



CARBON RESERVES IN THE FOREST STAND IN THE MANINJAU NATURAL RESERVE AREA, SILAYANG-MALABUR REHABILITATION BLOCK, AGAM DISTRICT

CORRESPONDENCE

Email :
noviasherina17@gmail.com
Phone :

ARTICLE INFORMATION

DOI :
10.24036/jccs/Vol1-iss1/12
Page : 51 - 58

Received : May 21, 2023
Revised : May 29, 2023
Accepted : May 31, 2023

Novia Sherina A. Lubis^{1*}, Irma Leilani Eka Putri²

¹ Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

ABSTRACT

The Maninjau Nature Reserve is a conservation forest area located in Agam Regency and Padang Pariaman Regency. Based on its management, the Maninjau Nature Reserve is divided into protection blocks, rehabilitation blocks and special blocks. Meanwhile, Silayang-Malabur is included in the rehabilitation block where this block has suffered damage caused by illegal logging and conversion of forests into fields which have an impact on reducing carbon stocks. Therefore, it is necessary to conduct this research to determine stored carbon stocks. This research was conducted in the Maninjau Nature Reserve area, Silayang-Malabur Rehabilitation Block, Agam Regency, which was carried out from December 2022 - January 2023. This type of research was descriptive research by collecting data on plants in forest stands. Data collection used purposive random sampling which was divided into 2 research areas, namely natural forest and disturbed natural forest. The sample plots used were a single plot of 3 randomly distributed plots in each study area. Based on the results of research on carbon stocks in forest stands in the Maninjau Nature Reserve area of Silayang-Malabur Rehabilitation Block, Agam Regency of 182,812 tons C/ha where carbon stocks in natural forest areas are 148,415 tons C/ha while carbon stocks in disturbed natural forest areas are 34,397 tons C/ha. According to the Ministry of Forestry's Bappenas criteria, it was concluded that the total carbon stock in the Maninjau CA area is in the high category.

KEYWORDS : *biomassa, cadangan karbon, cagar alam, hutan*



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2023 by author and Universitas Negeri Padang.

INTRODUCTION

Pemanasan global adalah salah satu penyebab terjadinya perubahan iklim, keadaan ini dipengaruhi oleh adanya peningkatan gas rumah kaca. Salah satu gas rumah kaca yang berperan besar dalam peningkatan suhu permukaan bumi adalah karbon dioksida (CO₂) [1]. Terjadinya peningkatan gas rumah kaca (GRK) di atmosfer diakibatkan adanya aktifitas manusia yang tidak ramah terhadap lingkungan, seperti pembakaran hutan dalam skala luas, peningkatan dalam penggunaan kendaraan bermotor yang mengakibatkan karbon monoksida meningkat, asap pabrik dan penggunaan AC berlebihan [2]. Dalam hal ini hutan sangat berperan dalam menurunkan GRK dengan mengubah CO₂ dari udara menjadi simpanan karbon [3].

Cadangan karbon dapat tersimpan baik pada permukaan tanah sebagai biomassa tanaman, sisa tanaman yang mati (nekromasa), maupun dalam tanah sebagai bahan organik tanah [4]. Nilai biomassa menunjukkan banyaknya kandungan karbon yang tersimpan pada suatu tegakan. Dengan menggunakan persamaan allometrik, biomassa suatu tegakan dapat diduga dimana parameternya berupa diameter batang tegakan. Semakin besar diameter batang tegakan maka akan semakin besar biomassa dan karbon yang tersimpan, begitu juga sebaliknya semakin kecil diameter batang tegakan

maka semakin kecil juga biomassa dan karbon yang tersimpan [5]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingginya jumlah karbon yang tersimpan dalam bentuk biomassa diantaranya jenis tanah, keragaman jenis pohon, produksi serasah, dan juga umur pohon. Selain itu, keragaman dan kerapatan juga mempengaruhi jumlah karbon yang tersimpan [6].

Cagar Alam Maninjau merupakan salah satu kawasan hutan konservasi yang terletak di 7 (tujuh) kecamatan dalam kabupaten Agam dan 4 (empat) kecamatan dalam kabupaten Padang Pariaman dengan jumlah total Nagari/ Desa sebanyak 32 Nagari/ Desa. Cagar alam ini memiliki luas 21.891,78 ha dengan berbagai jenis flora dan fauna dapat dijumpai pada kawasan ini. Berdasarkan pengelolannya Cagar Alam Maninjau dapat dibedakan menjadi blok perlindungan, blok rehabilitasi dan blok khusus. Adanya penataan blok ini dimulai sejak tahun 2018 yang bertujuan untuk menata ruang pengelolaan kawasan konservasi dengan membaginya kedalam beberapa blok berdasarkan kondisi biofisik kawasan, potensi flora dan fauna, kebijakan pengelolaan serta sosial ekonomi masyarakat. Dalam hal ini blok Silayang-Malabur termasuk kedalam blok rehabilitasi dimana blok ini telah mengalami kerusakan baik secara alami maupun karena perbuatan manusia seperti *illegal logging*, konversi hutan menjadi ladang dan sebagainya yang berdampak pada penurunan cadangan karbon yang tersimpan [7]. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian ini karbon untuk mengetahui kandungan karbon yang tersimpan di Blok Rehabilitasi Silayang-Malabur.

Berdasarkan informasi dari Kepala KSDA Maninjau, belum ada data mengenai kandungan karbon yang tersimpan pada kawasan Cagar Alam Maninjau Blok Rehabilitasi Silayang-Malabur ini, sehingga penulis merasa perlu melakukan penelitian ini untuk mengetahui cadangan karbon yang tersimpan.

METHODS

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Cagar Alam Maninjau Blok Rehabilitasi Silayang-Malabur, Kabupaten Agam yang dilakukan dari bulan Desember 2022 - Januari 2023. Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah label, blangko isian, tali rafia, kantong kertas, GPS, alat tulis, sling hygrometer, termometer, kamera, oven, dan timbangan digital. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan mendata semua tumbuhan baik tingkat pohon, tiang, pancang, maupun semai yang ada pada kawasan Cagar Alam Maninjau. Kemudian dihitung cadangan karbon tersimpan pada tegakan hutan kawasan CA Maninjau.

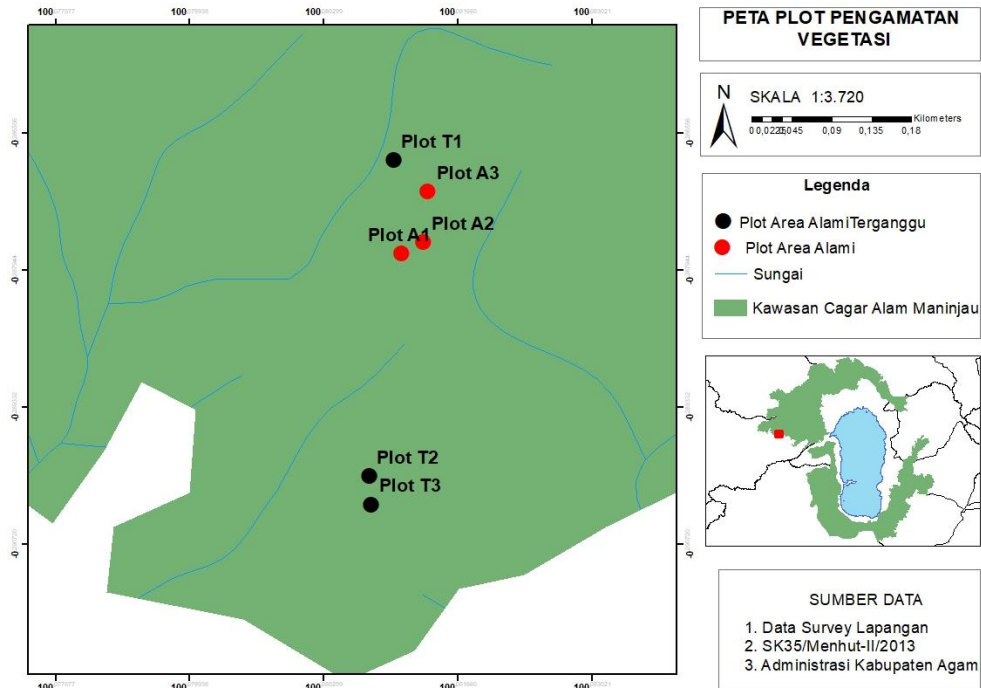
Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan

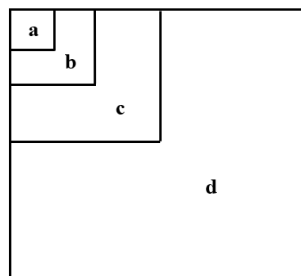
Pada tahap ini dilakukan survey pada lokasi penelitian dan pengurusan izin administrasi penelitian ke BKSDA SUMBAR dan instansi terkait serta mempersiapkan alat dan bahan untuk pengambilan data di lapangan.

2. Metode Pengambilan Data

Pengambilan data penelitian menggunakan *purposive random sampling* yang dibagi menjadi 2 area penelitian dengan kondisi hutan berbeda yaitu hutan alami dan hutan yang terbuka yang disebabkan *illegal logging*. Petak contoh yang digunakan adalah plot tunggal seperti pada Gambar 4 sebanyak 3 plot yang disebar secara acak pada setiap area penelitian. Adapun ukuran plot yang digunakan yaitu tingkat semai berukuran 2 x 2 m, tingkat pancang berukuran 5 x 5 m, tingkat tiang berukuran 10 x 10 m dan tingkat pohon berukuran 20 x 20 m [8]. Berikut ini merupakan bentuk plot yang digunakan dalam penelitian:



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2. Desain Petak Contoh [9]

Keterangan:

- Plot ukuran 2 x 2 m untuk tingkat semai (DBH < 2cm)
- Plot ukuran 5 x 5 m untuk tingkat pancang (2cm < DBH < 10cm)
- Plot ukuran 10 x 10 m untuk tingkat tiang (10cm < DBH < 20cm)
- Plot ukuran 20 x 20 m untuk tingkat pohon (20cm < DBH < 35cm)

3. Teknik Pengambilan Data

Pengukuran Biomassa Pohon, Tiang, dan Pancang

Adapun tahapannya sebagai berikut:

- Membuat plot, kemudian mengidentifikasi nama jenis pohon yang terdapat didalam plot. Jika tidak diketahui jenisnya, sampel diambil dan diidentifikasi lebih lanjut di Laboratorium Botani
- Mengukur diameter setinggi dada (dbh-Diameter at Breast Height)
- Mencatat data dbh dan nama jenis ke dalam blangko isian
- Menetapkan berat jenis kayu kemudian menghitung biomasnya menggunakan persamaan alometrik [6].

Pengukuran Biomassa Semai

Adapun tahapannya sebagai berikut:

- a) Potong semua tumbuhan bawah dalam plot (pohon berdiameter < 5 cm, herba dan juga rumput-rumputan), kemudian pisahkan antara daun dan batangnya.
- b) Masukkan ke dalam kantong kertas dan beri label
- c) Kemudian timbang berat basahnya dan catat dalam blangko
- d) Ambil sub-contoh tanaman dari masing-masing biomassa daun dan batang 100 gram. Bila biomassa contoh yang didapat sedikit (< 100 g), maka timbang semuanya dan jadikan sebagai sub contoh
- e) Keringkan sub-contoh biomassa tanaman dalam oven pada suhu 80°C selama 48 jam
- f) Timbang berat keringnya dan catat pada blangko isian [6].

Analisis Data

Pendugaan biomassa pohon hidup dapat diestimasikan menggunakan persamaan Ketterings sebagai berikut [10]:

$$(AGB)_{est} = 0,11 \times \rho \times D^{2,62}$$

Keterangan:

(AGB)_{est} = Biomassa Pohon (Kg) (Above Ground Biomass)

ρ = Berat jenis pohon (g/cm³)

D = Diameter pohon (cm)

Berat jenis (ρ) yaitu sifat fisik kayu berupa perbandingan antara massa kering dan volume segarnya. Penggunaan (ρ) sebagai parameter penting yang digunakan dalam persamaan alometrik dalam memeperkirakan biomassa pohon dan stok karbon. Data berat jenis kayu ini merujuk pada data berat jenis *Global Wood Density Database* [11].

Dalam menentukan total berat kering tumbuhan pada tingkat semai dapat menggunakan rumus sebagai berikut [6]:

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

Keterangan:

BK = Berat Kering

BB = Berat Basah

Dalam menghitung cadangan karbon yang tersimpan di Cagar Alam Maninjau dapat diestimasikan menggunakan persamaan berikut [12]:

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

Keterangan:

C = Cadangan/ simpanan karbon (ton C/ha)

B = Biomassa (kg)

% C organik = Nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47 [12]

RESULTS AND DISCUSSION

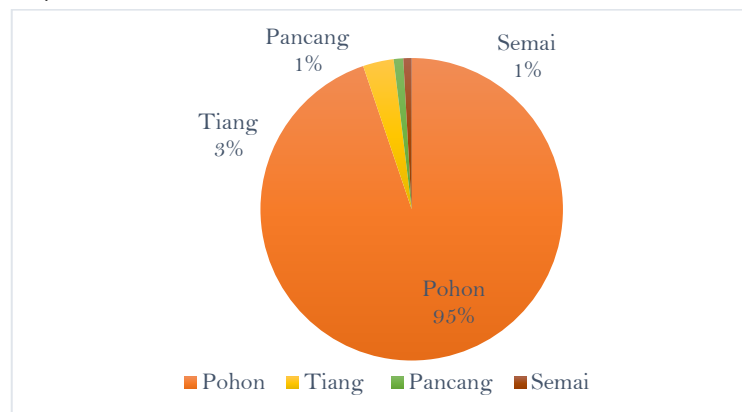
Results

Berdasarkan penelitian, diperoleh data total cadangan karbon pada tegakan hutan kawasan CA Maninjau Blok Rehabilitasi Silayang-Malabur, Kabupaten Agam seperti pada Tabel 1.

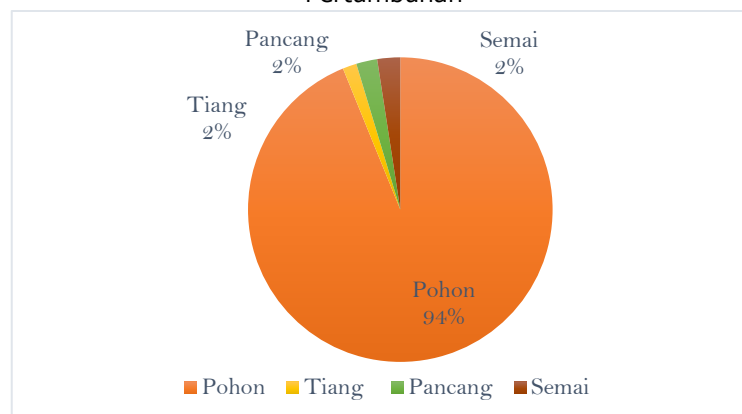
Tabel 1. Total Cadangan Karbon pada Tegakan Hutan Kawasan CA Maninjau Blok Rehabilitasi Silayang-Malabur, Kabupaten Agam.

No	Tingkat Pertumbuhan	Cadangan Karbon (kg/ha)	
		Alami	Alami Terganggu
1	Pohon	140.698,31	32.284,39
2	Tiang	4.879,42	509,48
3	Pancang	1.517,96	766,70
4	Semai	1.319,47	837,36
Total		148.415,16	34.397,94
		182.812	

Dari Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa cadangan karbon pada area hutan alami lebih tinggi dibanding area hutan alami terganggu. Adapun total cadangan karbon pada kedua area penelitian ini sebesar 182,812 ton C/ha.



Gambar 3. Diagram Total Cadangan Karbon pada Area Hutan Alami berdasarkan Tingkat Pertumbuhan



Gambar 4. Diagram Total Cadangan Karbon pada Area Hutan Alami Terganggu berdasarkan Tingkat Pertumbuhan

Discussion

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Kawasan CA Maninjau Blok Rehabilitasi Silayang-Malabur, Kabupaten Agam menunjukkan adanya perbedaan total cadangan karbon pada area hutan alami dan area hutan alami terganggu. Adapun total cadangan karbon pada hutan alami kawasan CA Maninjau sebesar 148,415 ton C/ha. Sesuai dengan pernyataan Masripatin *et al.*, (2010) yang menyatakan bahwa cadangan karbon pada berbagai kelas penutupan lahan di hutan alam berkisar antara 7,5-264,70 ton C/ha [13]. Sedangkan pada area hutan alami terganggu didapatkan kandungan karbon yang tersimpan sebesar 34,397 ton C/ha. Total cadangan karbon pada area hutan alami terganggu ini menunjukkan total cadangan karbon yang lebih rendah dibandingkan pada area hutan alami. Adapun total cadangan karbon pada kedua area penelitian ini sebesar 182,812 ton C/ha.

Berdasarkan kriteria cadangan karbon didalam ekosistem hutan menurut Bappenas Kemenhut (2010), total cadangan karbon pada kawasan CA Maninjau ini termasuk kategori tinggi [14]. Perbedaan total cadangan karbon pada kedua area penelitian ini disebabkan adanya perbedaan jumlah individu, dimana pada area hutan alami lebih tinggi dari area hutan alami terganggu. Banyaknya karbon yang tersimpan dalam suatu tutupan lahan sangat bergantung pada diameter suatu tegakan, dan jumlah individu dalam vegetasi. Idris (2022) juga menyampaikan nilai karbon yang tersimpan berbeda-beda dapat dipengaruhi oleh komposisi tegakan dalam plot itu sendiri [15]. Pada area hutan alami memiliki rentang diameter batang yang lebih besar dengan rentang diameter 2-118 cm dibandingkan diameter batang pada area hutan alami terganggu dengan rentang diameter 2-60 cm. Semakin besar diameter suatu tegakan maka akan semakin besar nilai karbon yang tersimpan. Sesuai dengan yang dinyatakan oleh Pratama (2016) bahwa adanya hubungan erat antara diameter pohon dengan biomassa yang dihasilkan berkorelasi positif [16]. Ahmad (2013) juga menyatakan bahwa kandungan biomassa terbesar adalah pada tingkat pohon atau tegakan yang memiliki diameter >20 cm [17]. Dengan meningkatnya nilai biomassa tegakan akan diikuti oleh peningkatan cadangan karbon karena biomassa dan karbon memiliki hubungan yang berkorelasi positif [18].

Dengan keragaman jenis pepohonan yang berumur panjang pada area hutan alami, merupakan penyimpan cadangan karbon tertinggi dibanding dengan hutan alami terganggu [6]. Hal ini terlihat pada area hutan alami didapatkan 13 jenis dengan jumlah individu sebanyak 110 pohon di CA Maninjau. Sedangkan pada area hutan alami terganggu ditemukan 7 jenis dengan jumlah individu sebanyak 50. Dimana 23 individunya, didominasi *M. hypoleuca*. Adanya *M. hypoleuca* (Mahang) yang tumbuh dalam kawasan hutan mengindikasikan bahwa kawasan tersebut telah alami terganggu [19]. Selain itu adanya aktivitas masyarakat seperti *illegal logging* dan juga konversi hutan menjadi ladang pada kawasan hutan khususnya pada area hutan alami terganggu menyebabkan adanya perbedaan jumlah kandungan karbon pada kedua area penelitian ini. Sehingga jumlah vegetasi pada area ini lebih sedikit dibandingkan pada area hutan alami. Hal ini menyebabkan kandungan karbon yang tersimpan pada area hutan alami terganggu lebih rendah dibandingkan pada area hutan alami. Untuk meningkatkan kemampuan hutan dalam penyerapan karbon diperlukan kegiatan rehabilitasi. Dengan adanya kegiatan rehabilitasi ini secara berkala akan meningkatkan kemampuan hutan dalam menyerap karbon [20].

Besarnya kandungan karbon pada makhluk hidup, dapat diketahui dari biomasnya. Semakin tinggi nilai biomassa maka semakin tinggi juga nilai karbon yang tersimpan [18]. Berdasarkan Gambar 3 dan 4, terlihat perbedaan cadangan karbon pada tingkat pohon yaitu pada area hutan alami 95% sedangkan pada area hutan alami terganggu 94%. Dapat disimpulkan cadangan karbon pada area

hutan alami lebih tinggi dibanding area hutan alami terganggu. Hal ini disebabkan area hutan alami memiliki lebih banyak jumlah pohon dan juga diameter yang lebih besar dibanding pada area alami terganggu. Begitu juga dengan tingkat tiang, dimana pada cadangan karbon pada area hutan alami lebih tinggi dibanding area hutan alami terganggu.

Sementara pada tingkat pancang dan semai, cadangan karbon pada area hutan alami terganggu lebih tinggi dibanding area hutan alami. Hal ini disebabkan pada area alami terganggu cahaya matahari banyak masuk dimana berpengaruh makin banyaknya tumbuhan bawah pada lantai hutan. Sedangkan pada area hutan alami cahaya matahari lebih sedikit masuk karena terhalang tajuk pohon, sehingga tingkat pancang dan semainya tumbuh lebih sedikit. Sesuai yang dinyatakan Nurshanti (2011) bahwa cahaya berpengaruh terhadap perkecambahan dan pertumbuhan tanaman [21].

Jika dibandingkan dengan penelitian cadangan karbon di tempat lain, nilai cadangan karbon pada kawasan CA Maninjau ini lebih tinggi daripada penelitian yang telah dilakukan oleh Pratama (2015) di kawasan hutan Cagar Alam Lembah Harau, didapatkan bahwa total nilai cadangan karbon sebesar 62,57 ton C/ha [16]. Sementara penelitian yang dilakukan oleh Idris (2022), melaporkan bahwa nilai cadangan karbon di kawasan Cagar Alam Bukit Bungkok, Provinsi Riau sebesar 191,04 ton C/ha, dimana dapat disimpulkan bahwa nilai cadangan karbon di kawasan CA Maninjau lebih rendah [15]. Marwah (2016), melaporkan bahwa nilai cadangan karbon pada kawasan Suaka Margasatwa Tanjung Peropa, Provinsi Sulawesi Tenggara sebesar 327,64 ton C/ha [22]. Adanya perbedaan nilai cadangan karbon ini disebabkan pada kawasan tersebut ditemukan jumlah pohon/ha yang lebih banyak dengan diameter yang lebih besar, sehingga nilai cadangan karbon yang diperoleh pada kawasan tersebut lebih tinggi.

CONCLUSION

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa cadangan karbon pada tegakan hutan kawasan Cagar Alam Maninjau Blok Rehabilitasi Silayang-Malabur, Kabupaten Agam sebesar 182,812 ton C/ha dimana cadangan karbon pada area hutan alami sebesar 148,415 ton C/ha sedangkan cadangan karbon pada area hutan alami terganggu sebesar 34,397 ton C/ha. Menurut kriteria Bappenas Kemenhut, disimpulkan bahwa total cadangan karbon pada kawasan CA Maninjau termasuk kategori tinggi.

REFERENCES

- [1] Sardi, W. D., Kainde, R. P., & Nurmawan, W. 2021. Cadangan Karbon Pada Pohon Di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa Hv Worang. *In Cocos* (Vol. 8, No. 8).
- [2] Samsu, A. K. A., & Maros, U. M. 2019. Pendugaan Potensi Simpanan Karbon Permukaan pada Ruang Terbuka Hijau di Hutan Kota Jompie Kecamatan Soreang Kota Pare-Pare. *Jurnal Envisoil*, 1(1).
- [3] Madapuri, G. N. 2020. *Keanekaragaman pohon dan potensinya sebagai cadangan karbon di Hutan Kota Malang* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- [4] Nindya, P. P. 2019. *Potensi Cadangan Karbon Pada Permukaan Tanah Di Areal Pengelolaan Hutan Berbasis Masyarakat (PHBM) Di Nagari Kotobaru, Kabupaten Solok Selatan* (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- [5] Putri AHM, Wulandari C. 2015. Potensi Penyerapan Karbon Pada Tegakan Damar Mata Kucing (*Shorea javanica*) Di Pekon Gunung Kemala Krui Lampung Barat. *Sylva Lestari*. 3(2):1320.

- [6] Hairiah K, Rahayu S. 2007. *Pengukuran Karbon Tersimpan Di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor: World Agroforestry Centre.
- [7] Balai Konservasi Sumber Daya Alam. 2018. *Blok Pengelolaan Cagar Alam Maninjau Kabupaten Agam dan Kabupaten Padang Pariaman Provinsi Sumatera Barat*. Padang: BKSDA SUMBAR.
- [8] Manuri, S., C.A.S. Putra dan A.D. Saputra. 2011. *Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan*. Palembang: Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation – GIZ.
- [9] Rusolono T, Tiryana T, Purwanto J. 2015. *Panduan Survei Cadangan Karbon dan Keanekaragaman Hayati di Sumatera Selatan*. Palembang: Biodiversity and Climate Change Project, German International Cooperation-GIZ dan KLHK Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Selatan.
- [10] Kettering, Q. M., R. Coe, M. van Noordwijk, Y. Ambagau. C. A. Palm. 2001. *Reducing Uncertainty In The Use Of Allometric Biomass Equations For Pre Dicting Above-Ground Tree Biomass In Mixed Secondary Forests*. Forest Ecology and Management. Elsevier.
- [11] Oliveira L.Z, Heitor F.U, Aline R.L, Jackson R.E dan Alexander C.V. 2019. Towards the Fulfillment of a Knowledge Gap: Wood Densities for Species of the Subtropical Atlantic Forest. *Data*, 4, 104
- [12] [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Jepang: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [13] Masripatin N., K. Ginoga, A. Wibowo, W.S. Dharmawan, C.A. Siregar, M. Lugina, Indartik, W. Wulandari, N. Sakuntaladewi, R. Maryani, G. Pari, D. Apriyanto, B. Subekti, D. Puspasari, A.S. Utomo. 2010. *Cadangan Karbon pada Berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia*. Bogor: Penerbit Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. Kampus Balitbang Kehutanan
- [14] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2010. Strategi nasional REDD+. Beppenas-Kemehut-UN-REDD Programme Indonesia. Jakarta
- [15] Idris, A. L., Ratnaningsih, A. T., & Azwin, A. 2022. Potensi Karbon di Desa Merangin, Cagar Alam Bukit Bungkuk Kabupaten Kampar. *Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin (JURKIM)*, 2(2), 157-163.
- [16] Pratama, M. I., Delvian, D., & Hartini, K. S. 2016. Struktur Vegetasi Dan Cadangan Karbon Tegakan Di Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat. *Peronema Forestry Science Journal*, 5(1), 19-27.
- [17] Ahmad, Y. 2013. Studi kandungan karbon pada hutan alam sekunder di Hutan Pendidikan Mandiangin Fakultas Kehutanan Unlam. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 1(1), 85-91.
- [18] Chanan 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 Gamma*. 7(2): 6173.
- [19] Romell, E, G. Hallsby, A. Karlsson. 2009. Forest Floor Light Conditions in a Secondary Tropical Rain Forest After Artificial Gap Creation in Northern Borneo. *Journal of Agriculture and Forest Meteorology* 149 : 929-937.
- [20] Astuti, R., Wasis, B., & Hilwan, I. 2020. Potensi Cadangan Karbon Pada Lahan Rehabilitasi Di Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah. *Media Konservasi*, 25(2), 140-148.
- [21] Nurshanti, 2011. Pengaruh Beberapa Tingkat Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) di Polibag. *Jurnal Agronobis* 3 (5): 12-18
- [22] Marwah, S. 2016. Potensi Cadangan Karbon Pada Hutan Suaka Margasatwa Tanjung Peropa Dalam Implementasi INDC dan Inisiatif Mitigasi Lokal. *Jurnal Ecogreen*, 2(2), 115-122.

