

**ESTIMASI CADANGAN KARBON PADA BERBAGAI SISTEM AGROFORESTRI BERBASIS  
KAKAO DI KECAMATAN SABBANG KABUPATEN LUWU UTARA**

**ANDI MASSALANGKA TENRI DOLONG**

**G011 18 1314**



**DEPARTEMEN ILMU TANAH**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**

**HALAMAN SAMPUL**

**ESTIMASI CADANGAN KARBON PADA BERBAGAI SISTEM AGROFORESTRI BERBASIS  
KAKAO DI KECAMATAN SABBANG KABUPATEN LUWU UTARA**

**ANDI MASSALANGKA TENRI DOLONG**

**G011 18 1314**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Pertanian

Pada

Departemen Ilmu Tanah

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**DEPARTEMEN ILMU TANAH**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

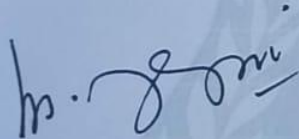
Judul Skripsi : Estimasi cadangan karbon pada berbagai sistem agroforestri berbasis kakao di  
Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara

Nama : Andi Massalangka Tenri Dolong

Nim : G011 18 1314

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Muh Jayadi, M.P.

NIP. 19590926 198601 1 001

Pembimbing Pendamping,



Ir. Sartika Laban, S.P., M.P., Ph.D.

NIP. 19821028 200812 2 002

Diketahui oleh :

Ketua Program Studi Agroteknologi



Dr. Ir. Abdul Harris, B., M.Si

NIP. 19670811 19943 1 003

Ketua Departemen Ilmu Tanah



Dr. Ir. Asmita Ahmad, S.T., M.Si

NIP. 19731216 200604 2 001

Tanggal Lulus :

## DEKLARASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andi Massalangka Tenri Dolong  
Nomor Induk Mahasiswa : G011 18 1314  
Program Studi : Agroteknologi  
Jenjang : Strata-1 (S1)

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi berjudul :

**“Estimasi cadangan karbon pada berbagai sistem agroforestri berbasis kakao di  
Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara”**

Adalah karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing Dr. Ir. Muh Jayadi, M.P. sebagai pembimbing utama dan Ir. Sartika Laba, S.P, M.P, Ph.D sebagai pembimbing pendamping. Karya ini belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa, sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai peraturan yang berlaku.

Makassar, Agustus 2024

Yang Menyatakan,



Andi Massalangka Tenri Dolong

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kepada Allah SWT, atas segala kemudahan yang diberikan, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Estimasi cadangan karbon pada berbagai sistem agroforestri berbasis kakao di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara”, sebagai syarat menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroteknologi, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Ir. Muh Jayadi, M.P dan Ibu Ir. Sartika Laban, S.P., M.P, Ph.D atas bimbingan serta saran-saran dan motivasi dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi. Kepada seluruh dosen Fakultas Pertanian, khususnya dosen dan staf Departemen Ilmu Tanah, terima kasih atas ilmu dan pelayanan yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Perguruan Tinggi. Ucapan terimakasih yang tak terhingga saya ucapkan kepada tim peneliti Yabes Palayukan S.P, Riskayanti S.P, Irwan Fepriawan S.P, Vira Ummainna, Adiyat Anugraha, Ibrahim dan Milenia Bandaso. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk kedua orang tua tercinta Bapak Andi Suhri dan Ibu Nur Alam serta saudara saya Andi Suryana yang selalu mendoakan, memotivasi dan semua pengorbanan yang tak terhitung. Kepada sahabat-sahabat terbaik saya Agus Mappa S.P, Muh. Idil fitri S.P, Arfan Chanandi S.P, Andi S.P, Reski S.P, dan Fahmi, yang telah membantu saya baik itu finansial maupun tenaganya selama perkuliahan. Terima kasih juga kepada teman teman Agroteknologi 2018 dan Ilmu Tanah 2018 yang telah menjadi teman berbagi.

Penulis,

Andi Massalangka Tenri Dolong

## ABSTRAK

ANDI MASSALANGKA TENRI DOLONG. Estimasi cadangan karbon pada berbagai sistem agroforestri berbasis kakao di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara. Pembimbing: MUH. JAYADI dan SARTIKA LABAN.

**Latar belakang.** Kondisi lingkungan yang paling marak diperbincangkan sampai saat ini ialah *global warming* (pemanasan global). Pemanasan global dipengaruhi oleh gas rumah kaca (GRK) dan peningkatan tersebut dapat mengakibatkan fenomena anomali iklim. Mitigasi yang dapat dilakukan terkait permasalahan tersebut ialah dengan mengendalikan konsentrasi karbon.

**Tujuan.** Mempelajari potensi cadangan karbon pada sistem agroforestri berbasis kakao.

**Metode.** Penelitian dilakukan di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara. Menggunakan metode cara cepat dan terpadu untuk menilai cadangan karbon pada tutupan lahan (*RaCSA/Rapid Carbon Stock Appraisal*). Pengukuran cadangan karbon dilakukan dengan 4 komponen yaitu: biomassa pohon, biomassa tanaman bawah, nekromassa, serasah dan bahan organik tanah. Pengukuran biomassa pohon menggunakan metode *non destruktif* dan diperkirakan dengan menggunakan persamaan allometrik. Biomassa tumbuhan bawah dan serasah menggunakan metode *destruktif*. Penentuan cadangan karbon tanah dilakukan dengan dua tahapan yaitu mengambil sampel tanah dan penaksiran cadangan karbon tanah. Cadangan karbon di dalam tanah dihitung berdasarkan data kerapatan isi dan kadar C organik dari setiap lapisan. **Hasil.** Cadangan karbon tumbuhan pada sistem agroforestri kompleks 1 memiliki total stok karbon sebesar 108,31 ton/ha, agroforestri kompleks 2 sebesar 59,84 ton/ha, agroforestri sederhana sebesar 46,32 ton/ha. Cadangan karbon tanah pada sistem agroforestri kompleks 1 sebesar 89,10 ton/ha, agroforestri kompleks 2 sebesar 88,80 ton/ha, agroforestri sederhana sebesar 88,80 ton/ha. Pada 2 komponen tersebut cadangan karbon pada sistem agroforestri kompleks 1 mampu mencadangkan karbon sebesar 197,41 ton/ha. Agroforestri kompleks 2 sebesar 148,64 ton/ha, dan agroforestri sederhana sebesar 135,12 ton/ha. **Kesimpulan.** Sistem agroforestri kompleks berbasis kakao di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara, memiliki potensi yang lebih tinggi dalam menyerap dan menyimpan cadangan karbon dibandingkan sistem agroforestri sederhana.

Kata kunci : CO<sub>2</sub>, Pemanasan global, Persamaan allometrik, RaCSA.

## **ABSTRACT**

*ANDI MASSALANGKA TENRI DOLONG. Carbon stocks in cocoa-based agroforestry systems in Sabbang District, Luwu Utara Regency. Mentors: MUHAMMAD JAYADI dan SARTIKA LABAN.*

*Introduction. The environmental condition that is most widely discussed to date is global warming. Global warming is influenced by greenhouse gases (GHG) and this increase can result in climate anomaly phenomena. Mitigation that can be done regarding this problem is by controlling carbon concentration. Objective. This research aims to study the potential for carbon stocks in cocoa-based agroforestry systems. Method. The research was conducted in Sabbang District, North Luwu Regency. Using a fast and integrated method for assessing carbon stocks in land cover (RaCSA/Rapid Carbon Stock Appraisal) which refers to practical guidance, second edition. Carbon stocks are measured using 4 components, namely: tree biomass, understory plant biomass, necromass, litter and soil organic matter. Tree biomass measurements use non-destructive methods and are estimated using allometric equations. Understory plant biomass and litter using non-destructive methods. Determination of soil carbon reserves is carried out in two stages, namely taking soil samples and estimating soil carbon reserves. Carbon reserves in the soil are calculated based on density data and organic C content from each layer. Results. Plant carbon stocks in complex agroforestry system 1 have a total carbon stock of 108.31 tons/ha, complex agroforestry 2 is 59.84 tons/ha, simple agroforestry is 46.32 tons/ha. Soil carbon reserves in complex agroforestry system 1 are 89.10 tonnes/ha, complex agroforestry 2 is 88.80 tonnes/ha, simple agroforestry is 88.80 tonnes/ha. In these 2 components, carbon reserves in complex agroforestry system 1 are capable of storing carbon of 197.41 tons/ha. complex agroforestry 2 was 148.64 tonnes/ha, and simple agroforestry was 135.12 tonnes/ha. Conclusion. A complex cocoa-based agroforestry system in Sabbang District, North Luwu Regency, has a higher potential in absorbing and storing carbon reserves than a simple agroforestry.*

*System.Keywords: CO<sub>2</sub>, Global warming, Allometric equation, RaCSA*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>II</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>III</b>
<b>DEKLARASI</b> .....	<b>II</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>VI</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VII</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>VIII</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>X</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>XI</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.3 Tujuan .....	2
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Fungsi Argroforestri Dalam Penyerapan karbon.....	3
2.2 Cadangan Karbon .....	4
2.3 Siklus Karbon .....	4
2.4. Biomassa Cadangan Karbon .....	5
2.5 Perhitungan Cadangan Karbon.....	5
<b>3. METODOLOGI</b> .....	<b>7</b>
3.1 Tempat dan waktu .....	7
3.2 Alat dan bahan.....	7



3.3 Tahapan penelitian/prosedur kerja.....	9
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>14</b>
4.1 Hasil.....	14
4.2 Pembahasan.....	17
<b>KESIMPULAN .....</b>	<b>20</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>21</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>24</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1.</b> Alat dan bahan penelitian cadangan karbon pada sistem agroforetri berbasis kakao Di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara.....	7
<b>Tabel 4-1.</b> Jenis dan jumlah tumbuhan pada tutupan lahan agroforetri berbasis kakao di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara.....	9

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3-1.</b> Peta Lokasi Penelitian Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara.....	8
<b>Gambar 3-2</b> Ilustrasi plot pengamatan pada tutupan lahan agroforestri berbasis kakao .....	10
<b>Gambar 4-1.</b> Biomassa pohon pada sistem agroforestri berbasis kakao (DBH >30 cm dan DBH 5-30 cm) di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara. ....	14
<b>Gambar 4-2.</b> Nilai rata-rata biomassa tumbuhan bawah pada sistem agroforestri berbasis kakao di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara. ....	14
<b>Gambar 4-3.</b> Nilai rata-rata biomassa serasah pada sistem agroforestri berbasis kakao di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara. ....	15
<b>Gambar 4-4.</b> Nilai cadangan karbon tumbuhan pada sistem agroforestri berbasis kakao di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara. ....	15
<b>Gambar 4-5.</b> Nilai Total Cadangan Karbon Tanah pada sistem agroforestri berbasis kakao di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara.....	16
<b>Gambar 4-6.</b> Total Cadangan Karbon Agroforestri berbasis kakao di Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara. ....	16

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1 LATAR BELAKANG

Agroforestri adalah sistem penggunaan lahan yang berbasis pohon atau menanam berbagai jenis pepohonan (tanaman berkayu) yang dikombinasikan dengan tanaman tidak berkayu disuatu lahan dalam meningkatkan keuntungan baik secara ekonomis maupun lingkungan (Supriadi dan Pranowo, 2016). Beberapa dampak positif sistem agroforestri yaitu berpotensi dalam menurunkan suhu bumi, evapotranspirasi, pengurangan kelembapan, dan dapat bertindak sebagai filter polusi udara (Chavan et al., 2014). Sistem agroforestri lebih menekankan penggunaan lahan pada jenis pohon serba guna dalam mengatasi masalah yang timbul akibat alih fungsi lahan sekaligus mengatasi permasalahan pangan (Amin et al., 2016).

Terkait kondisi lingkungan, saat ini yang paling marak diperbincangkan yaitu global warming (pemanasan global). Pemanasan global ialah suatu kejadian suhu bumi mengalami peningkatan yang dikarenakan meningkatnya kosentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. Gas rumah kaca (GRK) walaupun memiliki peran penting bagi keberlangsungan sebagian besar organisme di bumi, akan tetapi pelepasan gas rumah kaca yang berlebihan dapat menjadi ancaman yang akan berdampak pada seluruh organisme di bumi (Sonwani dan Saxena, 2023)

Peningkatan suhu bumi dari tahun 2011-2020 telah mengalami peningkatan yang mencapai sekitar 1,1°C (Calvin et al., 2023). Peningkatan suhu bumi yang dipengaruhi oleh gas rumah kaca (GRK), akan mengakibatkan fenomena perubahan cuaca dan iklim. Salah satu bentuk perubahan iklim ialah peningkatan curah hujan yang terus meningkat. Salah satu metode yang dapat dilakukan dalam meminimalisir dampak yang diakibatkan gas rumah kaca (GRK) atau dalam pencegahan dan pengendalian pemanasan global ialah dengan mengendalikan stok karbon (Bashit et al., 2023). Ketersediaan vegetasi dalam suatu lahan merupakan salah satu faktor penting dalam penyerapan karbon dioksida yang disimpan dalam biomassa pohon (Mardiyatmoko, 2017). Maka dari itu, Dengan memperbanyak populasi pohon di suatu lahan dan mempertahankan keutuhan hutan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca (Irawan & Purwanto, 2020).

Secara geografis Kabupaten Luwu Utara merupakan kabupaten dengan wilayah terluas di Provinsi Sulawesi Selatan dengan mencapai 7.502,58 km<sup>2</sup> atau sekitar 16,39% dari luas wilayah provinsi (Sulsel dalam angka 2017, BPS). Penggunaan lahan yang paling banyak dipraktekkan oleh masyarakat pada perkebunan lahan kering di Kabupaten Luwu Utara salah satunya ialah sistem penggunaan lahan agroforestri berbasis kakao. Kakao sendiri merupakan

tanaman perkebunan yang paling luas di Kabupaten Luwu Utara dengan luas mencapai 40.814,06 hektar (Lutra dalam angka 2021, BPS).

Secara ekologis vegetasi yang diolah dalam sistem agroforestri berfungsi sebagai pengendali iklim (Adinugroho et al., 2013). Pengelolaan sistem agroforestri merupakan sistem pertanian berkelanjutan dengan potensi penyerapan dan simpanan karbon sebesar 7,3 hingga 16,4 kali lebih tinggi dibandingkan penggunaan lahan lainnya (Ma'ruf, 2017) Beberapa hasil penelitian juga menunjukkan sistem agroforestri memiliki potensi penyerapan dan penyimpanan karbon lebih baik dari sistem perkebunan lainnya dan juga hasil penelitian yang menunjukkan perbedaan potensi cadangan karbon pada beberapa sistem agroforestri. Pada penelitian (Karuru et al., 2021), menunjukkan bahwa potensi cadangan karbon pada sistem agroforstri lebih rendah dibandingkan dengan hutan akan tetapi sistem tersebut lebih tinggi dibanding sistem pertanian lainnya. dimana pada hutan sekunder memiliki 265,86 ton/ha, agroforestri sebesar 131,31 ton/ha, kelapa sawit sebesar 100,89 ton/ha, sawah sebesar 70,5 ton. Dan pada penelitian (Sari et al., 2022) menunjukkan potensi cadangan karbon pada beberapa sistem agroforestri memiliki perbedaan yang disebabkan perbedaan vegetasi dan jumlah tanamannya. Dimana pada penyimpanan cadangan karbon pada sistem agroforestri mahoninya memiliki total cadangan karbon sebesar 440,64 ton/ha, dan yang terendah pada potensi cadangan karbon sistem agroforestri porang dengan total cadangan karbon sebesar 153,93 ton/ha. Akan tetapi tidak semua sistem agroforestri memiliki potensi yang sama dalam menyerap dan menyimpan cadangan karbon. Cadangan karbon yang diserap sangat bergantung pada karakteristik tanaman, spesies pohon dan berat jenis pohonnya (Elibariki Nnko et al., 2022). Berdasarkan uraian tersebut, pengukuran banyaknya karbon yang tersimpan dan terserap dalam setiap lahan agroforestri berbasis kakao di Luwu Utara diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan bahan pertimbangan dalam memanfaatkan dan pengelolaan lahan secara baik dan bijak.

### **1.3 Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari potensi cadangan karbon pada sistem agroforestri berbasis kakao.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Fungsi Agroforestri Dalam Penyerapan karbon

Agroforestri merupakan sistem pertanaman yang menggabungkan antara tanaman pohon atau tanaman berkayu dengan tanaman pertanian dalam satu lahan yang sama. Agroforestri juga memiliki keuntungan dalam meningkatkan baik secara ekonomis maupun lingkungan (Supriadi dan pranowo, 2016). Secara ekologis, vegetasi yang diolah dalam sistem agroforestri berfungsi sebagai pengendali iklim (Adinugroho et al., 2013). Beberapa dampak positif sistem agroforestri yaitu berpotensi dalam menurunkan suhu bumi, evapotranspirasi, pengurangan kelembapan, dan dapat bertindak sebagai filter polusi udara (Chavan et al., 2014).

Sistem agroforestri lebih menekankan penggunaan lahan pada jenis pohon serba guna dalam mengatasi masalah yang timbul akibat alih fungsi lahan sekaligus mengatasi permasalahan pangan (Amin et al., 2016). Pengelolaan sistem agroforestri merupakan sistem pertanian berkelanjutan dengan potensi penyerapan dan simpanan karbon sebesar 7,3 hingga 16,4 kali lebih tinggi dibandingkan penggunaan lahan lainnya (Ma'ruf, 2017). Sistem pertanian berkelanjutan memiliki penekanan dalam menerapkan sistem pertanian berkelanjutan yaitu dengan menjaga kesuburan tanah melalui peningkatan unsur hara, optimalisasi produksi pangan tanpa berdampak negative pada lingkungan (Umesha et al., 2017).

Apabila dilihat berdasarkan kemampuan suatu lahan dalam penyerapan dan penyimpanan karbon, agroforestri memiliki kemampuan dalam menyerap dan menyimpan karbon yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan sistem pertanian lainnya. Cadangan karbon yang diserap sangat bergantung pada karakteristik tanaman, spesies pohon dan berat jenis pohonnya (Elibariki Nnko et al., 2022). Terkait hal tersebut, beberapa hasil penelitian juga menunjukkan sistem agroforestri memiliki potensi penyerapan dan penyimpanan karbon lebih baik dari sistem perkebunan lainnya. Pada penelitian (Karuru et al., 2021), menyimpulkan bahwa cadangan karbon pada berbagai tutupan lahan di Kabupaten Luwu Timur memiliki cadangan karbon yang berbeda-beda dimana pada hutan sekunder memiliki 265,86 ton/ha, agroforestri sebesar 131,31 ton/ha, kelapa sawit sebesar 100,89 ton/ha, sawah sebesar 70,5 ton/ha. Begitupun dalam penelitian (Sahuri, 2019), menyimpulkan bahwa cadangan karbon pada sistem agroforestri berbasis karet lebih tinggi dari pada sistem karet monokultur, sistem agroforestri memiliki cadangan karbon sebesar 2,15 ton/ha, dan pada sistem karet monokultur sebesar 0,57 ton/ha.

## **2.2 Cadangan Karbon**

Sebagian besar dari seluruh organisme hidup adalah berupa karbon, karena penyimpanan karbon secara alami lebih banyak di simpan di darat dan laut dari pada di atmosfer. Simpanan karbon merupakan jumlah berat karbon yang tersimpan di dalam ekosistem pada waktu tertentu, baik berupa biomassa mati ataupun karbon di dalam tanah (Rulianti et al., 2018). Cadangan karbon menggambarkan sejauh mana tumbuhan tersebut dapat menyerap CO<sub>2</sub> di udara. Oleh karena itu, sebagian karbon akan menjadi energi untuk proses fisiologis tumbuhan dan sebagian lagi akan masuk ke dalam struktur tumbuhan dan menjadi bagian tumbuhan, misalnya selulosa disimpan di batang, akar, cabang dan daun (Heriyanto & Subiandono 2012).

Proses penyimpanan karbon (C) pada tumbuhan hidup disebut sekuestrasi (C-Sequestration). Mengukur jumlah C yang tersimpan dalam tubuh biomassa tanaman yang hidup di lapangan dapat menggambarkan jumlah CO<sub>2</sub> di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Dengan demikian, besar kecilnya volume tanaman kemudian menjadi ukuran jumlah karbon yang tersimpan sebagai biomassa (Larasati et al., 2012). Aliran karbon dari atmosfer ke vegetasi bersifat dua arah, yaitu pengikatan karbon dioksida dalam biomassa melalui proses fotosintesis dan pelepasan karbon dioksida ke atmosfer melalui proses pembakaran dan dekomposisi. Jika laju konsumsi bahan bakar dan pertumbuhan ekonomi global terus seperti itu, maka Selama 100 tahun ke depan, suhu rata-rata global akan meningkat sebesar 1,7-4,50° C (Hairiah & Rahayu, 2007).

Tumbuhan merupakan salah satu tempat penimbunan atau penyimpanan karbon yang penyerapan emisi karbonnya jauh lebih banyak dari yang dilepaskannya (karbon sink). Salah satu metode untuk mengurangi efek pemanasan global adalah dengan mengendalikan konsentrasi karbon dengan mengembangkan karbon sink dimana karbon organik hasil fotosintesis akan disimpan dalam biomassa tegakan atau pohon (Haeriah et al., 2007). Dinamika karbon di alam secara sederhana dapat dijelaskan dengan siklus karbon. Siklus karbon adalah siklus yang meliputi pertukaran atau perpindahan karbon antara biosfer, geosfer, hidrosfer, dan atmosfer bumi. Siklus karbon memang merupakan proses yang kompleks dan setiap proses saling memengaruhi (Sutaryo, 2009).

## **2.3 Siklus Karbon**

Siklus karbon dibagi menjadi 3 proses yaitu proses penyerapan, penyimpanan dan pengeluaran. Proses penyerapan yaitu melalui proses fotosintesis tumbuhan menyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang ada di atmosfer yang berguna untuk membentuk akar, batang dan daun. Pada proses yang kedua yaitu proses penyimpanan pada proses ini karbon yang sudah diserap tadi akan disimpan

pada bagian akar, batang dan daun yang telah terbentuk pada proses penyerapan. Proses yang ketiga yaitu pengeluaran pada proses ini diakibatkan oleh beberapa hal yaitu diantaranya pada penebangan pohon, pembakaran hutan dan pembukaan lahan (Alongi, 2012).

Aspek penting dalam siklus karbon, diawali dari terjadinya perpindahan energi matahari ke makhluk hidup kemudian ke tanah dan akhirnya ke atmosfer. Karbon biologi atau karbon organik banyak memuat molekul-molekul dengan energi tinggi yang mampu bereaksi dengan molekul oksigen hingga dapat kembali menghasilkan karbon dioksida dan energi. Hal tersebut terjadi secara biokimia dari organisme melalui respirasi aerob, dan dapat juga terjadi melalui pembakaran tumbuhan (kayu) dan bahan bakar fosil (Achmad, 2004).

#### **2.4. Biomassa Cadangan Karbon**

Biomassa diartikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton per satuan luas (ton/ha) (Brown, 1997). Biomassa juga didefinisikan sebagai bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, tinja, dan kotoran ternak 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. Diacu dalam (Susanti, 2022)).

Jenis biomassa berbeda jika komposisi biomasanya juga berbeda. Bahan utama dalam komposisi biomassa ialah berupa protein, pati, selulosa, dan hemiselulosa. Pohon yang mengandung komposisi lignin, selulosa dan hemiselulosa tersebut biasanya berupa 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 yang besar (Gunawan et al., 2022. Diacu dalam (Susanti, 2022)). Biomassa setiap pohon juga memiliki biomassa yang berbeda yang dipengaruhi jenis dan diameter batang pohon, serta berat jenis pohon yang menjadi faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya biomassa tanaman (Rahayu et al., 2013).

#### **2.5 Perhitungan Cadangan Karbon**

Pendugaan karbon memerlukan prosedur pengukuran yang benar dan berbasis ilmiah agar memiliki keakurasian dan presisi yang cukup baik (Manuri et al., 2011). Metode yang



digunakan pada umumnya dikembangkan berdasarkan metode survey potensi hutan atau analisa vegetasi yang telah lama dikembangkan oleh praktisi kehutanan. Akan tetapi perkembangan dan penyesuaian perlu dilakukan karena melihat parameter yang diukur lebih banyak. sehingga konsenkuensinya adalah biaya dan waktu pelaksanaan akan lebih besar (Manuri et al., 2011)

Biomassa pohon dapat diestimasi dengan menggunakan persamaan allometrik yang telah dikembangkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya, di mana pengukurannya diawali dengan penebangan dan penimbangan beberapa pohon (Hairiah et al., 2011). Allometrik didefinisikan sebagai suatu studi dari suatu hubungan antara pertumbuhan dan ukuran dari bagian organisme atau ukuran dari keseluruhan organisme (Sutaryo, 2009). Keunggulan dalam menggunakan persamaan allometrik tersebut dapat mempersingkat waktu dalam pengambilan sampel di lapangan, tidak memerlukan sumber daya manusia (SDM) yang banyak, memperkecil pengeluaran (biaya) dan mengurangi kerusakan pohon.