

# ESTIMASI CADANGAN KARBON SEBAGAI INDIKATOR HIJAU DI WILAYAH PEMBANGKIT LISTRIK

Maya Asri Indriani<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Pascasarjana Universitas Sriwijaya  
Jl. Padang Selasa No. 524 Palembang Kode Pos 30139  
Email : [mayaasriindriani@yahoo.co.id](mailto:mayaasriindriani@yahoo.co.id)

## ABSTRACT

Indonesia sebagai negara penyumbang CO<sub>2</sub> terbesar kelima di dunia wajib berpartisipasi dalam menurunkan emisi CO<sub>2</sub> dengan cara melakukan pembangunan berwawasan lingkungan seperti yang tercantum dalam UU No. 32 tahun 2009, mewajibkan semua jenis usaha dan / atau kegiatan melakukan perlindungan terhadap lingkungan. Tingginya Grid emission factor pembangkitan listrik di Sumatera pada tahun 2020 sebesar 0,991 kg CO<sub>2</sub>/kWh sehingga PT PLN berkomitmen untuk berpartisipasi dalam mengurangi emisi CO<sub>2</sub> melalui program energy panas bumi dan bantuan konservasi lahan. Tujuan penelitian ini adalah menghitung emisi karbondioksida akibat proses produksi energi, mengukur jumlah karbon pada biomassa tegakan pohon, tumbuhan bawah, serasah dan nekromassa dan menghitung kontribusi RTH pada Kawasan PT PLN (Persero) Sektor Indralaya dan Keramasan Palembang dalam menurunkan emisi CO<sub>2</sub>. Menurut IPCC (2006)<sup>[1]</sup> cadangan karbon tersimpan pada lima tempat: biomassa atas permukaan tanah, biomassa bawah permukaan tanah, serasah, kayu mati, dan bahan organik tanah. Kelima carbon pools tersebut merupakan parameter yang harus diukur untuk menduga cadangan karbon yang tersimpan dalam suatu tipe ekosistem. Emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh pembangkit listrik sektor Indralaya dan Keramasan berdasarkan kapasitas daya terpasang sebesar 807076.3 ton CO<sub>2</sub> eq / tahun dan 514185.7 ton CO<sub>2</sub> eq / tahun. Cadangan karbon terbesar terdapat pada tegakan pohon yaitu 78,4 ton C dan 1377.9 tonC, sedangkan cadangan karbon terkecil terdapat pada tumbuhan bawah dan serasah dimana masing 0.6 - 3,9 tonC dan 1.65 - 13,2 tonC. Sementara kemampuan penyerapan emisi karbondioksida oleh ruang terbuka hijau di kawasan sektor Keramasan dan Indralaya yaitu sebesar 1503 ton C dan 92.5 tonC.

**Keywords:** listrik, karbon, CO<sub>2</sub>, emisi

## 1. Pendahuluan

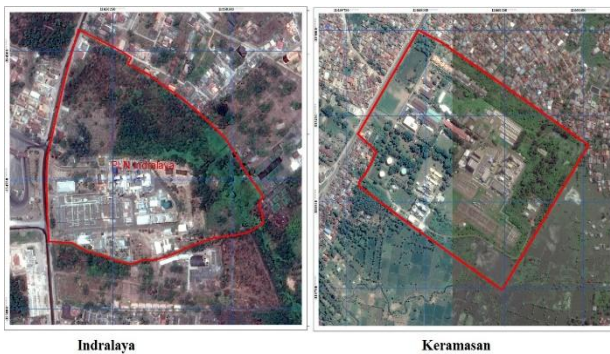
Salah satu upaya mitigasi perubahan iklim yaitu dengan cara mengurangi penggunaan lahan yang berlebihan seperti merusak kawasan hutan dimana hutan itu sendiri berfungsi sebagai penyimpan cadangan karbon. Upaya lain dapat dilakukan dengan cara menambah, memperkuat atau memperluas sistem bumi yang berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon secara alami (sink) yaitu hutan, agar emisi CO<sub>2</sub> dan GRK yang terlepas diudara dapat ditangkap, diserap dan disimpan kembali dalam pepohonan. Apabila pohon ditebang, hutan dibabat maka karbon yang tersimpan akan dilepas kembali sebagai emisi gas buang yang mencemari udara dan kembali menumpuk di atmosfer (Hadad 2010)<sup>[2]</sup>.

Menurut laporan IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), sektor energi merupakan penghasil terbesar emisi gas rumah kaca yaitu sebesar 12.628 Mt CO<sub>2</sub>e ke atmosfer, sehingga pada pertemuan G20 di Pittsburgh, USA, Indonesia berkomitmen menurunkan emisi sebesar 26% dari skenario BAU pada tahun 2020 dan 41% dengan bantuan internasional. Pada dokumen Rencana Aksi Nasional Gas Rumah Kaca (RAN GRK)<sup>[3]</sup>, sektor energi pada bidang kelistrikan mempunyai target penurunan emisi gas rumah kaca sebesar 1.612 Juta ton CO<sub>2</sub>e dengan program ruang

terbuka hijau, hutan produksi, dan konservasi lahan tambang.

Sedangkan menurut RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) PLN 2015 – 2024<sup>[4]</sup>, proyeksi emisi CO<sub>2</sub> dari pembangkitan listrik di Sumatera akan naik hampir 2 kali lipat dari 30 juta ton menjadi 76 juta ton. Grid emission factor meningkat dari 0,857 kg CO<sub>2</sub>/kWh pada tahun 2015 menjadi 0,991 kgCO<sub>2</sub>/kWh pada tahun 2020 karena banyak beroperasinya PLTU batubara namun akan menurun menjadi 0,798 kg CO<sub>2</sub>/kWh pada tahun 2024 dengan asumsi produksi listrik dari panas bumi terkendala oleh keterlambatan konstruksi. PLN akan memanfaatkan peluang pendanaan karbon baik melalui kerangka UNFCCC maupun diluar kerangka UNFCCC. Implementasi proyek pendanaan karbon akan diterapkan untuk semua kegiatan di lingkungan PLN yang berpotensi untuk memperoleh pendanaan karbon. Sejak tahun 2002 PLN sudah menyadari akan peluang pendanaan karbon melalui *Clean Development Mechanism (CDM)* dan melakukan pengkajian beberapa potensi proyek CDM, dan hasilnya hingga saat ini PLN telah menandatangani beberapa ERPA (*Emission Reduction Purchase Agreements*). Selain itu PLN juga mengembangkan proyek melalui mekanisme VCM (*Voluntary Carbon Mechanism*). Berkenaan dengan berakhirnya komitmen pertama Protokol Kyoto pada akhir tahun 2012, maka pemanfaatan pendanaan karbon

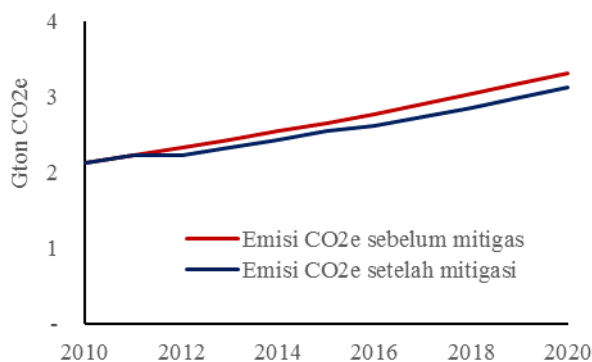
akan disesuaikan dengan mekanisme baru pendanaan karbon, baik dalam kerangka UNFCCC maupun di luar kerangka UNFCCC. Berdasarkan hal tersebut diatas maka dilakukan penelitian pengukuran cadangan karbon di kawasan PT PLN (Persero) Sektor Indralaya dan Keramasan Palembang sehingga diketahui besaran kontribusi wilayah tersebut dalam mengurangi emisi CO<sub>2</sub>. Wilayah studi adalah kawasan PT. PLN Sektor Indralaya (03°12'22 - 03°12'25. LS dan . 104°39'25 - 104°39'27 BT) dan Sektor Keramasan (03° 01'51 - 03° 01'56 LS dan . 104°44'33 - 104°44'48 BT) dengan luasan yang cukup kecil yang kurang lebih 5 ha masing – masing lokasi.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

A. Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Pembangkit Tenaga Listrik

Bahan bakar yang digunakan untuk pembangkit meliputi batubara, minyak solar, minyak diesel, minyak bakar dan gas alam. Menurut Rencana Aksi Daerah Gas Rumah Kaca (RADGRK)<sup>[5]</sup> Provinsi Sumatera Selatan sektor energi, Provinsi Sumatera Selatan pada tahun 2012 menghasilkan 2.3 Gton CO<sub>2</sub>e berasal dari pembangkit listrik yang menggunakan energi fosil seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG), dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD).



Gambar 2. RADGRK Provinsi Sumatera Selatan Sektor Pembangkit Listrik

B. Siklus Karbon

Karbon dapat dijumpai di atmosfer sebagai karbon dioksida, di dalam jaringan tubuh makhluk hidup, dan

terbesar dijumpai dalam batuan endapan serta bahan bakar fosil yang terdapat di dalam perut bumi.

Siklus Karbon merupakan proses penyerapan dan emisi karbon, yang hasil akhirnya adalah akumulasi atau stok karbon di tegakan atau hutan. Neraca Karbon akan menggambarkan perubahan stok karbon dari waktu ke waktu di dalam ekosistem hutan tersebut di dalam suatu ruang. Ada beberapa konsep umum yang mengukur hasil yang terjadi pada siklus karbon ini (Hairiah *et al.*, 2011)<sup>[6]</sup> yaitu:

- 1) Produksi Primer Bruto (*Gross Primary Production*) yang merupakan penyerapan karbon dari atmosfer melalui proses fotosintesis dengan bantuan energi matahari dan klorofil pada vegetasi;  
 $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$  (1)
- 2) Produksi Primer Neto (*Net Primary Production*) merupakan gambaran jumlah energi yang difiksasi menjadi bahan kimia (karbon) oleh vegetasi dikurangi oleh energi respirasi oleh vegetasi (*autotrophic*) berupa pelepasan karbon dioksida ke atmosfer; dan
- 3) Produksi Ekosistem Neto (*Net Ecosystem Production*), merupakan gambaran ekosistem total yaitu pembentukan bahan 39system39 (karbon) neto di suatu ekosistem

Jumlah karbon di atmosfer dipengaruhi oleh besarnya hasil proses fotosintesis, respirasi tegakan, respirasi serasah dan respirasi tanah. Jumlah karbon dalam bentuk karbon bebas juga sangat dipengaruhi oleh tambahan dari luar sistem seperti kebakaran hutan, letusan gunung dan sebagainya (Muhi, 2008).

C. Cadangan Karbon

Hariah *et al.* (2011) menyebutkan bahwa cadangan karbon atau karbon tersimpan pada ekosistem daratan disimpan dalam 3 komponen pokok, yaitu:

1. Bagian hidup (*biomassa*)  
Massa dari bagian vegetasi yang masih hidup yaitu batang, ranting, dan tajuk pohon (berikut akar atau estimasinya), tumbuhan bawah atau gulma dan tanaman semusim. Biomassa adalah jumlah bahan organik yang diproduksi oleh organisme (tumbuhan) per satuan unit area pada suatu saat. Biomassa ini merupakan tempat penyimpanan karbon dan disebut rosot karbon (*carbon sink*).
2. Bagian mati (*nekromassa*)  
Massa dari bagian pohon yang telah mati baik yang masih tegak di lahan (batang atau tunggul pohon), kayu tumbang/tergeletak di permukaan tanah, tonggak atau ranting dan daun-daun gugur (serasah) yang belum terlapuk.
3. Tanah (bahan organik tanah)  
Bahan organik tanah adalah sisa makhluk hidup (tanaman, hewan, dan manusia) yang telah mengalami pelapukan baik sebagian maupun seluruhnya dan telah menjadi bagian dari tanah. Ukuran partikel biasanya < 2 mm.

Wibowo (2010) menyebutkan terdapat lima sumber karbon (*carbon pools*), yaitu :

1. Karbon di atas permukaan tanah  
Pohon hutan menyimpan 50-80% karbon namun akumulasinya dipengaruhi oleh jenis, tanah, iklim dan manajemen. Biomassa di atas tanah adalah jumlah bahan organik per unit area pada suatu waktu tertentu yang berhubungan dengan fungsi sistem produktivitas, umur, tegakan dan alokasi bahan organik serta strategi pemedahan.
  - a. Biomasa pohon. Karbon pohon merupakan salah satu sumber karbon yang sangat penting pada ekosistem hutan karena sebagian besar karbon hutan berasal dari biomasa pohon. Pohon merupakan proporsi terbesar penyimpanan C di daratan.
  - b. Biomasa tumbuhan bawah. Tumbuhan bawah meliputi semak belukar yang berdiameter batang < 5 cm, tumbuhan menjalar, rumput-rumputan atau gulma.
2. Karbon di dalam tanah  
Biomasa akar. Akar mentransfer C dalam jumlah besar langsung ke dalam tanah dan keberadaannya dalam tanah bisa cukup lama.
3. Nekromassa  
Merupakan batang pohon mati baik yang masih tegak atau telah tumbang dan tergeletak di permukaan tanah yang merupakan komponen penting dari C.
4. Serasah  
Serasah meliputi bagian tanaman yang telah gugur berupa daun dan ranting-ranting yang terletak di permukaan tanah.
5. Bahan organik tanah  
Sisa tanaman, hewan, dan manusia yang ada di permukaan dan di dalam tanah, dimana sebagian atau seluruhnya dirombak oleh organisme tanah sehingga melapuk dan menyatu dengan tanah, dinamakan bahan organik tanah.

Menurut Hairiah dan Rahayu (2007)<sup>[10]</sup> konsentrasi karbon (C) dalam bahan organik biasanya sekitar 46 %, oleh karena itu estimasi jumlah C tersimpan per komponen dapat dihitung dengan mengalikan total berat massanya dengan konsentrasi C.

#### D. Metode Pendugaan Biomassa dan Kandungan Karbon

Menurut Chapman (1976) dalam Ojo (2003)<sup>[11]</sup> metode pendugaan biomassa di atas permukaan tanah dikelompokkan menjadi dua cara yaitu:

1. Metode pendugaan langsung
  - a. Metode pemanenan individu tanaman  
Metode ini diterapkan pada kondisi tingkat kerapatan tumbuhan / pohon cukup rendah komunitas tumbuhan dengan jenis sedikit. Nilai total biomassa diperoleh dengan menjumlahkan biomassa seluruh individu dalam unit area.
  - b. Metode pemanenan kuadrat  
Metode ini mengharuskan memanen semua individu pohon dalam suatu unit area dan menimbanginya. Nilai total biomassa diperoleh dengan mengkonversi

- berta bahan organik yang dipanen dalam suatu unit area
- c. Metode pemanenan individu pohon yang mempunyai luas bidang dasar rata-rata.

Metode ini diterapkan pada tegakan yang memiliki ukuran yang seragam. Nilai total biomassa diperoleh dari menggandakan nilai berat rata-rata pohon contoh yang ditebang dengan jumlah individu dalam suatu unit area.

2. Metode pendugaan tidak langsung
  - a. Metode hubungan alometrik  
Allometrik didefinisikan sebagai suatu studi dari suatu hubungan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organisme dengan pertumbuhan atau ukuran keseluruhan organisme. Dalam studi biomassa hutan atau pohon persamaan allometrik digunakan untuk mengetahui hubungan antara ukuran pohon (diameter atau tinggi) dengan berat kering pohon secara keseluruhan (Sutaryo 2009).

Pendugaan karbon untuk proyek penyerapan karbon di sektor perubahan penggunaan lahan dan kehutanan maupun proyek penghindaran emisi karbon, memerlukan prosedur pengukuran lapangan yang benar dan berbasis ilmiah agar memiliki keakuratan dan presisi yang cukup baik. Metode yang digunakan biasanya dikembangkan berdasarkan metode survei potensi hutan atau analisa vegetasi yang telah lama dikembangkan oleh praktisi kehutanan. Namun beberapa pengembangan dan penyesuaian perlu dilakukan mengingat parameter yang diukur lebih banyak, sehingga konsekuensinya adalah biaya dan waktu pelaksanaan akan menjadi lebih besar (Manuri *et al.* 2011)<sup>[13]</sup>.

Menurut Sutaryo (2009), bahwa penggunaan persamaan alometrik standar yang telah dipublikasi sering dilakukan tetapi karena koefisien persamaan alometrik bervariasi setiap lokasi dan spesies, penggunaan persamaan standar ini dapat mengakibatkan galat yang signifikan dalam mengestimasi biomassa suatu vegetasi. Terdapat 4 cara utama untuk menghitung biomassa yaitu: berupa

- 1) *Destructive sampling*, sampling dengan pemanenan secara in situ,  
Metode *destructive*, dilakukan oleh peneliti untuk tujuan pengembangan rumus allometrik, terutama pada jenis-jenis pohon yang mempunyai pola percabangan spesifik yang belum diketahui persamaan allometriknya secara umum.
- 2) *Sampling tanpa pemanenan (non-destructive sampling)*,  
Pengukuran biomassa tanaman dapat dilakukan dengan metode *non-destructive*, jika jenis tanaman yang diukur sudah diketahui rumus allometriknya.
- 3) Pendugaan melalui penginderaan jauh
- 4) Pembuatan model.

Pengembangan allometrik dilakukan dengan menebang pohon dan mengukur diameter, panjang dan berat basahnya. Metode ini juga dilakukan pada

tumbuhan bawah, tanaman semusim dan perdu (Hairiah *et al.* 2011).

Pengukuran biomassa hutan mencakup seluruh biomassa hidup yang ada diatas dan dibawah permukaan dari pepohonan, semak, palem, anakan pohon dan tumbuhan bawah lainnya, tumbuhan menjalar, liana, epifit dan sebagainya ditambah dengan biomassa dari tumbuhan mati seperti kayu dan serasah. Pohon dan organisme fotoautotrof lainnya melalui fotosintesis, CO<sub>2</sub> dari atmosfer akan diubah menjadi karbon organik (karbohidrat) dan menyimpannya dalam biomassa tubuh seperti dalam batang, daun, akar, umbi, buah dan lain-lain. Keseluruhan hasil dari proses fotosintesis ini sering disebut juga dengan produktifitas primer (Sutaryo 2009).

Menurut Brown umumnya metode ini mengikuti rumus  $Y = a D^b$  untuk model pangkat, dan  $Y = a + bD + cD^2$  untuk model polynomial.

**Tabel 1.** Daftar persamaan Allometrik pada pendugaan Biomassa yang tersimpan pada beberapa vegetasi.

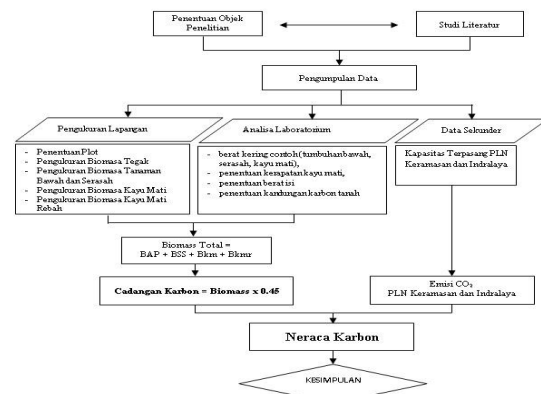
No.	Kategori Biomassa	Persamaan Allometrik	Sumber
1	<i>Gmelina</i>	$B = 0,153 D^{2,217}$	Banaticla, et. al.
2	Pohon Bercabang	$B = 0,11 \rho D^{2,62}$	Katterings, et.al.
3	Kopi Dipangkas	$B = 0,281 D^{2,06}$	Arifin, 2001
4	<i>Dipterocarpacea</i>	$B = 0,031 D^{2,717}$	Banaticla, et. al.
5	Jenis lain	$B = 0,2909 D^{2,313}$	Banaticla, et. al.
6	Nekromassa (Pohon Mati)	$B = (\pi/4) \rho H D^2$	Hairiah, 2002.
7	<i>Palmae</i>	$B = BA .H.\rho$	Hairiah, 2000.
8	Bambu	$B = 0,131 D^{2,28}$	Priyadarsini, 2000.
9	<i>Coffea sp</i>	$B = 0,281 D^{2,06}$	Arifin, 2001. Van Noordwijk, 2002.
10	<i>Theobroma sp</i>	$B = -3.9 + 0,23 BA + 0,0015 (BA)^2$	Schroth, et.al., 2002.
11	<i>Musa sp</i>	$B = 0,03 D^{2,13}$	Arifin, 2001. Van Noordwijk, 2002.

Sumber: Hairiah dan Rahayu, 2007.

Keterangan : B = Biomassa (kg/pohon), D = diameter setinggi dada (cm), H = tinggi pohon (cm), BA = basal area (cm<sup>2</sup>), ρ = kerapatan kayu (gram/cm).

**b. Metode crop meter**

Metode ini menggunakan seperangkat elektroda listrik yang kedua kutubnya diletakkan di atas tanah pada jarak tertentu. Biomassa tumbuhan yang terletak diantara dua lektroda dipantau dengan memperhatikan *electrical capacitance* dari alat tersebut



**Gambar 3.** Kerangka Penelitian

**2. Pembahasan**

Hasil pengukuran cadangan karbon pada tegakan pohon, kayu mati, tumbuhan bawah dan serasah pada lokasi penelitian memperlihatkan jumlah cadangan karbon terbesar terdapat pada tegakan pohon.

**Tabel 2.** Jumlah cadangan karbon pada tegakan pohon di Keramasan

Plot	Jumlah Tegakan	Rata-rata Diameter (cm)	Biomassa (ton/ha)	Kandungan (tonC/ha)
1	28	23,42	58,68	26,40
2	10	32,96	93,39	42,02
3	17	58,30	110,75	49,83
4	31	55,30	145,49	65,47
<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>169,98</b>	<b>408,31</b>	<b>183,74</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>21,5</b>	<b>42,49</b>	<b>102,08</b>	<b>45,935</b>

**Tabel 3.** Jumlah Cadanan karbon pada tegakan pohon di Indralaya

Plot	Jumlah Tegakan	Rata-rata Diameter (cm)	Biomassa (ton/ha)	Kandungan (tonC/ha)
1	14	5	21,38	9,62
2	-	-	-	0
3	14	15,4	83,19	37,43
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>20,4</b>	<b>104,57</b>	<b>47,05</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>9,33</b>	<b>6,8</b>	<b>34,86</b>	<b>15,68</b>

Berdasarkan hasil pengukuran biomassa dilokasi PLN sector Keramasan terlihat nilai biomassa tertinggi terdapat pada plot 4 yaitu 145,49 ton/ha. Nilai biomassa terendah terdapat pada plot 1 yaitu 58,68 ton/ha. Adanya perbedaan rata-rata diameter pohon pada tiap-tiap plot menyebabkan nilai biomassa pohon juga berbeda. Sementara pada PLN sector Indralaya nilai biomassa tertinggi terdapat pada plot 3 yaitu 83,19 ton/ha. Nilai biomassa terendah terdapat pada plot 3 yaitu 21,38 ton/ha. sedangkan pada plot 2 tidak terdapat tegakan di dalam plot tersebut. Adanya perbedaan rata-rata diameter pohon diplot 3 dibanding pada plot 2 menyebabkan nilai biomassa pohon pada plot 3 lebih besar. Pada plot 1 dan 3 terdapat jumlah jenis pohon

yang sama yaitu 14 pohon yang tercatat akan tetapi pada plot 1 hanya terdapat pancang dan tiang dengan rata-rata diameter 5 cm sedangkan pada plot 3 terdapat pancang, tiang, pohon kecil dan pohon besar dengan rata-rata diameter 15,4 cm. Semakin besar diameter suatu pohon maka semakin besar pula nilai biomassa pohon tersebut.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Asril (2009) yang menjelaskan bahwa pertumbuhan diameter berhubungan dengan penambahan biomassa pohon serta berhubungan pula dengan jumlah karbon yang tersimpan ditanaman tersebut. Adanya hubungan antara bagian-bagian pohon seperti antara diameter pohon dengan tinggi pohon juga mempengaruhi nilai biomassa suatu tumbuhan.

**Tabel 4.** Cadangan Karbon Pada Kayu Mati

Plot	Jumlah Pohon/kayu Mati	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton/ha)	Lokasi
1	5	8,24	3,71	Keramasan
2	1	14,87	6,69	
3	-	-	-	
4	10	8,94	4,02	
<b>Total</b>		<b>32,05</b>	<b>14,42</b>	
<b>Rata-rata</b>		<b>8,01</b>	<b>3,60</b>	
1	12	12,05	5,42	Indralaya
2	1	1,69	0,76	
3	-	-	-	
<b>Total</b>		<b>13,74</b>	<b>6,18</b>	
<b>Rata-rata</b>		<b>4,58</b>	<b>2,06</b>	

Perbedaan kandungan biomassa dan karbon pada setiap plot tersebut dikarenakan jumlah dan diameter masing-masing pohon/kayu mati yang ditemukan juga berbeda.

Pengukuran kandungan karbon untuk kayu mati dibutuhkan karena pada kayu mati karbon yang tersimpan sedikit sekali tersikluskan kembali, berbeda pada tumbuhan yang masih hidup dimana karbon yang tersimpan masih tersikluskan melalui fotosintesis. Kandungan karbon pada tumbuhan yang mati hanya tersikluskan melalui dekomposisi dan melalui proses pembakaran. Jika kedua proses tersebut tidak terjadi, kandungan karbon akan mengendap dan tersimpan di dalam tanah seperti yang terjadi di lahan gambut yang dalam waktu yang cukup lama akan menjadi batubara.

**Tabel 5.** Cadangan Karbon Pada Tumbuhan Bawah dan Serasah

Lokasi	Jenis Tumbuhan	Plot	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton/ha)
Keramasan	Serasah	1	0,82	0,37
		2	0,93	0,42
		3	1	0,45
		4	1,11	0,50
	<b>Total</b>		<b>3,86</b>	<b>1,74</b>
	<b>Rata-Rata</b>		<b>0,97</b>	<b>0,44</b>
	Tumbuhan Bawah	1	0,29	0,13
		2	0,35	0,16
3		0,23	0,11	
4		0,32	0,14	

Lokasi	Jenis Tumbuhan	Plot	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton/ha)
Indralaya	<b>Total</b>		<b>1,19</b>	<b>0,54</b>
	<b>Rata-Rata</b>		<b>0,30</b>	<b>0,14</b>
	Serasah	1	0,12	0,05
		2	1,11	0,50
		3	0,99	0,45
	<b>Total</b>		<b>2,22</b>	<b>1</b>
	<b>Rata-Rata</b>		<b>0,74</b>	<b>0,33</b>
	Tumbuhan Bawah	1	0,42	0,19
		2	0,23	0,11
		3	0,15	0,07
<b>Total</b>		<b>0,80</b>	<b>0,36</b>	
<b>Rata-Rata</b>		<b>0,27</b>	<b>0,12</b>	

Nilai cadangan karbon tumbuhan bawah dan serasa tidak sama disetiap plotnya disebabkan oleh perbedaan kondisi vegetasinya masih cukup rapat dan komposisi vegetasi tumbuhan bawah beranekaragam yang terdiri dari serasah, herba, semak, liana, dan paku-pakuan sehingga memiliki simpanan cadangan karbon yang lebih besar. Menurut Hairiah & Rahayu (2007) menyatakan bahwa hutan alami merupakan penyimpan karbon tertinggi bila dibandingkan dengan Sistem Penggunaan Lahan (SPL) pertanian, dikarenakan keragaman tumbuhan bawah di permukaan tanah yang banyak.

**A. Emisi Karbon Pembangkit PLN**

Berdasarkan RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) PLN 2015 – 2024 diketahui bahwa PLN sector Keramasan dan Indralaya mempunyai daya kapasitas terpasang masing – masing 79 MW dan 124 MW dengan waktu operasi 8760 jam/tahun.

**Tabel 6.** Emisi Karbondioksida yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik

No	Lokasi	Kapasitas Terpasang (MW)	Waktu operasi (jam/tahun)	Faktor Emisi (ton CO <sub>2</sub> eq/MWh)	Emisi CO <sub>2</sub> (ton CO <sub>2</sub> eq/tahun)
1	Keramasan	79	8760	0.743	514185.7
2	Indralaya	124	8760	0.743	807076.3

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada proses pembangkitan listrik di sector Keramasan dan Indralaya menghasilkan emisi karbondioksida sebesar 0.514 Mton CO<sub>2</sub> eq/tahun dan 0.807 Mton CO<sub>2</sub> eq/tahun. Dalam rangka memenuhi komitmen PT PLN terhadap isu perubahan iklim dan efek Gas Rumah Kaca dengan mengurangi emisi karbondioksida yang dilepas ke atmosfer melalui proses fotosintesis pada Ruang Terbuka Hijau dilingkungan PLN sector Keramasan dan Indralaya.

**B. Penyerapan Karbondioksida oleh Ruang Terbuka Hijau**

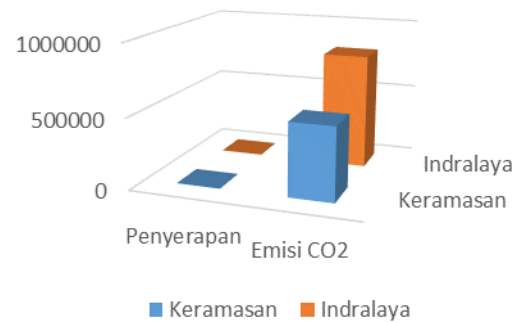
Pada tegakan pohon melalui fotosintesis, karbon tersimpan dalam bentuk selulosa yang hampir tersebar ke semua bagian tanaman. Pada tumbuhan yang masih hidup, karbon akan secara terus menerus menyerap karbon di udara untuk kelangsungan hidupnya. Berbeda jenis tumbuhan berbeda pula kemampuan/daya serap karbonnya. Pada lokasi pengamatan, jenis *Swietenia mahagoni* (mahoni) banyak ditemukan di dalam setiap plot pengamatan yang termasuk ke dalam kategori pancang, tiang dan pohon. Mahoni mampu menyerap karbon sekitar 0,295 ton/tahun sedangkan untuk jenis *Acacia mangium* yang juga ditemukan di dalam pengamatan dengan daya serap karbon 15,19 kg/tahun.

**Tabel 7. Kandungan karbon per luas kawasan**

Karbon atas permukaan tanah	Keramasan		Indralaya	
	karbon (ton/ha)	Total karbon/Luas Kawasan (30 ha)	karbon (ton/ha)	Total karbon/Luas Kawasan (5 ha)
Tegakan	45,93	1.377,9	15,68	78,4
Tumbuhan Bawah	0,14	3,9	0,12	0,6
Kayu Mati	3,60	108	2,37	11,85
Serasah	0,44	13,2	0,33	1,65
<b>Total</b>	<b>50,11</b>	<b>1.503</b>	<b>18,5</b>	<b>92,5</b>

Lokasi plot 1 dan plot 4 pada wilayah PLN sektor Keramasan berada di dalam hutan sekunder, sedangkan plot 2 dan plot 3 berada di dalam kawasan ruang terbuka hijau yang sudah cukup lama ada dilihat dari ukuran diameter beberapa pohon mahoni yang besar. Berdasarkan nilai kandungan biomassa dan karbon yang terdapat di dalam plot 2 dan 3 yang berada di kawasan RTH serta plot 4 yang berada di dalam kawasan hutan sekunder memiliki potensi yang cukup besar menyimpan ataupun menyerap karbon dan layak dipertimbangkan untuk kawasan konservasi. Sehingga kemampuan daya serap ruang terbuka hijau kawasan sektor Keramasan sebesar 1503 ton dengan rata – rata cadangan karbon per hektar 50.11 ton/ha. Sedangkan pada wilayah PLN sektor Indralaya mempunyai kemampuan penyerapan emisi karbon sebesar 92.5 ton dengan rata-rata cadangan karbon per ha yaitu 18,5 ton/ha. Nilai ini belum memenuhi salah satu syarat untuk menjadi kawasan berpotensi menyimpan karbon ditambah tidak terdapatnya jenis tumbuhan penyerap karbon yang tinggi. Merujuk pada Golden Agri\_Resources dan SMART (2012), hutan dengan cadangan karbon tinggi lebih dari 35 tonC/ha diklasifikasikan sebagai hutan yang perlu dipertimbangkan untuk dikonservasi.

Dengan emisi karbondioksida yang dihasilkan oleh pembangkit listrik sektor Keramasan dan Indralaya per tahun yaitu 514185.7 ton CO<sub>2</sub> dan 807076.3 ton CO<sub>2</sub>, tidak sebanding dengan kemampuan ruang terbuka hijau menyerap karbondioksida.



**Gambar 4. Jumlah Emisi CO<sub>2</sub> yang dilepaskan oleh pembangkit terhadap Jumlah yang diserap oleh Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Pembangkit Listrik**

**3. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa yang dilakukan pada lokasi penelitian, dapat disimpulkan yaitu:

1. Emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh pembangkit listrik sektor Keramasan dan Indralaya berdasarkan kapasitas daya terpasang sebesar 514 185.7 ton CO<sub>2</sub> eq / tahun dan 807 076.3 ton CO<sub>2</sub> eq / tahun.
2. Pada kawasan sektor Keramasan, cadangan karbon terbesar terdapat pada tegakan pohon yaitu 1 377.9 ton C, sedangkan cadangan karbon terkecil terdapat pada tumbuhan bawah dan serasah dimana masing 3,9 tonC dan 13,2 tonC.
3. Pada kawasan sektor Indralaya, cadangan karbon terbesar terdapat pada tegakan pohon yaitu 78,4 tonC, cadangan karbon terkecil terdapat pada tumbuhan bawah dan serasah dimana masing 0,6 tonC dan 1,65 tonC.
4. Sementara kemampuan penyerapan emisi karbondioksida oleh ruang terbuka hijau di kawasan sektor Keramasan dan Indralaya yaitu sebesar 1503 ton C dan 92.5 ton C.

**DaftarPustaka**

IPCC,2006, Climate Change 2006: The Project Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Hadad, I. 2010. *Perubahan Iklim dan Pembangunan Berkelanjutan*. Majalah Pemikiran Sosial Ekonomi. Lembaga Penelitian Pendidikan dan Penerangan Ekonomi Sosial. Prisma vol 29 no 2.

Bappenas RI, 2010, Rencana Aksi Nasional Gas Rumah kaca.

PT PLN (Persero), 2014, Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik 2015 - 2022.

Bappeda Prov Sumsel – JICA, 2013, Rencana Aksi Daerah Gas Rumah Kaca Provinsi Sumatera Selatan.

- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R., dan Rahayu, S. 2011. *Pengukuran Cadangan Karbon Dari Tingkat Lahan Ke Bentang Lahan, Petunjuk Praktis, Edisi Kedua*. Word Agroforestry Centre. Bogor: xiii + 85 hlm.
- Muhdi, 2008, Model Simulasi Kandungan Karbon Akibat Pemanenan Kayu di Hutan Alam Tropika, Skripsi, Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Wibowo, Spto. 2011. Estimasi Cadangan Karbon Tumbuhan Bawah dan Pohon di Kawasan Agropolitan Pulokerto Kecamatan Gandus Palembang. *Skripsi*. FMIPA Unsri. Indralaya.
- Hairiah, K dan Rahayu, S. 2007. *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. World Agroforestry Centre. Bogor.
- Ojo, 2003, Potensi simpanan karbon di atas permukaan tanah pada hutan tanaman Jati di KPH Madiun, Skripsi, Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Sutaryo, D. 2009. *Penghitungan Biomassa, Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*. Wetlands International Indonesia Progame. Bogor: vi + 39 hlm.
- Manuri, S, Putra, C, Saputra, A. 2011. *Teknik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan, Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation-GIZ, Palembang*. GIZ. Palembang: viii + 63 hlm.
- Asril. 2009. Pendugaan Cadangan Karbon diatas Permukaan Tanah Rawa Gambut di Stasiun Penelitian SUAQ Balimbing Kabupaten Aceh Selatan Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. *Tesis Program Studi Biologi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. xi+105 hlm.