

POTENSI BIOMASSA DAN SIMPANAN KARBON PADA AGROFORESTRI KAYU BAWANG (*Azadirachta excelsa* Jacobs) DAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Febria Dewita Sari, Guswarni Anwar, Edi Suharto

Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu Jl.

Raya Kandang Limun Bengkulu. Telp. 0736-21170. Ext 213. 21290

Email:

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai potensi biomassa dan simpanan karbon pada agroforestri kayu bawang (*Azadirachta excelsa* Jacobs) dan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Penelitian ini diharapkan berguna bagi para praktisi yang bergerak pada bidang tanaman kayu bawang dan kelapa sawit. Penelitian dilaksanakan di Desa Ujung Karang Kecamatan Karang Tinggi Kabupaten Bengkulu Tengah. Objek dari penelitian ini yaitu tegakan kayu bawang dan kelapa sawit yang dilakukan pengukuran tinggi dan diameter tegakan. Penelitian ini terletak pada 5 lokasi kebun masyarakat yang memiliki total luas 7.066 ha, dimana jumlah pohon kayu bawang 431 batang dan kelapa sawit 1.011 batang, dengan total keseluruhan pada lokasi penelitian 1.442 batang. Biomassa paling kecil terletak pada lokasi 1 yaitu 23,89 ton/ha dengan simpanan karbon 11,37 ton/ha. Biomassa paling besar terdapat pada lokasi 5 yaitu 119 ton/ha dengan simpanan karbon 58,63 ton/ha.

Kata kunci : kayu bawang, kelapa sawit, biomassa, karbon

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan salah satu masalah lingkungan utama yang saat ini sedang ditangani oleh berbagai pihak. Pemanasan global adalah suatu kondisi dimana suhu di permukaan bumi menjadi lebih panas dibanding suhu normal. Pemanasan global terjadi karena adanya efek gas rumah kaca, dimana energi yang diterima dari sinar matahari diserap sebagai radiasi gelombang pendek dan dipantulkan ke atmosfer dalam bentuk panas. Akibat pemanasan global, terjadi perubahan iklim global yang menyebabkan peningkatan temperatur udara rata-rata laut dan permukaan (Rusbianto, 2008).

Efek rumah kaca (*Green House Effect*) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan panas bumi akibat penangkapan gelombang panjang sinar matahari di troposfer bumi (Fahri, 2009). Gas Rumah Kaca terbagi menjadi beberapa jenis yaitu karbondioksida (CO₂), metana (CH₄), nitrogenoksida (N₂O), sulfur heksaklorida (SF₆), dan perflorokarbon (PFC). Peningkatan konsentrasi gas CO₂ di atmosfer terjadi melalui proses pembakaran bahan bakar fosil. Sekitar 20% dari total peningkatan gas rumah kaca di atmosfer disebabkan oleh emisi CO₂ dari pembakaran

Emisi karbon dioksida merupakan salah satu jenis emisi gas rumah kaca yang menjadi penyumbang utama terciptanya fenomena pemanasan global. Penurunan emisi karbon dioksida dapat dilakukan dengan melakukan reboisasi hutan maupun tempat bervegetasi pada masing-masing tegakan agar cadangan karbon tetap terjaga dan bertambah (Djaenudin *et al.*, 2015). Vegetasi mampu mempertahankan jumlah karbon yang diserap dengan mengelola tumbuhan berkayu, pohon merupakan tumbuhan berkayu yang menyimpan karbon terbesar pada tumbuhan (Lusiana *et al.*, 2004).

Sistem agroforestri menekankan interaksi antara tanaman kehutanan dan pertanian yang memiliki potensi dalam penurunan jumlah karbon di atmosfer, meskipun tidak sebaik hutan alam. Pola agroforestri memiliki keanekaragaman hayati dan kandungan biomassa yang tinggi karena dapat menyerap karbon jauh lebih besar daripada tanaman semusim (Roshetko *et al.*, 2002; Takimoto *et al.*, 2009; Kurniyawan *et al.*, 2010). Faktor yang memengaruhi penyerapan karbon sangat bervariasi antara lain tipe sistem agroforestri yang digunakan,

jenis komposisi, jenis umur komponen, lokasi geografis, faktor-faktor lingkungan, dan praktek-praktek pengelolaan.

Biomassa tumbuh sangat mempengaruhi simpanan karbon, bertambah atau berkurangnya biomassa akan berpengaruh terhadap serapan karbon (Chanan, 2012). Simpanan karbon dalam suatu kawasan hutan tergambarkan oleh kemampuan vegetasi menyimpan biomassa secara langsung (Ariani *et al.*, 2014). Daya serap karbon tumbuhan dipengaruhi oleh diameter dan berat jenisnya (Farmen *et al.*, 2014). Semakin besar diameter tumbuhan maka semakin besar kandungan karbonnya, begitu juga dengan berat jenis, semakin besar berat jenis maka semakin besar kandungan karbonnya. Ariani *et al.*, (2014) menyatakan jumlah karbon antara masing-masing lahan berbeda-beda, tergantung pada keanekaragaman dan kepadatan tanaman yang ada, jenis tanah dan pengelolaan lahan.

Kayu bawang (*Azadirachta excelsa* Jacobs) merupakan salah satu tanaman kehutanan unggulan Bengkulu yang biasa ditanam dalam sistem agroforestri yang dikombinasikan dengan tanaman pertanian. Pertumbuhan kayu bawang yang berbeda pada masing-masing pola akan mempengaruhi potensi tegakan kayu bawang, serta mempengaruhi estimasi biomassa dan cadangan karbon yang tersimpan pada tempat tumbuh kayu bawang. Kelapa sawit memiliki akumulasi biomassa relatif besar ini dipengaruhi oleh siklus hidup kelapa sawit yang panjang, sehingga berpengaruh terhadap cadangan karbon yang besar. Penurunnya GRK salah satunya merupakan kontribusi dari kelapa sawit (Takana dan Makino 2009; Yahya, 2007). Menurut Pulhin *et al* (2014) selama siklus hidupnya kelapa sawit menyimpan CO₂ untuk keperluan fotosintesis, dimana hasilnya disimpan sebagai cadangan karbon pada biomassa sebesar 6,1 ton C/ha/thn.

Tanaman kayu bawang dan kelapa sawit memiliki fungsi ekonomis, sekaligus fungsi ekologis yaitu sebagai penyimpan karbon. Penelitian yang dilakukan menghitung simpanan karbon pada kayu bawang dan kelapa sawit tepatnya karbon di atas permukaan tanah. Penelitian tentang karbon tersimpan pada kayu bawang dan kelapa sawit ini belum pernah dilakukan, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi biomassa dan simpanan karbon pada agroforestri kayu bawang (*Azadirachta excelsa* Jacobs) dan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) milik masyarakat yang terletak di Desa Ujung Karang Kecamatan Karang Tinggi Kabupaten Bengkulu Tengah.

Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai potensi biomassa dan simpanan karbon pada sistem agroforestri kayu bawang (*Azadirachta excelsa* Jacobs) dan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai September 2021 di kebun masyarakat terletak di Desa Ujung Karang Kecamatan Karang Tinggi Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu. Peta kerja untuk pengambilan data pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu: Meteran, GPS, Haga meter, pita ukur, tally sheet, munsell, soil tester, clinometer, kamera, dan atk. Bahan yang digunakan yaitu tegakan kayu bawang dan kelapa sawit.

Penentuan lokasi penelitian yaitu dengan *purposive sampling*, pengambilan sampel dengan menentukan kriteria-kriteria tertentu. Metode yang digunakan yaitu sensus (dengan pengukuran diameter kayu bawang dan kelapa sawit pada 5 lokasi kebun yang telah ditentukan dan pengukuran tinggi dengan pengambilan sampel tinggi pohon diambil 10% pada masing-masing lokasi penelitian untuk mewakili tinggi kelapa sawit pada masing-masing lokasi. Semua data tersebut dipergunakan untuk data potensi biomassa dan simpanan karbon. Pengambilan data dilakukan dengan metode *non-destruktive* (tanpa merusak atau penebangan pohon) atau penghitungan biomassa tanpa melakukan kerusakan pada vegetasi yang ada dengan menggunakan rumus persamaan allometrik.

Pengumpulan data primer yaitu pengumpulan data yang dilaksanakan langsung di lokasi penelitian meliputi pengamatan, pengukuran, dan pencatatan terhadap tinggi menggunakan alat hagameter, diameter (keliling) pohon menggunakan pita ukur. Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung atau data yang diperoleh dari instansi terkait penelitian atau data publikasi literatur seperti, buku-buku, jurnal-jurnal penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan, ini berfungsi sebagai data penunjang penelitian. Data sekunder yang diambil atau didapat dalam penelitian ini adalah data elevasi, kemiringan, suhu, pH, jenis tanah atau warna tanah, dan data curah hujan dari BMKG.

Pendugaan nilai karbon tersimpan terlebih dahulu melakukan perhitungan pengukuran biomassa pada pohon, tahapan penghitungan biomassa dilakukan dengan menghitung nilai biomassa menggunakan rumus persamaan allometrik yang telah ada sebelumnya. Perhitungan biomassa dilakukan dengan menggunakan rumus dari Katerrings (2001)

Perhitungan Biomassa Kayu Bawang

$$BK = 0,11 \rho D^{2,62}$$

Keterangan : BK : Berat kering (kg/pohon)
 ρ : Berat jenis kayu (0,57 g/cm³)
 D : Diameter (cm)

Pendugaan simpanan karbon dengan menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI 7724: 2011) yaitu 47% merupakan kisaran konsentrasi karbon dari total biomassa, bahwa untuk mengestimasi simpanan karbon yang tersimpan berkomponen adalah dengan cara mengalihkan total berat biomassa dengan nilai konversi sebesar 0,47 (Kemenhut, 2012).

Rumus yang digunakan untuk pendugaan potensi karbon menurut Standar Nasional Indonesia adalah sebagai berikut:

$$C = B \times 47 \%$$

Keterangan :

C : Kandungan karbon dari biomassa hidup (ton)

B : Total biomassa (ton)

Nilai persentase kandungan karbon sebesar 0,47

Perhitungan Biomassa Kelapa Sawit

Perhitungan biomassa kelapa sawit diduga dengan menggunakan metode *nondestruktive* dengan persamaan allometrik, pada penelitian ini menggunakan 2 rumus persamaan allometrik, yaitu:

1. Kelapa Sawit Dewasa

Kelapa sawit yang memiliki tinggi dan diameter (batang), dimana tinggi kelapa sawit dewasa ini diukur dari permukaan tanah sampai pada pelepah ke 17 kelapa sawit di hitung dari atas, dan diameter bisa diukur dengan ketentuan tinggi kelapa sawit sudah 130 cm atau lebih, kandungan biomassa pada kelapa sawit menggunakan persamaan allometrik menurut Lubis (2011). Persamaan allometrik yang digunakan Lubis yaitu :

$$Y = 0,002382 \times D^{2,3385} \times H_{17}^{0,9411}$$

Keterangan:

Y : karbon biomassa kering (kg/pohon),

D : diameter batang dengan pelepah setinggi dada (130 cm) yang diukur tegak lurus batang (cm)

H₁₇ : tinggi bebas pelepah ke 17 tanaman kelapa sawit (m).

2. Kelapa Sawit Muda

Kelapa sawit muda yang dimaksud disini kelapa sawit yang belum memiliki diameter atau diameter masih di bawah 130 cm, pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran tinggi total, dimana tinggi diukur dari permukaan tanah sampai ujung daun tertinggi kelapa sawit. Pengukuran biomassa kelapa sawit muda menggunakan persamaan allometrik menurut ICRAFT (2010). Persamaan allometrik menurut ICRAFT :

$$Y = 0,0976H_t + 0,0706$$

Keterangan :

Y : Total biomassa kelapa sawit (kg/pohon)

H_t : Tinggi tanaman kelapa sawit (m) diukur dari permukaan tanah hingga ujung daun tertinggi.

Perhitungan Karbon Kelapa Sawit

Setelah mendapatkan data atau nilai biomassa dari tanaman kelapa sawit, langkah selanjutnya adalah menentukan cadangan karbon tersimpan pada tanaman kelapa sawit dengan menggunakan persamaan berikut (SNI, 2011):

$$C = B \times \% C \text{ organik}$$

Keterangan :

C : kandungan karbon dari biomassa hidup (ton)

B : total biomassa (ton)

% C organik : nilai persentase kandungan karbon sebesar 0,5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Desa Ujung Karang Kecamatan Karang Tinggi terletak pada garis lintang 03° 46' 26.4" LS dan garis bujur 102° 23' 24.0" BT, pada ketinggian 84 mdpl. Kondisi iklim yang didapat dari data BMKG Provinsi Bengkulu yaitu curah hujan bulanan rata-rata selama 5 tahun terakhir periode Mei 2016 sampai April 2021 yaitu 204,107 mm/bulan, curah hujan selama 5 tahun terakhir paling tinggi terjadi pada bulan November 2020 yaitu 688 mm. Analisis pH tanah pada 5 lokasi kebun memiliki pH 3,15-4,31. Rata-rata suhu udara yang dilakukan pada saat pengambilan data dilapangan di lokasi penelitian 28°-34° celcius. Teletak pada 5 lokasi kebun dengan total luas 7,066 ha, jenis tanah pada lokasi penelitian pada umumnya yaitu aluvial.

Potensi Biomassa dan Simpanan Karbon

Perhitungan biomassa dan simpanan karbon dalam penelitian dilakukan pada tingkatan pohon saja yang terletak pada 5 lokasi penelitian yang telah ditentukan, yaitu kebun milik masyarakat di Desa Ujung Karang, Kecamatan Karang Tinggi, Kabupaten Bengkulu Tengah. Metode yang digunakan dalam pengambilan data yaitu metode *non-destruktive* (tidak melakukan perusakan pada pohon yang dihitung biomassa dan simpanan karbonnya), untuk mendapatkan nilai simpanan karbon terlebih dahulu melakukan perhitungan biomassa pada pohon total, nilai total yang didapatkan dari perhitungan biomassa tegakan tersebut dikalikan dengan nilai konversi 47% untuk tegakan kayu bawang dan 50% untuk tegakan kelapa sawit menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI 7724: 2011). Potensi biomassa pada kayu bawang lebih kecil daripada kelapa sawit dikarenakan jumlah pohon kayu bawang lebih sedikit dibandingkan jumlah kelapa sawit pada masing-masing lokasi tegakan pengambilan data serta kelapa sawit mampu menyimpan massa lebih besar dibandingkan kayu bawang (Tabel 1) ak

Tabel 1. Total potensi biomassa dan simpanan karbon pada kayu bawang dan kelapa sawit pada 5 lokasi pengambilan data.

Tabel 2. Potensi Biomassa dan Karbon pada tegakan kayu bawang dan kelapa sawit		Lokasi		kayu bawang		kelapa sawit		Total	
		Lokasi	Umur	Luas	Jumlah	Biomassa	Karbon		
Biomassa	1				4,77			23,89	
	2				52,40			71,01	
Kayu Bawang	1	2	13	18,62 (ha)	83	19,12		8,99	
	2	3	14	19,55	84	18,62		109,17	
	3	4	13	26,04	91	19,55		113,20	
	4	5	15	29,15	86	89,85	26,04	119,2,24	
Karbon Jumlah	5	1	14	1,181	87	2,39	29,15	11,37	
	2			8,75	431			34,95	
Kelapa Sawit	1	3	1-7	9,19	198	44,81	4,77	54 2,39	
	2	4	10	12,68	232	43,58	52,40	55,82	
	3	5	15	13,70	224	89,61		44,81	
	4	5	16	13,70	173	44,92	87,15	58,63	
Sumber: Data Primer 2021		5	17	1,181	184	89,85		44,92	
Jumlah					1011				

Sumber : Data Primer 2021

Nilai biomassa paling besar terdapat pada lokasi 5 pada pohon kayu bawang maupun kelapa sawit, dan nilai yang paling kecil terdapat pada lokasi 2 pada kayu bawang dan lokasi 1 pada kelapa sawit, potensi biomassa dipengaruhi oleh umur dari tegakan suatu pohon dan jarak tanam juga sangat mempengaruhi nilai biomassa yang tersimpan pada tegakan

Tabel 2 menunjukkan potensi biomas da simpanan karbon. Nilai total karbon yang diperoleh pada 5 lokasi per 5 hektar dari data di atas untuk kayu bawang diperoleh simpanan karbon pada tegakan kayu bawang sebesar 52,87 ton/ha sedangkan pada tegakan kelapa sawit diperoleh simpanan karbon sebesar 161,90 ton/ha. Karbon tersimpan terbesar pada masing-masing terletak pada lokasi 5 dan nilai paling kecil terletak pada lokasi 1, faktor terbesar yang mempengaruhi simpanan karbon adalah umur dari tegakan kayu bawang dan kelapa sawit itu sendiri, serta luas dari lokasi pengambilan data juga mempengaruhi biomassa dan simpanan karbon pada masing-masing lokasi.

Potensi biomassa dan simpanan karbon berpengaruh terhadap kelas umur dari tegakan itu sendiri dapat kita lihat potensi biomassa dan simpanan karbon paling kecil terdapat pada kayu bawang memiliki nilai paling kecil, biomassa sebesar 18,62 ton/ha dan simpanan karbon sebesar 8,75 ton/ha. Potensi biomassa dan simpanan karbon pada tegakan kelapa sawit pada umur 1-7 tahun, potensi biomassa sebesar 4,72 ton/ha dan karbon tersimpan sebesar 2,36 ton/ha.

Nilai simpanan karbon yang terdapat pada penelitian ini paling besar pada kelapa sawit berada pada umur 17 tahun yaitu 44,92 ton/ha, dan simpanan karbon paling kecil dengan umur 1-7 tahun sebesar 2,36 ton/ha. Penelitian serupa tentang karbon kelapa sawit sebelumnya pernah dilakukan di Mukomuko, jumlah kandungan karbon per hektar pada tanaman kelapa sawit yang terdapat di PT DDP terbanyak berada pada kelompok umur 11-15 tahun sebesar 65,89 ton/ha. Kandungan karbon paling kecil terdapat pada kelompok umur 0-5 tahun yaitu sebesar 1,61 ton/ha. Penelitian tentang simpanan karbon juga telah dilakukan di Sumatera Selatan oleh (Racdian, *et al.*, 2018) Cadangan karbon kelapa sawit mengalami peningkatan dengan semakin tua kelas umur tanaman dan terjadi peningkatan cadangan karbon yang signifikan antara kelas umur 4-10 tahun ke kelas umur >10 tahun sebesar 51,6 ton C/ha. Secara lebih rinci, cadangan karbon pada kelas umur 10 sebesar 79,83 ton/ha.

Potensi biomassa dan simpanan karbon berpengaruh terhadap kelas umur dari tegakan itu sendiri dapat kita lihat potensi biomassa dan simpanan karbon paling kecil terdapat pada tegakan kelapa sawit pada umur 1-7 tahun, pada lokasi 1 terdapat 3 tingkatan umur tanaman yaitu 1,5 tahun, 3,5 tahun dan 7 tahun dengan potensi biomassa sebesar 4,72 ton/ha dan karbon tersimpan sebesar 2,36 ton/ha. Pada kayu bawang potensi biomassa dan simpanan karbon juga memiliki nilai paling kecil, biomassa sebesar 18,62 ton/ha dan simpanan karbon sebesar 8,75 ton/ha.

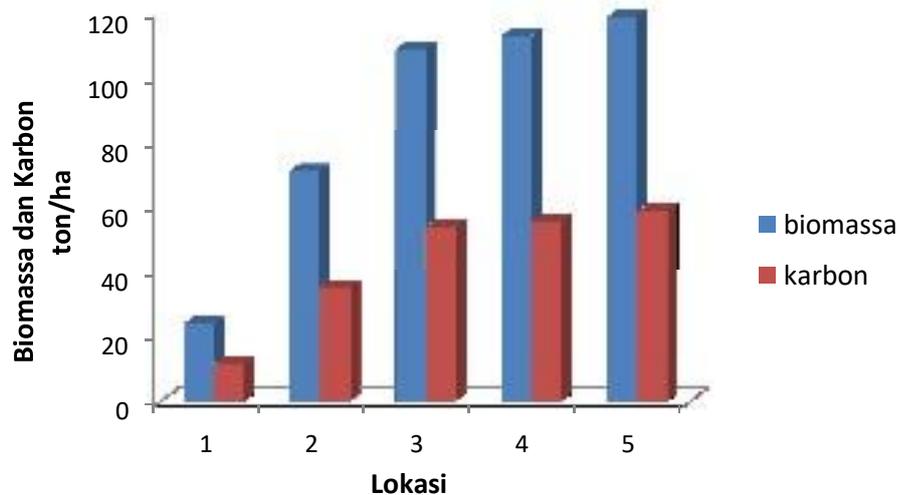
Jumlah karbon yang tersimpan per hektar pada tanaman kelapa sawit akan meningkat seiring dengan bertambahnya usia tanaman. Peningkatan simpanan karbon ini disebabkan oleh pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit. Yulianto *et al.*, (2018), menyatakan bahwa tanaman kelapa sawit mengalami peningkatan kandungan biomassa yang dapat menjadi simpanan karbon terutama pada tanaman kelapa sawit kelompok umur 6-10 tahun, dan mengalami penurunan pada kelompok umur tanaman 16-20 tahun.

Potensi biomassa dan simpanan karbon pada kayu bawang memiliki perbedaan nilai yang tidak terlalu jauh, ini disebabkan oleh tingkat umur dari 5 lokasi tegakan kayu bawang tersebut hampir seragam, dimana biomassa paling besar terdapat pada lokasi 5 dengan umur 14 tahun memiliki nilai sebesar 29,15 ton/ha, dan nilai paling kecil pada lokasi 2 dengan umur 14 tahun memiliki nilai sebesar 18,62 ton/ha. Selain tingkat umur jarak taman juga mempengaruhi simpanan karbon yang diperoleh. Menurut (Sumadi, 2007) Kelembaban juga berpengaruh pada pertumbuhan setiap tanaman, dimana reaksinya tergantung kepada jenis

tanaman itu sendiri. Karena itu nilai biomassa dan simpanan karbon tegakan kayu bawang juga dipengaruhi oleh kelembaban.

Semakin besar potensi biomassa dan simpanan karbon pada suatu tegakan dipengaruhi oleh umur tegakan itu sendiri, ini disebabkan karena diameter pohon mengalami pertumbuhan dan setiap meningkatnya umur tegakan maka pohon atau tanaman menjadi lebih besar yang dihasilkan oleh proses fotosintesis. Data yang didapat pada penelitian ini menunjukkan potensi biomassa dan simpanan karbon paling besar diperoleh oleh tegakan yang memiliki umur yang lebih matang

Hairiah dan Rahayu (2007) menyatakan bahwa potensi massa karbon dapat dilihat



dari biomassa vegetasi yang ada. Besarnya massa karbon pada setiap bagian pohon dipengaruhi oleh massa biomassa tumbuhan, sehingga setiap peningkatan biomassa diikuti dengan peningkatan massa karbon.

Total nilai biomassa dan simpanan karbon pada 5 lokasi pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 2 dari masing-masing lokasi dapat kita lihat potensi biomassa paling besar terletak pada lokasi 5 dengan biomassa sebesar 119 ton/ha dengan simpanan karbon 58,63 ton/ha, sedangkan potensi biomassa simpanan karbon terendah yaitu pada lokasi 1 dimana nilai biomassa 23,89 ton/ha sedangkan simpanan karbon sebesar 11,37 ton/ha. Pengaruh terbesar perbedaan nilai yang didapat yaitu faktor umur tanaman, dimana tanaman di lokasi 1 pada kayu bawang masih berusia 13 tahun dan pada kelapa sawit masih berusia 1-7 tahun.

Perbandingan biomassa pada kayu bawang dan kelapa sawit dapat kita lihat pada 5 lokasi penelitian, potensi biomassa pada setiap lokasi, lokasi 1, lokasi 2, lokasi 3, lokasi 4, lokasi 5 yaitu 23,89 ton/ha, 71,01 ton/ha, 109,17 ton/ha, 113,20 ton/ha, 119 ton/ha. Penelitian yang pernah dilakukan di Provinsi Bengkulu yaitu pengukuran cadangan karbon pada agroforestri kayu bawang, kopi dan karet

Gambar 2. Biomassa dan Karbon dari setiap lokasi

Berdasarkan (Depari *et al.*, 2013) karbon stok tegakan kayu bawang umur 3 tahun, 7 tahun, 9 tahun dengan kopi berturut-turut adalah 23 11.057,76 kg/ha, 20.914,47 kg/ha, 29.263,93 kg/ha lebih besar dibandingkan dengan karbon stok tegakan kayu bawang umur 3 tahun, 7 tahun, 9 tahun dengan kopi dan karet berturut-turut adalah 3.816,78 kg/ha, 20.864,23 kg/ha, 20.020,53 kg/ha. Simpanan karbon pada tegakan kayu bawang dan kelapa sawit pada masing-masing lokasi yaitu 11,37 ton/ha, 34,95 ton/ha, 54 ton/ha, 55,82 ton/ha, 58,63 ton/ha. Penelitian tentang simpanan karbon pada kayu bawang pernah dilakukan sebelumnya, akan tetapi dikombinasikan dengan kopi dan karet, hasil perhitungan biomassa tegakan kayu bawang

umur 3 tahun, 7 tahun, 9 tahun kombinasi dengan kopi berturut-turut adalah 24.572,79 kg/ha, 46.476,6 kg/ha, 65.030,95 kg lebih besar dibandingkan dengan biomassa tegakan kayu bawang umur 3 tahun, 7 tahun, 9 tahun kombinasi dengan kopi dan karet berturut-turut adalah 8.481,73 kg/ha, 46.364,95 kg/ha, 44.490 kg/ha (Depari *et al.*, 2013).

Penelitian tentang cadangan karbon pernah dilakukan di Kabupaten Ciamis yang dilakukan oleh Ginoga *et al.*, (2004) pada pola tanam agroforestri dapat menyerap karbon antara 25-42 ton/ha. Wardah *et al.*, (2011) juga melakukan penelitian pada sistem agroforestri kompleks di Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah yang ada di zona penyangga dapat menyimpan karbon antara 126-209 ton/ha. Kajian pola agroforestri tradisional juga dilakukan di tempat yang sama dimana simpanan karbon berkisar antara 283 t/ha. Kajian yang cukup komprehensif terhadap perbedaan pola penggunaan lahan di Indonesia menunjukkan bahwa pola agroforestri memiliki kandungan karbon antara 17-114 ton/ha (Swallow *et al.*, 2007).

Penelitian tentang simpanan karbon juga pernah dilakukan pada hutan sekunder di Bentayan yaitu hutan konservasi suaka margasatwa, dengan nilai simpanan karbon sebesar 144,3597 Ton/C/ha (Budianto *et al.*, 2014). Penelitian simpanan karbon juga dilakukan pada hutan primer di Amandit nilai simpanan karbon yaitu sebesar 214,1302 Mg/ha (Syam'ani *et al.*, 2012). Nilai simpanan karbon pada hutan primer dan hutan sekunder yang dapat kita lihat simpanan karbon memiliki nilai lebih besar pada hutan primer dibandingkan hutan sekunder, hal itu dikarenakan hutan primer memiliki tegakan yang belum terganggu oleh manusia.

Penelitian tentang karbon tersimpan sudah banyak dilakukan pada berbagai tipe hutan dan tutupan lahan. Masripatin *et al.*, (2010) menunjukkan cadangan karbon di atas permukaan tanah pada berbagai kelas tutupan lahan di hutan alam berkisar antara 7,5-264,7 ton C/ha, diantaranya hutan alam *dipterocarpa* dengan cadangan karbon 204,9-264,7 ton C/ha, hutan alam dataran rendah 230,1-264,7 ton C/ha, hutan alam primer dataran tinggi 103,1 ton C/ha, hutan sekunder dataran rendah bekas kebakaran hutan 7,5-55,3 ton C/ha, hutan mangrove sekunder 54,1-182,5 ton C/ha, hutan gambut 200 ton C/ha dan hutan sekunder dataran rendah 113,2 ton C/ha. Perubahan komposisi dan struktur tegakan hutan sangat berpengaruh terhadap simpanan karbon.

Jumlah karbon yang tersimpan pada suatu tumbuhan sangat tergantung dari umur tumbuhan, pohon yang memiliki umur lebih tua akan lebih banyak menyimpan karbon dibanding pohon yang berumur muda. Pohon yang tua jumlah biomasnya akan lebih tinggi daripada pohon umur muda sehingga karbon yang tersimpan dalam biomassa pohon yang tua tersebut akan lebih banyak dibandingkan pohon yang lebih muda. Berdasarkan data yang diperoleh potensi biomassa dan simpanan karbon pada kelapa sawit memiliki nilai yang lebih tinggi daripada potensi dan simpanan karbon pada kayu bawang.

Berdasarkan data yang diperoleh potensi biomassa dan simpanan karbon yang diperoleh paling tinggi tergantung kepada luas dari masing-masing kebun, besar biomassa dan simpanan karbon yang diperoleh juga tergantung pada umur dari tegakan kayu bawang dan kelapa sawit itu sendiri, nilai paling tinggi diperoleh pada lokasi kebun 5 dimana potensi biomassa yang terkandung sebesar 119 ton/ha dikonversikan dan menghasilkan simpanan karbon sebesar 58,63 ton/ha.

KESIMPULAN

Nilai potensi biomassa dan simpanan karbon pada tegakan agroforestri kayu bawang (*Azadirachta excelsa* Jacobs) dan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada 5 lokasi

penelitian memiliki nilai biomassa sebesar 23,89 ton/ha, 71,01 ton/ha, 109,17 ton/ha, 113,20 ton/ha, 119 ton/ha dan karbon tersimpan 11,37 ton/ha, 34,95 ton/ha, 54 ton/ha 55,82 ton/ha

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, A., Sudhartono, dan A. Wahid. 2014. Biomassa dan Karbon Tumbuhan Bawah Sekitar Dana Tambing pada Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako Palu, Sulawesi Tengah. *Warta Rimba*, 2 (1): 64-170.
- Budianto, A., Y. Rosianty, dan J. Pramono. 2014. Mempelajari Kemampuan Simpanan Karbon pada Areal Hutan Sekunder di Hutan Konservasi Suaka Margasatwa Bentayan Kabupaten Musi Banyuasin Propinsi Sumatera Selatan. Fakultas Pertanian Universitas Muhamadiyah Palembang. Palembang.
- Chanani, M. 2012. Pendugaan Cadangan Karbon (C) Tersimpan di atas Permukaan Tanah pada Vegetasi Hutan Tanaman Jati (*Tectona grandis Linn. F*) (Di RPH Sengguruh BKPH Sengguruh KPH Malang Perum Perhutani II Jawa Timur). *Jurnal GAMM*, 7 (2) : 61-73.
- Depari, E.K., A. Susatya, dan Wiryono. 2013. Potensi Standing Stock dan Karbon pada Tegakan Kayu Bawang (*Dysoxylum mollissimum Blume*) di Hutan Rakyat Bengkulu.
- Departemen Kehutanan. 2012. Penyelenggaraan Karbon Hutan. Peraturan Menteri Kehutanan No.P.20/Menhut-II/2012.
- Djaenudin, D., E.V. Suryandari, dan A.P Suka. 2015. Strategi Penurunan Resiko Kegagalan Implementasi Pengurangan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi Hutan: Studi Kasus di Merang, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 12 (2):173–188.
- Ginoga, K., Y.C. Wulan, dan D. Djaenudin. 2004. *Potential of Indonesian Smallholder Agroforestry in the CDM: A Case Study in the Upper Citanduy Watershed Area*. In. Pusat Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan, Bogor Indonesia.
- Hairiah, K., dan S. Rahayu. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Buku. Bogor. *World Agroforestry Centre ICRAF, SEA Regional Office*, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia. 77p.
- ICRAFT. 2010. Petunjuk Teknis Lapangan: Pengambilan Data Primer untuk Mencari Jejak Karbon dan Produksi Biofeul Kelapa Sawit. *World Agroforestry Centre (ICRAFT) Southeast Asia Regional Office*. Bogor.
- Joker, D. 2000. *Azadirachta excelsa* (Jack) M. Jacobs. Seed Leaflet No.13 September 2000. Danida Forest Seed Centre. Denmark.
- Joker, D. 2002. *Azadirachta excelsa* (Jack). Informasi Singkat Benih. No. 18, Mei 2002. Indonesia Forest Seed Project.
- Ketterings, Q. M., R. Coe, M. van Noordwijk, and C.A. Palm. 2001. *Reducing Uncertainty in the Use of Allometric Biomass Equations for Predicting Above-Ground Tree Biomass in Mixed Secondary Forests*. *Forest Ecology and Management*, 146(1-3), 199-209.
- Lubis, A.R. 2011. Pendugaan Cadangan Karbon Kelapa Sawit Berdasarkan Persamaan Alometrik di Lahan Gambut Kebun Meranti Paham, PT. Perkebunan Nusantara IV, Kabupaten Labuhan Batu, Sumatera Utara [skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian IPB.

- Lusiana, B., M.V. Noordwijk, dan S. Rahayu. 2004. Cadangan Karbon di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur Monitoring Secara Spasial dan Pemodelan. *World Agroforestry Centre*.
- Mangoensoekarjo dan Semangun. 2008. Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada Press.
- Manuri, S., C.A.S. Putra dan A.D. Saputra. 2011. Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. Merang REDD Pilot Project, *German International Cooperation-GIZ*. Palembang.
- Masripatin, N., K. Ginoga, G. Pari, W.S. Darmawan, K.A. Siregar, A. Wibowo, D. Puspasari, A.S. Utomo, N. Sakuntaladewi, M. Lugina, Indartik, W. Wulandari, S. Darmawan, I. Heryansah, N.M. Heriyanto, H.H. Seringoringo, R. Damayanti, D. Anggraeni, H. Krisnawati, R. Maryani, D. Apriyanto, dan B. Subekti. 2010. Cadangan Karbon pada Berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan, Kampus Balitbang Kehutanan, Bogor. 43 hlm.
- Rachdian, A., Hariyadi, dan Y. Setiawan. 2018. Estimasi Cadangan Karbon Kelapa Sawit di Lanskap Sembilang Dangku, Sumatera Selatan. IPB. *Media Konservasi* vol. 23 (2018): 153-161.
- Rusbiantoro. 2008. *Global Warming for Beginner*. Buku. Penerbit Niaga Swadaya. 114 hal.
- Sato, K., R. Teteishi, Tateda and S. Sugito. 2002. *Fieldwork in Mangrove Forest on Stand Parameter and Carbon Amount Fixed Carbondioxide for Combining for Remote Sensing Date. Forest Ecology and Management*.
- Smith, E.J., L.S. Heath, and P.B. Woodbury. 2004. *Journal of Forestry July/August. How to Estimate Forest Carbon for Large Area from Inventory Data*.
- Standar Nasional Indonesia No.7724. 2011. Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon. Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sumadi, A., H. Siahaan, dan T. Rahman. 2007. Potensi Pengembangan Hutan Tanaman Industri Kayu Pertukangan Jenis Kayu Bawang di Bengkulu. Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian: Optimalisasi Peran Iptek dalam Mendukung Revitalisasi Kehutanan. Pkln. Balai:21 Agustus 2007. Bogor: 133-136.
- Syam'ani, A. Agustina, Susilawati, dan Y. Nugroho. 2012. Cadangan Karbon di atas Permukaan Tanah pada Berbagai Sistem Penutupan Lahan di Sub-Sub Das Amandit. Fakultas Kehutanan Lampung. Vol.13 No 2.
- Tanaka, A., and A. Makino. 2009. *Photosynthetic Research in Plant Science. Plant and Cell Physiology*. 50(4): 681-683.
- Wardah, B., Toknok, and Zulkhaidah. 2011. *Carbon Stock of Agroforestry Systems tt Adjacent Buffer Zone of Lore Lindu National Park, Central Sulawesi. Journal of Tropical Soils* 16, 123-128.
- Widianto, H. Kurniatun, S. Didik, dan A.S. Mustofa. 2003. Fungsi dan Peran Agroforestri. *World Agroforestry Centre (ICRAF)*.
- Winarno, B., dan E.A. Waluyo. 2007. Potensi Pengembangan Hutan Rakyat dengan Jenis Tanaman Lokal. Di dalam: Hendromono, I. Anggraeni, dan K.M. Sallata. Prosiding Seminar Hasil Hasil Penelitian: Optimalisasi Peran Iptek dalam Mendukung Revitalisasi Kehutanan. Pkln. Balai: 21 Agustus 2007. Bogor: P3HT: 28-34.

- Yanuartanti, I.W., C. Kusmana, dan A. Ismail. 2015. Kelayakan Rehabilitasi Mangrove dengan Teknik Gulu dan dalam Perspektif Perdagangan Karbon di Kawasan Hijau Lindung Muara Angke, Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (JPSL)*. VOL. 5 NO. 2.
- Yulianto. 2015. Pendugaan Cadangan Karbon Tersimpan pada Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan Analisis Kesuburan Tanah di Perkebunan PT. Daria Dharma Pratama Ipuh Bengkulu. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Yuliyanto, D. Setiadi, dan Sulistijorini. 2018. Pendugaan Cadangan Karbon Tersimpan pada Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan Analisis Kesuburan Tanah di Perkebunan PT. Daria Dharma Pratama Ipuh Bengkulu. *Journal Cwe*; Bekasi.