



Estimasi Karbon Biomassa Serasah Di Stasiun Restorasi Bengkelang Aceh Tamiang Kawasan Ekosistem Leuser

Baihaqi^a, Muslich Hidayat^{a*}, Arif Sardi^a, Rusydi^b

^a*Department of Environmental Engineering, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh 23111, Indonesia*

^b*Department of Physics Education, Faculty of Tarbiyah and Keguruan, Ar-Raniry State Islamic University, Banda Aceh 23111, Indonesia*

Received : 5-Februari-2025

Accepted : 7-Februari-2025

Published : 10-Februari-2025

Abstract

Forests are an important agent in reducing global climate change through sequestering and storing carbon in the form of biomass. Global climate change due to increasing concentrations of greenhouse gases (CO₂, CH₄, N₂O, CFC) has had a negative impact on the environment. CO₂ levels continue to increase from year to year due to human activities, therefore efforts are needed to improve this situation, one of which is restoration activities. Restoration is an activity carried out to restore forest functions and restore the condition of forests whose ecosystems have been damaged. One of the functions of forests is to supply oxygen and absorb carbon. Until now, research on carbon storage has never been carried out in the Bengkelang restoration area. This research aims to determine the potential for litter biomass storage and the potential for carbon storage in litter biomass in the Workshopang restoration area. The methods used in the research consist of research methods in the field and research methods in the laboratory. The research method in the field is a collaboration between the line transect method and the quadratic method and sampling is carried out using a destructive method (harvesting) with a plot area of 1 m x 1 m and litter sampling. Meanwhile, the research method in the laboratory is determining the dry weight of litter biomass samples. Carbon savings are obtained by converting 0.47 (47%) of the biomass yield. The results of research in the Bengkelang restoration area were that the litter biomass deposits in the Bengkelang restoration forest were 9,421 kg. The potential for carbon storage in litter in the Bengkelang restoration forest is 0.73 tonnes/ha and the potential for litter carbon in the entire Bengkelang restoration forest area is 149.07 tonnes.

Keywords: Restoration, litter, biomass, carbon storage, Aceh Tamiang, Leuser Ecosystem Area, Bengkelang.

1. Introduction

Pemanasan global adalah suatu proses kenaikan temperatur rata-rata di atas permukaan bumi. Pemanasan global ialah suatu bentuk ketidakseimbangan ekosistem di bumi akibat terbentuknya proses kenaikan temperature rata-rata atmosfer, laut serta daratan di bumi. Kehidupan manusia dapat terancam karena pemanasan global yang dipengaruhi oleh peningkatan gas rumah kaca (Hardjana, 2010). Karbon merupakan salah satu gas rumah kaca yang mempengaruhi kenaikan temperatur bumi. Penurunan konsentrasi karbondioksida di atmosfer dapat dicapai melalui penyerapan oleh vegetasi hutan. Vegetasi hutan mengandung pepohonan, tumbuhan rendah, serasah dan bahan organik tanah yang dapat menyimpan karbon. Menurut Arupa (2014), di dalam hutan komponen terbesar yang dapat menyerap dan menyimpan karbondioksida adalah pohon.

Pohon merupakan penyerap karbon di udara terbesar karena karbon merupakan salah satu komponen penting sebagai pembangun bahan organik, sebagian besar bahan kering tanaman terdiri dari bahan organik. Makhluk hidup sangat memerlukan unsur karbon karena sebagai salah satu unsur pembangun biomassa dalam tubuh dan sebagai sumber energi yang proses produksinya dilakukan oleh organisme berklorofil (zat hijau daun). Melalui proses fotosintesis dan dengan menggunakan energi matahari, gas karbon dioksida dan air yang diserap oleh organisme ini diubah menjadi berbagai unsur karbon, yang menyimpan energi seperti alga, bakteri dan biomassa tumbuhan dalam bentuk karbohidrat (pati) Ghaffar *et al.*, (2019) Serasah dan nekromasa salah satu dari 3 penyimpanan karbon (carbon pool) di darat. Penyimpanan lainnya ialah biomassa tumbuhan hidup serta tanah (Farija *et al.*, 2017).

Serasah merupakan lapisan tanah bagian atas yang terdiri dari daun, bunga, buah, cabang yang gugur dan juga serpihan kulit kayu yang tersebar di lantai hutan sebelum terjadi dekomposisi (Nugraha. 2010). Di permukaan tanah hutan, serasah memiliki manfaat yang penting karena sebagian unsur hara yang dikembalikan ke hutan berasal dari serasah. Setelah mengalami penguraian serasah juga berfungsi bagi tanah, senyawa organik kompleks yang ada di serasah diubah ke senyawa anorganik sehingga menghasilkan unsur hara mineral yang dapat dipergunakan oleh tumbuhan (Maulidya *et al.*, 2018).

Kawasan ekosistem Leuser (KEL) adalah kawasan konservasi yang terluas di Asia Tenggara yang masih ada sampai sekarang, kawasan ini terletak di wilayah Sumatra bagian utara dengan luas wilayah seluas 2.255.556 Ha yang terbentang di empat kabupaten di wilayah Provinsi Sumatra Utara yaitu Serdang, Langkat, Dairi dan Karo, sedangkan di wilayah Provinsi Aceh terdapat 13 kabupaten yaitu Aceh Tengah, Aceh Barat, Bener Meriah, Nagan Raya, Aceh Utara, Aceh Timur, Aceh Tamiang, Aceh Barat Daya, Aceh Selatan, Aceh Singkil, Subulussalam, Gayo Luwes dan Aceh Tenggara (Subdit Pertanahan dan Penataan Ruang, 2020). KEL terdiri dari Taman nasional gunung Leuser, cagar alam, suaka marga satwa dan hutan lindung serta hutan masyarakat yang merupakan warisan dunia yang telah ditetapkan oleh UNESCO (Tropical Forest Conservation Action, 2016). KEL juga memiliki tipe ekosistem yang sangat beragam dari hutan daratan rendah, hutan pantai rawa hingga pengunungan subalpine (TFCA, 2016). Salah satunya kawasan Ekosistem Leuser yaitu

wilayah restorasi Bengkelang.

Aceh Tamiang memiliki 12 kecamatan 27 kemukiman 212 desa serta 701 dusun dengan luas wilayah 195.672 Ha. Bengkelang adalah salah satu wilayah di daerah Bandar Pusaka Aceh Tamiang yang termasuk ke dalam area administratif KEL. Kecamatan Bandar Pusaka adalah kecamatan yang memiliki hutan produksi dan juga potensi ekowisata. Negeri atas awan dan objek wisata air terjun Tamsar 27 adalah objek wisata yang potensial bila dikembangkan.

Kegiatan restorasi di Kabupaten Aceh Tamiang adalah bentuk dari pengembalian Ekosistem yang telah rusak menjadi habitat asli yang sebelumnya. Kegiatan restorasi di mulai pada tahun 2006 yang mana Kawasan Ekosistem Leuser telah ditanami oleh tumbuhan sawit selama \pm 9 tahun dan dilakukan penebangan pada tahun 2006 sebagai langkah awal diterapkannya restorasi di wilayah Tamiang Hulu Kawasan Ekosistem Leuser, kegiatan tersebut juga di dukung oleh pemerintah Aceh Tamiang dan juga masyarakat (Dahlan, 2020). Seiring dengan berjalannya waktu tumbuhan yang ada pada wilayah restorasi Tamiang sudah berubah, telah terdapat beberapa pohon dan satwa hutan mulai tampak pada kawasan tersebut (Setapak, 2016).

Setelah kegiatan restorasi telah menciptakan lahan yang cukup luas di wilayah restorasi Tamiang, sehingga lahan luas tersebut mulai ditumbuhi oleh tanaman rendah seperti rumput, semak, herba, dan beberapa jenis tumbuhan lainnya. Kegiatan restorasi yang telah dilakukan di Kawasan Ekosistem Leuser merupakan suatu langkah awal untuk menumbuhkan kembali Ekosistem hutan yang telah di rusak. Pengembalian habitat awal merupakan salah satu tujuan dari dilakukan restorasi agar ekosistem hutan kembali normal, dan salah satu fungsi lainnya sebagai penyuplai oksigen dan penyerap karbon.

Beberapa studi stok karbon sudah dikaji seperti di wilayah Minahasa yang telah dilakukan oleh Tidore *et al.*, (2018) hasil yang diperoleh dari rata-rata kandungan karbon serasah adalah 467,37 gram, dan rata-rata kandungan karbon serasah mangrove di Desa Lansa Minahasa Utara diperkirakan 2,16 ton/ha/tahun atau serapan karbon 337,7 ton/tahun.

Berdasarkan kajian penyerapan karbondioksida di Taman Nasional Ranu Pani Bromo Tengger Semeru yang dilakukan oleh Pambudi *et al.*, (2017), diketahui serapan karbondioksida di kawasan ini sebesar 775, 69 ton/ha, biomassa 146,55 ton / ha, dan kandungan karbon 211,55 ton / ha. Kandungan karbon lapisan bawah dan serasah adalah $4,47 \times 10^{-8}$ per hektar. Penelitian telah menunjukkan bahwa hutan memiliki peran penting dalam mengurangi emisi gas rumah kaca.

Penelitian estimasi karbon di Kawasan Ekosistem Leuser (KEL) di wilayah restorasi Tenggulun pernah dilakukan sebelumnya yang dilakukan oleh Arico dan Jayanthi (2016). Diperoleh hasil total biomassa hutan yaitu 331.00 ton/ha, dan jumlah karbon tersimpan yaitu 165,998 ton/ha. Namun untuk estimasi karbon biomassa serasah di kawasan restorasi Bengkelang belum pernah dilakukan penelitian, sehingga peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian tersebut.

Menurut Pierson (1993), kata carbon berasal dari bahasa latin carbo yang artinya batubara. Karbon sering disebut sebagai materi hitam, seperti batubara. Tidak semua senyawa karbon memiliki ciri hitam pekat, seperti halnya berlian dengan warna bening. Ciri ini tergantung pada

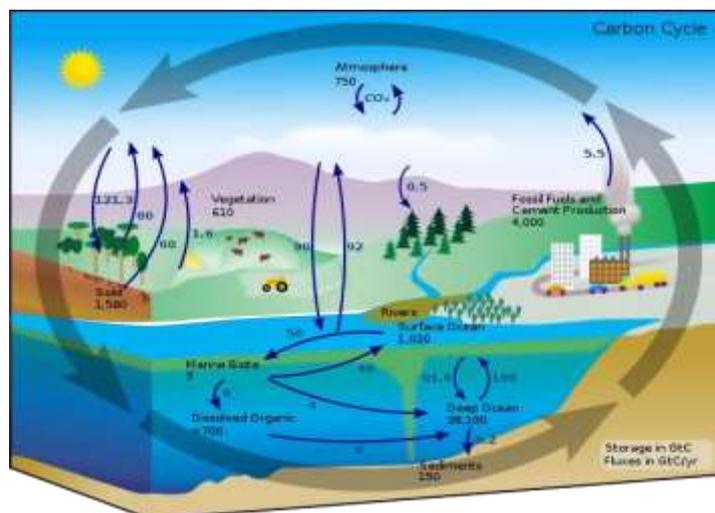
struktur kimia senyawa karbon, baik dalam bentuk murni maupun ikatan dengan unsur lain (Firdaus, 2019).

Sebagian besar tumbuhan yang sudah mengalami kekeringan terdapat bahan organik yaitu unsur dari karbon. Salah satu fungsi dari unsur karbon yaitu sebagai pembangun biomassa pada tubuh serta untuk proses produksi pada organisme yang mengandung klorofil (zat hijau daun). Dengan menggunakan energi matahari untuk fotosintesis, gas karbondioksida (CO₂) dan air yang diserap oleh organisme diubah menjadi berbagai unsur karbon, yang menyimpan energi dalam bentuk alga, bakteri dan biomassa tumbuhan (seperti karbohidrat (pati)) (Ghafar *et al.*, 2018).

Karbon (C) merupakan unsur yang diserap dari atmosfer melalui fotosintesis dan disimpan dalam bentuk biomassa. Tingkat serapan karbon di hutan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu topografi, iklim, umur, kerapatan vegetasi, karakteristik lahan, komposisi tipe dan kualitas areal tumbuh. Tempat penyimpanan utama karbon adalah terdapat dalam biomassa bahan organik, tanah serta nekromassa dan serasah (Farida dan Istomo, 2017).

2.1.1 Siklus Karbon

Karbon bersifat tidak tetap, karbon mengalami suatu siklus, menyebabkan karbon mengalami pertukaran (Exchange) antara satu reservoir dengan reservoir lainnya. Carbon pool merupakan suatu tempat di mana karbon terakumulasi membentuk suatu pool karbon dan berada dalam jangka waktu tertentu (Firdaus & Wijayanti, 2019). Siklus karbon merupakan siklus biogeokimia yang meliputi pertukaran atau perpindahan karbon antara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer, dan atmosfer bumi (Sutaryo, 2009).



Gambar 2.1 Siklus karbon di alam (Graft. 2007)

Siklus karbon sebenarnya merupakan proses yang kompleks, dan setiap proses saling mempengaruhi proses lainnya. Melalui fotosintesis, pohon dan autotrof fotosintetik lainnya menyerap karbon dioksida dari atmosfer dan mengubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat), dan menyimpannya dalam biomassa tubuhnya, seperti batang, daun, akar, umbi buah, dll. Hasil

keseluruhan dari proses fotosintesis sering disebut sebagai produktivitas primer Sutaryo, 2009).

Biomassa hutan juga terlibat dalam siklus biogeokimia, terutama siklus karbon (Windusari *et al.*, 2012). Mengukur jumlah karbon yang tersimpan dalam tumbuhan hidup (biomassa) di suatu kawasan dapat menjelaskan jumlah gas karbon dioksida atmosfer yang diserap tumbuhan. Apabila tanah di lahan memiliki kesuburan yang baik, maka simpanan karbon di lahan tersebut akan semakin besar karena peningkatan biomassa tumbuhan. Pada ekosistem darat, penyimpanan karbon akan disimpan dalam tiga bagian, yaitu bagian hidup (biomassa tumbuhan), bagian mati (organisme mati dan serasah) dan tanah (pada bagian bahan organik tanah) (Hairiah *et al.*, 2011).

2.2 Hutan

Satu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan yang berisi sumber daya alam hayati yang didominasi oleh tumbuhan dalam persekutuan alam lingkungannya, satu dan dengan lainnya tidak dapat dipisahkan ialah hutan (UU RI No. 41 Tahun 1999). Hutan merupakan suatu wilayah luas yang ditumbuhi oleh pepohonan dan tanaman kecil lainnya seperti, lumut, semak belukar, herba dan paku-pakuan. Pohon merupakan bagian yang dominan diantara tumbuh-tumbuhan yang hidup di hutan. Berbeda letak dan kondisi suatu hutan, berbeda pula jenis dan komposisi pohon yang terdapat pada hutan tersebut. Sebagai contoh adalah hutan di daerah tropis memiliki jenis dan komposisi pohon yang berbeda dibandingkan dengan hutan pada daerah temperate (Bakri, 2009).

Hutan alami merupakan penyimpan karbon (C) tertinggi bila dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan (SPL) pertanian, dikarenakan keragaman pohon yang tinggi (Hairiah dan Rahayu, 2007). Fitria (2011) menyatakan bahwa hutan memiliki beberapa fungsi bagi kehidupan manusia antara lain, produksi bahan bakar fosil (batu bara), pengembangan dan proteksi lapisan tanah, pengembangan dan penyediaan atmosfer yang baik dengan komponen oksigen yang stabil, penyediaan habitat dan makanan untuk binatang, serangga, ikan, dan burung, produksi air bersih dan proteksi daerah aliran sungai terhadap erosi, penyediaan material bangunan, bahan bakar dan hasil hutan, manfaat penting lainnya seperti nilai estetis, rekreasi, kondisi alam asli, dan taman. Semua manfaat tersebut kecuali produksi bahan bakar fosil, berhubungan dengan pengolahan hutan.



Hutan yang berada di kawasan Indonesia mampu menyimpan karbon dalam jumlah yang sangat besar. Menurut FAO, jumlah total vegetasi hutan Indonesia meningkat lebih dari 14 miliar ton biomassa, jauh lebih tinggi daripada negara-negara lain di Asia dan setara dengan 20% biomassa di seluruh hutan tropis di Afrika. Jumlah biomassa ini secara kasar menyimpan 3.5 miliar ton karbon (FWI 2003).

2.3 Peran Hutan dalam Menyerap Karbon.

Hutan merupakan penyerap karbon terbesar dan memiliki peran penting dalam siklus karbon global. Foley, (1993) mengemukakan dalam (Lukito, 2013) bahwa hutan dengan berbagai komposisi vegetasi dapat digunakan sebagai pembersih udara selama fotosintesis dengan memanfaatkan karbondioksida di udara. Tumbuhan menyerap karbondioksida dari atmosfer melalui fotosintesis, dan gas karbondioksida yang diserap tumbuhan diubah menjadi gula (pati), oksigen, dan air (Izzah, 2018). Hasil fotosintesis akan disebarkan ke seluruh tubuh tanaman dan selanjutnya akan disimpan sebagai bahan organik dalam biomassa tanaman. Proses ini disebut proses sekuestrasi (Pambudi *et al.*, 2017).

Tanaman atau pohon berumur panjang yang tumbuh di hutan maupun di kebun campuran (agroforestri) merupakan tempat penimbunan atau penyimpanan karbon yang jauh lebih besar dari pada tanaman semusim. Oleh karena itu, hutan alami dengan keragaman jenis pepohonan berumur panjang dan seresah yang banyak merupakan gudang penyimpan C tertinggi (Hairiah dan Rahayu, 2007).

2.4 Biomassa

Biomassa adalah berat atau volume total makhluk hidup di suatu area atau volume tertentu (a glossary by the IPCC (Intergovernmental Panel Climate Change), 1995 dalam Sutaryo, 2009). pencatatan penyimpanan karbon hutan secara rutin sangat penting untuk dijadikan indikator dan evaluasi kualitas sumber daya alam (Idris *et al.*, 2013). Biomassa juga diartikan sebagai jumlah total organisme di permukaan pohon yang dinyatakan dalam satuan berat kering per satuan luas (Brown, 1997).

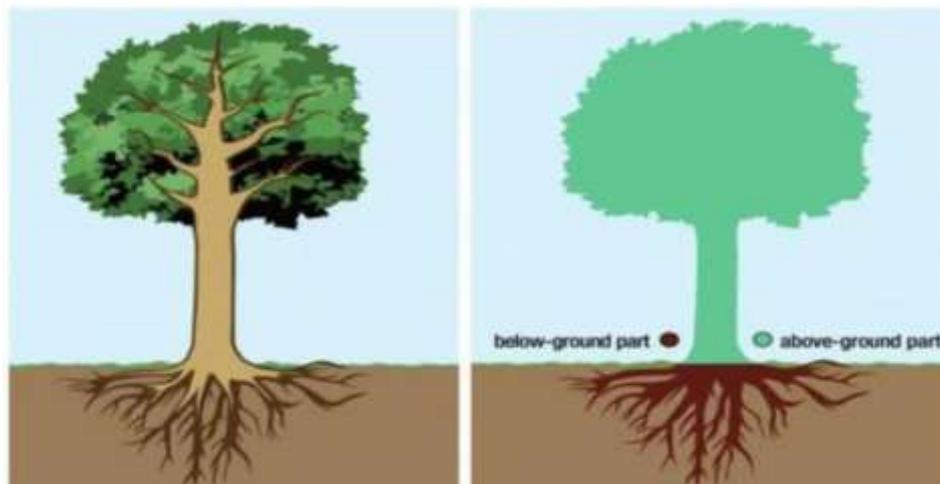
Menurut Clark, (1979) yang dikutip Sutaryo, (2009), biomassa adalah semua makhluk hidup yang ada di dalam hutan, termasuk tumbuhan utuh, tunggul dan akar, batang pada tunggul, batang, batang komersial, tajuk, dahan dan daun. Meningkatkan cadangan pohon di hutan dapat meningkatkan penyimpanan karbon. Penanaman dan pemeliharaan pohon merupakan cara termudah untuk meningkatkan penyimpanan karbon karena pohon dapat menyerap karbon dan menyimpannya sebagai biomassa pada batang (Suwardi *et al.*, 2013).

Semakin besar biomassa tanaman, semakin tinggi kandungan karbon pada tanaman (Hilmi, 2008). Biomassa hutan memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi karena hampir 50% merupakan biomassa vegetasi hutan memiliki kandungan karbon. Unsur karbon pada hutan yaitu karbondioksida (CO₂) yang akan dilepas ke atmosfer. Karbondioksida akan mengalami peningkatan pada atmosfer apabila terjadi kebakaran hutan, sehingga menjadi permasalahan lingkungan global. Oleh karena itu, biomassa merupakan langkah awal dalam penelitian produktivitas. Untuk memahami siklus hara dan aliran energi ekosistem hutan hujan tropis, khususnya di wilayah Indonesia, penelitian menjadi sangat penting (Tresnawan, 2002).

2.4.1 Biomassa Pohon

Pohon dalam hutan merupakan komponen terbesar yang mampu menyerap dan menyimpan karbon. Pertumbuhan pohon yang terjadi melalui proses fotosintesis dapat menyerap CO₂ dari udara kemudian mengubah zat tersebut menjadi bahan organik yang tersimpan pada organ - organ tumbuhan seperti daun, cabang, batang, dan akar (Butarbutar, 2009).

Biomassa adalah bahan yang diproduksi dalam jaringan tumbuhan dengan bahan baku dari lingkungan dan sumber energi dari matahari, dinyatakan dalam berat bahan organik per unit area. Biomassa juga didefinisikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas. Biomassa hutan sangat relevan dengan isu perubahan iklim.



Gambar 2.3 Biomassa atas permukaan (Purwanto, 2015)

Diameter pohon menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi biomasanya karena semakin banyak biomassa yang tersimpan didalam pohon maka semakin besar pula kandungan karbon tersimpan yang terdapat pada suatu tegakan pohon. Selain pohon berdiameter besar, pohon-pohon berdiameter kecil tersebut akan memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan cadangan karbon dimasa mendatang. Peningkatan cadangan karbon dapat dilakukan melalui penambahan cadangan pohon pada hutan yang ada. Aktivitas penanaman dan pemeliharaan pohon merupakan cara yang paling mudah untuk meningkatkan cadangan karbon karena pohon mampu menyerap

karbon dan menyimpannya sebagai biomassa dalam batang (Suwardi dkk, 2013).

2.4.2 Biomassa Serasah

Serasah adalah tumpukan daun, ranting, bunga, buah, kulit kayu dan bagian lainnya pada bagian atas tanah yang menyebar sebelum mengalami dekomposisi (Nugraha W A, 2010). Serasah didefinisikan sebagai bahan organik mati di tanah mineral. Hanya kayu mati dengan diameter kurang dari 10 cm yang diklasifikasikan sebagai sampah. Serasah dapat dibagi menjadi lapisan atas dan bawah. Lapisan teratas adalah lapisan di lantai hutan, terdiri dari daun segar yang gugur, cabang, serpihan kulit kayu, lumut dan lumut layu, serta bagian buah dan bunga. Lapisan di bawah serasah disebut humus dan tersusun dari pembusukan yang membusuk (Sutaryo, 2009).



Serasah adalah sampah-sampah organik yang berupa tumpukan daun kering, ranting pohon, serta berbagai sisa vegetasi lain di atas tanah yang sudah mengalami perubahan warna dari warna aslinya. Serasah mengandung senyawa karbon. Proses penguraian yang terjadi pada serasah mengubah serasah menjadi humus yang akhirnya berubah menjadi tanah. Siklus karbon pengomposan serasah memegang peranan penting, yaitu pemulihan karbon. Serasah sebagian besar tersusun dari tumbuhan mati dan berada di permukaan tanah. Secara ekologis, lapisan serasah merupakan komponen utama ekosistem darat, sumber bahan organik tanah, dan proses biologi tanah (seperti pembusukan dan awal siklus hara) (Safriani *et al.*, 2017).

2. Materials and Methods

Penelitian ini dilakukan pada stasiun restorasi Bengkelang kawasan ekosistem Leuser Kecamatan Bengkelang, dengan titik kordinat 4°05'06.9"N. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: alat tulis, *global positioning system* (GPS), kamera digital, golok,

spidol, meteran, tali rafia, kantong sampah, kertas label, timbangan, koran bekas, soiltester dan higrometer.

3.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kertas dan biomassa serasah yang ada di wilayah restorasi Bengkelang.

Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah kolaborasi metode line transek dan metode kuadrat dan pengambilan sampel dilakukan dengan metode destruktif (pemanenan). Metode ini dilaksanakan dengan memanen seluruh bagian serasah, mengeringkannya dan menimbang berat biomasanya (Sutaryo, 2009).

3.2 Pengukuran Parameter Fisik Kawasan Restorasi Bengkelang

Pengukuran parameter fisik kawasan restorasi Bengkelang yang dilakukan meliputi kelembaban udara, kelembaban tanah, suhu dan pH tanah yang diukur disetiap jalur line transek. Pengumpulan data serasah dilakukan dalam 2 jalur, satu jalur panjangnya 1 km di dalam kawasan stasiun restorasi Bengkelang Aceh Tamiang. Pengambilan sampel di dalam jalur dilakukan dengan menarik line transek, dalam 1 jalur terdapat 5 garis line transek sepanjang 100 m dan dari garis line transek tersebut dibuat 6 titik pengambilan sampel dengan jarak 20 m, dan disetiap titik terdapat 1 plot, masing-masing plot menggunakan luas areal 1x1 m².

Pengambilan data kuadran sebanyak 60 titik dalam 10 garis line transek yang berukuran masing- masing 100 m. Jumlah plot secara keseluruhan dalam 2 jalur adalah 60 plot. Serasah yang terdapat dalam plot diambil dan dimasukkan dalam kertas plastik serta ditimbang berat basahnya, kemudian di ambil 100 g berat basah sub sampel dari masing-masing plot untuk dikeringkan, proses selanjutnya dilakukan di dalam laboratorium, sub sampel serasah kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu 80°C selama 48 jam, setelah dikeringkan sub sampel serasah ditimbang kembali berat keringnya dan dilanjutkan dengan pengolahan data (Elvina *et al.*, 2019).

3.2.1 Biomassa Serasah

Proses data yang diperoleh dengan menghitung berat kering total serasah perkuadrat. Berdasarkan (Lugina *et al.*, 2011), rumus yang digunakan untuk memperkirakan nilai biomassa serasah adalah sebagai berikut:

$$BT = \frac{BKS \times BBT}{BBS}$$

Keterangan

BBT : berat basah total (kg)

BKS : berat kering sub sampel (kg)

BBS : berat basah sub sampel (kg)

BT : biomassa total (kg)

3.2.2 Estimasi kandungan karbon

3.2.2.1 Perhitungan karbon dari biomassa

Karbon dihitung berdasarkan data biomassa yang diperoleh pada serasah. Estimasi karbon dihitung menurut Lugina *et al.*, (2011) berdasarkan rumus perhitungan karbon, seperti di bawah ini:

$$C = \text{Biomassa} \times 47\%$$

Keterangan.

C : karbon

3.1.1.1 Perhitungan Cadangan Karbon Perhektar Pada Tiap Plot

Digunakan rumus berikut untuk menghitung simpanan karbon per hektar untuk setiap objek pengukuran biomassa (Lugina *et al.*, 2011):

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

Keterangan.

C_n : kandungan karbon perhektar masing-masing objek (ton/ha) C_x : kandungan karbon masing masing objek (kg)

Luas plot : luas plot pada masing-masing objek (m²)

3.1.1.1 Perhitungan Cadangan Karbon Total Dalam Suatu Areal

Cadangan karbon total dalam suatu areal dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Lugina *et al.*, 2011) :

$$C_{Total} = \left(\frac{\sum C_{plot}}{n \text{ plot}} \right) \times Luas \text{ Area}$$

Keterangan.

- C total : total cadangan karbon (ton)
n plot : jumlah plot
C plot : total kandungan karbon perhektar (ton/ha)
luas areal : luas lahan total (ha)

3. Results and Discussion

Serasah dalam ekologi digunakan untuk dua pengertian yaitu sebagai bahan-bahan tumbuhan mati yang tidak terikat lagi pada tumbuhan dan lapisan tumbuhan mati yang terdapat pada tanah. Perhitungan biomassa serasah dihitung berdasarkan total berat basah. Nilai rata-rata biomassa serasah pada kawasan hutan restorasi bengkelang dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil penelitian nilai biomassa serasah jalur 1 di Kawasan Restorasi Bengkelang Kawasan Ekosistem Leuser

Jalur	Transek	Plot	Berat basah total (kg)	Berat Basah Sub Sampel (kg)	Berat Kering Sub Sampel (kg)	Biomassa (kg)	
1	1	1	1,2	0,1	0,026	0,306	
		2	0,29	0,1	0,032	0,093	
		3	0,42	0,1	0,026	0,111	
		4	0,48	0,1	0,040	0,194	
		5	0,51	0,1	0,035	0,180	
		6	0,27	0,1	0,034	0,093	
	Total						0,977
	rata-rata						0,163
	2	2	1	0,32	0,1	0,027	0,085
			2	0,43	0,1	0,032	0,138
			3	0,42	0,1	0,033	0,140
			4	0,3	0,1	0,032	0,097
5			0,5	0,1	0,035	0,176	
6			0,49	0,1	0,034	0,167	
Total						0,803	
rata-rata						0,134	

Hasil analisis peneliiian tentang biomassa serasah pada Kawasan huttan restorasi Bengkelang Aceh Tamiang kawasan ekosistem Leuser dapat dilihat pada tabel 4.1 bahwa pada jalur 1 biomassa serasah berjumlah 4.521 kg. Biomassa serasah terendah terdapat pada transek 5 plot 5 dengan berat basah total 0,2 kg dan berat biomassa 0,072 kg. Sedangkan tertinggi terdapat pada transek 1 plot 1 dengan berat basah total 1,2 kg dan berat biomassa 0,306 kg.

Tabel 4.2 Hasil penelitian nilai biomassa serasah jalur 2 di Kawasan Restorasi Bengkelang Kawasan Ekosistem Leuser

Transek	Plot	Berat basah total (kg)	Berat Basah Sub Sampel (kg)	Berat Kering Sub Sampel (kg)	Biomassa (kg)
1	1	1,2	0,1	0,026	0,306
	2	0,29	0,1	0,032	0,093
	3	0,42	0,1	0,026	0,111
	4	0,48	0,1	0,040	0,194
	5	0,51	0,1	0,035	0,180
	6	0,27	0,1	0,034	0,093
	Total				
rata-rata					0,163
2	1	0,32	0,1	0,027	0,085
	2	0,43	0,1	0,032	0,138
	3	0,42	0,1	0,033	0,140
	4	0,3	0,1	0,032	0,097
	5	0,5	0,1	0,035	0,176
	6	0,49	0,1	0,034	0,167
	Total				
rata-rata					0,134
3	1	0,28	0,1	0,030	0,084
	2	0,38	0,1	0,032	0,123
	3	1,1	0,1	0,036	0,396
	4	0,58	0,1	0,034	0,198
	5	0,43	0,1	0,030	0,130
	6	0,55	0,1	0,031	0,172
	total				
rata-rata					0,184
4	1	0,34	0,1	0,035	0,119
	2	0,29	0,1	0,039	0,114
	3	0,44	0,1	0,033	0,146
	4	0,63	0,1	0,029	0,184
	5	0,61	0,1	0,033	0,202
	6	0,5	0,1	0,028	0,141
	total				
rata-rata					0,151
5	1	0,39	0,1	0,031	0,119
	2	0,6	0,1	0,038	0,230
	3	0,3	0,1	0,036	0,109
	4	0,18	0,1	0,035	0,063
	5	0,2	0,1	0,036	0,072
	6	0,41	0,1	0,033	0,136
	total				
rata-rata					0,122
Total biomassa serasah					4,521

Hasil analisis penelitian tentang biomassa serasah pada kawasan hutan restorasi Bengkelang Aceh Tamiang kawasan ekosistem Leuser dapat dilihat pada tabel 4.2 bahwa komponen biomassa serasah total dari seluruh transek pada hutan restorasi bengkelang adalah sebesar 9.421 kg. Pada jalur 1 (tabel (4.1) biomassa serasah berjumlah 4.521 kg sedangkan pada jalur 2 (tabel 4.2) biomassa serasah lebih tinggi yaitu 4.900 kg. pada jalur 1 biomassa serasah tertinggi terdapat pada transek 3 dengan total biomassa 1.103 kg, biomassa serasah terendah terdapat pada transek 5 dengan jumlah biomassa sebesar 0.730 kg. Pada tingkat plot biomassa serasah tertinggi terdapat pada plot 3 transek 3 dengan nilai biomassa sebesar 0.396 kg. sedangkan biomassa terendah terdapat pada plot 4 transek 5 dengan jumlah biomassa sebesar 0.063 kg. Biomassa serasah tertinggi pada jalur 2 terdapat pada transek 5 dengan nilai biomassa serasah sebesar 1.210 kg, sedangkan biomassa serasah terendah terdapat pada transek 4 dengan nilai biomassa sebesar 0.634 kg. untuk tingkat plot di jalur 2, biomassa serasah tertinggi terdapat pada plot 0.468 kg sedangkan biomassa terendah terdapat pada plot 6 transek 4 dengan biomassa serasah sebesar 0.052 kg.

4.1.1 Karbon Serasah

Berdasarkan nilai kadar karbon serasah dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan potensi karbon yang terdapat pada serasah berdasarkan nilai biomasanya. Hasil potensi rata-rata karbon serasah pada kawasan hutan restorasi dapat dilihat pada tabel 4.3 sedangkan untuk potensi total karbon dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.3 Hasil penelitian nilai karbon serasah rata-rata perplot di Kawasan Restorasi Bengkelang Kawasan Ekosistem Leuser

Jalur	Transek	Biomasa (kg)	Karbon (kg)
1	1	0.163	0.077
	2	0.134	0.063
	3	0.184	0.086
	4	0.151	0.071
	5	0.122	0.057
Total			0.354
rata-rata			0.071
2	1	0.174	0.082
	2	0.180	0.084
	3	0.156	0.073
	4	0.106	0.050
	5	0.202	0.095
Total			0.384
rata-rata			0.077
total serasah			0.738
rata-rata serasah			0.074

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan bahwa potensi karbon biomassa serasah rata-rata perplot yaitu sebesar 0.074 kg dengan total karbon biomassa serasah perplot sebesar 0.738 kg. Rata-

rata potensi karbon biomassa serasah pada setiap jalur berbeda, di jalur 1 potensi rata-rata karbon biomassa serasah sebesar 0.071 kg sedangkan pada jalur 2 potensi rata-rata karbonnya lebih besar yaitu sebesar 0.077 kg. Potensi rata-rata karbon serasah tertinggi terdapat pada jalur 2 transec 5 yaitu 0.095 kg sedangkan potensi rata-rata karbon terendah terdapat pada jalur jalur 2 transec 4 sebesar 0.050 kg.

Tabel 4.4 Hasil penelitian nilai karbon serasah total perplot di hutan Restorasi Bengkelang Kawasan Ekosistem Leuser

Jalur	Transek	Biomasa (kg)	Karbon (kg)
1	1	0.977	0.459
	2	0.803	0.378
	3	1.103	0.518
	4	0.907	0.426
	5	0.730	0.343
Total			2.124
2	1	1.041	0.489
	2	1.077	0.506
	3	0.938	0.441
	4	0.634	0.298
	5	1.210	0.569
Total			2.303
total serasah			4.428

Bedasarkan tabel 4.4 menunjukkan bahwa potensi total karbon biomassa serasah sebesar 4.428 kg. Potensi karbon biomassa serasah pada setiap jalur berbeda, di jalur 1 potensi total karbon biomassa serasah sebesar 2.124 kg sedangkan pada jalur 2 potensi total karbonnya lebih besar yaitu 2.303 kg. Potensi karbon total pada setiap transek berbeda-beda, potensi karbon pada setiap transek sejalan dengan potensi biomasanya, di jalur 1 transek 1 biomassa serasah berjumlah 0.977 kg sehingga potensi karbon pada transek tersebut berjumlah 0.459 kg. Potensi karbon tertinggi pada jalur 1 terdapat pada transek 3 dengan jumlah biomasanya 1.103 kg dan karbonnya sebesar 0.518 kg, pada jalur 2 potensi karbon tertinggi terdapat pada transek 5 dengan jumlah biomasanya sebesar 1.210 kg dan karbonnya sebesar 0.569 kg.

4.1.1.1 Cadangan Karbon Perhektar Pada Tiap Plot

Estimasi simpanan karbon perhektar berdasarkan nilai kadar karbon serasah dapat dilakukan perhitungan berdasarkan nilai dari biomasanya. Estimasi karbon serasah perhektar pada kawasan hutan bengkelang dapat dilihat pada tabel 4.5 dan karbon total perhektar dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.5 Hasil penelitian nilai karbon serasah perhektar rata-rata perplot di

Jalur	Transek	Rata-rata karbon (kg)	Karbon (ton/ha)
1	1	0.077	0.765
	2	0.063	0.629
	3	0.086	0.864
	4	0.071	0.711
	5	0.057	0.572
Total			3.541
rata-rata			0.708
2	1	0.082	0.816
	2	0.084	0.844
	3	0.073	0.735
	4	0.050	0.497
	5	0.095	0.948
Total			3.839
rata-rata			0.768
total serasah			7.380
rata-rata serasah			0.738

Bedasarkan tabel 4.5 menunjukkan bahwa potensi karbon perhektar di wilayah restorasi Bengkelang kawasan ekosistem Leuser sebesar 0.738 ton/ha. Jalur 1 dan jalur 2 memiliki rata-rata yang berbeda, pada jalur 1 potensi karbon biomassa serasah berjumlah 0.708 ton/ha sedangkan pada jalur 2 potensi karbon perhektarnya lebih tinggi yaitu 0.768 ton/ha. Potensi karbon tertinggi di jalur 1 terdapat pada transek 3 dengan total simpanan karbon 0.864 ton/ha dan di jalur 2 potensi karbon tertinggi terdapat pada transek 5 dengan total simpanan karbon sebesar 0.948 ton/ha. Potensi karbon perhektar terendah terdapat pada jalur 2 transek 4 dengan total simpanan karbon sebesar 0.497 ton/ha.

Bedasarkan tabel 4.6 dapat diketahui bahwa simpanan karbon dalam seluruh plot adalah sebesar 44.278 ton/ha. Simpanan karbon pada setiap transek berbeda- beda pada jalur 1 simpanan karbon berjumlah 21.247 ton/ha sedangkan pada jalur 2 simpanan karbon lebih besar dari jalur 1 yaitu berjumlah 23.031 ton/ha. Simpanan karbon terendah pada jalur 1 terdapat di transek 5 dengan jumlah 3.432 ton/ha sedangkan pada jalur 2 simpanan karbon terendah terdapat pada transek 4 dengan jumlah 2.979 ton/ha. Simpanan karbon tertinggi dari kedua jalur terdapat pada jalur 2 transek 5 dengan jumlah 5.686 ton/ha.

Tabel 4.6 Hasil penelitian nilai karbon serasah perhektar total perplot di Kawasan Restorasi Kawasan Ekosistem Leuser

Jalur	Transek	Karbon (kg)	Karbon (ton/ha)
1	1	0.459	4.592
	2	0.378	3.776
	3	0.518	5.183
	4	0.426	4.264
	5	0.343	3.432
total			21.247
2	1	0.489	4.893
	2	0.506	5.064
	3	0.441	4.409
	4	0.298	2.979
	5	0.569	5.686
Total			23.031
total serasah			44.278

4.1.1.2 Cadangan Karbon Total Dalam Suatu Areal

Penghitungan karbon total dalam suatu areal menggunakan rumus :

$$C_{Total} = \left(\frac{\sum C_{Plot}}{n Plot} \right) \times Luas Area$$

$$C_{Total} = \left(\frac{44.278}{60} \right) \times 202$$

$$C_{total} = 149.068$$

Jadi, jumlah kadungan stok karbon di seluruh kawasan restorasi bengkelang berjumlah 149.07 ton.

4.1.2 Parameter Fisik-Kimia

Pengukuran data parameter fisika dan kimia dilakukan untuk mendapatkan data pendukung dalam penelitian ini. Umumnya parameter fisika yang diukur dalam penelitian ini diantaranya adalah suhu, sedangkan parameter kimia yang diukur adalah pH tanah, kelembaban tanah dan kelembaban udara. Hasil pengukuran parameter fisika-kimia di kawasan hutan restorasi Bengkelang dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.7 Parameter fisik-kimia di kawasan restorasi Bengkelang kawasan ekosistem Leuser

parameter fisik - kimia					
Jalur	transek	suhu udara(°C)	kelembaban udara (%)	ph tanah	kelembaban tanah(%)
1	1	28	84	6.4	65
	2	27.8	92	6.4	40
	3	28	90	6.2	65
	4	27.2	92	6.4	35
	5	25	99	5.6	40
rata-rata		27.2	91.4	6.2	49
2	1	28.3	92	6	80
	2	29.6	84	6.4	70
	3	28.7	91	6.2	55
	4	29.5	85	6.2	60
	5	29.9	88	6.2	30
rata-rata		29.2	88	6.2	59

Bedasarkan tabel 4.6 menunjukkan bahwa hasil uji parameter fisik dan kimia di kawasan restorasi Bengkelang kawasan ekosistem Leuser menunjukkan bahwa suhu udara berkisar antara 25°C-30°C, suhu udara tertinggi terdapat pada transek 5 jalur 2 dengan suhu 29.9°C dan suhu terendah terdapat pada transek 5 jalur 1 dengan suhu 25°C. Pengukuran parameter kimia untuk pH tanah menunjukkan bahwa pH tanah di kawasan restorasi Bengkelang memiliki rentan antara 5,6 – 6,4 dan kelembaban udara berkisar antara 84%-99% sedangkan kelembaban tanah berkisar antara 35%-70%.

4.2 Pembahasan

Hutan yang telah rusak yang disebabkan oleh beberapa faktor dapat dipulihkan kembali dengan kegiatan restorasi. Adanya kegiatan tersebut dapat mengembalikan fungsi hutan seperti sediakala, salah satu fungsi hutan ialah menyerap karbon bebas di udara melalui proses fotosintesis. Tumbuhan menyerap karbon dioksida dari atmosfer lalu melepaskannya ke atmosfer dalam bentuk oksigen dan menyimpannya dalam bentuk biomassa tumbuhan.

Serasah merupakan salah satu biomassa tumbuhan yang berfungsi sebagai *carbon pool*. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di wilayah restorasi bengkelang, biomassa serasah yang terdapat pada kawasan tersebut dapat menyimpan karbon sebesar 0,738 ton/ha (tabel 4.5), ini merupakan salah satu bukti nyata bahwa hutan ialah sebagai penyimpan karbon.

4.2.1 Biomassa Serasah

Secara umum jumlah biomassa serasah pada hutan Kawasan Restorasi Bengkelang pada

setiap transek memiliki jumlah yang berbeda. Pengambilan sampel biomassa serasah diambil pada 2 jalur, setiap jalur diambil 5 transek dan setiap transek terdapat 6 plot sampel sehingga menghasilkan 60 sampel serasah. Pengambilan 60 plot yang berbeda akan menghasilkan biomassa yang berbeda-beda pula.

Komponen biomassa serasah total dari seluruh transek pada hutan Restorasi Bengkelang adalah sebesar 9.421 kg (tabel 4.2). Pada jalur 1 (tabel 4.1) biomassa serasah berjumlah 4.521 kg sedangkan pada jalur 2 (tabel 4.2) biomassa serasah lebih tinggi yaitu 4.900 kg. pada jalur 1 biomassa serasah tertinggi terdapat pada transek 3 dengan total biomassa 1.103 kg, biomassa serasah terendah terdapat pada transek 5 dengan jumlah biomassa sebesar 0.730 kg. Pada tingkat plot biomassa serasah tertinggi terdapat pada plot 3 transek 3 dengan nilai biomassa sebesar 0.396 kg. Sedangkan biomassa terendah terdapat pada plot 4 transek 5 dengan jumlah biomassa sebesar 0.063 kg. Biomassa serasah tertinggi pada jalur 2 terdapat pada transek 5 dengan nilai biomassa serasah sebesar 1.210 kg, sedangkan biomassa serasah terendah terdapat pada transek 4 dengan nilai biomassa sebesar 0.634 kg. untuk tingkat plot di jalur 2, biomassa serasah tertinggi terdapat pada plot 0.468 kg sedangkan biomassa terendah terdapat pada plot 6 transek 4 dengan biomassa serasah sebesar 0.052 kg.

Biomassa serasah pada setiap lokasi mempunyai jumlah dan komposisi yang berbeda-beda hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu adanya kegiatan pemanenan hutan, penutupan tajuk yang berbeda dan lambatnya proses dekomposisi serasah yang diakibatkan oleh kondisi hutan yang tergenang air dan lembab, sehingga keberadaan serasah lebih lama di permukaan tanah, dapat dilihat di tabel 4.1 pada jalur 1 transek 1 plot 1 bahwa berat basah total serasah dalam satu plot mencapai 1.2 kg, hal ini disebabkan karena pada plot tersebut berada di kawasan pinggir alur sungai sehingga menyebabkan sebagian lantai hutan di tempat tersebut tergenang oleh air sehingga menyebabkan lamanya proses dekomposisi oleh karena itu stok serasah melimpah, sedangkan pada jalur 2 berat basah total tertinggi terdapat pada transek 5 plot 3 berat basah totalnya mencapai 1.7 kg, banyaknya berat total serasah dalam plot tersebut dikarenakan penutupan tajuk pohon di areal tersebut rapat dan hampir menyerupai kondisi hutan primer.

Menurut Fitria (2011) ada beberapa faktor yang menyebabkan perbedaan berat biomassa pada setiap tempat yaitu penutupan tajuk yang berbeda, kegiatan pemanenan hutan dan lambatnya proses dekomposisi serasah yang diakibatkan oleh kondisi hutan yang tergenang air dan lembab, sehingga keberadaan serasah lebih lama di permukaan tanah. Menurut Safriani *et al*, (2017) Jenis penyusunan, luas bidang dasar suatu tegakan dan tingkat kerapatan pohon diketahui akan berpengaruh terhadap produktivitas serasah suatu tegakan.

4.2.2 Potensi Karbon Serasah

Pendugaan besarnya potensi simpanan karbon pada masing-masing tegakan dapat ditentukan dengan besarnya biomassa yang terdapat pada masing-masing tegakan. Estimasi potensi simpanan karbon dalam suatu tegakan dapat dilihat dari besarnya potensi karbon yang ada. Biomassa hutan dapat memberikan dugaan sumber karbon pada vegetasi hutan, 50% dari biomassa adalah karbon (Arista, 2012). Perhitungan cadangan simpanan karbon pada penelitian ini yaitu bersumber

dari serasah. Oleh sebab itu, potensi simpanan karbon yang dimiliki oleh serasah adalah setengah dari potensi biomasanya yang berarti apabila terjadi peningkatan jumlah biomassa maka akan meningkatkan juga potensi simpanan karbon.

Hasil analisis data penelitian menunjukkan potensi simpanan karbon serasah pada kawasan hutan Restorasi Bengkelang pada setiap transek memiliki jumlah dan komposisi yang berbeda-beda pada setiap plotnya, pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa potensi karbon biomassa serasah rata-rata perplot yaitu sebesar 0.074 kg dengan total karbon biomassa serasah perplot sebesar 0.738 kg. Rata-rata potensi karbon biomassa serasah pada setiap jalur berbeda, di jalur 1 potensi rata-rata karbon biomassa serasah sebesar 0.071 kg sedangkan pada jalur 2 potensi rata-rata karbonnya lebih besar yaitu sebesar 0.077 kg. Potensi rata-rata karbon serasah tertinggi terdapat pada jalur 2 transek 5 yaitu 0.095 kg sedangkan potensi rata-rata karbon terendah terdapat pada jalur jalur 2 transek 4 sebesar 0.050 kg.

Jumlah simpanan karbon pada setiap transek berbanding lurus dengan jumlah biomassa, perbedaan simpanan karbon dipengaruhi oleh kondisi lantai hutan yang berbeda-beda. Potensi karbon total pada setiap transek berbeda-beda, pada tabel 4.4 dapat dilihat di jalur 1 transek 1 biomassa serasah berjumlah 0.977 kg sehingga potensi karbon pada transek tersebut berjumlah 0.459 kg. Potensi karbon tertinggi pada jalur 1 terdapat pada transek 3 dengan jumlah biomasanya 1.103 kg dan karbonnya sebesar 0.518 kg, pada jalur 2 potensi karbon tertinggi terdapat pada transek 5 dengan jumlah biomasanya sebesar 1.210 kg dan karbonnya sebesar 0.569 kg.

Hal tersebut menunjukkan bahwa keberadaan serasah pada lantai hutan mengalami proses dekomposisi yang berbeda-beda. Faktor-faktor lingkungan sangat mempengaruhi terjadinya proses dekomposisi di dalam tanah. Adanya perbedaan produksi-produksi tersebut dipengaruhi oleh kerapatan tajuk dan persaingan dalam mendapatkan cahaya. Menurut Maulidya (2018) faktor fisik dan kimia yang mempengaruhi produksi serasah adalah suhu udara, kelembaban tanah, kelembaban udara dan pH tanah.

Peningkatan suhu tanah dapat merangsang kegiatan metabolisme dekomposer untuk dapat mempercepat laju proses mineralisasi seperti pada kondisi hutan bekas tebangan dan hutan restorasi. Sedangkan pada hutan primer cahaya yang masuk ke lantai hutan lebih sedikit sehingga suhunya akan lebih dingin dan lembab yang dapat menyebabkan aktivitas dekomposer di dalam proses perombakan tersebut lebih lambat (Fitria, 2011).

Suhu merupakan suatu faktor yang sangat penting bagi tumbuhan, karena suhu menentukan kegiatan kimiawi dan kecepatan reaksi dalam proses kehidupan. Suhu juga merupakan faktor iklim yang ikut mendukung keberadaan suatu vegetasi karena suhu berpengaruh dalam proses metabolisme. Suhu yang baik bagi tumbuhan pada hutan hujan tropis berkisar antara 22°C-33°C (Sirait *et al.*, 2013). Suhu yang diukur di lokasi penelitian berkisar antara 25°C-30°C. Dari hasil yang diperoleh tersebut berarti suhu udara yang berada pada kawasan penelitian masih berada dalam kisaran tersebut. Apabila suhu melewati batas maksimum dan minimum, pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan akan terganggu.

Potensi karbon yang tersimpan pada serasah di kawasan hutan restorasi Bengkelang yaitu

sebesar 0.73 ton/ha (tabel 4.5), simpanan karbon dalam seluruh plot adalah sebesar 44.278 ton/ha (tabel 4.6) dan potensi karbon serasah di seluruh areal hutan restorasi Bengkelang adalah sebesar 149,07 ton. Hasil potensi karbon yang tersimpan pada serasah di hutan restorasi dapat dilihat perbandingannya dengan penelitian yang sama tentang potensi karbon yang tersimpan pada serasah dengan berbagai tipe kondisi hutan dan lokasi penelitian yang berbeda yaitu hutan bekas tebangan Kalimantan Timur (Indriyani, 2011), hutan tanaman kayu serat lahan gambut di Riau (Yuniawati 2011), berbagai kondisi hutan Riau (Fitria, 2011), hutan tanaman industri (Ramadhan dan Suharjo, 2011) dan beberapa penelitian yang pernah dilakukan di Kawasan Ekosistem Leuser.

Pada penelitian Indriyani (2011), pengukuran simpanan karbon pada serasah dan tumbuhan bawah dilakukan dengan menghitung berat kering tanur contoh serasah dan tumbuhan bawah pada kuadran berukuran 0,5 m x 0,5 m. nilai biomassa dikonversi ke dalam satuan ton/ha. Perhitungan potensi karbon dengan mengkonversikan setengah dari nilai biomasanya, sehingga nilai potensi biomassa dan karbon pada serasah sebesar 5,87 ton/ha dan 2,94 ton/ha. Lokasi penelitian yang dilakukan oleh Indriyani merupakan areal bekas tebangan, sehingga produksi serasah cukup tinggi karena banyak terdapat limbah batang, cabang, ranting, dan daun yang dihasilkan dari kegiatan penebangan.

Penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan (2011) di hutan tanaman industri tegakan akasia (*Acacia crassicarpa* Cunn Ex. Benth). Objek penelitian yang digunakan didalam penelitian ini adalah areal hutan tanaman akasia berumur 3 tahun masing-masing pada petak low stocking dan high stocking. Pengumpulan komponen serasah di atas permukaan tanah yang terletak dalam kuadrat 2 m x 2 m dan diambil secara destruktif ditimbang berat basahnya. Hasil perhitungan potensi karbon serasah pada petak low stocking adalah 0,25 ton/ha, sedangkan potensi karbon serasah pada petak high stocking 0.90 ton/ha.

Pengukuran potensi karbon pada penelitian Fitria (2011) dilakukan pada berbagai kondisi hutan, yaitu hutan primer, hutan bekas tebangan, hutan sekunder dan hutan terdegradasi. perhitungan potensi karbon dapat ditentukan dengan menghitung berdasarkan nilai biomasanya. Hasil potensi karbon pada hutan primer yaitu sebesar 4 ton/ha, pada hutan bekas tebangan sebesar 3,73 ton/ha dan pada hutan sekunder sebesar 2,14 ton/ha sedangkan pada hutan terdegradasi potensi karbon pada serasah sebesar 2,85 ton/ha, sehingga total rata-rata estimasi karbon dari semua kondisi hutan sebesar 3.18 ton/ha.

Penelitian potensi karbon bahan organik mati yang dilakukan oleh Yuniawati (2011) terdiri dari nekromasa dan serasah. Pengukuran nekromasa dikelompokkan berdasarkan limbah hasil kegiatan pemanenan yaitu dalam bentuk batang, tunggak, cabang, dan sortimen pada petak ukur 100 m x 100 m di LOA 0 tahun (KU 0) serta dilakukan pengukuran dimensinya untuk menghitung volume. Hasil potensi karbon nekromasa sebesar 14.68 tonC/ha. Pada pengukuran serasah pada sub plot contoh 0.5 m x 0.5 m dari setiap kelas umur tegakan 0–5 tahun dan tanpa adanya pengelompokan berdasarkan dekomposisi kasar dan halus. Rata-rata karbon serasah terendah pada KU 0 sebesar 0.32 tonC/ha dan KU 5 sebesar 2.72 tonC/ha. Hal tersebut dikarenakan pada KU 0 telah dilakukan pemanenan kayu sehingga banyak serasah yang rusak serta adanya laju traktor

penyarad. Perhitungan potensi karbonnya dengan mengalikan total biomassa dengan kadar konsentrasi/kadar karbon dari hasil pengujian di laboratorium.

Beberapa penelitian yang dilakukan di Kawasan Ekosistem Leuser mendapatkan jumlah yang beragam, penelitian tentang pengukuran karbon pada biomassa atas permukaan dihutan Taman Nasional Gunung Leuser Resort Tenggulun yang dilakukan oleh Arico dan Jayanthi (2016) Potensi karbon tersimpan ditentukan berdasarkan kandungan biomassa vegetasi dilakukan secara non-destruktif dengan menggunakan model Allometrik. Jumlah karbon tersimpan = 50 % total biomassa. Hasil potensi karbon hasil penelitian total biomassa hutan Taman nasional Gunung Leuser Resort Tenggulun sebesar 330,998 Ton/Ha. Sedangkan jumlah karbon tersimpan sebesar 165,999 ton/ha. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan di kabupaten langkat tepatnya desa Telagah merupakan salah satu daerah Kawasan Ekosistem Leuser yang dilakukan oleh Simmamora (2013) pada hutan primer 30 tahun di Ekosistem Leuser menggunakan metode yang sama menunjukkan nilai biomassa yang lebih rendah (150,452 ton/ha).

Bedasarkan penelitian-penelitian di atas terdapat perbedaan nilai potensi karbon serasah dengan penelitian ini, dimana potensi karbon serasah berkisar antara 0,25 ton/ha – 4 ton/ha. Menurut (Manuri *et al.*, 2011) hal ini disebabkan karena kondisi areal penelitian yang berbeda. Semakin tua umur suatu tegakan, maka semakin besar diameternya dan semakin besar pula biomasanya. Terjadi penggundulan hutan atau deforestasi akibat penebangan liar, kebakaran hutan, perambahan maupun konversi lahan, maka penyerapan cadangan karbon menjadi tidak seimbang lagi. Seperti yang terjadi saat ini, degradasi dan deforestasi hutan tidak diimbangi dengan laju regenerasi hutan alam. Hasil ini menunjukkan bahwa secara tidak langsung membuktikan pentingnya kegiatan restorasi dilakukan, semakin bagus suatu tegakan didalam hutan maka simpanan karbon yang tersimpan didalam hutan semakin meningkat.

4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa sebagai berikut:

1. Potensi simpanan biomassa serasah di hutan restorasi bengkelang sebesar 9.421 kg.
2. Potensi simpanan karbon pada serasah di hutan restorasi Bengkelang sebesar 0.73 ton/ha dan potensi karbon serasah di seluruh areal hutan restorasi Bengkelang adalah sebesar 149,07 ton.

5.1 Saran

Penelitian lebih lanjut juga perlu dilakukan di Kawasan Restorasi Bengkelang untuk mengetahui tentang simpanan karbon pada *carbon pool* lainnya seperti simpanan karbon pada pohon dan simpanan karbon pada tanah.

References

- Advinda, L. (2018). Dasar–dasar fisiologi tumbuhan. *Deepublish*.
- Arico, Z., & Jayanthi, S. (2016). Potensi karbon tersimpan hutan Taman Nasional Gunung Leuser Resort Tenggulun sebagai upaya mitigasi perubahan iklim. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 2(2), 143-152.
- Arista TH, B. Pendugaan Kandungan Karbon pada Tegakan Akasia (*Acacia mangium*) dan Sengon (*Paraserianthes falcataria*) di Lahan Reklamasi Pasca Tambang Batubara PT Arutmin Batulicin, Kalimantan Selatan.
- Arupa, T. (2014). Menghitung Cadangan Karbon di Hutan Rakyat Panduan bagi Para Pendamping Petani Hutan Rakyat. *Sleman: Biro Penerbit Arupa*.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2011. *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon. Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*. Buku. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. 16p.
- Bakri. 2009. Analisis Vegetasi dan Pendugaan Cadangan Karbon Tersimpan pada Pohon di Hutan Taman Wisata Alam Taman Eden. [Http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/5804/1/09E01796.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/5804/1/09E01796.pdf). [30 Desember 2010]
- Brown S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. A Primer. FAO. USA. FAO Forestry Paper No.134
- Campbell, N. A. and J. B. Reece. 2005. Biology. Pearson-Benjamin Cummings, San Fransisco: 1231pp
- Croswell, K. 1996. The Alchemy of the Heavens. Oxford University Press, Oxford: 340pp.
- Dahlan 2020. Sejarah Restorasi Tamiang Hulu Tanah Rata. - juli 13, senin,

- Dita FL. 2007. Pendugaan laju dekomposisi serasah daun Shorea balangeran (Korth.) Burck dan Hopea bancana (Boerl.) Van Slooten di Hutan Penelitian Dramaga, Bogor, Jawa Barat [skripsi]. Bogor(ID):InstitutPertanian Bogor.
- Djufri. 2015. Ekosistem Leuser di Provinsi Aceh Sebagai Laboratorium Alam Yang Menyimpan Kekayaan Biodiversitas Untuk Diteliti Dalam Rangka Pencarian Bahan Baku Obat-Obatan *Journal Prosiding Seminar Nasional MASY Biodiversitas Indonesia*. Banda Aceh, Indonesia. - pp. Vol. 1:1543-1552.
- Elvina, C. Y., Mulyanda, M. F., Lisa, S. M., Hidayat, M., & Mulyadi, M. (2019). Estimasi Biomassa Karbon Serasah Di Kawasan Hutan Sekunder Pegunungan Deudap, Kecamatan Pulo Aceh, Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Biotik*, 5(1).
- Farija, N., Rahmawati, R., Agustina, E., Wahyuni, S., & Hidayat, M. (2018). Estimasi Stok Karbon Tanah Di Hutan Seulawah Agam Desa Pulo Kemukiman Lamteuba Kecamatan Seulimuem Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Biotik*, 5(1).
- Firdaus, M. R., & Wijayanti, L. A. S. (2019). Fitoplankton Dan Siklus Karbon Global. *OSEANA*, 44(2), 35-48.
- Fitria, P. (2011). Pendugaan Potensi Karbon Bahan Organik Mati Berdasarkan Tingkat Dekomposisi di Berbagai Kondisi Hutan Gambut. (Studi Kasus di Areal IUPHHK-HA PT. Diamond Raya Timber, Provinsi Riau).
- Forest Watch Indonesia. 2003. Potret Keadaan Hutan Indonesia. Forest Watch Indonesia dan Wahington D. C, *Global forest Watch*, Edisi 3. Bogor
- Ghafar, M., Kartina, N., Mulyadi, M., Hidayat, M., & Kurniawati, K. (2019). Kandungan Karbon Tanah Di Kawasan Hutan Sekunder Pegunungan Deudap Pulo Aceh Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Biotik*, 6(1).

- Ghafar, M., Kartina, N., Mulyadi, M., Hidayat, M., & Kurniawati, K. (2019). Kandungan Karbon Tanah Di Kawasan Hutan Sekunder Pegunungan Deudap Pulo Aceh Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Biotik*, 6(1).
- GRAF, I. T. 2007. Aplikasi Graf Dalam Siklus Karbon.
- Gunawan Wawan. 2014 Rehabilitasi Dan Restorasi Kawasan Hutan: Menyelaraskan Prinsip dan Aturan. Kementerian Kehutanan.
- Hairiah, K., & Rahayu, S. (2007). Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan. *World Agroforestry Centre*. Bogor, 77.
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R., dan Rahayu, S. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon Dari Tingkat Lahan Ke Bentang Lahan, Petunjuk Praktis, Edisi Kedua. *World Agroforestry Centre*. Bogor: xiii + 85 hlm
- Hardjana, A. K. 2010. Potensi biomassa dan karbon pada hutan tanaman Acacia mangium di HTI PT. Surya Hutani Jaya, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 7 (4) : 237–249.
- Idris, M. H., Latifah, S., Aji, I. M. L., Wahyuningsih, E., Indriyanto dan Ningsih, R. V. 2013. Studi vegetasi dan cadangan karbon di kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Senaru, Bayan Lombok Utara. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 7 (1): 25-36.
- Indriyani, Y. 2011. Pendugaan simpanan karbon di areal hutan bekas tebangan PT Ratah Timber Kalimantan Timur. Skripsi Fakultas Kehutanan IPB
- Istomo, I., & Farida, N. E. (2017). Potensi simpanan karbon di atas permukaan tanah tegakan Acacia nilotica L.(Willd) ex. Del. di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(2), 155-162.
- Izzah, R. I. S. I. (2018). *Studi Serapan Karbon Dioksida (CO2) Udara Ambien oleh Tumbuhan Air Menggunakan Indikator Nilai Kumulatif Konsentrasi*

(*Net-CO₂-Con*) (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

- Lugina, M., Ginoga, K. L., Wibowo, A., Bainnaura, A., Partiani, T., & Indonesia, R. (2011). *Prosedur Operasi Standar (SOP) untuk pengukuran dan perhitungan stok karbon di kawasan konservasi*. Bogor: *Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan*.
- Lukito, M. dan A. Rohmatiah. 2013. Estimasi biomassa dan karbon tanaman jati umur 5 tahun (kasus kawasan hutan tanaman Jati Unggul Nusantara (JUN) Desa Krowe, Kecamatan Lembeyan Kabupaten Magetan). *Agri- tek*. 14 (1) : 1—23.
- Manuri, S., Putra, C. A. S., & Saputra, A. D. (2011). *Tehnik pendugaan cadangan karbon hutan. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation–GIZ*. Palembang.
- Maulidya, M., Novita, M., Hafsa, N., & Amin, N. (2019). Estimasi Biomassa Karbon Serasah Di Kawasan Hutan Gampong Deudap Pulau Nasi, Kecamatan Pulo Aceh, Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Biotik*, 6(1).
- Muli Edwin (2016) *Penilaian Stok Karbon Tanah Organik pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan di Kutai Timur Kalimantan Timur* *Jurnal Agrifor* Volume XV Nomor 2. - p. H.280.
- Nugraha, W. A. (2010). *Produksi serasah (guguran daun) pada berbagai jenis mangrove di Bangkalan*. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 3(1), 66-69.
- Pambudi, P. A., Rahardjanto, A., Nurwidodo, N., & Husamah, H. (2017). Analisis serapan karbondioksida (CO₂) tumbuhan di Blok Puyer Kawasan Ranu Pani Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) pada tahun 2016.

- Pierson, H.O. 1993. Handbook of Carbon, Graphite, Diamond and Fullerenes Properties, Processing and Applications. William Andrew Publishing, Noyes. USA: 419pp.
- Putra, R. H. (2015). Masyarakat Aceh Dan Konservasi Kawasan Ekosistem Leuser. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 2-3.
- Purwanto, R. H., Rohman, R., Maryudi, A., Yuwono, T., Permadi, D. B., & Sanjaya, M. (2015). Potensi biomasa dan simpanan karbon jenis-jenis tanaman berkayu di hutan rakyat Desa Nglanggeran, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 6(2), 128-141.
- Ramadhan, P. 2011 Estimasi kandungan karbon tegakan akasia (*acacia crassicarpa* a. Cunn ex. Benth) dalam Hutan tanaman industri di lahan gambut bekas terbakar. Studi kasus di areal iuphhk-ht pt. Sba wood industries. Skripsi Fakultas Kehutanan. IPB
- Sabri Khairun (2019). Keanekaragaman Jenis Burung Di Hutan Penyangga Kawasan Ekosistem Tahura Di Kabupaten Pidiesebagai Referensi Pendukungmateri Ekologi Hewan . Pidie.
- SAFEGE., C. (2014). *An Appraisal of the Aceh Provincial Spatial Plan and Options for Review Specific Contract No: 2014/349451*. Brussels: Belgium.
- Safriani, H., Fajriah, R., Sapnaranda, S., Mirfa, S., & Hidayat, M. (2018). Estimasi Biomassa Serasah Daun Di Gunung Berapi Seulawah Agam Kecamatan Seulimuem Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Biotik*, 5(1).
- Simamora, J. M., Widhiastuti, R., & Pasaribu, N. (2013). Keanekaragaman Pohon Dan Pole Serta Potensi Karbon Tersimpan Di Kawasan Hutan Sekunder 30 Tahun Dan Perkebunan Kopi Di Telagah, Langkat. *Saintia Biologi*, 1(2), 55-59
- Septian A. R..(2019) Deforestasi Pengertian, Penyebab, Dampak, dan Pencegahan. *Forester Act Media Kehutanan Dan Lingkungan Hidup*.

- Setapak (2016) Restorasi Hutan Aceh *Journal The Asia Fondation*. - pp. 1-4.
- Sirait, I. N. (2013). Karakteristik komposisi dan stratifikasi vegetasi strata pohon komunitas riparian di kawasan hutan wisata Rimbo Tujuh Danau Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Biogenesis*, 9(2), 39-46.
- SPPR (Subdit Pertanahan dan Penataan Ruang) (2020) Nyoto Suwignyo: *Pengelolaan Kawasan Ekosistem Leuser perlu kerja sama banyak pihak*. [Online] Tersedia pada: https://bangda.kemendagri.go.id/berita/baca_kontent/1161/nyoto_suwignyo_pengelolaan_kawasan_ekosistem_leuser_perlu_kerja_sama_banyak_pihak [Diakses 28 September 2020].
- Sutaryo, D. (2009). Penghitungan Biomassa Sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon. *Wetlands International Indonesia Programme*. Bogor.
- Suwardi, A. B., Mukhtar, E dan Syamsuardi. 2013. Komposisi jenis dan cadangan karbon di hutan tropis dataran rendah, Ulu Gadut, Sumatera Barat. *Jurnal Berita Biologi*. 12 (2): 169-176
- TFCA (Tropical Forest Conservation Action) (2016) Ekosistem Leuser dan Taman Nasional Gunung Leuser. [Online] Tersedia pada: http://tfcasumatera.org/bentang_alam/ekosistemleuser-dan-taman-nasional-gunung-leuser/ [Diakses 28 September 2020].
- Tidore, F., Rumengan, A., Sondak, C. F., Mangindaan, R. E., Runtuwene, H. C., & Pratasik, S. B. (2018). Estimasi Kandungan Karbon (C) Pada Serasah Daun Mangrove Di Desa Lansa, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis Vol, 2(1)*.
- TNGL, B. B. (2010). Analisis Kerusakan Hutan di Kawasan Hutan Taman Nasional Gunung Leuser. *Buletin Jejak Leuser, Menapak Alam Konservasi bersama TNGL*, 3, 1858-4268

Wijaya. K (2020) Panduan pengukuran dan Pendugaan Cadangan Karbon pada Ekosistem Hutan Gambut dan Mineral asus di Hutan Rawa Gambut Pematang Gadung dan Hutan Lindung Sungai Lesan, *Tropenbos Indonesia* Kalimantan.

Windusari, Y., Sari, N. A., Yustian, I., & Zulkifli, H. (2012). Dugaan cadangan karbon biomassa tumbuhan bawah dan serasah di kawasan suksesi alami pada area pengendapan tailing PT Freeport Indonesia. *Biospecies*

Yuniawati. 2011. Pendugaan Potensi Massa Karbon Dalam Hutan Tanaman Kayu Serat di Lahan Gambut. [Tesis]. Bogor. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.