

PENDUGAAN CADANGAN KARBON TUMBUHAN BAWAH PADA TEGAKAN MINDI (*Melia azedarach*) DAN MAHONI (*Swietenia macrophylla*)

MEASUREMENT OF CARBON STOCK OF UNDERSTOREY ON STANDS MINDI (*Melia azedarach*) AND MAHONI (*Swietenia macrophylla*)

Immanuel Sihaloho^a, Muhdi^b, Siti Latifah^b

^aMahasiswa Program Studi Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara, Jl. Tri Dharma Ujung No.1 Kampus USU Medan 20155 (Penulis korespondensi,
Email:immanuel.sihaloho@yahoo.com)

^bStaff Pengajar Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155

ABSTRACT

Measurement of carbon stock is very important to know how much carbon that can be absorbed by plants. Object of this research was the understorey on stands Mindi (*Melia azedarach*) and Mahoni (*Swietenia macrophylla*). The method of measurement used is the destructive sampling method that is the way to harvest the entire understorey which is at 1m x 1m sample plots. The results of this study indicate that the type of stands under the influence of the composition of the existing understorey under the stand so that the carbon content in the understorey was different. The average of carbon understorey on the second stands is 1.08 tons/ha.

Keywords: understorey, Mindi (*Melia azedarach*) Mahoni (*Swietenia macrophylla*), carbon stock.

PENDAHULUAN

Pemanasan global adalah salah satu isu lingkungan penting yang saat ini menjadi perhatian berbagai pihak. Akibat pemanasan global, terjadi peningkatan temperatur rata-rata laut dan daratan bumi yang disebabkan oleh kegiatan industri dan semakin berkurangnya penutupan lahan khususnya hutan akibat laju deforestasi akhir-akhir ini (Departemen Kehutanan, 2007).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi masalah pemanasan global, salah satunya dengan meningkatkan kemampuan hutan yang luasannya semakin menurun sehingga tetap mampu mempertahankan fungsi ekologi hutan sebagai penyangga sistem kehidupan. Berkaitan dengan hal tersebut maka diadakan konferensi di Kyoto, Jepang pada tahun 1997 yang dikenal dengan protokol Kyoto. Pada protokol Kyoto dikenal dengan adanya mekanisme pembangunan bersih atau *Clean Development Mechanism* (CDM), dimana negara-negara industri dan negara penghasil polutan diberi kesempatan untuk melakukan kompensasi dengan cara membayar negara-negara berkembang untuk mencadangkan hutan tropis yang mereka miliki sehingga terjadi penyerapan dan penyimpanan sejumlah besar karbon (Sugiharto, 2007).

Upaya untuk mengurangi dampak perubahan iklim dapat dilakukan dengan meningkatkan penyerapan karbon dan menurunkan emisi karbon. Penurunan emisi karbon dapat dilakukan dengan mempertahankan cadangan karbon yang telah ada dengan: mengelola hutan lindung, mengendalikan deforestasi, mencegah degradasi lahan gambut, dan meningkatkan cadangan karbon melalui penanaman tanaman berkayu (Lasco, 1999).

Arboretum Universitas Sumatera Utara (USU) memiliki luas 64,81 Ha. Arboretum ini berfungsi sebagai tempat untuk mengoleksi berbagai jenis tanaman. Arboretum ini juga sering digunakan sebagai tempat penelitian mahasiswa. Arboretum USU ditanami beberapa jenis pohon dan juga banyak tumbuhan bawah yang tumbuh di bawah tegakan pohon tersebut.

Perdagangan karbon adalah paradigma yang banyak dibicarakan berhubungan dengan pemanasan global yang terjadi sekarang. Dalam pemanfaatan hasil hutan sebagai penyerap karbon diperlukan upaya untuk mengkuantifikasi besarnya karbon yang dapat diserap dan disimpan. Tumbuhan bawah memegang peranan dalam komunitas hutan sebagai penyerap cadangan karbon. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui cadangan karbon yang terkandung dalam

tumbuhan bawah dengan mengambil studi kasus di Arboretum USU.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur dan komposisi tumbuhan bawah pada tegakan Mindi (*Melia azedarach*) dan Mahoni (*Swietenia macrophylla*) dan untuk mengetahui kandungan karbon tumbuhan bawah pada tegakan Mindi (*Melia azedarach*) dan Mahoni (*Swietenia macrophylla*).

METODOLOGI PENELITIAN

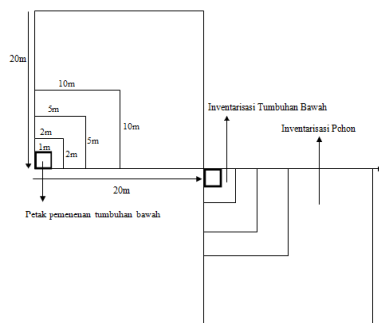
Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Arboretum USU dan di Laboratorium Kimia Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2014 sampai Agustus 2014.

Metode Penelitian

Desain plot penelitian

Penelitian dilakukan pada 6 plot pada 2 tegakan yang berbeda, yaitu tegakan Mindi (*Melia azedarach*) dan Mahoni (*Swietenia macrophylla*). Pada tegakan Mindi terdapat 3 plot dan pada tegakan Mahoni juga 3 plot. Plot yang digunakan berukuran 40x100 m. Pada setiap plot dibuat 5 petak contoh berukuran 1x1 m, sehingga jumlah petak contoh yang diteliti sebanyak 30 petak contoh. Dalam buku Pengukuran Cadangan Karbon (Hairiah, 2011) tidak ada dituliskan berapa jumlah plot yang harus dibuat untuk pendugaan karbon tumbuhan bawah. Namun pada beberapa penelitian yang telah dilakukan, peneliti membuat 30 petak contoh yang dianggap dapat mewakili luasan yang diteliti. Petak contoh pengamatan diletakkan secara *systematic sampling*. Desain plot pengamatan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Plot Tumbuhan Bawah
Prosedur Penelitian

Stratifikasi dan komposisi tumbuhan bawah

Identifikasi jenis tumbuhan bawah

Identifikasi jenis tumbuhan bawah dilakukan dengan mengacu pada buku Taksonomi Tumbuhan (Citrosupomo, 1991). Identifikasi jenis yang dilakukan dengan mengamati bunga, bentuk daun, komposisi daun dan batang tumbuhan bawah. Identifikasi jenis tumbuhan bawah dilakukan sampai pada tingkat genus.

Analisis vegetasi tumbuhan bawah

Data vegetasi yang dikumpulkan dianalisis untuk mendapatkan nilai Kerapatan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR), Dominansi Relatif (DR), Indeks Nilai Penting (INP), Indeks Kemeragaman (E), dan Indeks Keanekaragaman (H') pada tumbuhan bawah. Rumus yang digunakan mengacu kepada buku acuan Ekologi Hutan (Indriyanto, 2006).

Pengukuran biomassa

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *sampling* dengan pemanenan (*destructive sampling*). Pemanenan dilakukan dengan mengambil seluruh tumbuhan bawah yang terdapat pada setiap petak contoh. Penentuan sample plot dilakukan dengan menggunakan metode sistematis dengan menggunakan petak contoh dengan ukuran 1m x 1m (Hairiah, 2011).

Pengumpulan data di lapangan

Pengumpulan data tumbuhan bawah di lapangan dilakukan dengan pemanenan seluruh tumbuhan bawah pada petak contoh yang berukuran 1m x 1m. Model plot yang digunakan adalah persegi. Peletakan petak contoh pada penelitian ini adalah secara sistematis (*Systematic sampling*). Semua sampel tumbuhan bawah tersebut kemudian ditimbang, sehingga diketahui berat basah setiap plotnya. Berat basah tumbuhan bawah adalah hasil penjumlahan semua berat basah semua plot tumbuhan bawah (Hairiah, 2011).

Tahapan kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penempatan petak contoh pada tumbuhan bawah dibawah dua tegakan yang berbeda dalam Arboretum USU.
2. Pemanenan semua tumbuhan bawah yang terdapat dalam petak contoh dan dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label sesuai kode titik contohnya.

3. Penimbangan berat basah tumbuhan bawah.
4. Penyimpanan semua sampel tumbuhan bawah ke dalam kantong plastik untuk mempermudah pengangkutan ke laboratorium.

2. Analisis di laboratorium

Analisis data yang dilakukan untuk memperoleh data kadar air (KA), biomassa, dan juga kadar karbon yang terdapat pada tumbuhan bawah. Analisis KA, biomassa dan kadar karbon dilakukan di Laboratorium Kimia Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

Pengukuran Kadar air

Cara pengukuran kadar air contoh uji adalah sebagai berikut :

1. Contoh uji dikeringkan dalam tanur suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sampai tercapai berat konstan, kemudian dimasukkan ke dalam eksikator dan ditimbang berat keringnya.
2. Penurunan berat contoh uji yang dinyatakan dalam persen terhadap berat kering tanur ialah kadar air contoh uji.

Perhitungan persentase kadar air dihitung dengan rumus:

$$\%KA = \frac{BB - BKT}{BKT} \times 100\%$$

Keterangan: % KA= Persentase Kadar Air (%)

BB = Berat Basah contoh sampel (gram)

BKT = Berat Kering Tanur (gram)

(Hairiah dan Rahayu, 2007).

Pengukuran Biomassa

Biomassa tumbuhan bawah dihitung dengan rumus:

$$B = \frac{BB \text{ tot} \times BK \text{ c}}{BB \text{ c} \times A}$$

Keterangan:

B = Biomassa

BB tot = Berat basah total (kg)

A = Area Contoh (m^2)

BK c = Berat kering contoh uji (gr)

BB c = Berat basah contoh uji (gr)

(Hairiah dan Rahayu, 2007).

Pengukuran kadar karbon

Pengukuran kadar karbon dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Kadar zat terbang

Prosedur penentuan kadar zat terbang menggunakan *American Society for Testing Material* (ASTM) D 5832-98.

Kadar zat yang mudah menguap dinyatakan dalam persen berat dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar zat terbang} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Dimana :

A = Berat kering tanur pada suhu 105°C

B = Berat contoh uji dikurangi berat berat cawan dan sisa contoh uji berat cawan dan sisa contoh uji pada suhu 950°C

2. Kadar abu

Prosedur penentuan kadar abu menggunakan *American Society for Testing Material* (ASTM) D 2866-94.

Besarnya kadar abu dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{Berat Abu}}{\text{Berat contoh uji kering oven}} \times 100\%$$

3. Kadar Karbon

Penentuan kadar karbon contoh uji dari tumbuhan bawah menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995, dimana kadar karbon contoh uji merupakan hasil pengurangan 100% terhadap kadar zat terbang dan kadar abu.

Penentuan kadar karbon terikat (*fixed carbon*) ditentukan berdasarkan rumus berikut ini:

Kadar karbon terikat

= $100\% - \text{kadar zat terbang arang}$

– kadar abu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Tumbuhan Bawah

Plot pengamatan pada tegakan Mindi terdapat 3 plot, yaitu Plot I (N $03^\circ 28' 48,30''$: E $098^\circ 38' 00,98''$), Plot II (N $03^\circ 28' 49,17''$: E $098^\circ 38' 02,22''$) dan Plot III (N $03^\circ 28' 52,36''$: E $098^\circ 38' 02,00''$). Pada tegakan Mahoni juga terdapat 3 plot, yaitu Plot I (N $03^\circ 28' 39,96''$: E $098^\circ 37' 54,03''$), Plot II (N $03^\circ 28' 43,56''$: E $098^\circ 37' 49,61''$) dan Plot III (N $03^\circ 28' 45''$: E $098^\circ 37' 48,54''$).

Hasil pengamatan jenis-jenis tumbuhan bawah yang dilakukan di Arboretum USU, diperoleh 29 jenis tumbuhan bawah yaitu Ngadi renga (*Stachytarpheta sp.*), Bandotan (*Ageratum sp.*), Ara sungsang (*Asystasia sp.*),

Meniran (*Phyllanthus sp*), Gendolak (*Portula sp*), Rumput teki (*Cyperus sp*), Rumput (*Sporobulus sp*), Kancing ungu (*Borreria sp*), Telekan (*Lantama sp*), Rumput belulang (*Eleusine sp*), Mikania (*Mikania sp*), Memerakan (*Themede sp*), Ketul (*Bidens sp*), Putri malu (*Mimosa sp*), Rumput pahit (*Paspalum sp*), Keladi (*Colocasia sp*), Senduduk (*Melastoma sp*), Pungpulutan (*Uruna sp*), Pakis kadal (*Dicksonia sp*), Pakis harupat (*Nephrolepis sp*), Rorak (*Arachis sp*), Rambanan (*Peuraria sp*), Harendong (*Clidemia sp*), Glepangan (*Eupatorium sp*), Paku resam (*Gleichenia sp*), Sintrong (*Crassocephalum sp*), Keji beling (*Plantago sp*), Patikan (*Euphorbia sp*), Jukut pahit (*Axonopus sp*).

Hasil inventarisasi tumbuhan bawah pada tegakan Mindi (*Melia azedarach*) ditemukan 23 jenis dan pada tegakan Mahoni (*Swietenia macrophylla*) ditemukan 23 jenis. Namun ada beberapa jenis tumbuhan bawah yang berbeda yang terdapat pada kedua tegakan. Total jumlah jenis yang ditemukan pada kedua lokasi sebanyak 29 jenis.

Jenis-jenis tumbuhan bawah yang terdapat pada kedua tegakan dapat kita perhatikan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Jenis Tumbuhan Bawah pada Tegakan Mindi.

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Jumlah
1	Ara sungsang	<i>Asystasia sp</i>	237
2	Pungpulutan	<i>Uruna sp</i>	82
3	Putri malu	<i>Mimosa sp</i>	64
4	Rumput	<i>Sporobulus sp</i>	161
5	Ngadi renga	<i>Stachytarpheta sp</i>	199
6	Rorak	<i>Arachis sp</i>	26
7	Ketul	<i>Bidens sp</i>	9
8	Rambanan	<i>Peuraria sp</i>	42
9	Rumput pahit	<i>Paspalum sp</i>	281
10	Harendong	<i>Clidemia sp</i>	1
11	Glepangan	<i>Eupatorium sp</i>	3
12	Paku resam	<i>Gleichenia sp</i>	6
13	Rumput belulang	<i>Eleusine sp</i>	34
14	Bandotan	<i>Ageratum sp</i>	3
15	Sintrong	<i>Crassocephalum sp</i>	2
16	Meniran	<i>Phyllanthus sp</i>	3
17	Pakis kadal	<i>Dicksonia sp</i>	3
18	Keji beling	<i>Plantago sp</i>	3

19	Rumput teki	<i>Cyperus sp</i>	23
20	Telekan	<i>Lantana sp</i>	14
21	Patikan	<i>Euphorbia sp</i>	4
22	Kancing ungu	<i>Borreria sp</i>	2
23	Jukut pahit	<i>Axonopus sp</i>	26

Tabel 2. Jenis Tumbuhan Bawah pada Tegakan Mahoni.

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Jumlah
1	Ngadi renga	<i>Stachytarpheta sp</i>	52
2	Bandotan	<i>Ageratum sp</i>	20
3	Ara sungsang	<i>Asystasia sp</i>	47
4	Meniran	<i>Phyllanthus sp</i>	12
5	Gendolak	<i>Portula sp</i>	111
6	Rumput teki	<i>Cyperus sp</i>	167
7	Rumput	<i>Sporobulus sp</i>	80
8	Kancing ungu	<i>Borreria sp</i>	43
9	Telekan	<i>Lantama sp</i>	20
10	Rumput belulang	<i>Eleusine sp</i>	133
11	Rambanan	<i>Peuraria sp</i>	101
12	Memerakan	<i>Themede sp</i>	2
13	Ketul	<i>Bidens sp</i>	8
14	Putri malu	<i>Mimosa sp</i>	58
15	Rumput pahit	<i>Paspalum sp</i>	43
16	Keladi	<i>Colocasia sp</i>	6
17	Senduduk	<i>Melastoma sp</i>	30
18	Pungpulutan	<i>Uruna sp</i>	67
19	Patikan	<i>Euphorbia sp</i>	41
20	Pakis kadal	<i>Dicksonia sp</i>	40
21	Pakis harupat	<i>Nephrolepis sp</i>	4
22	Rorak	<i>Arachis sp</i>	2
23	Mikania	<i>Mikania sp</i>	17

Dari total 29 jenis, sebanyak 16 jenis selalu dijumpai pada kedua tegakan. Terdapat beberapa tumbuhan bawah berdaun lebar yang selalu dijumpai pada kedua tegakan sengan yang diamati, seperti Ngadi renga (*Stachytarpheta sp*), Bandotan (*Ageratum sp*), Ara sungsang (*Asystasia sp*), Meniran (*Phyllanthus sp*), Kancing ungu (*Borreria sp*), Telekan (*Lantama sp*), Ketul (*Bidens sp*), Putri malu (*Mimosa sp*), Pungpulutan (*Uruna sp*), Rorak (*Arachis sp*), Rambanan (*Peuraria sp*), Patikan (*Cyperus sp*). Adapun jenis rumput-

rumputannya seperti Rumput teki (*Cyperus sp*), Rumput (*Sporobulus sp*), Rumput belulang (*Eleusine sp*), Rumput pahit (*Paspalum sp*).

Adanya jenis-jenis yang sama pada kedua tegakan menunjukkan bahwa jenis-jenis ini kemungkinan memiliki batas toleransi yang cukup luas terhadap intensitas cahaya, yang dianggap sebagai salah satu faktor yang sangat penting dalam pertumbuhan tumbuhan di bawah tegakan. Sehingga adanya perbedaan intensitas cahaya seperti pada tegakan Mindi dan Mahoni, menyebabkan jenis-jenis tersebut tetap dijumpai pada kedua tegakan. Perbedaan intensitas cahaya ini juga dapat menyebabkan adanya jenis-jenis tertentu yang hanya dijumpai pada salah satu tegakan. Seperti jenis Harendong (*Clidemia sp*), Glepangan (*Eupatorium sp*), Paku resam (*Gleichenia sp*), Sintrong (*Crassocephalum sp*), Keji beling (*Plantago sp*), dan Jukut pahit (*Axonopus sp*) hanya dijumpai pada tegakan Mindi. Sedangkan jenis-jenis seperti Gendolak (*Portula sp*), Mikania (*Mikania sp*), Memerakan (*Themede sp*), Keladi (*Colocasia sp*),

Senduduk (*Melastoma sp*), Pakis kadal (*Dicksonia sp*) dan Pakis harupat (*Nephrolepis sp*) hanya dijumpai pada tegakan Mahoni. Hal ini karena jenis-jenis tersebut merupakan jenis-jenis yang memiliki batas toleransi yang sempit terhadap intensitas cahaya. Sehingga adanya perbedaan tutupan tajuk pada kedua tegakan menyebabkan jenis-jenis tersebut hanya dijumpai pada salah satu tegakan.

Pada tegakan Mindi, jenis tumbuhan bawah yang mendominasi yaitu Rumput pahit (*Paspalum sp*) dengan jumlah 281 dan jenis yang paling sedikit yaitu Harendong (*Clidemia sp*) dengan jumlah 1. Pada tegakan Mahoni, jenis tumbuhan bawah yang mendominasi yaitu Rumput Teki (*Cyperus sp*) dengan jumlah 167 dan jenis yang paling rendah yaitu Rorak (*Arachis sp*) dan Memerakan (*Themede sp*) dengan jumlah masing-masing 2.

Indeks Nilai Penting

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh data Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan bawah pada tegakan Mindi dan Mahoni yang disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Indeks Nilai Penting Tumbuhan Bawah pada Tegakan Mindi.

Nama Latin	Nama Lokal	K	KR (%)	F	FR (%)	INP
<i>Asystasia sp</i>	Ara sungsang	197,50	20,22	1,00	7,69	27,91
<i>Uruna sp</i>	Pungpulutan	68,33	7,00	1,00	7,69	14,69
<i>Mimosa sp</i>	Putri malu	53,33	5,46	1,00	7,69	13,15
<i>Sporobulus sp</i>	Rumput	134,17	13,74	0,67	5,13	18,87
<i>Stachytarpheta sp</i>	Ngadi renga	165,83	16,98	1,00	7,69	24,67
<i>Arachis sp</i>	Rorak	21,67	2,22	1,00	7,69	9,91
<i>Bidens sp</i>	Ketul	7,50	0,77	0,33	2,56	3,33
<i>Peuraria sp</i>	Rambanan	35,00	3,58	1,00	7,69	11,28
<i>Paspalum sp</i>	Rumput pahit	234,17	23,98	1,00	7,69	31,67
<i>Clidemia sp</i>	Harendong	0,83	0,09	0,33	2,56	2,65
<i>Eupatorium sp</i>	Glepangan	2,50	0,26	0,67	5,13	5,38
<i>Gleichenia sp</i>	Paku resam	5,00	0,51	0,33	2,56	3,08
<i>Eleusine sp</i>	Rumput belulang	28,33	2,90	0,33	2,56	5,47
<i>Ageratum sp</i>	Bandotan	2,50	0,26	0,33	2,56	2,82
<i>Crassocephalum sp</i>	Sintrong	1,67	0,17	0,33	2,56	2,73
<i>Phyllanthus sp</i>	Meniran	2,50	0,26	0,33	2,56	2,82
<i>Dicksonia sp</i>	Pakis kadal	2,50	0,26	0,33	2,56	2,82
<i>Plantago sp</i>	Keji beling	2,50	0,26	0,33	2,56	2,82
<i>Cyperus sp</i>	Rumput teki	19,17	1,96	0,33	2,56	4,53
<i>Lantana sp</i>	Telekan	11,67	1,19	0,33	2,56	3,76
<i>Euphorbia sp</i>	Patikan	3,33	0,34	0,33	2,56	2,91

<i>Borreria sp</i>	Kancing ungu	1,67	0,17	0,33	2,56	2,73
<i>Axonopus sp</i>	Jukut pahit	21,67	2,22	0,33	2,56	4,78

Tabel 4. Indeks Nilai Penting Tumbuhan Bawah pada Tegakan Mahoni.

Nama Latin	Nama Lokal	K	KR (%)	F	FR (%)	INP
<i>Stachytarpheta sp</i>	Ngadi renga	43,33	3,30	1,00	6,52	9,83
<i>Ageratum sp</i>	Bandotan	16,67	1,27	1,00	6,52	7,79
<i>Asystasia sp</i>	Ara sungsang	39,17	2,99	1,00	6,52	9,51
<i>Phyllanthus sp</i>	Meniran	10,00	0,76	1,00	6,52	7,28
<i>Portula sp</i>	Gendolak	92,50	7,05	1,00	6,52	13,57
<i>Cyperus sp</i>	Rumput teki	139,17	10,61	1,00	6,52	17,13
<i>Sporobulus sp</i>	Rumput	66,67	5,08	1,00	6,52	11,60
<i>Borreria sp</i>	Kancing ungu	35,83	2,73	0,33	2,17	4,91
<i>Lantana sp</i>	Telekan	16,67	1,27	0,33	2,17	3,44
<i>Eleusine sp</i>	Rumput belulang	110,83	8,45	1,00	6,52	14,97
<i>Peuraria sp</i>	Rambanan	84,17	6,42	1,00	6,52	12,94
<i>Themede sp</i>	Memerakan	1,67	0,13	0,33	2,17	2,30
<i>Bidens sp</i>	Ketul	6,67	0,51	0,67	4,35	4,86
<i>Mimosa sp</i>	Putri malu	48,33	3,68	0,67	4,35	8,03
<i>Paspalum sp</i>	Rumput pahit	35,83	2,73	0,33	2,17	4,91
<i>Colocasia sp</i>	Keladi	5,00	0,38	0,67	4,35	4,73
<i>Melastoma sp</i>	Senduduk	25,00	1,91	0,33	2,17	4,08
<i>Uruna sp</i>	Pungpulutan	55,83	4,26	0,67	4,35	8,60
<i>Euphorbia sp</i>	Patikan	34,17	2,60	0,67	4,35	6,95
<i>Dicksonia sp</i>	Pakis kadal	33,33	2,54	0,33	2,17	4,72
<i>Nephrolepis sp</i>	Pakis harupat	3,33	0,25	0,33	2,17	2,43
<i>Arachis sp</i>	Rorak	1,67	0,13	0,33	2,17	2,30
<i>Mikania sp</i>	Mikania	14,17	1,08	0,33	2,17	3,25

Dari Tabel 3 dan Tabel 4, jenis tumbuhan bawah yang memiliki kerapatan relatif paling rendah pada tegakan Mindi yaitu Harendong (*Clidemia sp*) sebesar 0,09% dan pada tegakan Mahoni adalah dan Rorak (*Arachis sp*) dan Memerakan (*Themede sp*) yaitu sebesar 0,13%. Kerapatan relatif yang tertinggi pada tegakan Mindi adalah Rumput pahit (*Paspalum sp*) sebesar 23,98 dan pada tegakan Mahoni adalah Rumput teki (*Cyperus sp*) sebesar 10,61%.

Jenis tumbuhan bawah yang mendominasi pada tegakan Mindi adalah Rumput pahit (*Paspalum sp*) dengan indeks nilai penting (INP) sebesar 31,67 dan pada tegakan Mahoni adalah Rumput teki (*Cyperus sp*) dengan indeks nilai penting (INP) sebesar 17,13. Hal ini menunjukkan bahwa jenis

tumbuhan bawah ini lebih banyak ditemukan dan sering ditemukan pada petak contoh.

Indeks Keanekaragaman dan Indeks Keseragaman

Pada lokasi penelitian diperoleh Indeks Keanekaragaman (H') sebesar 2,29 pada tegakan Mindi dan pada tegakan Mahoni sebesar 2,73. Hal ini menunjukkan jumlah jenis diantara jumlah total individu seluruh jenis yang ada termasuk dalam kategori sedang. Menurut Mason (1980), jika nilai Indeks Keanekaragaman lebih kecil dari 1 berarti keanekaragaman jenis rendah, jika diantara 1-3 berarti keanekaragaman jenis sedang, jika lebih besar dari 3 berarti keanekaragaman jenis tinggi.

Indeks Keseragaman (E) tumbuhan bawah pada tegakan Mindi diperoleh 0,73 dan pada tegakan Mahoni sebesar 0,87. Nilai tersebut menunjukkan nilai keseragaman tumbuhan bawah termasuk dalam kategori tinggi. Krebs (1985) menyatakan bahwa Indeks Keseragaman rendah $0 < E < 0,5$ dan keseragaman tinggi apabila $0,5 < E < 1$.

Kadar Air

Berdasarkan jenis tegakan, kadar air tumbuhan bawah bervariasi. Dilihat dari jenis tegakannya, kadar air yang paling besar terdapat pada tumbuhan bawah pada tegakan Mahoni sebesar 313,34% sedangkan kadar air yang lebih kecil yaitu pada tegakan Mindi

sebesar 292,56%. Hal ini dikarenakan jenis tumbuhan bawah yang berbeda pada kedua tegakan, sehingga kadar air yang berbeda dari setiap jenis tumbuhan berpengaruh terhadap kadar air tumbuhan bawah pada kedua tegakan tersebut.

Kadar air tumbuhan merupakan perbandingan berat air yang terkandung pada tumbuhan dengan berat kering tumbuhan tersebut. Berdasarkan data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa kandungan air pada tumbuhan bawah ± 3 kali lipat berat keringnya.

Berdasarkan hasil laboratorium diperoleh kadar air tumbuhan bawah pada kedua tegakan yang disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Kadar Air (%) Tumbuhan Bawah pada tegakan Mindi dan Mahoni.

No	No Plot	KA tumbuhan bawah pada tegakan Mindi	KA tumbuhan bawah pada tegakan Mahoni
1	I	305,30	296,19
2	II	273,98	314,33
3	III	298,40	329,49
Rata-rata		292,56	313,34

Biomassa Tumbuhan Bawah

Rata-rata biomassa tumbuhan bawah dari seluruh petak contoh pada kedua tegakan sebesar 4,23 ton/ha. Bila dibandingkan biomassa tumbuhan bawah pada kedua tegakan, rata-rata biomassa yang paling tinggi terdapat pada tegakan Mindi yaitu sebesar 6,15 ton/ha dan paling rendah pada tegakan Mahoni sebesar 2,42 ton/ha. Perbedaan besar nilai biomassa tumbuhan bawah pada kedua tegakan sebesar 3,73 ton/ha. Perbedaan biomassa tumbuhan bawah yang besar pada kedua tegakan diakibatkan karena lebih banyaknya tumbuhan bawah yang terdapat pada tegakan mindi.

Hal ini dikarenakan tutupan tajuk yang luas pada tegakan Mahoni sehingga rendahnya intensitas cahaya matahari yang sampai ke permukaan tanah. Ini mengakibatkan pertumbuhan tumbuhan bawah terhambat.

Penyerapan karbon yang terjadipun semakin sedikit karena fotosintesis yang terjadipun semakin sedikit. Banyaknya serasah yang terdapat pada tegakan Mahoni seperti daun-daunan juga mengganggu pertumbuhan tumbuhan bawah yang terdapat di bawah tegakan yang membuat jumlah tumbuhan bawah yang terdapat pada tegakan Mahoni lebih sedikit daripada tegakan Mindi.

Tingginya kadar air tumbuhan bawah pada tegakan Mahoni mengakibatkan biomasanya semakin rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Haygreen dan Bowyer (1982) yang menyatakan bahwa kadar air bertolak belakang dengan biomassa. Semakin tinggi kadar air suatu tanaman, tumbuhan atau tegakan maka biomassa semakin rendah.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan diperoleh biomassa tumbuhan bawah pada kedua tegakan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Biomassa (ton/ha) Tumbuhan Bawah pada tegakan Mindi dan Mahoni.

Tumbuhan Bawah pada Tegakan	Plot	Biomassa (ton/ha)
Mindi	I	5,89
	II	6,51
	III	6,06
	Rata-rata	6,15
Mahoni	I	2,47
	II	2,43
	III	2,37
	Rata-rata	2,42
Rata-rata		4,23

Karbon Tumbuhan Bawah

Rata-rata karbon tumbuhan bawah pada tegakan Mindi (1,59 ton/ha) lebih besar dibandingkan dengan tumbuhan bawah pada tegakan Mahoni (0,57 ton/ha). Hal ini dipengaruhi oleh biomassa tumbuhan bawah pada tegakan Mindi lebih besar dari tumbuhan bawah pada tegakan Mahoni. Disamping itu jumlah tumbuhan bawah pada tegakan Mindi lebih besar dibandingkan pada tegakan Mahoni. Sehingga kandungan biomasnya juga lebih besar dibandingkan tumbuhan bawah pada tegakan Mahoni. Besarnya kandungan karbon tumbuhan bawah pada

tegakan Mindi lebih kecil dibandingkan karbon tumbuhan bawah pada tegakan Eukaliptus (*Eukalyptus hybrid*) yang sebesar 6,85 ton/ha (Situmorang, 2011).

Berdasarkan Tabel 7, rata-rata kandungan karbon tumbuhan bawah pada tegakan Mindi dan Mahoni di Arboretum USU sebesar 1,08 ton/ha. Nilai ini dapat menambah besarnya simpanan karbon yang tersimpan di dalam hutan.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan diperoleh kandungan karbon tumbuhan bawah pada kedua tegakan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Karbon (ton/ha) Tumbuhan Bawah pada tegakan Mindi dan Mahoni.

	Plot			Rata-Rata
	I	II	III	
Karbon tumbuhan bawah pada Tegakan Mindi (ton/ha)	1,48	1,68	1,61	1,59
Karbon tumbuhan bawah pada Tegakan Mahoni (ton/ha)	0,58	0,56	0,57	0,57
Rata-rata				1,08

Jenis tegakan berpengaruh nyata terhadap serapan karbon tumbuhan bawah. Hal ini terbukti dari nilai Signifikansinya dari hasil uji *Independent Sample T Test* pada Tabel 8, sebesar 0,000489 ($P < 0,05$) pada selang kepercayaan 95%. Nilai signifikansi dibawah 0,05 menunjukkan bahwa jenis tegakan berpengaruh nyata terhadap kadar karbon tumbuhan bawahnya.

Berdasarkan Tabel 8, dapat diketahui bahwa kadar karbon yang dihasilkan pada kedua tegakan berbeda. Beda rata-rata karbon pada kedua tegakan yang diuji yaitu sebesar 1,02 ton/ha.

Hasil uji *Independent Sample T Test* kadar karbon tumbuhan bawah pada tegakan Mindi dan Mahoni disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji *Independent Sample T-Test* Karbon Tumbuhan Bawah pada Tegakan Mindi dan Mahoni

		<i>Levene's Test for Equality of Variances</i>	<i>t-test for Equality of Means</i>
		<i>Sig.</i>	<i>Mean Difference</i>
Kadar Karbon	<i>Equal variances assumed</i>	0,000489	1,02007
	<i>Equal variances not assumed</i>		1,02007

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Jenis tumbuhan bawah yang ditemukan pada Arboretum USU ada 29 jenis, 23 jenis ditemukan pada tegakan Mindi dan pada tegakan Mahoni juga ditemukan 23 jenis dengan beberapa jenis yang berbeda.
2. Jenis tumbuhan bawah yang mendominasi pada tegakan Mindi adalah Rumpun pahit (*Paspalum sp*) dengan indeks nilai penting (INP) sebesar 31,67 dan yang terendah adalah Harendong (*Clidemia sp*) dengan INP 2,64.
3. Jenis tumbuhan bawah yang mendominasi pada tegakan Mahoni adalah Rumpun Teki (*Axonopus sp*) dengan INP 17,13 dan yang terendah adalah Memerakan (*Themeda sp*) dan Rorak (*Arachis sp*) dengan indeks nilai penting (INP) sebesar 2,3.
4. Rata-rata karbon tersimpan pada tumbuhan bawah pada tegakan Mindi (*Melia azedarach*) dan Mahoni (*Swietenia macrophylla*) sebesar 1,08 ton/ha dimana pada tegakan Mindi (*Melia azedarach*) sebesar 1,59 ton/ha dan pada tegakan Mahoni (*Swietenia macrophylla*) sebesar 0,57 ton/ha.

Saran

1. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk menghitung besarnya kandungan karbon tumbuhan bawah pada jenis tegakan yang lain.
2. Perlu adanya penelitian untuk menghitung kandungan karbon dari setiap jenis tumbuhan bawah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H. 2008. *Global Warming*. Nuansa. Bandung.
- Australian Greenhouse Office. 1999. *National Carbon Accounting System, Methods for Estimating Woody Biomass*. Technical Report No. 3, Commonwealth of Australia. Australia.
- Citrosupomo, Gembong. 1991. *Taksonomi Tumbuhan (spermatophyta)*. UGM press. Yogyakarta.
- Departemen Kehutanan RI. 2007. *Kesatuan Pengelolaan Hutan dan Perubahan Iklim Global*. <http://www.dephut.go.id>. [18 Maret 2014].
- FWI/GFW. 2001. *Keadaan Hutan Indonesia*. Bogor, Indonesia: Forest Watch Indonesia dan Washington D.C.: Global Forest Watch.
- Hafild & Aniger. 2004. *Lingkungan Hidup di Hutan Hujan Tropika*. Cet 1. Jakarta: Penerbit Sinar Harapan.
- Hairiah K dan Rahayu S. 2007. *Pengukuran 'Karbon Tersimpan' di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia. 77 p.
- Hairiah, K. dan Rahayu S. 2011. *Pengukuran Cadangan Karbon: Dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan*. World Agroforestry Centre. Bogor.
- Hilwan, I. Dadan M. dan Weda P. 2013. *Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bawah pada Tegakan Sengon Buto (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb.) dan Trembesi (*Samanea saman* Merr.) di Lahan Pasca Tambang Batubara PT Kitadin, Embalut, Kutai Kartanagara, Kalimantan Timur*. IPB. Bogor.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecology: the Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Third Edition. New York: Harper & Row Publishers Inc, p. 106.
- Lasco RD, Lales JS, Guillermo IQ and Arnuevo T. 1999. *CO2 Absorption Study of the Leyte Geothermal Forest Reserve. Final report of a study conducted for the Philippine National Oil Company (PNOC)*. UPLB Foundation, Inc. Los Banos.
- McDieken, KG. 2004. *A Guide to Monitoring Carbon Strong In Forstry on Agroforestry Projec*. Wirock International Institut for Agricultural Development. Alington USA.
- Manan, S. 2003. *Pengaruh Hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Osamu, K. dan Saka S. 2008. *Buku Panduan Biomassa*. The Japan Institute of Energy. Japan.
- Siregar, C.A. 2007. *Potensi Serapan Karbon di Taman Nasional Gede Pangrango, Cibodas, Jawa Barat*. Info Hutan IV (3): 233-244. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Soerianegara I dan A Indrawan. 2008. *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor. Laboratorium Ekologi Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.