

## Biomassa dan Cadangan Karbon Tiga Jenis Tumbuhan Herba (*Cyclosorus interruptus*, *Nephrolepis biserrata*, dan *Digitaria didactyla*) pada Periode Penyiangan Berbeda

Eni Susanti<sup>1</sup>, Karyati<sup>2</sup>, Muhammad Syafrudin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PT Hanurata Unit Kalimantan Timur, Site Manubar

<sup>2</sup>Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119 Telp. (0541) 735089, 749068 Fax. 735379

Email: enisusanti618@gmail.com ; karyati@fahutan.unmul.ac.id

Artikel diterima : 7 April 2020. Revisi diterima : 20 April 2021.

### ABSTRACT

The weeding duration influences the biomass and carbon content of herbaceous species. The objective of this study was to analyze the biomass and carbon content of three herbaceous species (*Cyclosorus interruptus*, *Nephrolepis biserrata*, and *Digitaria didactyla*) in terms of different weeding durations. The biomass of *Cyclosorus interruptus* that weeded for 2, 3, and 4 weeks were 26.50 grams, 35.50 grams, and 27.00 grams in a study plot sized 12 m<sup>2</sup>. *Nephrolepis biserrata* had biomass of 15.38 grams (weeding period of 2 weeks), 15.28 grams (weeding period of 3 weeks), and 19.90 grams (weeding period of 4 weeks). The biomass content of *Digitaria didactyla* were 76.67 grams, 74.00 grams, and 190.00 grams for weeding periods 2, 3, and 4 weeks, respectively. The carbon content of *Cyclosorus interruptus* with weeding periods of 2, 3, and 4 weeks were 0.062 tons/ha, 0.056 tons/ha, and 0.032 tons/ha, respectively. *Nephrolepis biserrata* had carbon contents of 0.067 tons/ha, 0.051 tons/ha, and 0.050 tons/ha in weeding periods 2, 3, and 4 weeks. *Digitaria didactyla* with the highest carbon content was weeded every 4 weeks (0.223 tons/ha), compared to weeding periods of 2 weeks (0.180 tons/ha) and 3 weeks (0.116 tons/ha).

**Key words :** Biomass, Carbon, Herbaceous, *Cyclosorus interruptus*, *Nephrolepis biserrata*, *Digitaria didactyla*

### ABSTRAK

Periode penyiangan mempengaruhi biomassa dan cadangan karbon tumbuhan herba. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa biomassa dan kandungan karbon dari tiga jenis tumbuhan herba (*Cyclosorus interruptus*, *Nephrolepis biserrata*, dan *Digitaria didactyla*) berdasarkan periode penyiangan berbeda. Biomassa *Cyclosorus interruptus* yang mendapat perlakuan periode penyiangan 2, 3, dan 4 minggu berturut-turut sebesar 26,50 gram, 35,50 gram, dan 27,00 gram pada plot berukuran 12 m<sup>2</sup>. *Nephrolepis biserrata* mempunyai biomassa sebesar 15,38 gram (periode penyiangan 2 minggu), 15,28 gram (periode penyiangan 3 minggu), dan 19,90 gram (periode penyiangan 4 minggu). Kandungan biomassa *Digitaria didactyla* adalah 76,67 gram, 74,00 gram, dan 190 gram masing-masing pada periode penyiangan 2, 3, dan 4 minggu. Kandungan karbon *Cyclosorus interruptus* pada periode penyiangan 2, 3, dan 4 minggu masing-masing sebesar 0,062 ton/ha, 0,056 ton/ha, dan 0,032 ton/ha. *Nephrolepis biserrata* memiliki kandungan karbon sebesar 0,067 ton/ha, 0,051 ton/ha, dan 0,050 ton/ha pada periode penyiangan 2, 3, dan 4 minggu. *Digitaria didactyla* dengan kandungan karbon tertinggi diberikan perlakuan penyiangan 4 minggu (0,223 ton/ha), dibandingkan periode penyiangan 2 minggu (0,180 ton/ha) dan 3 minggu (0,116 ton/ha).

**Kata kunci :** Biomassa, Karbon, Tumbuhan bawah, *Cyclosorus interruptus*, *Nephrolepis biserrata*, *Digitaria didactyla*

### PENDAHULUAN

Tumbuhan bawah yang selama ini dianggap sebagai gulma yang perlu dikendalikan, ternyata memiliki banyak manfaat bagi masyarakat lokal antara lain dimanfaatkan untuk pakan ternak, obat herbal, dan bahan kuliner (Firison, dkk., 2018). Tumbuhan bawah juga berperan penting dalam ekosistem hutan dan menentukan iklim mikro (Yuanita, dkk., 2012). Berkaitan dengan hutan, tumbuhan memiliki peranan yang sangat penting dalam penyerapan dan penyimpanan karbon sebagai

biomassa melalui mekanisme sekuestrasi (Hairiah dan Rahayu, 2007). Jenis tumbuhan herba menunjukkan pertumbuhan yang subur di padang rumput dibandingkan dengan strata lain dengan kerapatan pohon yang tinggi sebagaimana ditunjukkan juga dengan karbon biomassa (Ashraf, dkk., 2017). Tumbuhan herba memiliki potensi untuk menyerap CO<sub>2</sub> dalam jumlah yang cukup dari atmosfer sehingga berkontribusi untuk mengurangi efek pemanasan global di tingkat lokal (Audu, dkk., 2018).

Menurut Purwitasari (2011), salah satu peranan hutan adalah menyerap karbon dioksida yang ada di atmosfer dalam proses fotosintesis, dimana karbon dioksida di atmosfer diikat dan diubah menjadi bentuk energi (gugus gula) yang bermanfaat bagi kehidupan. Sebagian besar energi ini disimpan oleh tumbuhan dalam bentuk biomassa. Karbon atau zat arang merupakan unsur kimia yang mempunyai simbol C, nomor atom 6 dan massa relatif 12 (Manuri, dkk., 2011). Cadangan karbon adalah kandungan karbon tersimpan, baik pada permukaan tanah sebagai biomassa tanaman, sisa tanaman yang sudah mati (nekromassa), maupun dalam tanah sebagai bahan organik tanah (Hairiah dan Rahayu, 2007). Kandungan karbon tersimpan dalam lahan dapat dihitung melalui jumlah biomassa yang terdapat pada vegetasi dalam lahan tersebut. Secara keseluruhan, 50% dari karbon hutan diantaranya tersimpan dalam vegetasi hutan (Sutaryo, 2009). Jumlah cadangan C tumbuhan bawah herba lebih besar dibandingkan tumbuhan berkayu. Cadangan C seluruh komponen pada areal yang landai lebih besar dibandingkan areal agak curam (Hartati, dkk., 2021).

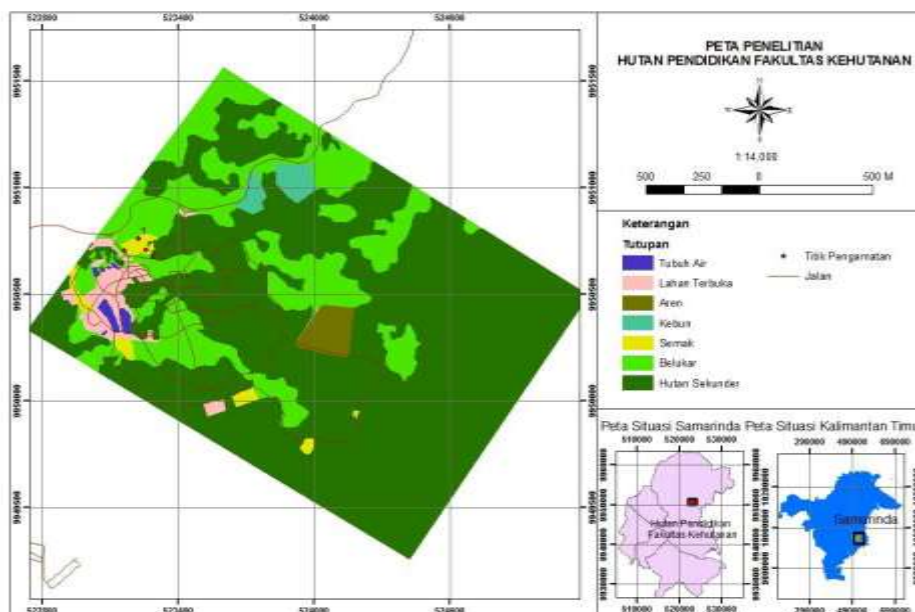
Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Untuk Pendidikan dan Pelatihan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman mempunyai potensi keragaman jenis, diantaranya kekayaan jenis yang berlimpah adalah tumbuhan bawahnya. Tumbuhan bawah yang termasuk dalam famili Asteraceae dan

Euphorbiaceae merupakan jenis-jenis yang paling banyak dijumpai di KHDTK Pendidikan dan Pelatihan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Sebanyak 21 jenis dari 19 genus dari famili Asteraceae telah dicatat di lokasi ini (Karyati dan Adhi, 2015). Beberapa penelitian tentang cadangan karbon dan biomassa tumbuhan bawah telah dilakukan oleh Ariani, dkk. (2014), Sihaloho (2014), Yuanita, dkk. (2015), Siallagan (2016), Mia, dkk. (2016), Sunaryanto, dkk. (2016), dan Valentino, dkk. (2016). Namun penelitian tentang biomassa dan kandungan karbon jenis-jenis tumbuhan herba masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui biomassa dan kandungan karbon tiga jenis tumbuhan herba (*Cyclosorus interruptus*, *Nephrolepis biserrata*, dan *Digitaria didactyla*) berdasarkan lama penyiangan yang berbeda.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di KHDTK Pendidikan dan Pelatihan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Lempake, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Peta lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1. Penelitian ini dilakukan selama 8 bulan dimulai pada bulan Februari hingga Oktober 2018.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian di KHDTK Pendidikan dan Pelatihan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

### Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tumbuhan *Cyclosorus interruptus*,

*Nephrolepis biserrata*, dan *Digitaria didactyla* (Gambar 2). Beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Parang, digunakan untuk merintis, membuat jalan dan plot.
2. Meteran, untuk mengukur luas plot.
3. Tongkat/ajir untuk mengikat tali sebagai penanda batas plot.
4. Tali rafia, untuk memberi batasan tiap ulangan.
5. Pita pembatas, untuk membuat batas tepi plot.
6. Gunting tanaman, untuk memotong sampel tumbuhan.
7. Kantong plastik digunakan untuk wadah sampel tumbuhan, agar mudah dalam pengangkutan.
8. Timbangan, digunakan untuk menimbang sampel tumbuhan.
9. Kertas koran, untuk membungkus masing-masing sampel sebelum dimasukkan ke dalam oven.
10. Oven, untuk mengeringkan sampel tumbuhan yang telah diambil di lapangan.
11. Kamera, untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian.

## Prosedur Penelitian

### Pembuatan plot penelitian

Plot penelitian dibuat dengan bentuk persegi panjang berukuran 6 m × 6 m yang didalamnya dibuat kuadran masing-masing 2 m × 2 m sebanyak 9 buah. Perlakuan penyiangan yang digunakan sebanyak tiga (3) periode penyiangan, yaitu 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu dengan 3 ulangan pada masing-masing perlakuan. Pengeringan sampel dilakukan di Laboratorium Pengawetan Kayu, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman.

Plot penelitian jenis *Cyclosorus interruptus* terletak pada titik koordinat X: 523159 koordinat Y: 9950704, jenis *Nephrolepis biserrata* terletak pada koordinat X: 523255 koordinat Y: 9950707, dan jenis *Digitaria didactyla* terletak pada koordinat X: 523225 koordinat Y: 9950759.



**Gambar 2.** Tiga jenis tumbuhan herba yang diteliti (a) *Cyclosorus interruptus*, (b) *Nephrolepis biserrata*, dan (c) *Digitaria didactyla*.

### Pengambilan sampel biomassa

Prosedur pengambilan biomassa adalah (Hairiah, dkk., 2011) :

1. Menghitung jumlah individu semua jenis tumbuhan bawah yang terdapat di dalam plot penelitian.
2. Mengukur tinggi maksimum dan minimum dari setiap kuadran semua jenis.
3. Memotong semua tumbuhan bawah yang terdapat di dalam kuadran.
4. Menimbang dan mencatat total berat basah tumbuhan pada tiap kuadran ke dalam lembar pengamatan.
5. Memasukkan sampel ke dalam kantong plastik yang telah diberi label sesuai dengan kode kuadrannya.
6. Memasukkan semua kantong plastik yang berisi sampel ke dalam karung/ kantong plastik besar untuk memudahkan proses pemindahan dan pengangkutan ke laboratorium.
7. Mengambil sub contoh tumbuhan dari masing-masing biomassa daun dan batang sekitar 100-300 gram. Bila biomassa contoh yang

didapatkan hanya sedikit (<100 gram), maka semuanya ditimbang dan dijadikan sebagai sub-contoh.

8. Mengeringkan sub contoh biomassa tumbuhan yang telah diambil dalam oven sampai berat konstan pada suhu 80°C selama 48 jam.
9. Menimbang berat keringnya dan mencatat dalam lembar pengamatan.

### Analisis Data

Biomassa tumbuhan herba dihitung dengan menggunakan rumus (Hairiah dan Rahayu, 2007):

$$\text{Total BK} = (\text{BK subcontoh}/\text{BB subcontoh}) \times \text{Total BB}$$

Keterangan : Total BK = total berat kering (g), BK subcontoh = berat kering subcontoh (g), BB subcontoh = berat basah subcontoh (g), dan Total BB = Total berat basah (g).

Cadangan karbon dihitung dengan menggunakan rumus (BSN, 2011):

$$\text{Cadangan karbon} = \text{Berat kering tumbuhan} \times 0,47$$

Rumus untuk mengkonversi satuan jumlah kandungan karbon dari gram (g) ke ton, digunakan rumus yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) (2011) yaitu:

$$C_n = (C_x/1000) \times (10000/I_{plot})$$

Keterangan :  $C_n$  = jumlah cadangan karbon (ton),  $C_x$  = jumlah cadangan karbon (g), dan  $I_{plot}$  = luas masing-masing plot.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Biomassa dan Cadangan Karbon Tumbuhan Bawah

Jumlah biomassa dan karbon tiga jenis tumbuhan bawah yaitu dua jenis pakis (*Cyclosorus interruptus* dan *Nephrolepis biserrata*) dan rumput serangon (*Digitaria didactyla*) berdasarkan periode penyiangan berbeda ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Biomassa dan karbon tiga jenis tumbuhan herba berbeda

| Perlakuan (minggu) | Pengambilan sampel ke- | Minggu ke- | <i>Cyclosorus interruptus</i> |            | <i>Nephrolepis biserrata</i> |            | <i>Digitaria didactyla</i> |            |
|--------------------|------------------------|------------|-------------------------------|------------|------------------------------|------------|----------------------------|------------|
|                    |                        |            | Biomassa (g)                  | Karbon (g) | Biomassa (g)                 | Karbon (g) | Biomassa (g)               | Karbon (g) |
| 2                  | 0                      | 0          | 2399,87                       | 1127,94    | 2261,84                      | 1063,07    | 2425,35                    | 1139,91    |
|                    | 1                      | 2          | 19                            | 8,93       | 0                            | 0          | 74                         | 34,78      |
|                    | 2                      | 4          | 35                            | 16,45      | 8                            | 3,76       | 102                        | 47,94      |
|                    | 3                      | 6          | 29                            | 13,63      | 69                           | 32,43      | 63                         | 29,61      |
|                    | 4                      | 8          | 14                            | 6,58       | 33                           | 15,51      | 84                         | 39,48      |
|                    | 5                      | 10         | 49                            | 23,03      | 31                           | 14,57      | 69                         | 32,43      |
|                    | 6                      | 12         | 13                            | 6,11       | 29                           | 13,63      | 68                         | 31,96      |
|                    | Total                  |            | 159                           | 74,73      | 170                          | 79,9       | 460                        | 216,20     |
|                    | Rata-rata              |            | 26,50                         | 12,46      | 34                           | 15,98      | 76,67                      | 36,03      |
| 3                  | 0                      | 0          | 3278,99                       | 1541,13    | 745,31                       | 350,30     | 3014,24                    | 1416,69    |
|                    | 1                      | 3          | 65                            | 30,55      | 17                           | 7,99       | 130                        | 61,10      |
|                    | 2                      | 6          | 43                            | 20,21      | 41                           | 19,27      | 62                         | 29,14      |
|                    | 3                      | 9          | 14                            | 6,58       | 38                           | 17,86      | 52                         | 24,44      |
|                    | 4                      | 12         | 20                            | 9,4        | 34                           | 15,98      | 52                         | 24,44      |
|                    |                        | Total      |                               | 142        | 66,74                        | 130        | 61,1                       | 296        |
|                    | Rata-rata              |            | 35,50                         | 16,69      | 32,50                        | 15,28      | 74,00                      | 34,78      |
| 4                  | 0                      | 0          | 3462,17                       | 1627,22    | 2876,71                      | 1352,05    | 2270,32                    | 1067,05    |
|                    | 1                      | 4          | 22                            | 10,34      | 39                           | 18,33      | 225                        | 105,75     |
|                    | 2                      | 8          | 37                            | 17,39      | 41                           | 19,27      | 176                        | 82,72      |
|                    | 3                      | 12         | 22                            | 10,34      | 47                           | 22,09      | 169                        | 79,43      |
|                    |                        | Total      |                               | 81         | 38,07                        | 127        | 59,69                      | 570        |
|                    | Rata-rata              |            | 27,00                         | 12,69      | 42,33                        | 19,90      | 190,00                     | 89,30      |

Keterangan : Nilai biomassa dan karbon dari ketiga jenis tumbuhan herba di atas diperoleh dari akumulasi 3 kuadran yang masing-masing berukuran 2 m × 2 m.

Jenis *Cyclosorus interruptus* pada perlakuan 2 minggu jumlah biomassa sebanyak 159 gram dengan jumlah karbon 74,73 gram, pada perlakuan 3 minggu sebesar 142 gram dengan jumlah karbon 66,74 gram dan biomassa serta karbon pada perlakuan 4 minggu berjumlah 81 gram dan 38,07 gram. Jenis *Nephrolepis biserrata* pada perlakuan 2 minggu memiliki jumlah biomassa sebesar 170 gram dengan jumlah karbon 79,90 gram. Jumlah biomassa pada perlakuan 3 minggu sebesar 130 gram dengan jumlah karbon 61,10 gram, dan pada perlakuan 4 minggu jumlah biomassanya sebesar 127 gram dengan jumlah karbon sebesar 59,69 gram. Adapun untuk jenis *Digitaria didactyla*, pada perlakuan 2 minggu jumlah biomassanya 460 gram dengan jumlah karbon sebesar 216,20 gram. Jumlah biomassa pada perlakuan 3 minggu sebesar 296 gram dengan karbon sebesar 139,12 gram, dan pada perlakuan 4 jumlah biomassanya sebesar 570 gram

dengan jumlah karbon 267,90 gram. Jumlah biomassa dan karbon terbesar diantara tiga jenis yang diteliti adalah *Digitaria didactyla*.

Hasil menunjukkan semakin lama penyiangan, jumlah biomassa dan kandungan karbon cenderung berkurang. Hal ini ditunjukkan dua jenis pakis yang diteliti yaitu *Cyclosorus interruptus* dan *Nephrolepis biserrata*. Jumlah biomassa dan karbon *Digitaria didactyla* berdasarkan lama penyiangan menunjukkan nilai yang berfluktuasi. Faktor yang diduga mempengaruhi jumlah biomassa dan karbon bukan hanya frekuensi ataupun lama waktu penyiangan, tetapi juga dipengaruhi oleh kecepatan pertumbuhan masing-masing jenis, kondisi tumbuhan itu sendiri (besar kecil dan tinggi rendahnya tumbuhan), dan kemampuan penyerapan karbon.

Biomassa hutan memberikan estimasi penyimpanan karbon dalam vegetasi hutan. Nilai

karbon tersimpan menyatakan banyaknya karbon yang mampu diserap oleh tumbuhan dalam bentuk biomassa. Hairiah dan Rahayu (2007) menyatakan bahwa jumlah karbon yang tersimpan antar lahan berbeda-beda, tergantung pada keragaman dan kerapatan tumbuhan yang ada, jenis tanah, serta cara

pengelolaannya. Rekapitulasi kandungan karbon dari tiga jenis tumbuhan herba yaitu *Cyclosorus interruptus*, *Nephrolepis biserrata* dan *Digitaria didactyla* berdasarkan lama penyiangan berbeda ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Rekapitulasi cadangan karbon pada tiga jenis tumbuhan herba berdasarkan periode penyiangan berbeda

| Jenis                         | Lama penyiangan (minggu) | Cadangan karbon            |  |                                |                |                 |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------|-----------------|
|                               |                          | Jumlah awal penelitian (g) | Jumlah akhir penelitian (g/12 m <sup>2</sup> ) | Jumlah (kg/12 m <sup>2</sup> ) | Jumlah (kg/ha) | Jumlah (ton/ha) |
| <i>Cyclosorus interruptus</i> | 2                        | 1127,94                    | 74,73  | 0,075                          | 62,25          | 0,06            |
|                               | 3                        | 1541,13                    | 66,74  | 0,067                          | 55,59          | 0,06            |
|                               | 4                        | 1627,22                    | 38,70  | 0,039                          | 32,24          | 0,03            |
|                               | Total                    |                            | 180,17   | 0,180                          | 150,08         | 0,15            |
| <i>Nephrolepis biserrata</i>  | 2                        | 1063,07                    | 79,90  | 0,080                          | 66,56          | 0,07            |
|                               | 3                        | 350,30                     | 61,10  | 0,061                          | 50,90          | 0,05            |
|                               | 4                        | 1352,05                    | 59,69  | 0,060                          | 49,72          | 0,05            |
|                               | Total                    |                            | 200,69   | 0,201                          | 167,17         | 0,17            |
| <i>Digitaria didactyla</i>    | 2                        | 1139,91                    | 216,20   | 0,216                          | 180,09         | 0,18            |
|                               | 3                        | 1416,69                    | 139,12   | 0,139                          | 115,89         | 0,12            |
|                               | 4                        | 1067,05                    | 267,90   | 0,268                          | 223,16         | 0,22            |
|                               | Total                    |                            | 623,22   | 0,623                          | 519,14         | 0,52            |

Keterangan : Durasi pengamatan selama 12 bulan.

Kandungan karbon *Cyclosorus interruptus* pada perlakuan periode penyiangan 2, 3, dan 4 minggu berturut-turut sebesar 0,06 ton/ha, 0,06 ton/ha, dan 0,03 ton/ha. Total kandungan karbon dari jenis ini sebesar 0,15 ton/ha. Jenis *Nephrolepis biserrata* pada perlakuan 2 minggu mempunyai kandungan karbon 0,07 ton/ha, 3 minggu sebesar 0,05 ton/ha dan perlakuan 4 minggu sebesar 0,05 ton/ha. Total kandungan karbon jenis *Nephrolepis biserrata* 0,17 ton/ha. Kandungan karbon dari jenis *Digitaria didactyla* pada perlakuan 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu masing-masing berjumlah 0,18 ton/ha, 0,12 ton/ha, dan 0,22 ton/ha. Jenis *Digitaria didactyla* memiliki total kandungan karbon sebesar 0,52 ton/ha. Jenis yang memiliki kandungan karbon

paling besar adalah jenis *Digitaria didactyla* dengan jumlah total kandungan karbon 0,52 ton/ha.

Yamani (2013) melaporkan jumlah kandungan karbon pada tumbuhan bawah sebesar 0,0031 kg/m<sup>2</sup> (0,031 ton/ha), sedangkan Yuanita, dkk. (2012) mendapatkan karbon tumbuhan bawah sebanyak 13,81 ton/ha. Ariani, dkk. (2014) menyatakan biomassa dan karbon tumbuhan bawah di sekitar Danau Tambing pada Kawasan Taman Nasional Lore Lindu pada arah Utara sebesar 0,5292 ton/ha, arah Barat sebesar 0,441 ton/ha, arah Timur sebesar 0,1377 ton/ha, dan pada arah Selatan sebesar 0,1261 ton/ha. Cadangan karbon tumbuhan bawah dari jenis serta lokasi penelitian disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Cadangan karbon beberapa penutupan lahan dan tumbuhan bawah

| No. | Lokasi/Jenis tutupan lahan                               | Obyek yang diteliti                              | Cadangan karbon | Sumber           |
|-----|--|--|-----------------|------------------|
| 1   | Perum Perhutani Unit II<br>Jatim/Lahan pasca terbakar    | Tingkat semai pada lahan pasca kebakaran         | 0,3435 ton/ha   | Irawan (2009)    |
|     |  | Tingkat semai pada lahan tidak terbakar          | 0,6166 ton/ha   |                  |
| 2   | Hutan Pendidikan Mandiangin Fahutan Unlam/Hutan sekunder | Tingkat semai dan tumbuhan bawah                 | 0,031 ton/ha)   | Yamani (2013)    |
| 3   | Arboretum USU/Tumbuhan bawah                             | Tingkat semai                                    | 1,08 ton/ha     | Sihaloho (2014)  |
| 4   | Taman Raya/Tumbuhan bawah                                | Hutan Tingkat semai/tumbuhan bawah daerah landai | 93,09 kg/ha     | Siallagan (2016) |

| No. | Lokasi/Jenis tutupan lahan                             | Obyek yang diteliti  | Cadangan karbon  | Sumber                  |
|-----|--|--|--|-------------------------|
|     |  | Tingkat semai/tumbuhan bawah daerah curam  | 83,84 kg/ha  |                         |
| 5   | Hutan Pendidikan Fahutan Unmul (HPFU)                  | <i>Sphagneticola trilobata</i><br>- Penyiangan 3 minggu<br>- Penyiangan 4 minggu<br>- Penyiangan 5 minggu<br><i>Mikania micrantha</i><br>- Penyiangan 3 minggu<br>- Penyiangan 4 minggu<br>- Penyiangan 5 minggu<br><i>Eupatorium odoratum</i><br>- Penyiangan 3 minggu<br>- Penyiangan 4 minggu<br>- Penyiangan 5 minggu    | 1,056 ton/ha/thn<br>2,199 ton/ha/thn<br>3,583 ton/ha/thn<br>5,339 ton/ha/thn<br>5,836 ton/ha/thn<br>4,307 ton/ha/thn<br>7,299 ton/ha/thn<br>8,151 ton/ha/thn<br>4,103 ton/ha/thn | Valentino, dkk. (2016)  |
| 6   | Hutan Pendidikan Fahutan Unmul (HPFU)                  | Tumbuhan bawah di hutan sekunder<br>Tumbuhan bawah di hutan bambu<br>Tumbuhan bawah di lahan terbuka   | 0,630 ton/ha<br>0,423 ton/ha<br>1,389 ton/ha   | Sunaryanto, dkk. (2016) |
| 7   | Hutan Pendidikan Fahutan Unmul (HPFU)                  | <i>Imperata cylindrica</i><br>- Penyiangan 3 minggu<br>- Penyiangan 4 minggu<br>- Penyiangan 5 minggu<br><i>Phaspalum conjugatum</i><br>- Penyiangan 3 minggu<br>- Penyiangan 4 minggu<br>- Penyiangan 5 minggu  | 2,138 ton/ha<br>5,517 ton/ha<br>4,229 ton/ha<br>3,328 ton/ha<br>4,038 ton/ha<br>6,415 ton/ha   | Mia, dkk. (2016)        |
| 8   | Hutan Pendidikan Fahutan Unmul (HPFU)                  | Tumbuhan bawah herba<br>- Kemiringan landai<br>- Kemiringan agak curam<br>Tumbuhan bawah berkayu<br>- Kemiringan landau<br>- Kemiringan agak curam   | 0,20 ton/ha<br>0,15 ton/ha<br>0,10 ton/ha<br>0,09 ton/ha   | Hartati, dkk. (2021)    |
| 9   | KHDTK Pendidikan dan Pelatihan Kehutanan Fahutan Unmul | <i>Cyclosorus interruptus</i><br>- Penyiangan 2 minggu<br>- Penyiangan 3 minggu<br>- Penyiangan 4 minggu<br><i>Nephrolepis biserrata</i><br>- Penyiangan 2 minggu<br>- Penyiangan 3 minggu<br>- Penyiangan 4 minggu<br><i>Digitaria didactyla</i><br>- Penyiangan 2 minggu<br>- Penyiangan 3 minggu<br>- Penyiangan 4 minggu | 0,06 ton/ha<br>0,06 ton/ha<br>0,03 ton/ha<br>0,07 ton/ha<br>0,05 ton/ha<br>0,05 ton/ha<br>0,18 ton/ha<br>0,12 ton/ha<br>0,22 ton/ha  | Penelitian ini (2021)   |

Jenis tumbuhan dan periode penyiangan mempengaruhi biomassa dan cadangan karbon pada jenis tumbuhan herba berbeda. Makin panjang periode penyiangan pada jenis *Cyclosorus interruptus* dan *Nephrolepis biserrata*, maka makin kecil jumlah cadangan karbon per satuan luas. Sebaliknya kandungan karbon jenis *Digitaria didactyla* terbesar adalah pada perlakuan periode penyiangan 4 minggu dibandingkan periode penyiangan 2 dan 3 minggu.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Pengelola KHDTK Pendidikan dan Pelatihan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman atas izin melaksanakan penelitian dan kepada Bapak Muhammad Agus Adhi atas bantuan selama penelitian dilaksanakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Ariani, Arief S, dan Abdul W. 2014. Biomassa dan Karbon Tumbuhan Bawah Sekitar Danau

- Tabing pada Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Warta Rimba*, 2(1):164-170.
- Ashraf M, Lone FA, dan Wani AA. 2017. Estimating Herbaceous Plant Biomass Carbon Under Different Forest Strata of Dachigam National Park. *Indian Forester*, 143(7): 680-684.
- Audu Y, Linator AC, dan Aisha I. 2018. Assessment and Potential of Carbon Storage Capacity of Species of Herbaceous Plants in Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Main Campus, Batu Pahat, Johor Malaysia. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.30): 109-111.
- BSN. 2011. Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Firison J, Ishak A, dan Hidayat T. 2018. Pemanfaatan Tumbuhan Bawah pada Tegakan Kelapa Sawit Oleh Masyarakat Lokal (Kasus di Desa Kungkai Baru, Kecamatan Air Periukan, Kabupaten Seluma – Bengkulu). *Agritepa*, 5(1): 19-31.
- Hairiah K. dan Rahayu S. 2007. Pengukuran “Karbon Tersimpan” di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. *World Agroforestry Centre*. Bogor.
- Hairiah K, Ekadinata A, dan Sari RR. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan (Edisi Kedua). *World Agroforestry Centre*. Bogor.
- Hartati W, Suhardiman A, Sudarmadji T, dan Sulistiyo EA. 2021. Estimasi Cadangan Karbon pada Tumbuhan Bawah dan Serasah di KHDTK HPFU Samarinda. *Ulin Jurnal Hutan Tropis*, 5(2): 55-64.
- Karyati dan Adhi MA. 2015. Keragaman Jenis Tumbuhan Bawah (Famili Asteraceae dan Euphorbiaceae) di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. *Gerbang Etam*, 9(2): 88-94.
- Manuri S, Putra, CAS, dan Saputra AD. 2011. Teknik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation-Giz. Palembang.
- Mia EFY, Karyati, dan Syafrudin M. 2016. Pengaruh Lama Penyiangan Terhadap Biomassa dan Cadangan Karbon Alang-alang (*Imperata cylindrica*) dan Rumput Hijau (*Phaspalum conjugatum*). *Prosiding Seminar Nasional Silvikultur ke IV dan Kongres Masyarakat Silvikultur Indonesia*. Hal. 29-35. Pusat Pengkajian Perubahan Iklim, Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Purwitasari H. 2011. Model Persamaan Allometrik Bimassa dan Massa Karbon Pohon Akasia Mangium (*Acacia mangium* Will) (Studi Kasus pada HTI Akasia mangium di BKPH Parung Panjang, KPH Bogor, perum Perhutani Unit III Jawa Barat Banten). Bogor.
- Siallagan SE. 2016. Pendugaan Cadangan Karbon Tumbuhan Bawah pada Kemiringan Lahan yang Berbeda di Hutan Pendidikan Universitas Sumatera Utara Kabupaten Karo. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara (Tidak Dipublikasikan).
- Sihaloho I. 2014. Pendugaan Cadangan Karbon pada Tumbuhan Bawah Arboretum Universitas Sumatera Utara. Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara (Tidak Dipublikasikan).
- Sunaryanto, Karyati, dan Syafrudin M. 2016. Biomassa dan Cadangan Karbon Tumbuhan Bawah pada Tiga Penutupan Vegetasi Berbeda di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. *Prosiding Seminar Nasional Silvikultur ke IV dan Kongres Masyarakat Silvikultur Indonesia*. Hal. 23-28. Pusat Pengkajian Perubahan Iklim, Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Sutaryo. 2009. Perhitungan Biomassa “Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon”. *Wetlands Indonesia Programmes*.
- Valentino F, Karyati, dan Syafrudin M. 2016. Biomassa dan Cadangan Karbon Tiga Jenis Tumbuhan Herba dari Famili Asteraceae. *Prosiding Seminar Nasional Silvikultur ke IV dan Kongres Masyarakat Silvikultur Indonesia*. Hal. 16-22. Pusat Pengkajian Perubahan Iklim, Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Yamani A. 2013. Studi Kandungan Karbon pada Hutan Alam Sekunder di Hutan Pendidikan Mandiangin Fakultas Kehutanan Unlam. *Jurnal Hutan Tropis*, 1(1): 85-91.
- Yuanita W, Nur AP, Sari, Indra Y, dan Hilda Z. 2012. Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah di Kawasan Suksesi Alami pada Area Pengendapan Tailing PT Freeport Indonesia. *Biospecies*, 5(1): 22-28.