

SKRIPSI

POTENSI SIMPANAN KARBON PADA HUTAN RAKYAT BERBASIS TARIWAN (*Tabernaemontana pandacaquii*) DI DESA KARIANGO, KECAMATAN TAWALIAN, KABUPATEN MAMASA

Oleh:

**YOGIWIJAYA BUTTUMA'DIKA
M011181062**



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

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Potensi Simpanan Karbon pada Hutan Rakyat berbasis Tariwan (*Tabernaemontana pandacaquii*) di Desa Kariango, Kecamatan Tawalian, Kabupaten Mamasa.

Nama Mahasiswa : Yogiwijaya Buttuma'dika

Nomor Pokok : M011181062

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin

Menyetujui:
Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Ir. Syamsuddin Millang, M.S
NIP.19601231198601 1 075

Pembimbing II

Budi Arty, S.Hut., M.Si
NIP.19580626198601 1 001

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin**



Dr. Samsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU
NIP.19770108200312 1 00

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yogiwijaya Buttuma'dika

NIM : M011181062

Program Studi : Kehutanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul

**Potensi Simpanan Karbon pada Hutan Rakyat berbasis Tariwan
(*Tabernaemontana pandacaquii*) di Desa Kariango, Kecamatan Tawalian,
Kabupaten Mamasa.**

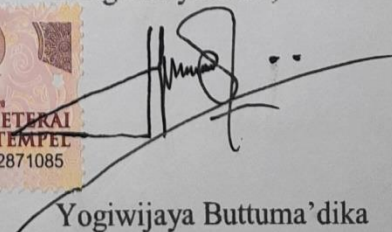
Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri

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

Makassar, 22 November 2022

Yang menyatakan,




Yogiwijaya Buttuma'dika

ABSTRAK

Yogiwijaya Buttuma'dika (M011181062). Potensi Simpanan Karbon pada Hutan Rakyat berbasis Tariwan (*Tabernaemontana pandacaquii*) di Desa Kariango, Kecamatan Tawalian, Kabupaten Mamasa di bawah bimbingan Syamsuddin Millang dan Budi Arty

Meningkatkan kemampuan hutan rakyat dalam menyerap dan menyimpan karbon dengan cara mempertahankan luasan hutan yang ada dan menambah diversitas jenisnya merupakan upaya nyata mengatasi permasalahan lingkungan yang terjadi akhir-akhir ini. Salah satu jenis pohon yang dikembangkan sebagai hutan rakyat adalah tariwan (*Tabernaemontana pandacaquii*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui simpanan karbon Hutan Rakyat berbasis Tariwan di Desa Kariango, Kecamatan Tawalian, Kabupaten Mamasa. Penelitian ini menggunakan metode purposive sampling dengan jumlah plot sebanyak 15 buah. Ukuran plot sample untuk pohon adalah 25 m x 25 m dan di dalam setiap plot sample 25 m x 25 m tersebut dibuat 5 sub plot dengan ukuran 1 m x 1 m untuk pengambilan data tumbuhan bawah, serasah, dan sample tanah. Parameter yang diukur adalah tinggi pohon, tinggi bebas cabang, diameter pohon setinggi dada, jumlah pohon dan nama jenis pohon yang terdapat dalam plot sample. Nilai biomassa dan simpanan karbon pohon dihitung dengan menggunakan persamaan allometrik, sedangkan konversi ke nilai karbon menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI 7724 : 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah biomassa dan karbon tersimpan terbesar berturut-turut pohon, tanah, serasah, dan tumbuhan bawah yaitu masing-masing 36,21 ton/ha, 16,21 ton/ha, 0,81 ton/ha, 0,58 ton/ha. Upaya untuk menambah nilai simpanan karbon pada hutan tariwan ini yaitu dengan menambah jenis pohon.

Kata kunci: Simpanan Karbon, Tariwan (Tabernaemontana pandacaquii), Hutan Rakyat.

KATA PENGANTAR

Salam Sejahtera,,

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas penyertaan-Nya dan Kasih Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Potensi Simpanan Karbon pada Hutan Rakyat berbasis Tariwan (*Tabernaemontana pandacaquii*) di Desa Kariango, Kecamatan Tawalian, Kabupaten Mamasa”**, untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Penghormatan dan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya penulis persembahkan kepada Ayahanda tercinta **Soleman Demmagau, S.Pd.**, Ibunda tercinta **Yenni Tiku Ma'dika, S.Pd.**, yang senantiasa mendoakan, memberikan perhatian, kasih sayang, nasehat, dan semangat kepada penulis. Serta terima kasih kepada saudara-saudariku terkasih **Yudid Sriwahyuni S, S.Sos, M.Si.**, dan **Sigit Kurniawan** atas doa dan dukungannya selama ini. Semoga dihari esok penulis kelak menjadi anak yang membanggakan.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bantuan, dukungan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. Syamsuddin Millang, M.S.**, dan Ibu **Budi Arty, S.Hut, M.Si.**, selaku pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga dan pikirannya dalam memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Bapak **Prof. Dr. Muhammad Alif K.S., S. Hut, M. Si.**, dan Bapak **Prof. Dr. Ir. Muhammad Dassir, M.Si.**, selaku penguji yang telah membantu dalam memberikan masukan dan saran guna penyempurnaan skripsi ini.
3. Ketua Departemen Kehutanan Bapak **Dr. Ir. Syamsu Rijal, S. Hut, M. Si**, IPU dan Sekretaris Departemen Ibu **Gusmiaty, S.P., M.P.** dan seluruh **Dosen** serta **Staf Administrasi** Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin atas bantuannya.
4. Keluarga Besar **Persekutuan Doa Rimbawan Mahasiswa Kristen Fakultas**

Kehutanan Universitas Hasanuddin (PDR-MK Fahutan Unhas) khususnya Teman-teman **PDR 2018** atas doa, kebersamaan, dan dukungannya selama masa kuliah dan selama penulis menyelesaikan skripsi ini

5. Keluarga Besar **Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon** khususnya Teman-teman **Angkatan 2018** yang telah banyak membantu dan memberi dukungan selama menyusun skripsi ini maupun selama perkuliahan.
6. Teman-teman **SOLUM 18** atas dukungan, kerja sama, dan motivasi serta telah menjadi keluarga.
7. Teman-Teman **Pengurus BE KEMAHUT SI-UNHAS Periode 2021** atas kebersamaannya.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan khususnya kepada penulis sendiri.

Makassar, 22 November 2022



Yogiwijaya Buttuma'dika

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pemanasan Global	4
2.1.1 Pengertian Pemanasan Global	4
2.1.2 Faktor-faktor Penyebab Pemanasan Global.....	5
2.1.3 Dampak Pemanasan Global	8
2.2 Biomassa.....	10
2.3 Karbon	12
2.3.1 Karbon Dioksida	12
2.3.2 Siklus karbon	13
2.3.3 Serapan Karbon dioksida (CO ₂)	15

2.4 Tariwan (<i>Tabernaemontana pandacaqui</i>)	15
2.5 Hutan Rakyat	16
2.6 Perhitungan Karbon Tersimpan.....	17
2.7 Reaksi Fotosintesis dan Hubungannya dengan Serapan Karbon	19
III. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 Lokasi Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan	23
3.3.1 Alat.....	23
3.3.2 Bahan	23
3.5 Analisis Data	27
3.5.1 Perhitungan Luas Bidang Dasar Pohon	27
3.5.2 Perhitungan Kerapatan Tegakan.....	27
3.5.3 Perhitungan Biomassa Pohon	27
3.5.4 Perhitungan Karbon Pohon.....	28
3.5.5 Perhitungan Serapan CO ₂	28
3.5.6 Perhitungan Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah.....	29
3.5.7 Perhitungan Karbon Tumbuhan Bawah dan Serasah	29
3.5.8 Perhitungan Kandungan Karbon Organik Tanah.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Sebaran Luas Bidang Dasar.....	31
4.2 Biomassa dan Karbon Pohon.....	32
4.3 Biomassa dan Karbon Tumbuhan Bawah	35
4.4 Biomassa dan Karbon Serasah	37

4.5 Kandungan Karbon Organik Tanah.....	38
4.6 Simpanan Karbon Total.....	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sebaran Luas Bidang Dasar	31
Tabel 2. Nilai Biomassa, Karbon dan Serapan CO ₂ Pohon	33
Tabel 3. Data Biomassa dan Karbon Tumbuhan Bawah.....	35
Tabel 4. Data Biomassa dan Karbon Serasah.....	37
Tabel 5. Data Kandungan Karbon Organik Tanah.....	38
Tabel 6. Simpanan Karbon Total di Desa Kariango, Kecamatan Tawalian, Kabupaten Mamasa.	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.....	22
Gambar 2. Sketsa sub-plot pengambilan data biomassa tumbuhan bawah	25
Gambar 3. Sketsa sub-plot pengambilan data biomassa serasah.....	26
Gambar 4. Diagram Nilai Simpanan Karbon Pohon	34
Gambar 5. Diagram Nilai Simpanan Karbon Tumbuhan Bawah	36
Gambar 6. Diagram Nilai Simpanan Karbon Serasah.....	38
Gambar 7. Diagram Nilai Simpanan Karbon Total di Desa Kariango, Kecamatan Tawalian, Kabupaten Mamasa.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pohon.....	50
Lampiran 2. Data Perhitungan LBDS	77
Lampiran 3. Data Perhitungan Biomassa dan Karbon Tumbuhan Bawah.....	78
Lampiran 4. Data Perhitungan Biomassa dan Karbon Serasah.....	83
Lampiran 5. Data Perhitungan Kandungan Karbon Organik Tanah.....	88
Lampiran 6. Data Perhitungan Biomassa, Karbon dan CO ₂	90
Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	91

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara alamiah cahaya matahari (radiasi gelombang pendek) yang menyentuh permukaan bumi akan berubah menjadi panas dan menghangatkan bumi. Sebagian panas sinar matahari dipantulkan oleh permukaan bumi sebagai radiasi infra merah gelombang panjang dan ultraviolet yang akan diteruskan ke angkasa luar, namun panas sinar matahari tersebut sebagian besar dipantulkan kembali ke bumi oleh gas rumah kaca yang terperangkap di atmosfer, sehingga semakin meningkatkan temperatur bumi.

Kontribusi gas rumah kaca terhadap pemanasan global tergantung dari jenis gasnya. Gas rumah kaca yang penting kontribusinya terhadap pemanasan global adalah karbon dioksida (CO_2), methane (CH_4), dinitro-oksida (N_2O), perfluorocarbon (PFC), hydrofluorocarbon (HFC) dan sulphur hexafluoride (SF_6). Berdasarkan perhitungan untuk beberapa tahun belakangan ini menunjukkan bahwa kontribusi CO_2 terhadap pemanasan global mencapai lebih dari 60% (Mimuroto dan Koizumi, 2003).

Pemanasan global merupakan isu penting yang terjadi akibat aktivitas ekonomi yang dilakukan dengan tidak memperhatikan dampak lingkungan yang menyebabkan meningkatnya temperatur di bumi pada beberapa tahun terakhir (Prakoso, dkk., 2019). Telah diketahui masyarakat dunia bahwa pemantik terjadinya pemanasan global (*global warming*) akibat akumulasi gas rumah kaca yang dipicu oleh pemakaian energi fosil, seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam untuk industri, transportasi, kegiatan domestik serta penebangan dan pembakaran hutan. Perubahan iklim yang terjadi berpengaruh pada seluruh sistem di bumi yang meliputi ekosistem, struktur komunitas dan populasi, distribusi organisme dan sebagainya. Adanya perubahan sistem dalam ekosistem ini telah memberi dampak pada kehidupan di bumi seperti hilangnya gletser, punahnya berbagai jenis hewan dan terpengaruhnya hasil pertanian (Utina, 2009).

Hutan Indonesia adalah hutan yang sering disebut salah satu paru dunia yang menyumbangkan oksigen untuk keberlangsungan makhluk hidup yang dapat menyerap karbon dioksida yakni karbon yang berbahaya dan menghasilkan gas oksigen yang diperlukan oleh manusia (Shafitri, dkk., 2018). Menurut Indriyanto (2006) hutan memiliki peranan penting dalam menurunkan emisi gas rumah kaca karena vegetasi hutan mampu memfiksasi CO₂ dan menyimpannya di dalam jaringan tanaman dalam bentuk biomassa hutan. Tanaman atau pohon di hutan berfungsi sebagai tempat penimbunan dan pengendapan karbon dan istilah ini disebut *reservoir karbon*.

Kawasan hutan tariwan yang berada di Kabupaten Mamasa sudah terbatas dalam hal topografi, umur, dan pengelolaan. Pohon Tariwan yang tumbuh secara alami membuat masyarakat kurang mengelola hutan tariwan karena masyarakat memanfaatkan tariwan sebagai konstruksi sehingga jika ingin memanfaatkan tariwan tersebut masyarakat langsung mengambil pohon tariwan yang tumbuh secara alami.

Proses penyimpanan karbon di dalam tanaman yang sedang tumbuh disebut sebagai *sequestrasi karbon (carbon sequestration)*. Karbon yang tersimpan dalam pohon berbanding linear dengan kenaikan biomassa pohon yaitu dengan bertambahnya tinggi, diameter serta umur pohon, dan mencapai kondisi stabil ketika umur pohon mencapai masa tebang. Volume serapan karbon berjalan lambat pada tahap semai menjadi sapuhan. Sedangkan proses penyerapan karbon secara cepat terjadi pada fase sapuhan ke fase tiang dan pohon, karena pohon mengalami peningkatan pertumbuhan volume batang dan tajuk yang sangat cepat (Paembonan, 2012).

Tumbuhan yang termasuk dalam genus *Tabernaemontana (Apocynaceae)*, seperti *Tabernaemontana pandacaquii*, memiliki distribusi di seluruh dunia, termasuk bagian dari Amerika, Afrika, Asia, dan Australia. Tumbuhan *Tabernaemontana pandacaquii* memiliki batang berwarna coklat kemerahan. Daun bentuk lanset, ujung runcing, tepi rata, urat daun menyirip, permukaan halus, mengkilap, terdapat cairan susu/getah pada bagian daun dan batang. Bunga berwarna putih kekuningan terdapat

di ujung tangkai daun. Tergolong dalam kelompok tumbuhan obat (Jansen, dkk., 1993).

Kemampuan hutan dalam menyerap dan menyimpan karbon tidak sama baik di hutan alam, hutan tanaman, hutan payau, hutan rawa maupun di hutan rakyat tergantung pada jenis pohon, tipe tanah dan topografi. Oleh karena itu, informasi mengenai cadangan karbon dari berbagai tipe hutan, jenis pohon, jenis tanah dan topografi di Indonesia sangat penting. Penelitian mengenai penyimpanan karbon ataupun cadangan karbon telah banyak dilakukan. Namun, belum mewakili semua jenis tanaman hutan dan mewakili wilayah di Indonesia, serta sumber data yang valid mengenai simpanan karbon khususnya pada hutan tanaman (HTR/HKM) masih terbatas, sedangkan informasi ini dapat dimanfaatkan untuk mendukung kegiatan REDD+ perihal perdagangan karbon dunia (Agus, 2007).

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka penelitian mengenai Potensi Simpanan Karbon pada Hutan Rakyat berbasis Tariwan (*Tabernaemontana pandacaquii*) di Desa Kariango, Kecamatan Tawalian, Kabupaten Mamasa dirasa penting karena kawasan hutan Tariwan yang ada di kabupaten Mamasa sudah terbatas dan dengan mengetahui jumlah karbon yang mampu diserap oleh Tariwan, kita akan lebih memahami manfaat ekologi Tariwan sebagai penyerap karbon sehingga usaha dalam rangka mengurangi pemanasan global serta sebagai usaha perdagangan karbon dapat lebih ditingkatkan.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi simpanan karbon pada Hutan Rakyat berbasis Tariwan (*Tabernaemontana pandacaquii*) di Desa Kariango Kecamatan Tawalian, Kabupaten Mamasa.

Kegunaan dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai kontribusi karbon yang tersimpan pada Hutan Rakyat berbasis Tariwan sebagai salah satu bentuk upaya dalam mengendalikan dampak pemanasan global.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanasan Global

2.1.1 Pengertian Pemanasan Global

Pemanasan global didefinisikan sebagai peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan bumi. Penyebab meningkatnya suhu rata-rata di bumi adalah akibat dari emisi gas rumah kaca (GRK) yang menyebabkan energi panas matahari terperangkap di atmosfer dan menjadikan bumi lebih panas dari sebelumnya (Kuncoro Sejati, 2011).

Pemanasan global (*global warming*) menjadi salah satu isu lingkungan utama yang dihadapi dunia saat ini. Pemanasan global berhubungan dengan proses meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi. Peningkatan suhu permukaan bumi ini dihasilkan oleh adanya radiasi sinar matahari menuju ke atmosfer bumi, kemudian sebagian sinar ini berubah menjadi energi panas dalam bentuk sinar infra merah diserap oleh udara dan permukaan bumi. Perubahan iklim global sebagai implikasi dari pemanasan global telah mengakibatkan ketidakstabilan atmosfer di lapisan bawah terutama yang dekat dengan permukaan bumi. Peningkatan konsentrasi karbon dioksida di atmosfer merupakan salah satu penyebab terbesar terjadinya pemanasan global (Sunu, 2001).

Pemanasan global terjadi akibat meningkatnya emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), nitrogen oksida (NO₂), chlorofluorocarbon (CFC) dan gas lainnya secara berlebihan di atmosfer, sehingga cahaya matahari yang dipantulkan bumi sebagai radiasi infra merah gelombang panjang dan ultraviolet yang akan diteruskan ke angkasa luar, namun sebagian besar dipantulkan kembali ke bumi oleh gas rumah kaca yang terbentuk di atmosfer, sehingga semakin meningkatkan temperatur bumi. Gas rumah kaca yang berpengaruh secara langsung salah satunya adalah CO₂. Konsentrasi CO₂ yang berlebih di atmosfer akan menyebabkan suhu udara menjadi lebih panas. Sebagian besar GRK dihasilkan oleh

tempat pembuangan akhir, kotoran ternak, sistem pendingin ruangan, pembakaran fosil, dan kegiatan alih fungsi lahan dan hutan (CIFOR, 2010).

2.1.2 Faktor-faktor Penyebab Pemanasan Global

Gas Rumah Kaca (GRK)

Gas rumah kaca (GRK) merupakan gas-gas hasil pemanasan bumi yang kemudian dilepaskan menuju atmosfer sehingga menyebabkan terbentuknya efek rumah kaca (Riebeek, 2010). Efek rumah kaca terjadi karena peningkatan emisi gas-gas, seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitro oksida (N_2O), chlorofluorocarbons (CFC), dan lain-lain, sehingga energi matahari terperangkap dalam atmosfer bumi. Menumpuknya jumlah gas rumah kaca seperti uap air, karbon dioksida, dan metana di atmosfer mengakibatkan sebagian dari panas ini dalam bentuk radiasi infra merah tetap terperangkap di atmosfer bumi, kemudian gas-gas ini menyerap dan memantulkan kembali radiasi gelombang yang dipancarkan oleh permukaan bumi. Akibatnya panas tersebut akan tersimpan di permukaan Bumi.

Aktivitas manusia yang paling besar menyumbang emisi gas rumah kaca adalah aktivitas industri. Perusahaan sebagai pelaku ekonomi yang menjalankan aktivitas industri memiliki peluang besar menghasilkan emisi gas rumah kaca. Pemanasan global dan perubahan iklim yang tidak terkendali ini muncul sebagai salah satu akibat dari jumlah emisi gas yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa gas rumah kaca dari aktivitas manusia memperburuk pemanasan global dan perubahan iklim (IPCC, 2007).

Problem yang ada sekarang adalah tingginya gas-gas rumah kaca sebagai akibat dari kegiatan manusia yang dapat mempengaruhi iklim di bumi sehingga menyebabkan pemanasan bumi secara global. Oleh karena perubahan iklim global mempengaruhi keadaan alam secara keseluruhan, komunitas biologi, fungsi ekosistem, dan iklim harus selalu dijaga.

Menurut Harmoni (2009) dampak yang ditimbulkan dari GRK bagi kehidupan manusia antara lain adalah:

- a. Meningkatnya resiko kebakaran hutan.

- b. Meningkatnya resiko epidemi penyakit infeksi dan resiko kehidupan manusia.
- c. Meningkatnya kejadian banjir dan kekeringan jika emisi GRK terus bertambah.
- d. Menurunnya produksi pertanian disebabkan oleh kekeringan dan banjir.
- e. Penurunan sumber daya air secara kualitatif maupun kuantitatif.
- f. Meningkatnya erosi dan kerusakan infrastruktur.

Umpan balik

Efek dari penguatan iklim dipersulit oleh berbagai macam proses umpan balik, dimana saat CO₂ disuntikkan ke dalam atmosfer menyebabkan pemanasan atmosfer dan permukaan bumi, sehingga mengakibatkan lebih banyak uap air yang diuapkan ke atmosfer. Dan uap air itu sendiri bertindak sebagai gas rumah kaca. Proses umpan balik penting lainnya adalah umpan balik *ice-albedo*, dimana CO₂ dalam atmosfer memanaskan permukaan bumi dan menyebabkan mencairnya es di dekat kutub. Ketika es mencair, daratan atau perairan terbuka terkena imbasnya.

Variasi sinar matahari

Variasi dalam output sinar matahari, yang diperkuat oleh umpan balik awan, dapat memberikan kontribusi pada pemanasan seperti yang sekarang terjadi. Selanjutnya Kodra (2004), mengidentifikasi penyebab terjadinya pemanasan global (*global warming*), oleh karena berbagai pencemaran yang kompleks. Dan penyumbang terbesar adalah karbon dioksida, nitrogen oksida, metana dan klorofluorokarbon. Meningkatnya konsentrasi ketiga gas pertama (karbon dioksida, nitrogen oksida dan metana) sebenarnya merupakan konsekuensi adanya peningkatan pertumbuhan penduduk bumi.

Penipisan Lapisan Ozon

Meningkatnya kegiatan manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya menyebabkan naiknya jumlah konsentrasi pencemaran udara seperti karbon dioksida (an), klorofluorocarbons (CFCs), dan halons. Ketiga polutan tersebut dituding

sebagai penyebab nomor satu menipisnya lapisan ozon. Penipisan lapisan ozon menyebabkan sinar ultraviolet yang dipancarkan ke bumi tidak lagi tersaring secara semestinya. Akibatnya terjadilah global warming, memanasnya suhu bumi yang mengakibatkan terjadinya perubahan iklim dunia (Margaret, 1989).

Semakin banyak molekul ozon (konsentrasi ozon tinggi) semakin banyak sinar UV-C dan UV-B yang diserap oleh lapisan ozon. Kalau gas pencemar udara dari bumi mencapai lapisan ozon, proses pembentukan dan kerusakan ozon terganggu, sehingga konsentrasi ozon menurun. Itu artinya daya serap lapisan ozon terhadap sinar ultraviolet berkurang sehingga sebagian sinar ultraviolet dapat mencapai bumi. Dalam reaksi kimia, ozon dapat berperan sebagai agen oksidasi, dapat bereaksi dengan logam maupun non logam, juga dapat berperan dalam reaksi-reaksi pembakaran (Hoffmann, 2004).

Lapisan ozon sangat penting karena ia menyerap radiasi ultra violet (UV) dari matahari untuk melindungi radiasi yang tinggi sampai ke permukaan bumi. Radiasi dalam bentuk UV spektrum mempunyai jarak gelombang yang lebih pendek daripada cahaya. Radiasi UV dengan jarak gelombang adalah di antara 280 hingga 315 nanometer yang dikenali UV -B dan ia merusak hampir semua kehidupan. Dengan menyerap radiasi UV-B sebelum ia sampai ke permukaan bumi, lapisan ozon melindungi bumi dari efek radiasi yang merusak kehidupan. Radiasi ultra ungu ini dapat membuat efek pada kesehatan manusia, memusnahkan kehidupan laut, ekosistem, mengurangi hasil pertanian dan hutan.

Diperlukan upaya meningkatkan kesadaran dan partisipasi aktif masyarakat serta semua pihak dalam program perlindungan lapisan ozon, pemahaman mengenai pentingnya keberadaan peranan lapisan ozon untuk kelangsung hidup makhluk di bumi, penanggulangan penipisan lapisan ozon, memperkenalkan bahan, proses, produk, dan teknologi yang tidak merusak lapisan ozon. Bila tidak, maka proses penipisan ozon akan semakin meningkat dan mungkin saja akan menyebabkan lapisan ozon ini tidak dapat dikembalikan lagi ke kondisi semula (Cessnasari, 2005).

Kelestarian Hutan

Hutan merupakan sumber daya alam yang berperan penting pada lini kehidupan, baik dari ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan (Widodo dan Sidik, 2020). Areal hutan yang semakin berkurang tentunya menyebabkan punahnya berbagai jenis spesies yang menyebabkan berbagai dampak termasuk menimbulkan efek gas rumah kaca (Novalia, 2017).

Terjadinya penjarahan lahan hutan, pengalihan fungsi lahan hutan dan illegal logging telah memberikan kontribusi yang sangat besar terjadinya degradasi dan deforestasi hutan. Perubahan lahan hutan yang menjadi lahan non hutan menyebabkan pemanasan global karena akibat dari kebakaran hutan yang sering terjadi (Syah, 2017). Besarnya degradasi dan deforestasi hutan jelas berpengaruh besar terhadap kualitas dan daya dukung lingkungan sumber daya hutan (Ardian, 2019).

Kondisi peningkatan suhu yang semakin panas, kondisi cuaca yang tak menentu juga merupakan tanda-tanda terjadinya pemanasan global. Pemanasan global ini bersumber dari berbagai aktivitas-aktivitas manusia dimulai dari kegiatan penggundulan hutan dan pembakaran dengan besar-besaran yang tentunya menyebabkan timbulnya emisi karbon dengan dampak yang ditimbulkan yakni efek rumah kaca yang juga menimbulkan efek jangka yang panjang terhadap kehidupan, dan diharuskan dalam mengurangi aktivitas yang dapat merusak hutan atau kegiatan yang mampu menimbulkan emisi (Isti Prabandari, 2020).

2.1.3 Dampak Pemanasan Global

Dampak pemanasan global mengakibatkan kenaikan permukaan laut, perubahan iklim, kerusakan pada organisme dan ekosistem, dan pengaruh terhadap ketersediaan air dan pertanian. Dampak kerusakan lingkungan akan berantai dan tidak pernah putus selama belum ada tindakan untuk mengantisipasinya. Kenaikan permukaan air laut akan berdampak langsung pada garis pantai, menenggelamkan beberapa daerah dataran rendah dan pulau, banjir pada pulau-pulau kecil atau kawasan kota yang rata dengan pantai, rusaknya hutan mangrove. Penenggelaman

akan menimbulkan berbagai masalah bagi lingkungan global, kekurangan lahan pemukiman, dan kekurangan lahan untuk sumber pangan.

Pemanasan global telah memicu terjadinya sejumlah konsekuensi yang merugikan baik terhadap lingkungan maupun setiap aspek kehidupan manusia. Beberapa di antaranya adalah sebagai berikut (Gleason, dkk., 2007):

- a. Mencairnya lapisan es di kutub Utara dan Selatan. Peristiwa ini mengakibatkan naiknya permukaan air laut secara global, hal ini dapat mengakibatkan sejumlah pulau-pulau kecil tenggelam. Kehidupan masyarakat yang hidup di daerah pesisir terancam.
- b. Meningkatnya intensitas fenomena cuaca yang ekstrim. Perubahan iklim menyebabkan musim sulit diprediksi. Petani tidak dapat memprediksi perkiraan musim tanam akibat musim yang juga tidak menentu. Akibat musim tanam yang sulit diprediksi dan musim penghujan yang tidak menentu maka musim produksi panen juga demikian.
- c. Punahnya berbagai jenis fauna. Flora dan fauna memiliki batas toleransi terhadap suhu, kelembaban, kadar air dan sumber makanan. Kenaikan suhu global menyebabkan terganggunya siklus air, kelembaban udara dan berdampak pada pertumbuhan tumbuhan sehingga menghambat laju produktivitas primer. Kondisi ini pun memberikan pengaruh habitat dan kehidupan fauna.
- d. Habitat hewan berubah akibat perubahan faktor-faktor suhu, kelembaban dan produktivitas primer sehingga sejumlah hewan melakukan migrasi untuk menemukan habitat baru yang sesuai.
- e. Peningkatan muka air laut, air pasang dan musim hujan yang tidak menentu menyebabkan meningkatnya frekuensi dan intensitas banjir.
- f. Ketinggian gunung-gunung tinggi berkurang akibat mencairnya es pada puncaknya.
- g. Perubahan tekanan udara, suhu, kecepatan dan arah angin menyebabkan terjadinya perubahan arus laut. Hal ini dapat berpengaruh pada migrasi ikan, sehingga memberi dampak pada hasil perikanan tangkap.

- h. Berubahnya habitat memungkinkan terjadinya perubahan terhadap resistensi kehidupan larva dan masa pertumbuhan organisme tertentu, kondisi ini tidak menutup kemungkinan adanya pertumbuhan dan resistensi organisme penyebab penyakit tropis.

Menurut Ramlan (2002) ada 4 dampak yang terjadi akibat adanya pemanasan global yaitu :

- a. Cuaca yang sangat ekstrim yang dapat menyebabkan iklim tidak stabil.
- b. Menipisnya dan mencairnya es di kutub utara dan menyebabkan terjadinya peningkatan permukaan laut.
- c. Timbulnya wabah dan penyakit baru yang diakibatkan meningkatnya polusi.
- d. Adanya bencana alam dan perubahan lingkungan.

2.2 Biomassa

Pengertian biomassa ditinjau dari asal kata bio dan massa, sehingga biomassa tanaman adalah massa dari bagian hidup tanaman. Bio mengandung pengertian bagian dari makhluk hidup. Massa memiliki arti yaitu parameter kepadatan dari suatu benda atau zat yang memberikan unsur percepatannya bila suatu gaya diberikan. Dengan demikian biomassa tanaman adalah bahan hidup yang dihasilkan tanaman yang bebas dari pengaruh gravitasi, sehingga nilainya tidak sama dengan berat yang tergantung kepada tempat penimbangan dan berhubungan dengan gaya gravitasi (Handoko, 2007).

Biomassa juga dapat diartikan sebagai materi yang berasal dari makhluk hidup, termasuk bahan organik baik yang hidup maupun yang mati, baik yang ada di atas permukaan tanah maupun yang berada dibawah permukaan tanah seperti pohon, hasil panen, rumput, serasah, akar, hewan serta sisa kotoran hewan (Sutaryo, 2009). Jumlah karbon yang disimpan di dalam pohon atau hutan dapat dihitung apabila kita mengetahui jumlah biomassa atau jaringan hidup tumbuhan di hutan tersebut dan memberlakukan suatu faktor konversi (Rusolono, 2006).

Menurut Sutaryo (2009), dalam suatu penelitian biomassa, terdapat banyak istilah yang terkait dengan penelitian tersebut. Beberapa istilah tersebut diantaranya disebutkan dalam sebagai berikut :

- a. Biomassa hutan (*forest biomass*) adalah keseluruhan volume makhluk hidup dari semua spesies pada suatu waktu tertentu dan dapat dibagi ke dalam 3 kelompok utama yaitu pohon, semak dan vegetasi yang lain.
- b. Pohon secara lengkap (*complete tree*) berisikan keseluruhan komponen dari suatu pohon termasuk akar, tunggul/tunggak, batang, cabang dan daun-daun.
- c. Tunggul dan akar (*stump and roots*) mengacu kepada tunggul, dengan ketinggian tertentu yang ditetapkan oleh praktek-praktek setempat dan keseluruhan akar. Untuk pertimbangan kepraktisan, akar dengan diameter yang lebih kecil dari diameter minimum yang ditetapkan sering dikesampingkan.
- d. Batang di atas tunggul (*tree above stump*) merupakan seluruh komponen pohon kecuali akar dan tunggul. Dalam kegiatan forest biomass inventories, pengukuran sering dikatakan bahwa biomassa di atas tunggul/tunggak ditetapkan sebagai biomassa pohon secara lengkap.
- e. Batang (*stem*) adalah komponen pohon mulai di atas tunggul hingga ke pucuk dengan mengecualikan cabang dan daun.
- f. Batang komersial adalah komponen pohon di atas tunggul dengan diameter minimal tertentu.
- g. Tajuk pohon (*stem top wood*) adalah bagian dari batang dari diameter ujung.
- h. Minimal tertentu hingga ke pucuk, bagian ini sering merupakan komponen utama dari sisa pembalakan.
- i. Cabang (*branches*) semua dahan dan ranting kecuali daun
- j. Dedaunan (*foliage*) semua duri-duri, daun, bunga dan buah.

Biomassa dapat diukur secara akurat melalui penebangan, pengeringan, dan penimbangan. Akan tetapi cara tersebut tidak efisien dan membutuhkan biaya yang cukup besar. Menurut Hairiah dan Rahayu (2007) stok karbon diestimasi dari biomasanya dengan mengikuti aturan 46% biomassa adalah karbon. Adapun metode

estimasi biomassa salah satunya adalah metode alometrik. Estimasi dilakukan dengan cara mengukur diameter batang pohon setinggi dada (diameter at breast height, DBH), yang terdapat pada plot penelitian. Kemudian DBH digunakan sebagai variabel bebas dari persamaan alometrik yang menghubungkan biomassa sebagai variabel terikat dan DBH sebagai variabel bebas (Bakri, 2009).

2.3 Karbon

Karbon merupakan Unsur kimia bukan logam dengan simbol atom C yang banyak terdapat di dalam semua bahan organik dan di dalam bahan anorganik tertentu. Unsur ini mempunyai nomor atom 6 dan berat atom 12 g (Agus, dkk., 2011). Karbon merupakan suatu unsur yang diserap dari atmosfer melalui proses fotosintesis dan disimpan dalam bentuk biomassa. Tingkat penyerapan karbon di hutan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain iklim, topografi, karakteristik lahan, umur dan kerapatan vegetasi, komposisi jenis seta kualitas tempat tumbuh (Istomo dan Farida, 2017).

2.3.1 Karbon Dioksida

Karbon dioksida (rumus kimia: CO_2) atau zat asam arang adalah sejenis senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. Ia berbentuk gas pada keadaan temperatur dan tekanan standar dan hadir di atmosfer bumi. Rata-rata konsentrasi karbon dioksida di atmosfer bumi kira-kira 387 ppm berdasarkan volume walaupun jumlah ini bisa bervariasi tergantung pada lokasi dan waktu. Karbon dioksida adalah gas rumah kaca yang penting karena ia menyerap gelombang inframerah dengan kuat (Alamenda 2010, dalam Batara, 2015). Karbon dioksida (CO_2) juga dapat diartikan sebagai salah satu komponen gas rumah kaca yang dapat berperan sebagai perangkap panas di atmosfer, sehingga dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim (Heriansyah, 2005).

Karbohidrat yang terbentuk disimpan didalam tanaman, dan oksigen dilepaskan ke atmosfer. Tanaman jika teroksidasi melalui dekomposisi alami, dibakar, atau dikonsumsi oleh hewan, oksigen diabsorpsi dari udara dan CO₂ akan dilepaskan kembali ke atmosfer. Proses ini merupakan siklus karbon alami yang menghasilkan CO₂ atmosfer yang konstan jika tidak terganggu oleh aktivitas manusia (Fardiaz, 1992).

Pengaruh rumah kaca terbentuk dari interaksi antara CO₂ atmosfer yang jumlahnya meningkat. Sinar matahari terdiri dari bermacam-macam panjang gelombang, kebanyakan radiasi yang mencapai permukaan bumi terletak pada kisaran sinar tampak (*visible*). Ozon yang terdapat secara normal di atmosfer 11 bagian atas, menyaring sebagian besar sinar infrared (panjang gelombang lebih panjang daripada sinar tampak) yang dirasakan kita sebagai panas (Fardiaz,1992).

2.3.2 Siklus karbon

Fardiaz (1992) mengemukakan manusia dapat mengganggu siklus karbon melalui beberapa aktivitasnya, misalnya penggundulan tanaman, pembakaran minyak bumi, dan mengubah batu kapur menjadi semen. Penggundulan tanaman menurunkan kemampuan alam untuk menghilangkan CO₂ dari atmosfer, sedangkan pembakaran minyak bumi dan produksi semen dari batu kapur meningkatkan jumlah CO₂ di udara. Pengaruh total dari aktivitas tersebut adalah terjadinya kenaikan CO₂ di atmosfer. Aktivitas yang paling banyak pengaruhnya terhadap kenaikan CO₂ di atmosfer adalah pembakaran minyak bumi.

Secara alami, pelepasan karbon hutan ke atmosfer, atau disebut emisi terjadi melalui berbagai mekanisme seperti respirasi makhluk hidup, dekomposisi bahan organik serta pembakaran biomassa. Selain melakukan proses fotosintesis untuk mengubah karbon dioksida (CO₂) menjadi oksigen (O₂) dan glukosa, tumbuhan juga melakukan proses respirasi yang melepaskan CO₂. Namun proses ini cenderung tidak signifikan karena CO₂ yang dilepas masih dapat diserap kembali pada saat proses fotosintesis (Manuri, dkk., 2011).

Moura-Costa (1996) menyatakan bahwa mitigasi CO₂ melalui bidang kehutanan didasarkan kepada dua premis, yang pertama adalah CO₂ merupakan gas di atmosfer yang bersirkulasi secara global, sehingga usaha-usaha untuk menghilangkan gas rumah kaca dari atmosfer akan sama efektifnya jika dilakukan di dekat sumber emisi atau di belahan bumi lain, dan yang kedua adalah tanaman-tanaman hijau mengambil CO₂ dari atmosfer dalam proses fotosintesis yang menghasilkan gula dan bahan-bahan organik lain yang digunakan untuk pertumbuhan dan metabolisme.

Dinamika karbon di alam dapat dijelaskan secara sederhana dengan siklus karbon. Siklus karbon adalah siklus biogeokimia yang mencakup pertukaran atau perpindahan karbon di antara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfer bumi. Siklus karbon sesungguhnya merupakan suatu proses yang rumit dan setiap proses saling memengaruhi proses lainnya (Sutaryo, 2009).

Tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer (CO₂) melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Ketika sampai waktunya karbon tersebut kembali ke atmosfer, dan 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. Pada tanah gambut, jumlah simpanan karbon mungkin lebih besar dibandingkan dengan simpanan karbon yang ada di atas permukaan. Karbon juga masih tersimpan pada bahan organik mati dan produk-produk berbasis biomassa seperti produk kayu baik ketika masih dipergunakan maupun sudah berada di tempat penimbunan. Karbon dapat tersimpan dalam kantong karbon dalam periode yang lama atau hanya sebentar. Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan dalam *carbon pool* ini mewakili jumlah karbon yang terserap dari atmosfer (Sutaryo, 2009).

Siklus karbon secara global ini merupakan salah satu proses biogeokimia di dalam planet yang membantu pengaturan kadar CO₂ di atmosfer. Siklus biogeokimia adalah siklus senyawa kimia yang mengalir dari komponen abiotik ke biotik dan kembali lagi ke komponen abiotik. Siklus tersebut juga melibatkan reaksi-reaksi

kimia dalam lingkungan abiotik sehingga disebut siklus biogeokimia. Diperkirakan sekitar 830 miliar ton karbon tersimpan dalam hutan di seluruh dunia. Jumlah ini merupakan sebagian besar dari kandungan karbon dalam atmosfer yang terikat dalam CO₂. Secara kasar sekitar 40% atau 330 miliar ton karbon tersimpan dalam bagian pohon dan bagian tumbuhan hutan lainnya di atas permukaan tanah, sedangkan sisanya yaitu sekitar 60% atau 500 miliar ton tersimpan dalam tanah hutan dan akar-akar tumbuhan di dalam hutan (Suhendang, 2002).

2.3.3 Serapan Karbon dioksida (CO₂)

Menurut Haeruman (2007) karbon di atmosfer diambil oleh hutan melalui proses fotosintesis tumbuhan dan dilepaskan melalui proses respirasi tumbuhan, pembusukan tumbuhan-tumbuhan yang mati, dan pembakaran terhadap komponen-komponen organik hutan.

Notohadiprawiro (2006) menyatakan bahwa hutan yang sedang bertumbuh aktif dapat secara aktif menyerap CO₂ dari atmosfer melalui fotosintesis dan menyimpan karbon dalam biomassa, oleh karena itu hutan tropika hanya berguna mengurangi pemanasan global akibat tingginya konsentrasi CO₂ di atmosfer hanya apabila hutan secara berkala diremajakan.

2.4 Tariwan (*Tabernaemontana pandacaquii*)

Van Beek, dkk., (1984) menyatakan bahwa Genus *Tabernaemontana* yang termasuk dalam famili Apocynaceae dinamai oleh seorang dokter dan ahli botani Jerman, J. Th. Muller . Saat ini, kurang lebih 100 spesies yang termasuk dalam genus ini telah tersebar di daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia, antara lain Afrika, Asia, Oseania, dan Amerika (Silveira, dkk., 2017).

Tumbuhan *Tabernaemontana pandacaquii* memiliki batang berwarna coklat kemerahan. Daun bentuk lanset, ujung runcing, tepi rata, urat daun menyirip, permukaan halus, mengkilap, terdapat cairan susu/getah pada bagian daun dan batang. Bunga berwarna putih kekuningan terdapat di ujung tangkai daun. Taesotikul

(1989) menunjukkan bahwa jika ekstrak etanolik batang, daun dan bunga *pandacaquii* diberikan kepada tikus yang dibius fenobarbital secara intravena maka dapat menyebabkan hipotensi. Ekstrak bunga *Tabernaemontana Pandacaquii* dengan dosis tinggi (100-300 mg/kg) menghasilkan efek hipertensi singkat sebelum efek hipertensi.

Tumbuhan ini digunakan dalam pengobatan tradisional untuk pengobatan tekanan darah tinggi, nyeri, peradangan, aplikasi topikal untuk penyembuhan luka serta untuk keperluan pengobatan lainnya. Di Tiongkok dan Thailand, tanaman ini merupakan obat tradisional yang digunakan untuk pengobatan demam, nyeri dan disentri (Pratchayasakul, dkk., 2008).

Klasifikasi Tariwan adalah sebagai berikut :

Divisi : Magnoliophyta

Class : Magnoliopsida

Ordo : Gentianales

Family : Apocynaceae

Genus : *Tabernaemontana*

Species : *Tabernaemontana pandacaqui*

2.5 Hutan Rakyat

Hutan rakyat adalah hutan yang dibangun dan dikelola oleh rakyat kebanyakan berada di atas tanah milik atau tanah adat, meskipun ada pula yang berada di atas tanah negara atau kawasan hutan negara. Hutan rakyat pada umumnya berbentuk wanatani, yaitu campuran antara pepohonan dengan jenis-jenis tanaman bukan pohon, baik berupa wanatani sederhana, ataupun wanatani kompleks yang sangat mirip strukturnya dengan hutan alam (Rahmawati, 2004).

Pengelolaan hutan rakyat bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat juga untuk menyediakan bahan baku bagi industri tanpa meninggalkan asas kelestarian lingkungan. Pengembangan pengelolaan hutan rakyat hingga sekarang ini perlu dukungan beberapa pihak terutama peran aktif masyarakat. Perlu

landasan hukum yang kuat untuk mengendalikan aktivitas pemanenan kayu khususnya kegiatan penebangan kayu di lahan hutan milik rakyat, sebab tidak mungkin kerusakan hutan rakyat dapat terelakkan. Pengembangan pengelolaan hutan rakyat yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekaligus dapat mendukung pasokan bahan baku industri kehutanan yang berkualitas dan berkelanjutan tanpa mengabaikan kualitas lingkungan (Sukardayati, 2006).

2.6 Perhitungan Karbon Tersimpan

Nilai karbon tersimpan ditentukan dengan pengukuran biomassa pohon. Karbon tersimpan merupakan 46% dari biomassa pohon yang diukur, biomassa pohon (dalam berat kering) dihitung menggunakan “*allometric equation*” berdasarkan pada diameter batang setinggi 1,3 m di atas permukaan tanah (Bakri, 2009).

Stok karbon hutan dapat dihitung menggunakan berbagai macam pendekatan, diantaranya dengan menghitung volume biomassa yang tersimpan pada batang, cabang, ranting, lantai hutan, kayu mati, akar dan tanah (*carbon pools*). Secara umum 70% potensi biomassa permukaan tanah sangat penting dalam perhitungan karbon hutan. Sebagaimana diketahui karbon hutan tersimpan didalam biomassa tumbuhan sebagai hasil dari proses fotosintesis. Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa 50% dari karbon hutan tersimpan di dalam biomassa tumbuhan (Pusat Standarisasi dan Lingkungan, Kementerian Kehutanan dan Forest Carbon Partnership Facility-World Bank, 2012).

Perhitungan karbon yang kredibel memerlukan pelatihan dengan materi dari metode perhitungan karbon yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI pengukuran dan perhitungan cadangan karbon – pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (*Ground Based forest Carbon Accounting*) (SNI 7724 : 2011) dan standar nasional Indonesia penyusunan persamaan allometrik untuk penaksiran cadangan karbon hutan dilakukan berdasarkan pengukuran lapangan. *Carbon accounting* adalah istilah baru yang terkait dengan perhitungan emisi karbon atau cadangan karbon yang tersimpan di dalam hutan (Pusat Standarisasi dan

Lingkungan, Kementerian Kehutanan dan Forest Carbon Partnership Facility-World Bank, 2012).

Sehubungan dengan pelaksanaan inventarisasi karbon hutan, ada beberapa standar mengenai metode inventarisasi karbon hutan dan metode untuk penyusunan persamaan allometrik dijelaskan mengenai metode inventarisasi karbon hutan yang meliputi metode *samplingnya*, pengukuran dalam plot atau subplotnya yang terdiri atas : pengukuran pohon, tiang, semai, tumbuhan bawah, kayu mati dan pengambilan sampel tanah untuk menghitung kandungan bahan organik dalam tanah tersebut, desain sampling dengan menggunakan stratifikasi baik secara acak maupun sistematis dengan menggunakan petak ukur baik lingkaran, bujur sangkar maupun persegi panjang. *Setting plot* merupakan bentuk lain dalam inventarisasi untuk mengetahui kandungan karbon, yaitu menggunakan luasan yang berbeda untuk pengukuran tingkat pohon, tiang, sapihan dan semai. Pengambilan sampel pohon dan tumbuhan bawah jika diperlukan dapat menggunakan metode *destructive sampling* dengan catatan tidak dilakukan di kawasan konservasi. Kepentingan perhitungan total biomassa dilakukan dengan menjumlah biomassa permukaan tanah, biomassa tanah sedangkan untuk menghitung kandungan C organiknya, sampel dari lapangan digiling kemudian diuji dengan metode *Walkey and black* di laboratorium.

Sedangkan tahapan proses untuk penyusunan persamaan allometrik berdasarkan SNI 7725 : 2011, terdiri atas :

1. Penentuan pohon contoh
2. Pengukuran diameter pohon setinggi dada (Dbh)
3. Pengukuran tinggi total pohon contoh
4. Penimbangan berat basah total
5. Pengambilan dan penimbangan berat basah uji
6. Analisis berat kering di laboratorium
7. Formulasi persamaan allometrik

2.7 Reaksi Fotosintesis dan Hubungannya dengan Serapan Karbon

Hutan mampu memfiksasi karbon dan menyimpannya di dalam vegetasi yang dikenal sebagai rosot karbon (*carbon sink*). Vegetasi hutan mempunyai kemampuan untuk menyerap CO₂ melalui proses fotosintesis (Hairiah dan Rahayu, 2007). Hasil fotosintesis tersebut umumnya disimpan dalam bentuk biomassa akar, batang, cabang, dan ranting yang menjadikan vegetasi hutan tumbuh semakin besar dan semakin tinggi (Salim, 2005). 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, dkk., 2016).

Banyaknya biomassa hutan sangat tergantung pada hasil yang diperoleh selama proses fotosintesis. Asimilasi CO₂ merupakan hasil penyerapan energi matahari dan akibat radiasi matahari, berdasarkan keadaan iklim, maka faktor 16 utama yang mempengaruhi berat kering hasil panen ialah radiasi matahari yang diabsorpsi dan efisiensi pemanfaatan energi matahari tersebut untuk fiksasi CO₂ (Gardner, dkk., 1985 dalam Lukito, 2010).

Tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer (CO₂) melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai waktunya karbon tersebut kembali ke atmosfer, dan 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. Pada tanah gambut, jumlah simpanan karbon mungkin lebih besar dibandingkan dengan simpanan karbon yang ada di atas permukaan. Karbon juga masih tersimpan pada bahan organik mati dan produk-produk berbasis biomassa seperti produk kayu baik ketika masih dipergunakan maupun sudah berada di tempat penimbunan. Karbon dapat tersimpan dalam kantong karbon dalam periode yang

lama atau hanya sebentar. Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan dalam carbon pool ini mewakili jumlah karbon yang terserap dari atmosfer (Sutaryo, 2009).