dan kerapatan pohon sangat berpengaruh terhadap produktivitas serasah suatu tegakan. Produktivitas serasah akan meningkat dan mencapai maksimal pada musim kemarau dan akan menurun pada musim hujan (Maulidya *et al.*, 2018).

Tanah merupakan gudang karbon terpenting dalam jangka panjang pada ekosistem daratan, karena tanah dapat mengakumulasi karbon lebih besar daripada jumlah karbon di dalam biomassa tanaman dan atmosfer, selain itu juga karbon yang tersimpan di dalam tanah dapat berkontribusi dalam pencegahan emisi gas rumah kaca serta dapat dijadikan salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas tanah (Satriawan *et al.*, 2022). Simpanan karbon tanah (*below ground C-stock*) merupakan jumlah atau berat karbon yang tersimpan didalam tanah pada suatu luasan tertentu. Tinggi rendahnya simpanan karbon tanah ditentukan oleh tiga variabel yang saling berkaitan yaitu konsentrasi karbon organik, berat jenis tanah, dan kedalaman tanah (Ayu *et al.*, 2020).

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai pada bulan April - Mei tahun 2024 di Kelurahan Coppo yang terletak di Kecamatan Barru, Kabupaten Barru. Sementara analisis data dilakukan pada pertengahan Mei – Juli 2024 di Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Kelurahan Coppo memiliki luas 2683 Ha yang terdiri dari 1070 Ha lahan sawah, 455 Ha lahan ladang, 1158 Ha lahan hutan. Secara administrasi Kelurahan Coppo berbatasan dengan: Sebelah Utara Kelurahan Sumpang Binangae, Sebelah Timur Kelurahan Tuwung, Sebelah Selatan Desa Garessi, Sebelah Barat: Selat Makassar. Selanjutnya Kelurahan Coppo berada di wilayah Kecamatan Barru yang memiliki jarak tempuh ke Ibukota Provinsi Sulawesi Selatan ±110 Km, kemudian jarak tempuh ke Ibukota Kabupaten ±4 Km, sedangkan jarak ke Ibukota Kecamatan sekitar ±3 Km. Selain itu Kelurahan Coppo berdasarkan klasifikasi tipe iklim Schmidt- Ferguson memiliki curah hujan 2757 mm dan termasuk kedalam tipe iklim A (sangat basah).

Status kawasan hutan pada lokasi penelitian merupakan kawasan hutan lindung berdasarkan SK Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2020). Kondisi kawasan hutan pada lokasi penelitian yang terletak di Desa Coppo Kabupaten Barru cukup bervariasi. Pada plot 1 jalur satu memiliki titik koordinat 4°26'31.6" S, 119°38'46,7" E dengan ketinggian ± 54 mdpl, plot 25 pada jalur satu memiliki titik koordinat 4°26'31.3" S, 119°39'01.2" E dengan ketinggian ± 111 mdpl.

Pada plot 1 jalur dua memiliki titik kordinat 4°26'25.3" S, 119°38'47.9" E dengan ketinggian ± 56 mdpl, plot 25 pada jalur dua memiliki titik kordinat 4°26'20.5" S, 119°39'01.0" E dengan ketinggian ± 94 mdpl. Pada plot 1 jalur tiga memiliki titik kordinat 4°26'21.2" S, 119°38'40.9" E dengan ketinggian ± 44 mdpl, plot 25 pada jalur tiga memiliki titik kordinat 4°26'15.6" S, 119°38'55.7" E dengan ketinggian ± 136 mdpl. Suhu rata-rata pada lokasi penelitian yaitu 30° C dengan kelembapan rata-rata 89 %.

2.2. Alat dan Bahan

2.2.1. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Haga meter untuk mengukur tinggi total dan tinggi bebas cabang pohon.
2. Pita meter untuk mengukur keliling pohon
3. Roll meter, tali rafia dan patok untuk pembuatan plot.
4. Cangkul digunakan untuk menggali sampel tanah.
5. Parang digunakan untuk mengambil sampel tumbuhan bawah.
6. Kompas digunakan untuk menentukan arah jalur dan pembuatan plot.
7. Ring sampel untuk mengambil sampel tanah utuh
8. Laptop digunakan untuk menganalisis data lapangan
9. Patok kayu digunakan sebagai penanda batas plot
10. Hagameter digunakan untuk mengukur ketinggian pohon
11. Container box digunakan untuk menyimpan alat dan bahan
12. Kamera digital untuk mengambil gambar sebagai dokumentasi kegiatan.
13. Label untuk menandai pohon yang diukur dan memberi keterangan pada plastik sampel.
14. Alat Tulis Menulis dan *Tally Sheet* sebagai alat dan media mencatat data pengukuran dan analisis keadaan lapangan.
15. Timbangan (pegas dan digital) untuk mengukur berat basah dan berat kering sampel tumbuhan bawah dan serasa.
16. Plastik klip untuk menyimpan sampel tumbuhan bawah.
17. Oven untuk mengeringkan sampel hingga keadaan kering tanur.
18. Bor tanah untuk menggali tanah
19. Alat-alat laboratorium digunakan untuk pengujian sampel tanah.

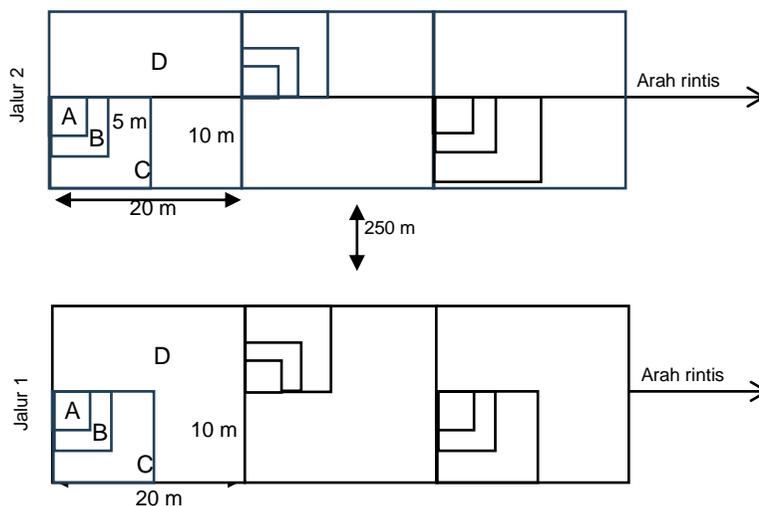
2.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sampel tumbuhan bawah, serasah dan tanah yang diambil dari lokasi penelitian, serta bahan-bahan yang digunakan di Laboratorium seperti air, aquades dan larutan indikator lainnya.

2.3. Prosedur penelitian

Penelitian ini menggunakan metode jalur (line sampling method) di kawasan hutan alam Desa Coppo, dengan panjang jalur 500 meter yang diletakkan searah lereng atau memotong kontur. Terdapat 3 jalur yang dibuat pada kawasan penelitian. Jarak antar jalur pengamatan disesuaikan dengan kondisi dan luas kawasan hutan yang diteliti. Faktor lingkungan yang dipertimbangkan meliputi luas kawasan hutan, kelereng, ketinggian tempat, serta gangguan alam atau aktivitas manusia sebelumnya. Pada setiap jalur secara kontinu dibuat sub-sub plot masing masing sebanyak 25 plot pengambilan data dan sampel yaitu untuk pohon ukuran 20m x 20m, tiang ukuran 10m x 10m, pancang ukuran 5m x 5m, serta tumbuhan bawah ukuran 2m x 2m dengan metode garis berpetak dengan jarak antar jalur sejauh 250 m. Total plot yang diamati sebanyak 75 plot.

Bentuk dan ukuran plot pengambilan sampel:



Gambar 2. Desain Plot Pengambilan Data dan Sampel

Keterangan:

- A : 2 m x 2 m untuk pengambilan sampel Serasah dan Tumbuhan Bawah
- B : 5 m x 5 m untuk pengambilan data pada tingkat pancang
- C : 10 m x 10 m untuk pengambilan data pada tingkat tiang
- D : 20 m x 20 m untuk pengambilan data pada tingkat pohon

2.3.1. Pengambilan Data Pohon

Pengambilan data pohon dilakukan melalui beberapa tahapan. Pertama, plot penelitian dibuat dengan ukuran 20 m x 20 m menggunakan roll meter dan tali rafia untuk menandai batas-batas plot. Di dalam plot utama, sub plot tambahan dibuat dengan ukuran 10 m x 10 m untuk pengukuran tingkat tiang, serta sub plot berukuran 5 m x 5 m untuk pengukuran tingkat pancang. Setelah plot dan sub plot terbentuk, pengukuran dilakukan pada setiap pohon yang berada di dalam plot utama, serta pada pohon-pohon di dalam sub plot. Mengukur keliling batang, tinggi bebas cabang dan tinggi total. Hasil pengukuran kemudian dicatat secara rinci dalam *tally sheet* yang telah disediakan sebelumnya untuk memudahkan analisis data lebih lanjut.

2.3.2. Pengambilan Data Nekromassa

Tahapan pengukuran nekromassa kayu mati dengan menghitung diameter bagian pangkal, diameter ujung serta panjang batang kayu mati yang terdapat pada plot penelitian. Klasifikasikan tingkat keutuhan pohon mati yang dapat dilihat pada Gambar 3 kemudian catat hasil pengukuran kedalam *tally sheet* yang telah disediakan sebelumnya untuk memudahkan analisis data lebih lanjut.

2.3.3. Pengambilan Sampel Tumbuhan Bawah

Proses pengambilan data tumbuhan bawah dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut. Pertama, sub plot berukuran 2 m x 2 m dibuat di dalam plot utama yang berukuran 20 m x 20 m dengan bantuan roll meter dan tali rafia. Kemudian, semua tumbuhan bawah yang ada di dalam sub plot tersebut dipotong menggunakan parang, gunting atau pisau. Selanjutnya, tumbuhan bawah yang telah dipotong ditimbang untuk mendapatkan berat basah menggunakan timbangan. Dari hasil tersebut, ambil sub sampel seberat 250 gram, namun jika total berat tumbuhan bawah kurang dari 250 gram, maka seluruhnya dijadikan sub sampel. Sub sampel tersebut kemudian diuji di laboratorium dengan cara mengeringkannya menggunakan oven pada suhu 80°C selama 2 x 24 jam atau hingga mencapai berat kering yang konstan. Terakhir, catat hasil pengukuran berat basah dan berat kering tumbuhan bawah tersebut ke dalam *tally sheet* yang telah disiapkan.

2.3.4. Pengambilan Sampel Serasah

Proses pengambilan sampel serasah dilakukan melalui beberapa tahapan. Pertama, sub plot berukuran 2 m x 2 m dibuat di dalam plot utama yang berukuran 20 m x 20 m dengan menggunakan roll meter dan tali rafia untuk menandai batas-batas sub plot. Setelah sub plot terbentuk, serasah yang terdapat di dalamnya dikumpulkan dan ditimbang untuk mendapatkan berat basah menggunakan timbangan. Dari hasil timbangan tersebut, diambil sub sampel seberat 250 gram. Jika jumlah serasah kurang dari 250 gram, seluruh serasah ditimbang dan

dijadikan sebagai sub sampel. Sub sampel tersebut kemudian diuji di laboratorium dengan cara mengeringkannya dalam oven pada suhu 80°C selama 2 x 24 jam atau hingga mencapai berat kering yang konstan. Hasil pengukuran berat basah dan berat kering serasah tersebut dicatat secara rinci dalam *tally sheet* yang telah disiapkan.

2.3.5. Pengambilan Sampel Karbon Tanah

Pengambilan sampel karbon tanah dilakukan dengan menggunakan bor pada batas interval pengambilan sampel yang ditentukan. Mengambil sampel tanah yang dapat dicapai pada batas interval (0-30) cm, (30-60) cm dan (60-90) cm sebanyak 1000 gram pada masing masing kedalaman kemudian dimasukkan kedalam plastik sampel. Sampel-sampel tanah tersebut dibawa ke laboratorium untuk dianalisis lebih lanjut hingga mendapatkan kandungan karbon tanahnya di Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon, Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

2.3.6. Pengambilan Sampel Berat Jenis Tanah

Pengambilan sampel tanah tidak terusik dimulai dengan membersihkan permukaan dan area sekitar tempat pengambilan sampel tanah. Membuat profil tanah berukuran 1 m x 1 m dengan 3 kedalaman yaitu 0-30 cm, 30 – 60 cm dan 60-90 cm sehingga berbentuk tangga. Ring sampel diletakkan di atas tanah, kemudian dipukul perlahan-lahan hingga semua bagian dari ring terisi sepenuhnya oleh tanah. Bagian atas dan bawah ring sampel kemudian diiris dengan hati-hati menggunakan pisau untuk memastikan tidak ada bagian yang kosong. Setelah sampel tanah terambil dengan baik, ring sampel dimasukkan ke dalam plastik klip agar tidak ada bagian tanah yang hilang atau berkurang. Sampel ring kemudian dianalisis lebih lanjut, khususnya untuk menentukan berat jenis tanah di Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

2.4. Analisis data

2.4.1. Perhitungan luas bidang dasar pohon

Untuk mengukur luas bidang dasar dihitung dengan menggunakan rumus (Sorondanya, at al., 2021):

$$LBDS = \frac{1}{4} \pi D^2$$

Keterangan :

LBDS = Luas Bidang Dasar

π = 3,14

D = Diameter setinggi dada (cm)

2.4.2. Perhitungan Kerapatan Tegakan

Untuk mengukur kerapatan tegakan dapat menggunakan rumus (Sorondanya, at al., 2021):

$$\text{Kerapatan Tegakan} = \frac{\text{Jumlah Pohon}}{\text{Luas Plot}}$$

2.4.3. Perhitungan Biomassa Pohon

Menghitung biomassa dengan menggunakan Persamaan Alometrik untuk perhitungan biomassa di hutan sekunder yang telah dikembangkan oleh Chave *et al*, (2014).

$$(AGB)_{est} = 0,0509 \times \rho \times D^2 \times H$$

Keterangan:

AGB = Biomassa pohon (kg/pohon);

D = Diameter setinggi dada (cm);

ρ = Berat Jenis Kayu (g/cm^3);

H = Tinggi (m).

2.4.4. Perhitungan Karbon Pohon

Perhitungan karbon dari biomassa menggunakan rumus berdasarkan SNI 7724 (2019) sebagai berikut :

$$C = W \cdot \% C_{organik}$$

Keterangan :

C = Kandungan karbon dari biomassa

W = Biomassa (kg)

$\%C_{organik}$ = nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47

2.4.5. Perhitungan Kandungan Karbon Per Hektar

Kandungan karbon per hektar dihitung menggunakan persamaan menurut SNI 7724 (2019) sebagai berikut:

$$C_n = \frac{C_x}{1000} \times \frac{10000}{\text{plot}}$$

Keterangan :

C_n = Kandungan karbon per hektar (ton/ha)

C_x = Kandungan karbon per plot (kg/plot)

Plot = Luas Plot (m²)

2.4.6. Perhitungan Serapan CO₂

Untuk mengetahui kandungan karbondioksida, maka perhitungan karbon (C) dikonversikan kedalam bentuk CO₂, nilai serapan CO₂ total dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Hardjana, 2014):

$$CO_2 = \frac{Mr. CO_2}{Ar. C} \text{ Kandungan C}$$

Keterangan :

Mr. CO₂ = Berat molekul relatif senyawa CO₂ (44)

Ar. C = Berat molekul relatif atom C (12)

Rumusnya dikonversi menjadi (Hardjana, 2014):

$$CO_2 = \text{Kandungan C} \cdot 3,67$$

Atau

$$\text{Kandungan C} = CO_2 \cdot 0,273$$

Keterangan :

CO₂ = Banyaknya CO₂ yang diserap (ton)

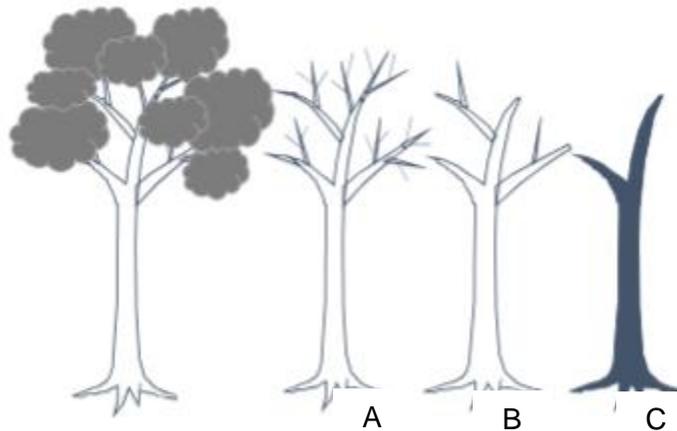
Kandungan C = Berat total karbon / pohon per tahun ukur (ton)

3,67 = Angka ekuivalen/konversi unsur karbon (C) ke CO₂ (C = 12, O = 16), CO₂ → ((44/12) = 3,67))

0,273 = Angka ekuivalen/konversi CO₂ ke unsur karbon (C).

2.4.7. Perhitungan Nekromassa

Pohon, tiang, atau pancang mati potensi nekromassanya dapat diduga dengan menggunakan nilai biomassa pohon yang dikalikan dengan tingkat keutuhan pohon mati (lihat Gambar 3). Rumus yang digunakan menurut SNI 7724 (2019) adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Tingkat keutuhan pohon mati

Keterangan : A. Tingkat keutuhan pohon mati tanpa daun dengan faktor koreksi 0.9; B. tingkat keutuhan pohon tanpa daun dan ranting dengan faktor koreksi 0.8; C. Tingkat keutuhan pohon tanpa daun, ranting dan cabang dengan faktor koreksi 0.7.

Potensi nekromassa didapat dengan menggunakan rumus volume Brereton yang dikalikan dengan kerapatan kayu tersebut. Rumus yang digunakan menurut SNI 7724 (2019) adalah sebagai berikut:

$$V_{km} = 0,25 \pi \frac{d_p + d_u}{2 \times 100} \times p$$

$$N_{km} = V_{km} \times \rho$$

Keterangan :

- V_{km} = Volume kayu mati (m^3)
- d_p = Diameter pangkal kayu mati (cm)
- d_u = Diameter kayu mati (cm)
- p = Panjang kayu mati (m)
- N_{km} = Nekromassa kayu mati (kg)
- ρ = Kerapatan kayu (g/cm^2)

2.4.8. Perhitungan Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah

Menghitung total berat kering tumbuhan bawah dan serasah dengan rumus sebagai berikut (Drupadi, 2021):

$$\text{Total BK (g)} = \frac{\text{BK sub contoh (g)}}{\text{BB sub contoh (g)}} \times \text{total BB (g)}$$

Keterangan :

BK = Berat Kering

BB = Berat Basah

2.4.9. Perhitungan Karbon Tumbuhan Bawah dan Serasah

Konsentrasi C dalam bahan organik biasanya sekitar 47% oleh karena itu estimasi jumlah C tersimpan per komponen dapat dihitung dengan mengalikan total berat massanya dengan konsentrasi C, sebagai berikut (SNI 7724, 2019):

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

Keterangan :

C = Karbon

BK = Berat Kering

0,47 = Nilai persentase kandungan karbon

2.4.10. Perhitungan Karbon Organik Tanah

Untuk menduga karbon C organik tanah dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (SNI 7724, 2019):

$$C_t = K_d \cdot \rho \cdot \% C$$

Keterangan :

C_t = Kandungan Karbon Tanah (g/cm³)

K_d = Kedalaman tanah

ρ = Berat jenis tanah

% C = Nilai persentase kandungan karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di Laboratorium.

Untuk perhitungan kandungan karbon organik tanah per hektar dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C_{\text{tanah}} = C_t \times 100$$

Keterangan :

C_{tanah} = Kandungan karbon tanah (ton/ha)

100 = Faktor konversi dari g/cm² ke ton/ha