

SERAPAN KARBON TEGAKAN AKASIA GUNUNG (*ACACIA DECURRENS*): JENIS PIONIR PEGUNUNGAN DI JAWA

¹Yonky Indrajaya

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry, Jl. Raya Ciamis-Banjar km 4, Ciamis
46201, Telepon/Fax.: (+62) 265 771352/775866,
email: yonky_indrajaya@yahoo.com

Abstrak. Biomassa berkayu dalam tegakan hutan selain memberikan kontribusi ekonomi dalam menyediakan bahan baku industri juga berperan sebagai penyerap karbon di udara. Jenis pohon cepat tumbuh seperti akasia gunung dapat menyerap CO₂ secara cepat dan menyimpannya dalam biomasanya. Jenis ini banyak tumbuh di lereng pegunungan di Jawa dengan ketinggian > 600 meter di atas permukaan laut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika karbon terserap dalam biomassa tegakan akasia gunung yang dikelola dengan daur biologis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah estimasi karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah, biomassa akar, dan biomassa mati mulai penanaman hingga penebangan dengan menggunakan persamaan allometrik yang ada (i.e. Chave). Hasil dari penelitian ini menunjukkan: (1) Daur biologis dari akasia gunung pada bonita I -V adalah 5 tahun, (2) rata-rata net karbon tersimpan dalam biomassa akasia gunung pada bonita I-V yang dikelola dengan daur 5 tahun berturut-turut adalah 14, 17, 21, 25, dan 31 ton/ha..

Kata kunci: dinamika karbon, tegakan akasia gunung, Jawa

1. Pendahuluan

Keberadaan hutan tanaman di daerah pegunungan selain bertujuan sebagai tanaman konservasi tanah dan air, juga dapat berperan dalam mitigasi perubahan iklim karena secara alami pohon dapat menyerap CO₂ di udara. Penanaman vegetasi berkayu merupakan salah satu cara dalam meningkatkan serapan karbon dari udara (Richards & Stokes, 2004). Jenis pohon yang ditanam di daerah pegunungan perlu mempertimbangkan aspek biofisik (i.e. iklim, ketinggian tempat dan jenis tanah) dan dalam konteks mitigasi perubahan iklim perlu mempertimbangkan jumlah karbon yang dapat diserap oleh tanaman. Jenis pohon yang cocok ditanam di dataran tinggi dan telah banyak dikembangkan di pegunungan di Jawa adalah jenis akasia gunung (*Acacia decurrens*).

Pada umumnya jenis akasia gunung banyak ditanam di daerah lereng gunung berapi di Jawa sebagai tanaman penghasil kayu bakar dan tanin. Dengan tingkat pertumbuhan yang sangat tinggi, jenis akasia gunung dapat dipanen dengan daur yang relatif pendek yaitu kurang lebih 5 tahun. Jenis akasia ini merupakan jenis invasif sehingga berkembang dengan sangat cepat dan seringkali mengalahkan jenis-jenis asli yang ada di kawasan pegunungan. Jenis akasia gunung merupakan jenis potensial pasca erupsi Gunung Merapi di Yogyakarta yang dapat dijadikan sumber pendapatan bagi penduduk lokal yang memanfaatkannya sebagai kayu bakar (Suryanto, Hamzah, Mohamed, & Alias, 2010).

Penelitian tentang dinamika karbon tersimpan dalam biomassa hutan tanaman telah dilakukan pada hutan tanaman di Jawa (misalnya Indrajaya, 2015a; 2015b; 2015c;

2016a; 2016b, dan 2016c). Indrajaya (2015c) dalam penelitiannya di Jawa melaporkan bahwa rata-rata jumlah karbon tersimpan dalam biomassa tegakan mahoni pada bonita I-III berturut-turut adalah sebanyak 82, 97, dan 51 ton/ha. Jumlah ini apabila tegakan mahoni dikelola dengan daur optimal biologisnya. Sementara itu, pada tegakan rasamala, Indrajaya (2015b) melaporkan bahwa jumlah rata-rata karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah, akar, dan biomassa mati berturut-turut sebanyak 68, 13, dan 7 ton/ha. Pada tegakan yang relatif cepat tumbuh (i.e. agathis), jumlah karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah, akar dan biomassa mati dengan daur tebang 28 tahun berturut-turut adalah 44, 9 dan 4 ton/ha (Indrajaya, 2015b). Penelitian tentang jumlah karbon dalam biomassa akasia dekurens telah dilakukan di lereng Gunung Merapi, dan ditemukan bahwa jumlah karbon tersimpan dalam biomassa tegakan akasia gunung umur 6 tahun hingga sebanyak 40 ton/ha (Wardani & van Leeuwen, 2014). Namun demikian, penelitian tersebut belum memberikan gambaran tentang perubahan yang terjadi dari tahun ke tahun pada beberapa kondisi tempat tumbuh.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan jumlah karbon tersimpan dalam biomassa tegakan akasia gunung (yaitu karbon di atas permukaan tanah, akar, dan nekromass atau biomassa mati) yang ditanam pada beberapa kelas tapak (i.e. bonita) di Jawa. Bonita yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kecocokan tempat tumbuh yang lebih tinggi, sehingga pertumbuhan pohon pada bonita yang lebih tinggi akan lebih cepat. Pengelolaan tegakan akasia gunung dilakukan dengan menggunakan sistem silvikultur tebang habis permudaan buatan dengan daur yang ditentukan berdasarkan daur volume maksimum.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang perubahan jumlah karbon tersimpan dalam biomassa pohon akasia gunung mulai dari penanaman hingga panen. Informasi ini penting bagi pengelola tegakan hutan dalam menggali potensi tegakan akasia gunung in dalam isu perdagangan karbon yang cukup banyak didiskusikan akhir-akhir ini sebagai salah satu alternatif dalam mitigasi perubahan iklim.

2. Metode

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2016 dengan menggunakan data tabel tegakan akasia gunung (*Acacia decurrens*) yang telah dibuat oleh Suharlan, Sumarna, and Sudiono (1975). Plot pengamatan akasia gunung ini berada di Bandung Utara, Kedu, Pekalongan, Malang Utara, Pasuruan, dan Brantas Timur pada ketinggian antara 600 – 2.100 meter di atas permukaan laut. Jumlah plot pengukuran adalah sebanyak 147 plot dengan 338 kali waktu pengukuran.

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabel tegakan hutan jenis akasia gunung yang dibuat oleh Suharlan et al. (1975). Walaupun tabel tegakan yang disusun oleh Suharlan et al. (1975) telah cukup lama, namun tabel tegakan ini masih relevan untuk digunakan sebagai acuan pertumbuhan tegakan akasia gunung. Estimasi perubahan dimensi tegakan akasia gunung dilakukan dengan pemodelan tinggi, diameter, volume pohon per ha dan populasi berdasarkan tabel tegakan Suharlan *et al.*

(1975). Model hubungan tinggi, diameter, volume per ha dan jumlah pohon per ha terhadap umur mengikuti persamaan:

$$(a) \ln T(t) = \alpha - \beta/A; (b) \ln D(t) = \alpha - \beta/A; (c) \ln Vol_{ha}(t) = \alpha - \beta/A \text{ dan } (d) N_{ha} = \alpha A^\beta \tag{1}$$

Dimana T, D, Vol_{ha} & N_{ha} berturut-turut adalah tinggi total pohon, diameter setinggi dada, volume per ha dan jumlah pohon per ha, A merupakan umur tegakan (dalam tahun). Nilai estimasi α dan β diestimasi menggunakan program SPSS V.17, dan hasilnya disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Nilai estimasi α dan β pada persamaan (1)

		Tinggi	Diameter	Volume	N/ha*
Bonita 1	α	3,209	3,164	4,898	3399,903
	β	3,3166	3,541	7,26	-0,957
Bonita 2	α	3,304	3,378	5,133	2568,603
	β	3,059	3,669	6,731	-0,918
Bonita 3	α	3,379	3,602	5,329	2273,439
	β	2,789	3,897	6,204	-0,961
Bonita 4	α	3,436	3,83	5,49	1857,672
	β	2,481	4,17	5,735	-0,965
Bonita 5	α	3,508	4,103	5,614	1666,342
	β	2,329	4,615	5,123	-1,038

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat komputer dengan perangkat lunak SPSS V.17 dan Microsoft Excel.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah estimasi jumlah karbon tersimpan dalam biomassa pohon dengan menggunakan persamaan allometrik yang ada. Persamaan allometrik untuk menduga berat biomassa di atas permukaan tanah adalah persamaan allometrik yang dibangun oleh Chave et al. (2005), yaitu:

$$AGB(t) = \rho \times \exp \left(-1.499 + 2.148 \ln(D) + 0.207 (\ln(D))^2 - 0.028 (\ln(D))^3 \right) \tag{2}$$

Dimana $AGB(t)$ merupakan berat biomassa di atas permukaan tanah (dalam kg/pohon) pada waktu t , ρ merupakan kerapatan kayu akasia gunung yaitu 0,551 (Zanne et al., 2009), dan D merupakan diameter setinggi dada pohon akasia gunung (cm). Berat biomassa akar diestimasi dengan menggunakan persamaan allometrik yang dibangun oleh Guy dan Benowicz (1998) dalam Tassone, Wesseler, and Nesci (2004) yaitu:

$$RB(t) = 1.4319 (AGB(t))^{0.639} \tag{3}$$

Dimana $RB(t)$ merupakan berat biomassa akar pada waktu t . Selain biomassa hidup, jumlah karbon tersimpan dalam biomassa mati juga diperhitungkan dalam penelitian ini karena secara alami, dalam suatu tegakan hutan terdapat ranting, cabang, dan pohon yang mati. Estimasi jumlah biomassa mati dalam suatu tegakan hutan tanaman dilakukan dengan mengikuti asumsi van Kooten, Kremer-Nozic, Stennes, and van Gorkom (1999) bahwa jumlah biomassa mati merupakan proporsi dari non bole biomass, yaitu sebesar 10% per tahun:

$$DB(t) = 0.1 (AGB(t)) - \rho (CAI(t)) \tag{4}$$

Dimana $DB(t)$ merupakan biomassa berat biomassa mati pada waktu t . Setelah $AGB(t)$, $RB(t)$, dan $DB(t)$ diketahui, maka net biomassa tegakan akasia gunung adalah $Net\ TB = AGB(t) + RB(t) - DB(t)$. Proporsi karbon dalam biomassa adalah sebesar 0,47 (IPCC, 2006).

Daur tebang akasia gunung yang digunakan adalah daur biologis atau daur volume maksimum. Daur ini ditentukan berdasarkan pertumbuhan volume pohon (riap volume), yaitu ketika riap rata-rata volume (MAI) sama dengan riap tahun berjalan (CAI). Secara matematis, kondisi daur biologis dapat diterangkan dalam persamaan 5:

$$\frac{S}{t} = S_t - S_{t-1} \quad (5)$$

Di mana S merupakan stok kayu dalam m^3/ha .

4. Hasil dan Pembahasan

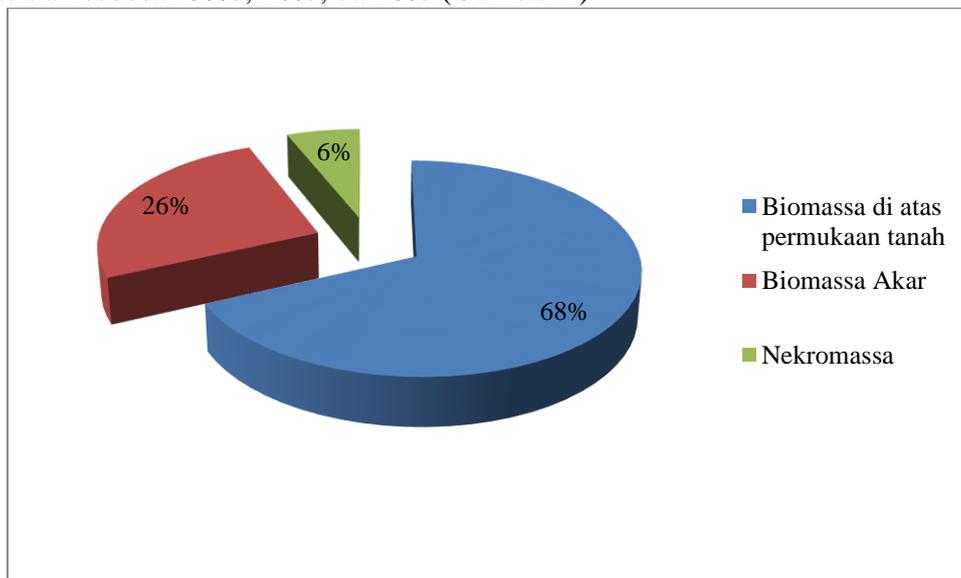
4.1 Karbon Tersimpan dalam Biomassa Tegakan Akasia Gunung

Berdasarkan perhitungan dari persamaan 1-4, maka estimasi karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah, dalam akar, nekromass dan CO_2 equivalent tegakan akasia gunung pada bonita I-V disajikan dalam Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa pada tahun ke-5, jumlah net karbon tersimpan dalam biomassa tegakan akasia gunung pada bonita I-V berturut-turut adalah sebesar 27, 34, 44, 55, dan 69 ton/ha atau setara dengan jumlah CO_2 sebanyak 98, 126, 162, 202, dan 254 ton/ha. Jumlah karbon tersimpan dalam biomassa ini relatif lebih rendah dibandingkan dengan jenis akasia yang lain, misalnya mangium yang dapat menyimpan karbon hingga 120 ton/ha pada tahun ke-5 (Hardjana, 2010).

Tabel 2. Estimasi karbon tersimpan dalam biomassa tegakan akasia gunung di atas permukaan tanah (AGB), akar (RB), biomassa mati (DB) dan net total biomassa (NTB) pada bonita I-V hingga umur 10 tahun.

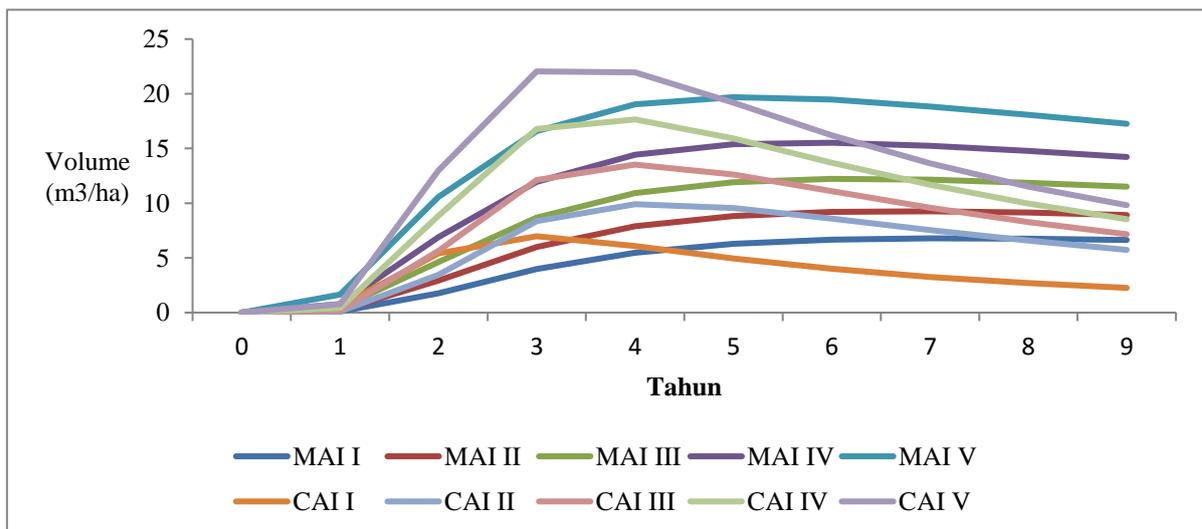
Umur	Karbon di atas permukaan tanah (ton/ha)					Karbon tersimpan dalam akar (ton/ha)					Karbon tersimpan dalam nekromass (ton/ha)					Net karbon biomassa Tegakan akasia dekurens (ton/ha)					CO ₂ equivalent Tersimpan dalam Biomassa tegakan akasia dekurens (ton/ha)				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	6	6	7	7	7	20	22	25	27	27
3	9	11	14	16	18	6	7	8	8	9	0	1	1	1	1	14	17	21	24	27	52	62	76	87	99
4	15	19	25	31	38	8	9	11	13	15	1	1	2	2	3	21	27	34	41	50	79	99	125	151	183
5	19	25	33	43	55	9	11	13	16	19	2	2	3	3	4	27	34	44	55	69	98	126	162	202	254
6	22	29	39	52	68	10	12	15	18	21	2	2	3	4	6	30	39	51	65	83	110	144	187	238	306
7	23	32	43	58	77	11	13	16	19	23	2	3	4	5	7	32	42	55	72	93	118	156	203	262	342
8	24	34	46	61	83	11	14	16	20	24	2	3	4	6	8	33	44	58	76	99	122	163	213	278	364
9	25	35	47	64	86	11	14	17	20	25	2	3	4	6	8	34	45	60	78	103	123	166	218	287	378
10	25	35	48	65	88	11	14	17	21	25	2	3	4	6	8	34	46	60	79	105	124	168	220	291	385

Prinsipnya, semakin tinggi bonita, semakin baik pertumbuhan dari akasia gunung, maka semakin tinggi pula jumlah karbon yang tersimpan dalam biomassa pada tahun yang sama (Tabel 2). Misalnya, pada tahun ke-10, jumlah karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah pada bonita I-V berturut-turut adalah sebanyak 25, 35, 48, 65 dan 88 ton/ha. Sementara itu, proporsi karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah, akar, dan biomassa mati pada tegakan akasia gunung berturut-turut adalah sebesar 68%, 26%, dan 6% (Gambar 2).



Gambar 2. Proporsi karbon tersimpan dalam biomassa tegakan akasia gunung
Karbon Tegakan Akasia Gunung Pada Daur Optimalnya

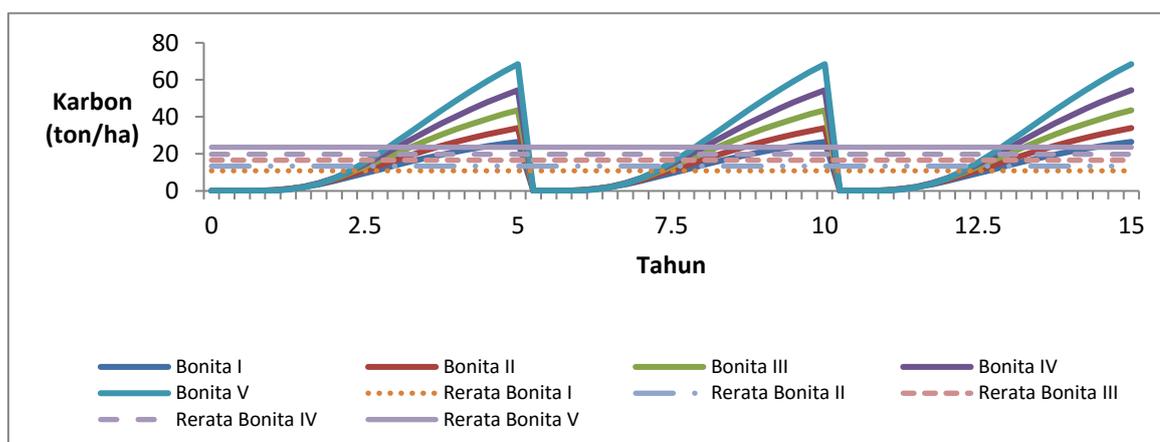
Daur optimal akasia gunung berdasarkan pertumbuhan (riap volume) adalah ketika nilai MAI sama dengan CAI. Daur optimal tegakan akasia gunung disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Daur biologis tegakan akasia gunung

Gambar 3 menunjukkan bahwa daur biologis tegakan akasia gunung kurang lebih adalah 5 tahun untuk semua bonita. Perbedaan daur antara bonita I-V tidak terlalu

mencolok dan apabila dihitung berdasarkan tahun, maka daur optimal biologis akasia gunung ada pada kisaran 5 tahun. Dinamika karbon tersimpan dalam biomassa tegakan akasia gunung yang ditebang habis pada daur 5 tahun dapat disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Dinamika karbon tersimpan dalam biomassa tegakan akasia gunung pada bonita I-V yang dikelola dengan tebang habis pada daur 5 tahun

Gambar 4 menunjukkan dinamika karbon tersimpan dalam biomassa tegakan akasia gunung yang dikelola pada daur 5 tahun. Rata-rata karbon tersimpan dalam biomassa tegakan akasia gunung pada bonita I-V berturut-turut adalah 14, 17, 21, 25 dan 31 ton/ha. Rata-rata karbon tersimpan dalam biomassa tegakan akasia gunung pada bonita I-V relatif lebih rendah dibandingkan rata-rata karbon tersimpan dalam biomassa mangium (*Acacia mangium*) dengan daur 5 tahun di Kalimantan Timur yaitu sebesar 54 ton/ha (Hardjana, 2010), namun lebih besar dibandingkan dengan jenis balsa yaitu antara 8 – 17 ton/ha (Indrajaya, 2016c). Apabila dibandingkan dengan jenis hutan tanaman yang lain, rata-rata karbon tersimpan dalam biomassa akasia gunung juga relatif lebih kecil. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Indrajaya (2015c) pada tegakan mahoni di Jawa menemukan bahwa rata-rata karbon tersimpan dalam biomassa pada bonita I, II, dan III berturut-turut adalah sebesar 82, 97, dan 51 ton per ha, dengan daur optimal berturut-turut 46, 34, dan 23 tahun. Rata-rata karbon tersimpan dalam biomassa tegakan rasamala yang dikelola dengan daur optimal biologisnya adalah sebesar 74 ton per ha (Indrajaya, 2015b), dan agathis sebanyak 49 ton per ha (Indrajaya, 2015b).

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa (1) Proporsi karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah, akar, dan mati jenis akasia gunung berturut-turut sebesar 68%, 26%, dan 6% dan (2) Rata-rata net karbon tersimpan dalam biomassa tegakan akasia gunung pada bonita I-V pada daur 5 tahun berturut-turut adalah sebesar 14, 17, 21, 25 dan 31 ton/ha

Berdasarkan kesimpulan di atas, peneliti menganggap perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang karbon tersimpan dalam biomassa berbagai jenis hutan tanaman yang ada di Indonesia, sehingga akan menambah informasi tentang rata-rata karbon

tersimpan dalam biomassa hutan tanaman. Informasi tersebut sangat penting dalam perencanaan pembangunan yang rendah emisi.

Daftar pustaka

- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., . . . Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87-99. doi: DOI 10.1007/s00442-005-0100-x
- Hardjana, A. K. (2010). Potensi biomassa dan karbon pada hutan tanaman *Acacia mangium* di HTI PT Surya Hutani Jaya, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 7(4), 237-249.
- Indrajaya, Y. (2015a). *Dinamika karbon tersimpan dalam biomassa hutan tanaman mahoni di Jawa*. Paper presented at the Seminar Nasional Restorasi DAS: Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim, UNS Surakarta, Indonesia.
- Indrajaya, Y. (2015b). *Dinamika karbon tersimpan dalam biomassa tegakan agathis di Pulau Jawa*. Paper presented at the Seminar Nasional Sewindu BBTHHBK Mataram, Mataram, Lombok.
- Indrajaya, Y. (2015c). *Dinamika karbon tersimpan dalam biomassa tegakan rasamala di Pulau Jawa*. Paper presented at the Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, UNDIP Semarang, Indonesia.
- Indrajaya, Y. (2016a). *Cadangan karbon hutan tanaman sonokeling (Dalbergia latifolia) pada beberapa bonita di Jawa*. Paper presented at the Seminar Nasional Geografi UNS, Surakarta.
- Indrajaya, Y. (2016b). *Manfaat lingkungan penyerapan karbon hutan pinus pada beberapa kelas tempat tumbuh di Jawa* Paper presented at the Seminar Nasional Geografi UMS 2016, Surakarta.
- Indrajaya, Y. (2016c). *Serapan karbon pada tegakan balsa (Ochroma bicolor) di Jawa*. Paper presented at the Seminar Nasional Ahli Perubahan Iklim dan Kehutanan Indonesia (APIKI), Jakarta.
- IPCC. (2006). IPCC Guideline 2006 Guidelines for national green house gas inventories: IPCC.
- Richards, K. R., & Stokes, C. (2004). A review of forest carbon sequestration cost studies: a dozen years of research. *Climatic change*, 63(1-2), 1-48.
- Suharlan, A., Sumarna, K., & Sudiono, J. (1975). *Tabel Tegakan Sepuluh Jenis Kayu Industri*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan.
- Suryanto, P., Hamzah, M. Z., Mohamed, A., & Alias, M. A. (2010). The dynamic growth and standing stock of *Acacia decurrens* following the 2006 eruption in Gunung Merapi National Park, Java, Indonesia. *International Journal of Biology*, 2(2), 165.
- Tassone, V. C., Wesseler, J., & Nesci, F. S. (2004). Diverging incentives for afforestation from carbon sequestration: an economic analysis of the EU afforestation program in the south of Italy. *Forest policy and economics*, 6(6), 567-578. doi: Doi 10.1016/S1389-9341(03)00006-6
- van Kooten, G. C., Krcmar-Nozic, E., Stennes, B., & van Gorkom, R. (1999). Economics of fossil fuel substitution and wood product sinks when trees are planted to sequester carbon on agricultural lands in western Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 29(11), 1669-1678.
- Wardani, S. F. Y., & van Leeuwen, L. L. M. (2014). Estimation of Carbon Stock Changes in Above Ground Woody Biomass due to Volcano Pyroclastic Flow and Pyroclastic Surge. *The Indonesian Journal of Geography*, 46(1), 78.
- Zanne, A. E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D. A., Ilic, J., Jansen, S., L., S.L., M., R.B., . . . Chave, J. (2009). Global wood density database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.