



## Estimasi Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah di Hutan Kawasan Wisata Ngalau Indah Kota Payakumbuh

### The Estimation of Ground Carbon Stock in The Tourist Forest Area Ngalau Indah Payakumbuh

Lily Rahmawati\*) & Chairul

Laboratorium Ekologi Tumbuhan, Departemen Biologi FMIPA Universitas Andalas

#### SUBMISSION TRACK

Submitted : 2022-08-31  
Revised : 2022-10-11  
Accepted : 2022-10-25  
Published : 2022-11-18

#### KEYWORDS

Biomass, destruction, Ngalau Indah, pohon, sapling

#### \*CORRESPONDENCE

email: [lilyrahmawati92@gmail.com](mailto:lilyrahmawati92@gmail.com)

#### ABSTRACT

Ngalau Indah tourist area, Payakumbuh City has a forest area and potential carbon stock. The aim of this study was to find out about total biomass and carbon stock at Ngalau Indah tourist area, Payakumbuh City. The study would be in November until February 2022. Retrieval of data collection for tree and sapling had done with nun-destruction method and understorey and litter had done with destruction method. Based on data, tree have obtained 12 families, 18 species, and sapling have obtained 13 families, 16 species. The total biomass was 92,440 ton/ha was included 91,313 ton/ha for tress, 1,012 ton/ha for sapling, 0,053 ton/ha for understoreis and 0,062 ton/ha for litter. Carbon stock of trees was 42,917 tonC/ha, sapling was 0,476 ton/ha, understoreis was 0,024 tonC/ha, and litter was 0,029 ton/ha and total carbon stock was 43,446 tonC/ha.

#### PENDAHULUAN

Hutan tropis Indonesia merupakan komunitas yang paling kaya keanekaragaman jenis tumbuhan di dunia. Dari 40.000 jenis yang tumbuh di dunia, 30.000 jenis di antaranya tumbuh di Indonesia. Kurang lebih dari 26% telah dibudidayakan dan sisanya 74% masih tumbuh liar di hutan-hutan. Hutan merupakan masyarakat tumbuh-tumbuhan yang dikuasai oleh pohon-pohon yang menempati suatu tempat dan memiliki keadaan lingkungan yang berbeda dengan lingkungan diluar hutan. Hutan memiliki beberapa fungsi diantaranya hutan sebagai gudang plasma nutfah, habitat bagi flora dan fauna dan sebagai penyerap karbon (Utomo, 2006).

Beberapa tahun terakhir ini munculnya permasalahan terkait peningkatan pelepasan emisi CO<sub>2</sub> ke udara, sehingga menyebabkan beberapa permasalahan, hal ini erat kaitannya dengan efek rumah kaca dan perubahan fungsi dari hutan, baik itu hutan dijadikan pembukaan lahan pertanian, perkebunan dan ladang penggembalaan. Sehingga hal ini berdampak pada jumlah serapan karbon dan karbon yang tersimpan akan merosot. Sedangkan untuk upaya pengembangan lingkungan bersih, maka jumlah

CO<sub>2</sub> di udara harus dikendalikan dengan cara meningkatkan jumlah serapan CO<sub>2</sub> oleh tanaman sebanyak mungkin dan menekan pelepasan (emisi) CO<sub>2</sub> ke udara serendah mungkin (Hairiah dan Rahayu, 2007). Salah satu upaya penurunan emisi gas rumah kaca yang dapat dilakukan dengan memanfaatkan ekologi hutan sebagai penyerap karbon. Menurut Kementerian Kehutanan (2013) cadangan karbon pada berbagai kelas penutupan lahan di hutan alam berkisar antara 7,5-264,70 ton/ha.

Cadangan karbon hutan akan mempunyai nilai yang bervariasi, hal ini bisa dipengaruhi oleh tipe hutan, jenis vegetasi, jenis tanah, tipe iklim, curah hujan, topografi, ketinggian, serta manajemen hutan yang diterapkan pada suatu kawasan tersebut. Salah satunya dengan memanfaatkan hutan sekunder yang memiliki keragaman jenis pepohonan berumur panjang dan serasah yang merupakan karbon tertinggi di atas permukaan tanah (Soemarwoto, 2004).

Kota Payakumbuh merupakan salah satu kota yang termasuk kedalam pemeritahan Sumatera Barat secara geografis, kota Payakumbuh mempunyai beberapa tempat wisata yaitu Ngalau Indah yang terletak dikelurahan Pakan Sinayan, kecamatan

Payakumbuh Barat sekitar 4 km dari pusat kota Payakumbuh. Ngalau Indah merupakan objek wisata di bukit Simarajo yang merupakan kawasan hutan lindung yang dikelola oleh pihak Dinas Pariwisata Pemuda dan Olahraga kota Payakumbuh.

Ngalau Indah merupakan goa kapur yang terletak di lereng bukit Simarajo, kota Payakumbuh. Didalam goa terdapat bebatuan stalagtit dan stalagmit. Objek wisata ini dikelilingi oleh kawasan hutan yang menjadikannya sejuk dan rindang. Ngalau indah terletak pada ketinggian 640 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan luas areal 10 hektar dan penuh dengan vegetasi hutan yang berada di sekitar perbukitan goa Ngalau Indah yang berpotensi dalam menyimpan cadangan karbon (Dispora Kota Payakumbuh, 2020).

Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan penelitian tentang “Estimasi Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah di hutan Kawasan Wisata Ngalau Indah Kota Payakumbuh” dengan tujuan penelitian untuk mengetahui jumlah estimasi biomassa dan cadangan karbon pada kawasan tersebut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan November-Februari 2022 di Kawasan hutan wisata Ngalau Indah kota Payakumbuh untuk pengambilan sampel dan Analisa di labor ekologi tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang. Penelitian ini dilakukan menggunakan metoda Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *non-destructive* sampling (tanpa pemanenan) dengan mengukur diameter pohon dan sapling. Sedangkan, untuk tumbuhan bawah dan serasah *destructive* sampling (dengan perusakan) (Hairiah and Rahayu, 2007).

### Pembuatan plot

Plot dibuat sebanyak 12 plot dengan mengikuti jalur transek sepanjang 120 meter. Plot berbentuk bujur sangkar dengan mengkombinasikan berbagai macam ukuran plot (plot bersarang) yang dimulai dari plot 10x10 meter untuk pohon

(diameter  $\geq 10$  cm), 5x5 meter untuk sapling (diameter  $\geq 2$  cm - 10 cm) (Fachrul, 2012), dan 2x2 meter untuk tumbuhan bawah dan seedling (diameter  $\leq 2$  cm) (Windusari *et al.*, 2012).

### Pengukuran Biomassa Pohon

Pengukuran biomassa pohon dan sapling dilakukan pertama dilapangan yaitu mengukur DBH (*Diameter at Breast Height*) dan dicatat pada *tally sheet*, kemudian mengidentifikasi sampel dilapangan dan jika tidak teridentifikasi maka akan diidentifikasi di herbarium Anda. Kemudian setelah teridentifikasi lalu hitung biomassa dengan menggunakan rumus Chave *et al.* (2014):

$$AGB_{est} = 0.0673 \times (\rho D^2 H) 0,976$$

Keterangan:

- AGB = Above Ground Biomass (kg)  
 $\rho$  = Berat Jenis ( $g/cm^3$ )  
 The data of based on ICRAF website (<http://db.worldagroforestry.org/wd>) and the Encyclopedia of Life (<https://eol.org>).  
 D = Diameter Pohon (cm)  
 H = Tinggi Pohon (cm)

### Pengukuran Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah

Pengukuran tumbuhan bawah pengambilan sampel menggunakan gunting tanaman di atas permukaan tanah, kemudian ditimbang hingga mendapatkan berat basah total dan dicuplik sebanyak  $\pm 300$  gram. Sedangkan untuk serasah, dikumpulkan dan ditimbang hingga mendapatkan berat basah total, kemudian dicuplik sebanyak  $\pm 300$  gram. Kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu  $80^\circ C$  selama 2x24 jam. Setelah itu, ditimbang kembali berat kering masing-masingnya. Kemudian hitung biomasanya dengan menggunakan rumus (Hairiah dan Rahayu, 2007):

$$\text{Total BK} : \frac{\text{BK subcontoh (g)}}{\text{BB subcontoh (g)}} \times \text{Total BB (g)}$$

Keterangan:

- BK total = Berat kering total (kg)  
 BB total = Berat basah total (g)  
 BK = Berat kering contoh (g)  
 BB = Berat basah contoh (g)

*Cadangan karbon pohon*

Penghitungan cadangan karbon pada Pohon dan sapling dengan menggunakan rumus (Hairiah dan Rahayu, 2007):

$$C_b = B_o \times \% \text{Corganik}$$

Keterangan:

$C_b$  = kandungan karbon pada biomassa bahan organik (kg)

$B_o$  = biomassa bahan organik (kg)

$\%C_{organik}$  = nilai persentase kandungan karbon organik (0,47).

*Cadangan Karbon Tumbuhan Bawah dan Sarasah*

Penghitungan cadangan karbon pada sarasah dan tumbuhan bawah dengan menggunakan rumus (Hairiah dan Rahayu, 2007):

$$C_m = B \times \% \text{Corganik}$$

Keterangan:

$C_m$  = kandungan karbon pada biomassa bahan organik (kg)

$B$  = biomassa bahan organik (kg)

$\%C_{organik}$  = nilai persentase kandungan karbon organik (0,47).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada hutan kawasan Wisata Ngalau Indah Kota Payakumbuh didapatkan hasil biomassa dan cadangan karbon dengan nilai bervariasi dari masing-masing tingkat pada penelitian.

*Biomassa dan Cadangan Karbon Tingkat Pohon*  
Nilai biomassa dan cadangan karbon pada tingkat pohon dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Table 1. Biomassa dan Cadangan Karbon Total pada Pohon

Spesies	Famili	Biomassa Ton/Ha	Cadangan Karbon Ton/Ha
<i>Litsea insignis</i> (Blume) Boerl.	Lauraceae	57.302	26.932
<i>Litsea</i> sp.	Lauraceae	8.681	4.080
<i>Shorea</i> sp.	Dipterocarpaceae	8.492	3.991
<i>Grewia acuminata</i> Juss.	Sapindaceae	3.115	1.465
<i>Nephelium lappaceum</i> Linn.	Fagaceae	2.565	1.206
<i>Lithocarpus</i> sp.	Myrtaceae	1.823	0.857
<i>Syzigium</i> sp.	Moraceae	1.670	0.785
<i>Antidesma velutinosum</i> Blume.	Tiliaceae	1.514	0.712
<i>Ficus globosa</i> Blume.	Sapindaceae	1.446	0.680
<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) I.CN	Fabaceae	1.383	0.650
<i>Lepisanthes senegalensis</i> (Poir.) L.	Rubiaceae	0.903	0.425
<i>Cinnamomum nigrescens</i> L.	Phyllantaceae	0.734	0.345
<i>Coffea canephora</i> L.	Lauraceae	0.493	0.215
<i>Heritiera javanica</i> (Blume) Koesterm.	Sapindaceae	0.320	0.150
<i>Guioa</i> sp.	Malvaceae	0.304	0.143
<i>Cleidion javanica</i> Blume.	Euphorbiaceae	0.293	0.138
<i>Ficus stipata</i> King.	Moraceae	0.229	0.108
<i>Bridelia stipularis</i> (L) Blume.	Phyllantaceae	0.043	0.020

Biomassa yang didapatkan dari spesies *Litsea insignis* lebih tinggi dari spesies yang lainnya, dikarenakan banyaknya spesies tersebut ditemukan di kawasan penelitian dan beberapa faktor yaitu besarnya diameter dari pohon yaitu rata-rata diameter yang paling tinggi 57 cm, tinggi pohon dan nilai berat jenis kayunya. Sesuai dengan pernyataan Hikmatyar *et al.*, (2015), bahwa nilai dari diameter batang akan berbanding

lurus dengan nilai biomassa suatu pohon. Jika semakin besar nilai dari diameter pohon yang didapatkan maka akan semakin besar juga kandungan biomasannya. Kemudian berdasarkan penelitian Komari (2017) juga menyatakan bahwa biomassa pohon meningkat secara proporsional dengan semakin besarnya diameter batang pada pohon tersebut yang memberikan pengaruh pada biomassa suatu pohon.

Nilai cadangan karbon didapatkan dari nilai biomassa yang telah dihitung sebelumnya. Dengan demikian spesies yang sama akan menghasilkan biomassa tertinggi dan juga cadangan karbon tertinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Elmiza (2017) bahwa biomassa berhubungan erat dengan cadangan karbon yaitu dengan mengukur jumlah cadangan karbon pada suatu kawasan maka dapat menggambarkan

banyaknya CO<sub>2</sub> di atmosfer yang dapat diserap oleh pohon. Dan diameter batang yang besar juga memberikan pengaruh pada tingginya nilai cadangan karbon.

*Biomassa dan Cadangan Karbon Tingkat Sapling*  
Nilai biomassa dan cadangan karbon pada tingkat sapling dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Biomassa dan Cadangan Karbon Total pada sapling

Spesies	Famili	Biomassa Ton/Ha	Cadangan Karbon Ton/Ha
<i>Litsea insignis</i> (Blume)	Lauraceae	0.224	0.105
<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Rubiaceae	0.121	0.057
<i>Coffea canephora</i> L.	Sapindaceae	0.140	0.011
<i>Bridelia stipularis</i> (L) Blume.	Phyllantaceae	0.127	0.060
<i>Carallia brachiata</i> (Lour.) Merr.	Rhizophoraceae	0.095	0.044
<i>Mallotus</i> sp.	Euphorbiaceae	0.061	0.029
<i>Grewia acuminata</i> Juss.	Sapindaceae	0.045	0.021
<i>Heritiera javanica</i> (Blume) Koesterm.	Malvaceae	0.042	0.020
<i>Litsea castanea</i> Hook.f	Lauraceae	0.040	0.019
<i>Canarium littorale</i> Blume.	Borseraceae	0.032	0.015
<i>Alangium</i> sp.	Cornaceae	0.031	0.015
<i>Archidendron bubalinum</i> Jack	Fabaceae	0.027	0.013
<i>Polyalthia cauliflora</i> Hook.f & Thomson	Anonaceae	0.013	0.006
<i>Lepishantes</i> sp.	Rubiaceae	0.012	0.005

Tingginya biomassa *Litsea insignis* disebabkan diameter batang yang besar, karena semakin besar diameter berkaitan dengan peningkatan biomassa suatu jenis tersebut dan akan berbanding lurus dengan nilai biomasanya. Menurut Rahayu et al., (2007), bahwa perhitungan biomassa pohon dihitung dengan persamaan allometrik. Semakin besar diameter tumbuhan maka semakin besar juga biomasanya, demikian sebaliknya. Diameter pohon berkorelasi dengan besarnya biomassa dan diameter tumbuhan dipengaruhi oleh hasil fotosintesis.

Nilai biomasanya yang tinggi memberikan nilai cadangan karbon yang tinggi, spesies yang sama akan mempunyai nilai yang tinggi pada cadangan karbon. Menurut Elias dan Wistara (2009) semakin besar diameter batang, maka akan semakin besar pula cadangan karbon pada pohon tersebut. Sedangkan nilai biomassa suatu tegakan juga sangat berpengaruh terhadap potensi besarnya cadangan karbon. Semua parameter yang menentukan nilai biomassa tentunya juga

akan berpengaruh pada nilai cadangan karbon seperti diameter, kerapatan, berat jenis dan keragaman jenis pohon (Hairiah dan Rahayu, 2007).

#### *Biomassa dan Cadangan Tumbuhan Bawah*

Dari perhitungan di dapatkan total biomassa dan cadangan karbon tumbuhan bawah sebesar 0,053 ton/ha dan 0,024 ton/ha. Nilai biomassa yang didapatkan rendah hal ini disebabkan oleh kerapatan dan intensitas cahaya pada kawasan tersebut, karena keadaan vegetasi pohon dan rapatnya kanopi maka sedikit cahaya yang bisa masuk ke lantai hutan, sehingga berkurangnya vegetasi dasar di lantai hutan, dengan demikian jika tumbuhan bawah tertentu yang membutuhkan banyak cahaya untuk keberlangsungan hidup maka tumbuhan tersebut tidak dapat tumbuh dengan baik, dan sisanya tumbuhan bawah yang telah beradaptasi dan tidak memerlukan banyak cahaya yang akan tumbuh di bawah kanopi yang rapat tersebut.

Nilai biomassa yang didapatkan pada tumbuhan bawah rendah, hal tersebut berpengaruh terhadap nilai cadangan karbon yang dihasilkan, nilai biomassa akan berkorelasi positif terhadap nilai cadangan karbonnya. Rendahnya kandungan karbon tumbuhan bawah ini dikarenakan sedikitnya vegetasi dari tumbuhan bawah yang ada pada kawasan tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Asril (2009), bahwa bandungan karbon tumbuhan bawah rendah, karena dipengaruhi oleh nilai biomassa rendah dan komposisi penyusun vegetasi tumbuhan bawah pada suatu kawasan.

#### *Biomassa dan Cadangan Sarasah*

Dari perhitungan di dapatkan total biomassa dan cadangan karbon sarasah sebesar 0,062 ton/ha dan 0,029 ton/ha. Dari hasil yang didapatkan kandungan biomassa serasah lebih tinggi dari tumbuhan bawah, hal ini disebabkan oleh rapatnya kanopi pohon sehingga banyak menghasilkan serasah daripada tumbuhan bawah yang hidup dibawah pohon tersebut. Hal ini disebabkan oleh penambahan biomassa serasah diikuti oleh penambahan umur pohon dan kerapatan tajuk dari suatu kawasan.

Tingginya cadangan karbon serasah dikarenakan vegetasi pohon disuatu kawasan tersebut sehingga memungkinkan banyaknya serasah ranting atau daun yang jatuh berada disekitar vegetasi pohon tersebut, selain itu juga karena sedikitnya keberadaan tumbuhan bawah pada kawasan itu, karena didominasi oleh banyak dan tebalnya serasah, kemudian menurut Amelia (2006), hutan dapat menghasilkan cadangan karbon pada serasah lebih kurang 32,05 ton/ha/tahun. Akumulasi karbon dalam kurun waktu yang lama dan kerapatan vegetasi pohon yang tinggi memungkinkan lantai pada hutan memiliki kandungan karbon pada serasah tinggi yang dapat menghambat pertumbuhan dari tumbuhan bawah tertentu.

#### *Biomassa Total*

Biomassa dan Cadangan Karbon berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan pada hutan kawasan Wisata Ngalau Indah Kota Payakumbuh. Didapatkan hasil perhitungan biomassa dan

cadangan karbon berturut-turut yaitu 92,440 ton/ha biomassa total dan 43,446 ton/ha cadangan karbon total. Pada tabel 3 dapat dilihat nilai biomassa dan cadangan karbon:

Tabel 3. Biomassa dan Cadangan Karbon Total

No	Strata	Biomassa (Ton/Ha)	Cadangan Karbon (Ton/Ha)
1	Pohon	91,313	42,917
2	Sapling	1,012	0,476
3	Tumbuhan Bawah	0,053	0,024
4	Serasah	0,062	0,029
Σ		92,440	43,446

Dapat dilihat bahwa nilai biomassa berpengaruh pada peningkatan nilai cadangan karbon pada kawasan tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Chanan (2012), bahwa setiap penambahan kandungan biomassa tegakan akan diikuti oleh penambahan cadangan karbon, karena karbon dan biomassa akan memiliki korelasi positif. bahwa nilai dari diameter batang akan berbanding lurus dengan nilai biomassa suatu pohon. Jika semakin besar nilai dari diameter pohon yang didapatkan maka akan semakin besar juga kandungan biomasannya. Peningkatan atau penurunan biomassa akan akan berpengaruh terhadap peningkatan atau penurunan dari kandungan karbon.

Perbandingan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Suwardi, Mukhtar dan Syamsuardi (2013) tentang komposisi jenis dan cadangan karbon di hutan tropis dataran rendah, Ulu Gadut, Sumatera Barat mempunyai nilai cadangan karbon total yaitu 241,38 ton/ha. Tingginya cadangan karbon pada hutan penelitian Ulu Gadut ini dikarenakan terdapatnya jenis pohon yang memberikan kontribusi cadangan karbon tertinggi yaitu *Swintonia schwenkii* memiliki individu dengan diameter yang besar yaitu berkisar 72,1–136,2 cm yang memberikan kontribusi sebesar 26,62% terhadap peningkatan dari cadangan karbon.

Menurut Lubis, Arifin dan Syamsuedin (2013) cadangan karbon pada suatu pohon akan mengalami peningkatan sesuai dengan peningkatan diameter pohon tersebut. Dan Proporsi diameter, tinggi, dan berat jenis yang besar pada beberapa jenis berdiameter tinggi akan

memberikan akumulasi yang besar terhadap nilai cadangan karbonnya. Menurut Maulana (2009) tinggi rendahnya cadangan karbon dipengaruhi oleh diameter dan berat jenis. Hutan yang memiliki komposisi berbagai jenis pohon dengan diameter dan berat jenis yang besar akan mempunyai potensi cadangan karbon yang tinggi. Kawasan hutan wisata Ngalau Indah memiliki banyak vegetasi pohon yang tinggi, dengan umur pohon yang sudah tua, hal ini sesuai dengan pernyataan Dahlan *et al.*, (2005) bahwa total kandungan karbon di atas permukaan tanah dipengaruhi oleh jenis vegetasi, kesuburan tanah dan gangguan (seperti hama penyakit pada suatu tanaman). Jumlah karbon yang disimpan pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO<sub>2</sub> di atmosfer yang diserap oleh tumbuhan. Dengan demikian kawasan hutan tersebut memiliki kerapatan vegetasi pohon yang tinggi dengan jenis pohon berumur panjang dan pohon yang mampu menyerap CO<sub>2</sub> dalam jumlah besar. Faktor lingkungan memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai biomassa dan cadangan karbon pada tingkat sapling, berkaitan dengan curah hujan, ketinggian dan karakteristik tanah, hal demikian sesuai dengan kondisi di hutan kawasan wisata Ngalau Indah yang memiliki curah hujan yang cukup setiap tahunnya, ketinggian 640 mdpl dan memiliki jenis tanah inceptisol. Menurut Massiri (2011), cadangan karbon cenderung akan semakin besar karena dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain curah hujan, ketinggian dan tanah. Tingkat serapan karbon yang tinggi umumnya terjadi pada lokasi lahan dengan kesuburan yang tinggi dan tingkat curah hujan yang cukup dan pada tanaman yang cukup tumbuh pada jenis tanah tertentu.

## KESIMPULAN

Jumlah biomassa keseluruhan pada areal hutan yaitu 92,440 ton/ha Jumlah cadangan karbon keseluruhan yang didapatkan yaitu 43,446 Jika dikategorikan cadangan karbon pada kawasan hutan ini tergolong sedang yaitu 43,446 ton/ha dari luas wilayah 10 ha.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada jurusan Biologi, Universitas Andalas, kepada Dinas Pariwisata dan Olahraga Kota Payakumbuh, Herbarium ANDA Universitas Andalas dan tim lapangan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alreza D.D. 2014. Potensi Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah di Taman Hutan Raya Pancoran Mas Depok. *Skripsi*. IPB. Bogor.
- Asril. 2009. Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah Rawa Gambut Di Stasiun Penelitian Suaq Balimbing Kabupaten Aceh Selatan, Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. *Tesis*. Sumatera Utara.
- Chanani, M. 2012. Pendugaan Cadangan Karbon (C) Tersimpan di Atas Permukaan Tanah pada Vegetasi Hutan Tanaman Jati (*Tectonia Grandis* LINN. F) di RPH Sengguhur BKP H Sengguhur KPH Malang Perum Perhutani II Jawa Timur. *Jurnal Gamma*. Vol 7 No 2. Malang.
- Chave et.al 2014. Improved Allometric Models to Estimate the Aboveground Biomass of Tropical Trees. *Global Change Biology* 20(10): 3177–3190. DOI: 10.1111/gcb.12629.
- Dahlan, I.N.S Jaya dan Istomo. 2005. Estimasi Tegakan *Acacia mangium* Willd. Menggunakan Citra Landsat ETM+ dan SPOT-5: (studi kasus di BKP H Parung Panjang KPH Bogor). Pertemuan ilmiah tahunan MAPIN XIV IPB. Bogor.
- Dinas Pariwisata Pemuda dan Olahraga Kota Payakumbuh. 2020. *Profil Pariwisata Kota Payakumbuh*. Dinas Pariwisata Pemuda dan Olahraga Kota Payakumbuh. Payakumbuh.
- Elias and N.J. Wistara. 2009. Method For Estimation Of Tree Carbon Mass Of *Paraserianthes falcataria* L Nielsenin Community Forest. *Journal of Tropical Forest Management*. XV: 75–82.
- Elmiza, J. 2017. Cadangan Karbon Pohon di Plot Permanen Kawasan Hutan Konservasi PT. Kencana Sawit Indonesia (KSI), Solok Selatan. *Skripsi*. Jurusan Biologi, Universitas Andalas. Padang.
- Fachrul, M.F. 2012. *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta. Bumi Aksara.
- Hairiah, K., dan Rahayu, S. 2007. *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Indonesia 77p.
- Hikmatyar, M.A., T.M. Ishak., A.P. Pamungkas., S. Sofie dan A. Rijaludin. 2015. Estimasi Karbon Tersimpan pada Tegakan Pohon di Hutan Pantai

- Pulau Kotok Besar, bagian Barat, Kepulauan Seribu. *Jurnal Biologi*. Vol. 8 No. 1. Jakarta.
- Komari P.L. 2017. Potensi Cadangan Karbon Tegakan Hutan di Cagar Alam Dungus Iwul Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat. *Skripsi*. Bogor.
- Model Tools in Forest Research And Management. *Journal Science*. Vol. 49 (1) : 2-8.
- Lubis S.H., H.S. Arifin, dan I. Syamsuedin. 2013. Analisis cadangan karbon pohon pada lanskap hutan kota di DKI Jakarta. *Jurnal Penelitian dan Ekonomi Kehutanan*. 10(1):1–20. Jakarta.
- Massiri, S. 2011. Biomassa dan Karbon di Atas Permukaan Tanah pada Kondisi Mature, Building dan Gap di Hutan Hujan Tropis. *Jurnal Argitek*. Volume 12 no. 1 Maret 2011.
- Maulana SI. 2009. Pendugaan densitas Karbon Tegakan Hutan Alam di Kabupaten Jayapura, Papua. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. Vol 7, 261274.
- Soemarwoto, O. 2004. Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan. Penerbit : Djambatan. Jakarta.
- Suwardi, A.B., E. Mukhtar., Syamsuardi. 2013. Komposisi Jenis Dan Cadangan Karbon Di Hutan Tropis Dataran Rendah, Ulu Gadut, Sumatera Barat. *Berita Biologi* (12) 2. Padang.
- Utomo, B. 2006. *Hutan Sebagai Masyarakat Tumbuhan Hubungannya dengan Lingkungan*. Karya Ilmiah. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Windusari, Y., Sari, Nur, A.P., Yustian, I., dan Zulkifli, H., 2012. Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah di Kawasan Sukesi Alami pada Area Pengendapan Tailing. PT. Freeport Indonesia. *Biospecies*, 5 (1): 22-28.