

## KARBON TERSIMPAN DALAM BIOMASSA HUTAN RAKYAT JAMBLANG DI KABUPATEN BANTUL DAN GUNUNG KIDUL, YOGYAKARTA

<sup>1</sup>Yonky Indrajaya , <sup>2</sup>Aris Sudomo

<sup>1,2</sup> *Balai 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. Hutan rakyat selain berperan dalam mensuplai kayu dan hasil hutan bukan kayu juga dapat berperan positif untuk lingkungan seperti menyerap karbon yang disimpan dalam biomasnya. Jenis pohon, populasi, dan ukuran dimensi pohon penyusun hutan rakyat merupakan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah simpanan karbon hutan rakyat. Salah satu jenis pohon yang semakin sulit ditemukan keberadaannya tetapi banyak tumbuh di hutan rakyat Kabupaten Bantul dan Kabupaten Gunung Kidul adalah jamblang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jumlah karbon tersimpan dalam biomassa hutan rakyat jamblang di Kabupaten Bantul dan Gunung Kidul. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah inventarisasi hutan rakyat jamblang dengan penetapan lokasi plot/ petak ukur secara sengaja. Perhitungan karbon tersimpan dalam biomassa dihitung menggunakan persamaan allometrik yang ada (e.g. Chave). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karbon tersimpan dalam biomassa hutan rakyat jamblang di Bantul dan Gunung Kidul berturut-turut adalah sebesar 137 dan 81 ton per ha. Kontribusi jenis jamblang dalam penyerapan karbon di Bantul dan Gunung Kidul adalah sebesar 98 dan 46 ton/ha atau setara dengan 418 dan 200 ton CO<sub>2</sub>/ha.*

*Kata kunci: biomassa, hutan rakyat, jamblang, Bantul, Gunung Kidul*

### 1. Pendahuluan

Hutan rakyat selain berperan dalam mensuplai kayu dan hasil hutan bukan kayu juga dapat berperan positif untuk lingkungan seperti menyerap karbon yang disimpan dalam biomasnya. Jenis pohon, populasi, dan ukuran dimensi pohon penyusun hutan rakyat merupakan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah simpanan karbon hutan rakyat. Faktor manajemen hutan rakyat yang mungkin dapat meningkatkan jumlah karbon tersimpan dalam biomassa hutan rakyat antara lain adalah dengan memperpanjang daur tebang, menjaganya agar tidak dikonversi ke penggunaan lahan lain, dan modifikasi pengelolaan hutan yang fokus pada cadangan karbon (Richards & Stokes, 2004).

Salah satu jenis pohon yang semakin sulit ditemukan keberadaannya tetapi banyak tumbuh di hutan rakyat Kabupaten Bantul dan Kabupaten Gunung Kidul adalah jamblang. Kayu jamblang banyak digunakan oleh masyarakat sebagai bahan baku pembuatan kusen, daun pintu, mebel dan lain-lain. Menurut Chaudhary and Mukhopadhyay (2012) jamblang memiliki kepentingan ekonomi yang besar karena sebagian besar seperti kulit kayu, daun, biji dan buah digunakan sebagai obat alternatif untuk mengobati berbagai penyakit. Meskipun demikian masyarakat di Kabupaten Bantul dan Kabupaten Gunung Kidul belum banyak mengetahui dan memanfaatkan jamblang sebagai komoditi obat-obatan. Biji jamblang merupakan bagian utama yang bermanfaat sebagai obat. Ekstrak biji jamblang berfungsi obat diabetes,

*hypoglycemic, antiinflammatory, antioxidant*, dan kemoprefentif terhadap stres dan kerusakan genom (P. Prince & M. Venon, 1998). Ekstrak buah ini menghasilkan antioksidan dan antikanker tertinggi (Afify, Fayed, Shalaby, & El-Shemy, 2011). Kulit tanaman jamblang mengandung tannin dan karbohidrat sebagai astringent untuk mengobati disentri. Buah jamblang juga dapat mengobati diabetes karena dapat menurunkan gula darah. Selain itu, biji jamblang juga dapat digunakan untuk menunda komplikasi (saraf dan kataraks)(Helmstädter, 2008).

Jenis jamblang akan semakin sulit ditemukan jika tidak mendapat perhatian baik dari segi penelitian maupun pengembangan. Oleh karena itu menjadi penting menggali manfaat jamblang dalam penyerapan karbon agar tetap terjaga kelestariannya. Produk utama dari jenis jamblang adalah buah, sehingga tidak menebang pohon dan daur jenis jamblang cukup panjang, yaitu diremajakan pada saat produksi buah sudah tidak optimal. Karena panjangnya daur ini, jenis jamblang sangat potensial sebagai pohon dengan serapan karbon yang tinggi.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menghitung karbon tersimpan dalam biomassa hutan rakyat Gunung Kidul dominan jati (Aminudin, 2008; Purwanto et al., 2015; Sulisty, Lukmandaru, Prasetyo, & Marsoem, 2010). Selain itu, penelitian lain di hutan rakyat juga telah dilakukan oleh Siarudin and Indrajaya (2014) di hutan rakyat manglid di Tasikmalaya, Indrajaya, Siarudin, and Handayani (2014) di hutan rakyat jabon di Garut dan Antoko (2011) di hutan rakyat kemenyan di Tapanuli Utara. Penelitian tentang jumlah karbon tersimpan dalam biomassa di hutan tanaman yang dikelola secara monokultur juga telah banyak dilakukan, antara lain jenis sengon (Indrajaya, 2010), mangium (Hardjana, 2010), agathis (Indrajaya, 2015b), rasamala (Indrajaya, 2015c), mahoni (Indrajaya, 2015a), dan pinus (Indrajaya, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jumlah potensi karbon tersimpan dalam biomassa hutan rakyat jamblang di Kabupaten Bantul dan Gunung Kidul. Informasi tentang jasa lingkungan penyerapan karbon pada hutan rakyat jamblang penting bagi perencana hutan rakyat agar memiliki perhitungan yang tepat untuk memperoleh keuntungan yang maksimal.

## **2. Metode**

### **2.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian adalah di Dusun Jojoran Wetan, Dusun Sembung, Dusun Goa Payan, Dusun Gepeng, Dusun Sabrang Lor, Dusun Blabak dan Dusun Serambi Keret yang termasuk wilayah Desa Triwidadi, Kecamatan Kecamatan Pajangan, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian juga dilakukan di Hutan Wonosadi di Dusun Duren dan Dusun Sidorejo, Desa Beji, Kecamatan Karang Ngawen, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

### **2.2 Data dan Pengumpulan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jenis pohon, dimensi pohon (yaitu diameter setinggi dada dan tinggi), dan populasi pohon. Pengumpulan data dilakukan dengan pembuatan petak ukur ukuran 20 x 20 meter dengan penempatan lokasi petak ukur dipilih secara sengaja pada hutan rakyat dengan dominasi jamblang. Jumlah petak ukur dalam penelitian ini adalah sebanyak 15 petak ukur di Kabupaten Bantul dan 6 petak ukur di Kabupaten Gunung Kidul.

### 2.3 Analisis Data

Perhitungan karbon tersimpan dalam biomassa pohon dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik yang ada, yaitu:

1. Berat biomassa di atas permukaan tanah diestimasi menggunakan persamaan allometrik Chave et al. (2005), yaitu:

$$AGB(t) = \rho \times \exp\left(-1.499 + 2.148\ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.028(\ln(D))^3\right) \quad (1)$$

Dimana *AGB* merupakan berat biomassa di atas permukaan tanah (dalam kg/pohon),  $\rho$  merupakan berat jenis pohon, dan *D* adalah diameter setinggi dada (dalam cm). Berat jenis pohon diperoleh dari Zanne et al. (2009).

Estimasi berat biomassa jenis kelapa dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik (Sutaryo, 2009):

$$AGB = \exp(-6,378 - 0,877\ln(1/D^2)) + 2.51\ln(H) \quad (2)$$

Dimana *H* adalah tinggi kelapa.

2. Berat biomassa akar diestimasi menggunakan persamaan yang dibuat oleh Cairns, Brown, Helmer, and Baumgardner (1997), yaitu:

$$RB(t) = \exp(-1,0587 + 0,8836\ln AGB(t)) \quad (3)$$

Dimana *RB* merupakan berat biomassa akar (dalam kg/pohon).

Fraksi karbon dalam biomassa adalah sebesar 0,47 (IPCC, 2006).

3. Karbon dioksida terserap dalam biomassa pohon dihitung dengan mengalikan jumlah karbon tersimpan dalam biomassa dengan rasio berat molekul CO<sub>2</sub> dan berat atom karbon, yaitu 44/12

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Tegakan Hutan Rakyat Jamblang

Tegakan hutan rakyat jamblang di Kabupaten Bantul terdiri dari 10 jenis dan 10 family (Tabel 1). Populasi jenis pohon penyusun hutan rakyat jamblang di Kabupaten Bantul adalah sebanyak 554 pohon dalam 0,6 ha. Kerapatan tegakan hutan rakyat jamblang adalah sebesar 923 pohon/ha. Populasi jamblang di hutan rakyat jamblang Kab. Bantul adalah sebanyak 251 pohon dalam 0,6 ha atau 418 pohon per ha. Variasi berat jenis hutan rakyat jamblang Kab. Bantul dalam kisaran antara 0,54 – 1,28. Tabel 1. Jenis penyusun hutan rakyat jamblang di Kabupaten Bantul

**Tabel 1. Jenis penyusutan hutan rakyat jamblang di Kabupaten Bantul**

|   | Jenis Pohon | Nama Botanis                       | Family                 | ∑ Pohon | Berat jenis |
|---|-------------|------------------------------------|------------------------|---------|-------------|
| 1 | Akasia      | <i>Acacia auricoliformis</i>       | <i>Fabaceae</i>        | 80      | 0.68        |
| 2 | Angsana     | <i>Pterocarpus indicus Wild</i>    | <i>Papiloneceae</i>    | 1       | 0.54        |
| 3 | Asem        | <i>Tamarindus indicus L</i>        | <i>Caesalpiniaceae</i> | 1       | 1.28        |
| 4 | Jamblang    | <i>Sizigium comunii</i>            | <i>Myrtaceae</i>       | 251     | 0.67        |
| 5 | Jati        | <i>Tectona grandis</i>             | <i>Verbenaceae</i>     | 63      | 0.6         |
| 6 | Johar       | <i>Cassia siamea Lamk.</i>         | <i>Pabaceae</i>        | 1       | 0.6         |
| 7 | Kelapa      | <i>Cocos nucifera</i>              | <i>Palmae</i>          | 3       |             |
| 8 | Mahoni      | <i>Swietenia macrophylla King.</i> | <i>Meliaceae</i>       | 138     | 0.49        |

|    |         |                         |                      |    |      |
|----|---------|-------------------------|----------------------|----|------|
| 9  | Mangga  | <i>Mangifera indica</i> | <i>Anacardiaceae</i> | 1  | 0.54 |
| 10 | Melinjo | <i>Gnetum gnemon L.</i> | <i>Gnetaceae</i>     | 15 | 0.61 |

554

Pada tegakan hutan rakyat jamblang Kab. Gunung Kidul, komposisi tegakan relatif lebih beragam dibandingkan hutan rakyat jamblang Kab. Bantul. Jumlah jenis di hutan rakyat jamblang Kab. Gunung Kidul terdiri dari 21 jenis dan 12 family (Tabel 2). Kerapatan tegakan adalah 219 pohon dalam 0,24 ha atau 912 pohon/ha (kurang lebih sama dengan kerapatan tegakan hutan rakyat jamblang Kab. Bantul). Kerapatan jenis jamblang di hutan rakyat jamblang Kab. Gunung Kidul adalah sebanyak 288 pohon/ha atau lebih sedikit dibandingkan pada hutan rakyat jamblang di Kab. Bantul. Berat jenis pohon penyusun hutan rakyat jamblang Kab. Gunung Kidul berada pada kisaran 0,26 hingga 0,835.

**Tabel 2. Jenis penyusun hutan rakyat dominan jamblang di Kabupaten Gunung Kidul**

| No | Jenis Pohon | Nama Botanis                      | Family                | Σ Pohon | Berat jenis |
|----|-------------|-----------------------------------|-----------------------|---------|-------------|
| 1  | Akasia      | <i>Acassia auricoliformis</i>     | <i>Fabaceae</i>       | 5       | 0.68        |
| 2  | Birit       | <i>Tabernaemontana macrocarpa</i> | <i>Apocynaceae</i>    | 6       | 0.44        |
| 3  | Flamboyan   | <i>Delonic regia Rafin.</i>       | <i>Fabaceae</i>       | 7       | 0.534       |
| 4  | Jabon       | <i>Lamarkia cadamba</i>           | <i>Rubiaceae</i>      | 8       | 0.465       |
| 5  | Jamblang    | <i>Sizigium comunii</i>           | <i>Myrtaceae</i>      | 69      | 0.67        |
| 6  | Jambu air   | <i>Eugenia aquea</i>              | <i>Myrtaceae</i>      | 14      | 0.68        |
| 7  | Jambu mente | <i>Anacardium occidentale</i>     | <i>Anacardiaceae</i>  | 16      | 0.468       |
| 8  | Jati        | <i>Tectona grandis</i>            | <i>Verbenaceae</i>    | 2       | 0.6         |
| 9  | Johar       | <i>cassia seamea</i>              | <i>Fabaceae</i>       | 10      | 0.6         |
| 10 | Krenik      | <i>Eugenia Sp.</i>                | <i>Myrtaceae</i>      | 4       | 0.68        |
| 11 | Kueni       | <i>Mangifera odorata</i>          | <i>Anacardiaceae</i>  | 1       | 0.47        |
| 12 | Laban       | <i>Vitek pubescens</i>            | <i>Verbenaceae</i>    | 1       | 0.451       |
| 13 | Mahoni      | <i>Swietenia macrophylla King</i> | <i>Meliaceae</i>      | 5       | 0.49        |
| 14 | Melinjo     | <i>Gnetum gnemon</i>              | <i>Gnetaceae</i>      | 1       | 0.61        |
| 15 | Risonggo    | <i>Dillenia elliptica</i>         | <i>Delleniaceae</i>   | 2       | 0.51        |
| 16 | Secang      | <i>Caesalpinia sappam</i>         | <i>Caesalpinaceae</i> | 2       | 0.835       |
| 17 | Segawe      | <i>Adenathera microsperma</i>     | <i>Caesalpinaceae</i> | 2       | 0.64        |
| 18 | Sengon      | <i>Paraseriathes Falcataria</i>   | <i>Fabaceae</i>       | 3       | 0.26        |
| 20 | Waru        | <i>Hibiscus tiliaceus</i>         | <i>Malvaceae</i>      | 13      | 0.45        |
| 21 | Wegil       | <i>Mischocarpus sundaicus</i>     | <i>Sapindaceae</i>    | 48      | 0.78        |

219

### 3.2 Karbon Tersimpan dalam Biomassa

Estimasi berat biomassa dan karbon hutan rakyat jamblang disajikan dalam Tabel 3 dan 4. Jumlah karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah hutan rakyat jamblang di Kab. Bantul dan Kab. Gunung Kidul berturut-turut adalah sebesar 137 dan 81 ton/ha, dengan karbon tersimpan dalam akar berturut-turut sebesar 22 dan 14 ton/ha. Karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah di kedua lokasi relatif lebih tinggi dibandingkan dengan hutan rakyat jati di Desa Dengok, Playen yang hanya sebesar 66 ton/ha (Aminudin, 2008) atau hutan rakyat manglid di Tasikmalaya yang hanya sebesar 44 ton/ha (Siarudin & Indrajaya, 2014). Hal ini karena kerapatan

tegakan di lokasi penelitian yang relatif lebih tinggi dibandingkan di hutan rakyat jati maupun manglid.

**Tabel 3. Karbon tersimpan dalam biomassa tegakan hutan rakyat dominan jamblang di Kabupaten Bantul.**

| Jenis    | Biomassa di atas permukaan tanah (kg dalam 0.6 ha) | Biomassa dalam akar (kg dalam 0.6 ha) | Karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah (ton/ha) | Karbon tersimpan dalam biomassa akar (ton/ha) | CO <sub>2</sub> equivalent (ton/ha) |
|----------|--|---------------------------------------|--|---|-------------------------------------|
| Akasia   | 31871  | 5118                                  | 24.97  | 4.01  | 106.24                              |
| Angsana  | 76   | 16                                    | 0.06   | 0.01  | 0.26                                |
| Asem     | 52   | 11                                    | 0.04   | 0.01  | 0.18                                |
| Jamblang | 125353   | 20223                                 | 98.19  | 15.84   | 418.13                              |
| Jati     | 10167  | 1790                                  | 7.96   | 1.40  | 34.34                               |
| Johar    | 223  | 41                                    | 0.17   | 0.03  | 0.76                                |
| Kelapa   | 97   | 22                                    | 0.08   | 0.02  | 0.34                                |
| Mahoni   | 3734   | 751                                   | 2.92   | 0.59  | 12.88                               |
| Mangga   | 125  | 25                                    | 0.10   | 0.02  | 0.43                                |
| Melinjo  | 3238   | 580                                   | 2.54   | 0.45  | 10.97                               |
| TOTAL    | 174935   | 28578                                 | 137.03   | 22.39   | 584.54                              |

**Tabel 4. Karbon tersimpan dalam biomassa tegakan hutan rakyat dominan jamblang di Kabupaten Gunung Kidul**

| Jenis       | Biomassa di atas permukaan tanah (kg dalam 0.24 ha) | Biomassa dalam akar (kg dalam 0.24 ha) | Karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah (ton/ha) | Karbon tersimpan dalam biomassa akar (ton/ha) | CO <sub>2</sub> equivalent (ton/ha) |
|-------------|---|--|--|---|-------------------------------------|
| Akasia      | 47  | 12                                     | 0.09   | 0.02  | 0.43                                |
| Birit       | 228   | 48                                     | 0.45   | 0.09  | 1.98                                |
| Flamboyan   | 1680  | 300                                    | 3.29   | 0.59  | 14.22                               |
| Jabon       | 66  | 18                                     | 0.13   | 0.03  | 0.60                                |
| Jamblang    | 23807   | 3979                                   | 46.62  | 7.79  | 199.52                              |
| Jambu air   | 3885  | 644                                    | 7.61   | 1.26  | 32.53                               |
| Jambu mente | 3174  | 559                                    | 6.22   | 1.10  | 26.81                               |
| Jati        | 748   | 125                                    | 1.46   | 0.24  | 6.27                                |
| Johar       | 1628  | 282                                    | 3.19   | 0.55  | 13.72                               |
| Krenik      | 157   | 34                                     | 0.31   | 0.07  | 1.38                                |
| Kueni       | 4   | 1                                      | 0.01   | 0.00  | 0.04                                |
| Laban       | 7   | 2                                      | 0.01   | 0.00  | 0.06                                |
| Mahoni      | 38  | 10                                     | 0.07   | 0.02  | 0.34                                |
| Melinjo     | 6   | 2                                      | 0.01   | 0.00  | 0.05                                |
| Risonggo    | 158   | 32                                     | 0.31   | 0.06  | 1.36                                |
| Secang      | 62  | 14                                     | 0.12   | 0.03  | 0.55                                |
| Segawe      | 1520  | 242                                    | 2.98   | 0.47  | 12.65                               |
| Sengon      | 28  | 7                                      | 0.06   | 0.01  | 0.26                                |
| Waru        | 817   | 171                                    | 1.60   | 0.33  | 7.09                                |
| Wegil       | 3423  | 695                                    | 6.70   | 1.36  | 29.57                               |
| TOTAL       | 41485   | 7177                                   | 81   | 14  | 349                                 |

Kontribusi jenis jamblang dalam menyimpan karbon dalam biomassa di Kab. Bantul dan Gunung Kidul berturut-turut sebesar 98 dan 46 ton per ha. Sementara itu, jenis lain yang relatif kecil dalam berkontribusi menyimpan karbon adalah jenis kelapa, mangga, angsana, dan asem di Kab. Bantul dengan simpanan karbon sebanyak kurang dari 0,1 ton/ha. Di Kab. Gunung Kidul, jenis yang kontribusinya relatif kecil adalah jenis akasia, krenik, kueni, laban, mahoni, dan mlinjo. Jumlah populasi yang relatif sedikit dengan diameter rata-rata yang relatif kecil membuat jenis-jenis tersebut hanya menyimpan karbon relatif kecil dalam satu ha.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa jumlah karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah hutan rakyat jamblang di Kabupaten Bantul dan Gunung Kidul berturut-turut adalah sebesar 137 dan 81 ton/ha, dengan biomassa akar berturut-turut sebesar 22 dan 14 ton/ha. Jumlah karbondioksida total yang tersimpan dalam biomassa hutan rakyat jamblang di Bantul dan Gunung Kidul berturut-turut adalah sebesar 585 dan 349 ton/ha.

Berdasarkan kesimpulan di atas, peneliti menganggap perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh silvikultur hutan rakyat jamblang terhadap jumlah karbon tersimpan dalam biomassa mengingat penelitian silvikultur jenis ini tengah dilakukan oleh BPPTA Ciamis. Selain itu, informasi tentang perkembangan penelitian di bidang zat aktif yang terkandung dalam buah jamblang perlu dilakukan agar diketahui potensi jumlah permintaan buah jamblang apabila telah bernilai komersial sebagai tanaman obat.

#### Daftar pustaka

- Afify, A. E.-M. M., Fayed, S. A., Shalaby, E. A., & El-Shemy, H. A. (2011). *Syzygium cumini* (pomposia) active principles exhibit potent anticancer and antioxidant activities. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5(7), 948-956.
- Aminudin, S. (2008). *Kajian potensi cadangan karbon pada perusahaan hutan rakyat (Studi kasus: hutan rakyat Desa Dengok, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunung Kidul)*. (Master), Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Antoko, B. S. (2011). *Nilai insentif karbon hutan rakyat kemenyan berbasis voluntary carbon market di Kabupaten Tapanuli Utara*. (Master), Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Cairns, M. A., Brown, S., Helmer, E. H., & Baumgardner, G. A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111, 1-11.
- Chaudhary, B., & Mukhopadhyay, K. (2012). *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A potential source of nutraceuticals. *Int J Pharm Biol Sci*, 2(1), 46-53.
- 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).
- Helmstädter, A. (2008). *Syzygium cumini* (L.) SKEELS (Myrtaceae) against diabetes—125 years of research. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 63(2), 91-101.
- Indrajaya, Y. (2010). *Dinamika karbon hutan tanaman sengon*. Paper presented at the Workshop status riset dan rencana induk penelitian agroforestry, Bogor.
- 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. (2016). *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., Siarudin, M., & Handayani, W. (2014). Karbon tersimpan dalam biomassa agroforestry jabon-kapulaga dan rumput gajah di Kecamatan Pakenjeng, Garut, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Agroforestry*, 2(2).
- IPCC. (2006). IPCC Guideline 2006 Guidelines for national green house gas inventories: IPCC.
- P. Prince, & M. Venon. (1998). Efecct of syzygium in plasma antioxidant on alloxant induced diabetes in rats. *Journal Of Clinical Biochemistry And Nutrition*, 25(2), 81-86.
- Purwanto, R. H., Rohman, R., Maryudi, A., Yuwono, T., Permadi, D. B., & Sanjaya, M. (2015). Potensi biomasa dan simpanan karbon jenis-jenis tanaman berkayu di hutan rakyat Desa Nglanggeran, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 6(2), 128-141.
- 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.
- Siarudin, M., & Indrajaya, Y. (2014). Struktur tegakan dan cadangan karbon hutan rakyat pola agroforestry manglid (*Manglieta glauca* Bl.) di Tasikmalaya, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Agroforestry*, 2(1).
- Sulistyo, J., Lukmandaru, G., Prasetyo, V. E., & Marsoem, S. N. (2010). *Karakteristik biomassa komponen pohon jati dari hutan rakyat di Gunungkidul*. Paper presented at the Prosiding Seminar "Hutan Kerakyatan Mengatasi Perubahan Iklim".
- Sutaryo, D. (2009). *Penghitungan Biomassa. Sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon*. Bogor: Wetlands International Indonesia Programme.
- Zanne, A. E., Lopez-Gonzalez, G. \*, C., D.A., , Ilic, J., Jansen, S., , Lewis, S. L., Miller, R. B., . . . Chave, J. (2009). Global wood density database.