

ANALISIS STOK KARBON TANAH DI GLEE NIPAH PULO ACEH KABUPATEN ACEH BESAR

Herlisa Syafir¹⁾, Irhamdi²⁾, Indah Mulya Pertiwie³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Pendidikan Biologi FTK UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Email: herlisasyafira15@gmail.com

ABSTRAK

Hutan adalah sebuah kawasan yang ditumbuhi dengan pepohonan dan tumbuhan yang lebat. Hutan berfungsi sebagai penampung karbon dioksida habitat hewan, modulator arus hidrologika, serta pelestari tanah. Karbon merupakan salah satu unsur alam yang memiliki lambang C. Karbon juga merupakan salah satu unsur utama pembentuk bahan organik termasuk makhluk hidup. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stok karbon pada pohon di Gleen Nipah, Pulo Aceh, Kabupaten Aceh Besar. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Transek. Pengambilan sampelnya dilakukan dengan survey eksploratif. Hasil yang didapatkan pada 5 titik lokasi penelitian sesuai dengan keadaan hutan primer, dari ke lima titik tersebut terdapat 2 titik yang memperoleh hasil terbanyak, diantaranya adalah titik 3 dan titik 4 dengan hasil 26295,08197 dan 214,4262295.

Kata Kunci: Stok karbon, Hutan, Glee Nipah, Pulo Aceh

PENDAHULUAN

Pulo Nasi adalah salah satu pulau yang menjadi bagian dari gugusan kepulauan Pulau Aceh kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Pulau Nasi berada pada koordinat 95° 9' 4.44" BT dan 5° 37' 18.68" LU, dan merupakan pulau terbesar kedua dalam gugusan kepulauan Pulau Aceh setelah Pulau Breuh atau Pulau Beras.

Kawasan Pulau Aceh terdapat hutan yang menjadi suatu kawasan hutan hujan tropis. Hutan adalah sebuah kawasan yang ditumbuhi dengan lebat oleh pepohonan dan tumbuhan lainnya. Kawasan-kawasan semacam ini terdapat di wilayah-wilayah yang luas di dunia dan berfungsi sebagai penampung karbon dioksida (carbon dioxide sink), habitat hewan, modulator arus hidrologika, serta pelestari tanah, dan merupakan salah satu aspek biosfer Bumi yang paling penting (Fahrudin, 2004).

Berdasarkan cara terjadinya hutan dapat di bedakan dengan beberapa macam di antaranya adalah hutan primer, yang peranannya sangat penting bagi kehidupan yang berada di kawasan hutan tersebut. Hutan primer, yaitu hutan alami yang belum pernah ditebang atau belum dicampuri tangan manusia. Hutan rimba

termasuk hutan primer, hutan ini sangat tebal, dan pohonnya dengan ketinggian bertingkat-tingkat. (Supriadi, 2011).

Secara ekologis tumbuhan berfungsi sebagai produsen, kemampuannya dalam memproduksi makanan sendiri (autotrof) melalui fotosintesis tidak dimiliki oleh makhluk lain. Hasil produk fotosintesis ini akan dimanfaatkan oleh manusia, hewan, dan mikroba untuk kelangsungan hidup. Fenomena ini dapat dijadikan sebagai bahan renungan, atas dasar inilah pentingnya dalam mengenal ekologi tumbuhan. Sebagaimana kewajiban manusia sebagai khalifah di bumi untuk melestarikan alam (Rossidy, 2008).

Stok karbon adalah kandungan karbon absolute dalam biomassa (tumbuhan) pada waktu tertentu. Biomasa juga salah satu sumberdaya hayati yang bisa di rubah menjadi sumber energi yang dapat di perbaharui. Biomassa terbentuk dari energi matahari yang telah ditransformasi menjadi energi kimia oleh tumbuhan hijau melalui proses fotosintesis. Karena itu biomassa lebih identik dari tumbuhan daripada dari hewan.(Hilmi,E, 2008).

Karbon adalah unsur penting sebagai pembangun bahan organik, karena sebagian besar bahan kering tumbuhan terdiri dari bahan organik. Unsur karbon dibutuhkan oleh makhluk hidup sebagai salah satu unsur pembangun biomassa dalam tubuh dan sebagai sumber energi yang proses produksinya dilakukan oleh organisme yang mempunyai klorofil (zat hijau daun). Dengan menggunakan energi matahari dan melalui proses fotosintesis, gas karbondioksida (CO₂) dan air yang diserap oleh organisme tersebut diubah menjadi berbagai unsur karbon yang menyimpan energi dalam bentuk biomassa alga, bakteri, dan tumbuhan, misalnya karbohidrat (zat pati). (Khatudin, 2003).

Tumbuhan atau pohon berumur panjang yang tumbuh di hutan maupun dikebun campuran merupakan tempat penimbunan atau penyimpanan karbon yang jauh lebih besar dari pada tanaman semusim. Oleh karena itu, hutan alami dengan keragaman jenis pohon berumur panjang dan serasah yang banyak merupakan gudang penyimpanan karbon tertinggi. (Rahayu:2007). Biomassa hutan berperan penting dalam siklus biogeokimia terutama dalam siklus karbon. Tanaman atau pohon di hutan dianggap berfungsi sebagai tempat penimbunan atau pengendapan karbon (rosot karbon atau karbon sink).

Besarnya kandungan karbon dan biomassa pohon bervariasi berdasarkan bagian tumbuhan yang diukur, growth stage, tingkatan tumbuhan dan kondisi lingkungannya. Kandungan karbon dan biomassa tumbuhan bawah dipengaruhi oleh jenis-jenis tumbuhan penyusun. Oleh karena itu mengukur jumlah karbon dalam biomassa pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO₂ di atmosfer yang diserap oleh tanaman, dan pengukuran karbon dalam bagian tanaman yang telah mati (nekromassa) dapat menggambarkan CO₂ yang tidak dilepaskan ke udara melalui pembakaran. Melalui fotosintesis, CO₂ diserap dan diubah oleh tumbuhan menjadi karbon organik dalam bentuk biomassa. Kandungan karbon absolut dalam biomassa

pada waktu tertentu dikenal dengan istilah cadangan karbon (carbon stock) (Yuanita:2012).

Tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer (CO₂) melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai waktunya karbon tersebut tersikluskan kembali ke atmosfer, karbon tersebut akan menempati salah satu dari sejumlah kantong karbon. Semua komponen penyusun vegetasi baik pohon, semak, liana dan epifit merupakan bagian dari biomassa atas permukaan. Di bawah permukaan tanah, akar tumbuhan juga merupakan penyimpan karbon selain tanah itu sendiri. 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 ditempat penimbunan. (Hairiah, 2007).

Kebanyakan CO₂ di udara dipergunakan oleh tumbuhan selama fotosintesis dan memasuki ekosistem melalui serasah tumbuhan yang jatuh dan akumulasi karbon (C) dalam biomassa tumbuhan. Banyaknya tumbuhan yang ada di hutan dapat mengurangi konsentrasi CO₂ di udara karena diserap tumbuhan untuk kemudian diakumulasikan dalam bentuk biomassa tumbuhan. Sumber primer bahan organik tumbuhan adalah jaringan tumbuhan berupa akar, batang, ranting, daun, dan buah. Bahan organik dihasilkan oleh tumbuhan melalui proses fotosintesis sehingga unsur karbon merupakan penyusun utama dari bahan organik tersebut. Berdasarkan temuan diatas perlu dikaji tentang stok karbon tanah di Glee Nipah, Deudap.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kawasan glee Nipah deudap pulo Aceh, Aceh Besar pada Mei 2019 dan dilanjutkan identifikasi di laboratorium pendidikan Biologi. Penentuan areal lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Transek. Pengambilan sampel dilakukan dengan survey eksploratif.

Ditentukan lokasi yang akan diamati pada peta. Ditentukan lokasi lapangan dan dilakukan dengan menggunakan metode transek, pengambilan sampelnya dengan survey eksploratif. Dibuat plot besar yang berukuran 10 x 50 meter. Dicatat jumlah pohon yang terdapat dalam plot berdasarkan DBH yang telah ditentukan. Diambil daun yang terdapat dalam plot tersebut dan ditimbang sebanyak 100 gr. Dilakukan pengukuran ketinggian setiap pohon yang diambil sampel. Selanjutnya dilakukan identifikasi di laboratorium. Dikeringkan daun

tumbuhan untuk diambil dan dikeringkan untuk kemudian di ambil berat kering dari tumbuhan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan

Hasil penelitian yang didapatkan adalah sebagai berikut:.

Tabel 1. Pengamatan Laju Infiltrasi Titik 1

| Stasiun | Plot | Berat Basah | Berat Kering | Volume Cincin Pencuplik | Bulk Density BD | Kandungan Karbon Tanah |
|-------------------------------------|------|-------------|--------------|-------------------------|-----------------|------------------------|
| 1 | 1 | 250 | 190 | 305 | 0,623 | 1245,902 |
| | 2 | 300 | 165 | 305 | 0,541 | 1081,967 |
| | 3 | 300 | 195 | 305 | 0,639 | 1278,689 |
| 2 | 1 | 260 | 187 | 305 | 0,613 | 1226,230 |
| | 2 | 300 | 173 | 305 | 0,567 | 1134,426 |
| | 3 | 310 | 165 | 305 | 0,541 | 1081,967 |
| 3 | 1 | 130 | 140 | 305 | 0,459 | 918,033 |
| | 2 | 250 | 150 | 305 | 0,492 | 983,607 |
| | 3 | 250 | 165 | 305 | 0,541 | 1081,967 |
| Kandungan Karbon Tanah Total | | | | | | 10032,787 |

Tabel 2. Hasil Penelitian Stok Karbon Tanah pada Pohon Titik 2

| Plot | Jenis Lahan | Berat Basah | Berat Kering | Volume Cincin Pencuplik | Bulk Density (BD) (g/cm2) | Kandungan Karbon Tanah |
|-------------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|
| I | Hutan Primer | 280 | 230 | 305 | 0,754 | 1.508 |
| II | Hutan Primer | 280 | 240 | 305 | 0,787 | 1.574 |
| III | Hutan Primer | 280 | 250 | 305 | 0,820 | 1.639 |
| IV | Hutan Primer | 280 | 270 | 305 | 0,885 | 1.770 |
| V | Hutan Primer | 280 | 260 | 305 | 0,852 | 1.705 |
| Kandungan Karbon Tanah Total | | | | | | 8.197 |

Tabel 3. Hasil Penelitian Stok Karbon Tanah pada Pohon Titik 3

| Plot | Titik | Berat Basah (Kg) | Berat Kering (Kg) | Volume Cincin | Bulk Density (BD) (g/cm ²) | Kandungan Karbon Tanah |
|-------------------------------------|-------|------------------|-------------------|---------------|--|------------------------|
| 1 | 1 | 300 | 1,9 | 305 | 0,006229508 | 12,45901639 |
| | 2 | 300 | 2,5 | 305 | 0,008196721 | 16,39344262 |
| | 3 | 300 | 1,8 | 305 | 0,005901639 | 11,80327869 |
| 2 | 1 | 300 | 2,1 | 305 | 0,006885246 | 13,7704918 |
| | 2 | 300 | 2,2 | 305 | 0,007213115 | 14,42622951 |
| | 3 | 300 | 2,5 | 305 | 0,008196721 | 16,39344262 |
| 3 | 1 | 300 | 2,3 | 305 | 0,007540984 | 15,08196721 |
| | 2 | 300 | 2,1 | 305 | 0,006885246 | 13,7704918 |
| | 3 | 300 | 1,8 | 305 | 0,005901639 | 11,80327869 |
| 4 | 1 | 300 | 2,2 | 305 | 0,007213115 | 14,42622951 |
| | 2 | 300 | 2,6 | 305 | 0,00852459 | 17,04918033 |
| | 3 | 300 | 2,2 | 305 | 0,007213115 | 14,42622951 |
| 5 | 1 | 300 | 1,8 | 305 | 0,005901639 | 11,80327869 |
| | 2 | 300 | 2,5 | 305 | 0,008196721 | 16,39344262 |
| | 3 | 300 | 2,2 | 305 | 0,007213115 | 14,42622951 |
| Kandungan Karbon Tanah Total | | | | | | 214,4262295 |

Tabel 4. Hasil Penelitian Stok Karbon Tanah pada Pohon Titik 4

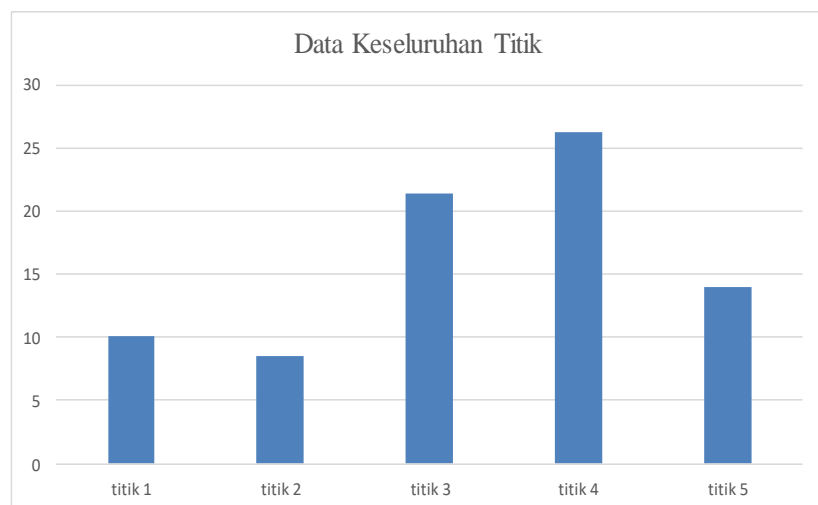
| Plot | Titik | Berat Basah (Kg) | Berat Kering (Kg) | Volume Cincin | Bulk Density (BD) (g/cm ²) | Kandungan Karbon Tanah |
|---------------|-------|------------------|-------------------|---------------|--|------------------------|
| 1 | 1 | 300 | 260 | 305 | 0,852459016 | 1704,918033 |
| | 2 | 300 | 270 | 305 | 0,885245902 | 1770,491803 |
| | 3 | 300 | 255 | 305 | 0,836065574 | 1672,131148 |
| 2 | 1 | 300 | 260 | 305 | 0,852459016 | 1704,918033 |
| | 2 | 300 | 280 | 305 | 0,918032787 | 1836,065574 |
| | 3 | 300 | 250 | 305 | 0,819672131 | 1639,344262 |
| 3 | 1 | 300 | 280 | 305 | 0,918032787 | 1836,065574 |
| | 2 | 300 | 270 | 305 | 0,885245902 | 1770,491803 |
| | 3 | 300 | 260 | 305 | 0,852459016 | 1704,918033 |
| 4 | 1 | 300 | 265 | 305 | 0,868852459 | 1737,704918 |
| | 2 | 300 | 260 | 305 | 0,852459016 | 1704,918033 |
| | 3 | 300 | 290 | 305 | 0,950819672 | 1901,639344 |
| 5 | 1 | 300 | 280 | 305 | 0,918032787 | 1836,065574 |
| | 2 | 300 | 260 | 305 | 0,852459016 | 1704,918033 |
| | 3 | 300 | 270 | 305 | 0,885245902 | 1770,491803 |
| Jumlah | | | | | | 26295,08197 |

Tabel 5. Hasil Penelitian Stok Karbon Tanah pada Pohon Titik 5

| Plot | Nama Ilmiah | DBH (cm) | Tinggi (cm) | Diameter (cm) (D=K/3,14) | D ² .62 | Jari-jari (r=D/2) | r ² | BB (gr) | BK (gr) | V=π.r ² .T | BJ=BK/V | W=0.11.BJ.D ² .62 | Stok Karbon (CS=Wx0,46) |
|------|---------------------------------|----------|-------------|--------------------------|--------------------|-------------------|----------------|---------|---------|-----------------------|-----------|------------------------------|-------------------------|
| 1 | <i>Dipterocarpus hasseltii</i> | 34 | 10 | 10,828025 | 7269,2604 | 5,414012739 | 29,311533 | 2800 | 2500 | 92038,21656 | 0,0271626 | 2171,974522 | 99910,82803 |
| | <i>Vitex pinnata</i> | 52 | 14 | 16,56051 | 17003,529 | 8,280254777 | 68,562619 | 2800 | 2500 | 301401,2739 | 0,0082946 | 1551,410373 | 71364,87716 |
| | <i>Vitex pinnata</i> | 95 | 15 | 30,254777 | 56751,795 | 15,12738854 | 228,83788 | 2700 | 2400 | 1077826,433 | 0,0022267 | 1390,063694 | 63942,92994 |
| 2 | <i>Vitex pinnata</i> | 34 | 10 | 10,828025 | 7269,2604 | 5,414012739 | 29,311533 | 2600 | 2400 | 92038,21656 | 0,0260761 | 2085,095541 | 95914,3949 |
| | <i>Dipterocarpus hasseltii</i> | 26 | 7 | 8,2802548 | 4250,8823 | 4,140127389 | 17,140654 | 2200 | 2000 | 37675,15924 | 0,0530854 | 2482,256597 | 114183,8035 |
| | <i>Hopea ponga</i> | 14 | 13 | 4,4585987 | 1232,5043 | 2,229299363 | 4,9697756 | 2700 | 2300 | 20286,6242 | 0,1133752 | 1537,089662 | 70706,12445 |
| 3 | <i>Hopea ponga</i> | 17 | 12,2 | 5,4140127 | 1817,3151 | 2,707006369 | 7,3278834 | 2500 | 2200 | 28071,65605 | 0,0783709 | 1566,670147 | 72066,82677 |
| | <i>Hopea sp.</i> | 26 | 7 | 8,2802548 | 4250,8823 | 4,140127389 | 17,140654 | 2300 | 2100 | 37675,15924 | 0,0557396 | 2606,369427 | 119892,9936 |
| | <i>Ceiba pentandra</i> | 20 | 10 | 6,3694268 | 2515,3150 | 3,184713376 | 10,142399 | 2400 | 2200 | 31847,13376 | 0,06908 | 1911,33758 | 87921,52866 |
| 4 | <i>Aquilaria malaccensis</i> | 24 | 6 | 7,6433121 | 3622,0536 | 3,821656051 | 14,605054 | 2300 | 2000 | 27515,92357 | 0,0726852 | 2895,96603 | 133214,4374 |
| | <i>Altingia excelsa noronha</i> | 32 | 6 | 10,191083 | 6439,2064 | 5,095541401 | 25,964542 | 2500 | 2200 | 48917,19745 | 0,044974 | 3185,562633 | 146535,8811 |
| | <i>Altingia excelsa noronha</i> | 24 | 7 | 7,6433121 | 3622,0536 | 3,821656051 | 14,605054 | 2600 | 2100 | 32101,91083 | 0,0654167 | 2606,369427 | 119892,9936 |
| 5 | <i>Intsia bijuga</i> | 62 | 17 | 19,745223 | 24172,177 | 9,872611465 | 97,468457 | 2500 | 2000 | 520286,6242 | 0,003844 | 1022,105658 | 47016,86025 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| <i>Dipterocarpus hasseltii</i> | 26 | 12 | 8,2802548 | 4250,8823 | 4,140127389 | 17,140654 | 2500 | 2200 | 64585,98726 | 0,0340631 | 1592,781316 | 73267,94055 |
| <i>Dipterocarpus hasseltii</i> | 24 | 11 | 7,6433121 | 3622,0536 | 3,821656051 | 14,605054 | 2700 | 2400 | 50445,85987 | 0,0475758 | 1895,541401 | 87194,90446 |
| Jumlah | 510 | 145 | 162,42038 | 148089,17 | 81,210191 | 6595,0951 | 38100 | 33500 | 2462713,376 | 0,7019698 | 30500,59401 | 1403027,324 |

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat keseluruhan hasil pada grafik dibawah ini :



Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di lapangan yaitu di Glee Nipah Pulo Aceh, Kab. Aceh Besar, di ketahui bahwa kawasan tersebut merupakan kawasan yang masih terdapat hutan yang masih lebat, yang ditumbuhi oleh berbagai tumbuhan di dalamnya. Hutan tersebut masih asri dengan jenis pohon yang berbeda-beda ketinggiannya serta hewan-hewan didalamnya.

Penelitian yang dilakukan tersebut juga diketahui bahwa stok karbon adalah kandungan karbon absolute dalam biomassa (tumbuhan) pada waktu tertentu. Biomasa juga salah satu sumberdaya hayati yang bisa di rubah menjadi sumber energi yang dapat di perbaharui.

Perbedaan nilai dari estimasi biomassa dan juga stok karbon pada pohon ini dapat di akibatkan oleh beberapa faktor, baik faktor internal maupun faktor eksternal yang berperan penting pada nilai dari keduanya. Diantara faktor-faktor tersebut bisa disebabkan oleh tinggi rendahnya suatu pohon bahkan jenis spesies dari pohon tersebut.

Hal tersebut diduga karena rendahnya kerapatan individu tegakan pohon menyebabkan nutrisi yang tersedia semakin besar, sehingga individu pohon akan menyerap banyak nutrisi dan akan membentuk biomassa yang besar. Kerapatan yang rendah akan memberi kesempatan yang optimal bagi penambahan diameter batang, karena kompetisi antar

individu berkurang, sehingga tegakan pohon akan memperbesar diameternya.

Berdasarkan hasil penelitian stok karbon di glee nipah pulo aceh, Kab. Aceh Besar didapatkan dengan cara menentukan luas area dari tempat atau hutan yang akan dijadikan sebagai tempat pengambilan sampel yang tujuannya untuk mengetahui akumulasi karbon organik pada tumbuhan. Hasil penelitian terhadap lingkungan fisiknya, koordinat lintang utara 05° 36'52.57", ketinggian 135 meter, kelembapan tanah 34 % dan pH tanah 6,5 °C. Adapun suhu udara 32,6 °C dan kelembapan udara 58 %.

Hasil pengamatan yang telah dilakukan terdapat 5 titik dengan hasil yang berbeda beda, titik 1 diperoleh hasil 10032,787, titik 2 8,197, titik 3 214, 4262295, titik 4 26295,08197 dan titik 5 1403027, 324. Dari hasil tersebut terdapat 2 titik yang memperoleh hasil terbanyak, diantaranya adalah titik 3 dan titik 4, dengan hasil 26295,08197 dan 214,4262295.

Menurut Maulida. dkk, Setiap tumbuhan memiliki biomassa dan estimasi karbon. Biomassa dapat didefinisikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas. Sedangkan Stok karbon adalah kandungan karbon absolute dalam biomassa (tumbuhan) pada waktu tertentu. Adapun tumbuhan yang diambil untuk dianalisis biomassa pohon adalah tumbuhan berjenis tiang dan pohon. Jenis pohon yang paling banyak menyerap karbon adalah pohon pinang (*Areca catechu*) dengan karbon tersimpan 0.07570001 g/pohon. Pohon yang paling sedikit menyerap karbon adalah Waaru (*Hibiscus similis*) dengan karbon tersimpan 0.00067278 g/pohon.

Perbedaan dari nilai estimasi tersebut dipengaruhi oleh rendahnya kerapatan individu tegakan pohon menyebabkan nutrisi yang tersedia semakin besar sehingga individu pohon akan menyerap banyak nutrisi dan akan

membentuk biomassa yang besar. Kerapatan yang rendah akan memberi kesempatan yang optimal bagi penambahan diameter batang,

karena komposisi antar individu berkurang, sehingga tegakan pohon akan membesar diameternya.(Latifah, 2004)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa tempat yang dijadikan sebagai tempat pengambilan sampel yaitu di kawasan Glee Nipah, desa Deudap, Pulo Aceh kab. Aceh Besar. Hasil

pengamatan yang telah dilakukan terdapat 5 titik yang dipilih yang sesuai dengan keadaan hutan primer, dari ke lima titik tersebut terdapat 2 titik yang memperoleh hasil terbanyak, diantaranya 26295,08197 dan 214,4262295

DAFTAR PUSTAKA

Fahrudin, L., 2004. Komposisi Jenis Vegetasi Pada Hutan Sekunder Di Sekitar Kawasan Taman Nasional Lore Lindu Desa Rompo Kecamatan Lore Tengah Kabupaten Poso Sulawesi Tengah, Skripsi, Program Studi Manajemen Hutan Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu.

Hilmi, E dan Kusmana, C. 2008. *Model Pendugaan Potensi Karbon Flora Bakau*. Bogor: Fahutan IPB.

Hairiah, K & Rahayu, S. 2007. *Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan*. (Bogor :World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office).

Latifah, S. 2004. Pertumbuhan Hasil Tegakan Eucalyptus Grandds Di Hutan Tanaman Industry. ITI Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian. Medan. Universitas Sumatera Utara.

Khiatudin, M, 2003. *Melestarikan Sumber Daya Air dan Teknologi Rawa Buatan Cetakan ke-2*.Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.

Maulida, Dkk. 2018."Estimasi Biomassa (Estimasi Stok Karbon) Pada Pohon Di Kawasan Hutan Sekunder Deudap Pulo Nasi, Kecamatan Pulo Aceh Kabupaten Aceh Besar". *Prosiding Seminar Nasional Biotik*.

Rossidy. 2008. *Fenomena Flora dan Fauna dalam Perspektif Al-Qur'an*. Malang: UIN Press.

Rahayu S. 2007. *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*, Bogor: World Agroforestry Centre.

Supriadi, 2011. *Hukum Kehutanan dan Hukum Perkebunan*. Jakarta: Sinar Grafika.

Yuanita Windusari, dkk. 2012. "Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah Dan Serasah Di Kawasan Suksesi Alami Pada Area Pengendapan Tailing Pt Freeport Indonesia". *Jurnal Biospecies*. Vol. 5, No. 1.