

CADANGAN KARBON DALAM BIOMASSA POHON DI SITU GEDE, KOTA TASIKMALAYA

Yonky Indrajaya dan Soleh Mulyana
Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry
E-mail: yonky_indrajaya@yahoo.com

ABSTRAK - Selain dapat menambah keindahan kota, keberadaan hutan kota dapat pula menyerap karbon dioksida di udara yang dapat berkontribusi dalam mitigasi perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jumlah cadangan karbon dalam biomassa pohon di hutan kota Situ Gede, Kota Tasikmalaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensus terhadap pohon yang ada di lokasi penelitian (± 25 ha). Perhitungan berat biomassa di atas dan bawah permukaan tanah menggunakan persamaan allometrik yang ada (yaitu Chave dan Cairns). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa (1) Jumlah karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah dan akar di hutan kota Situ Gede berturut-turut adalah sebanyak 7,23 dan 1,04 ton/ha, dan (2) Jenis jati putih memberikan kontribusi terbesar dalam penyerapan karbon di Situ Gede yaitu dengan menyimpan karbon sebanyak $\pm 2,65$ ton/ha.

Kata kunci: Karbon, biomassa, Situ Gede, Kota Tasikmalaya

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Selain dapat menambah keindahan kota, keberadaan hutan kota dapat pula menyerap karbon dioksida di udara melalui proses fotosintesis yang dapat berkontribusi dalam mitigasi perubahan iklim. Jenis penyusun hutan kota pada umumnya dipilih berdasarkan kriteria yang ada seperti: silvikultur, manajemen, dan estetika (Muhlison, 2013). Jenis pohon yang berbeda akan memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap karbondioksida di udara. Pemilihan jenis yang memenuhi kriteria pemilihan jenis hutan kota dan informasi jumlah karbon tersimpan oleh jenis tersebut penting diketahui oleh perencana kota agar dapat merencanakan pengembangan hutan kota yang indah dan menyerap karbon yang tinggi.

Hutan kota di Amerika Serikat rata-rata dapat menyimpan karbon di dalam biomasanya hingga 66 ton per ha (Rowntree and Nowak, 1991). Dengan tren pertumbuhan pembangunan hutan kota yang ada, hutan kota di Chicago diprediksi dapat menyerap CO₂ di udara sebanyak 1% dari total emisi Amerika Serikat (Nowak, 1994). Sementara itu, Nowak et al. (2013) melaporkan bahwa rata-rata karbon tersimpan dalam biomassa hutan kota di AS adalah sebesar 7,69 kg/m² atau kurang lebih sebanyak 0,77 ton/ha. Beberapa penelitian juga telah dilakukan di belahan dunia yang lain, antara lain yang dilakukan oleh Timilsina et al. (2014) di Brazil, Strohbach and Haase (2012) dan Davies et al. (2011) di Eropa. Selain itu, penelitian serupa juga telah dilakukan di Korea (Jo, 2002, Lee et al.,

2014) dan China (Liu and Li, 2012, Zhao et al., 2010). Di Indonesia penelitian tentang potensi karbon hutan kota juga telah dilakukan di hutan kota Monumen Nasional (Samsuedin and Wibowo, 2012). Situ Gede merupakan kawasan hutan kota yang berada di wilayah Kota Tasikmalaya. Kawasan Situ Gede ini memiliki luas kurang lebih 25 ha, yang terdiri dari tubuh air dan vegetasi pohon di sekitar situ untuk menjaga kondisi hidrologis situ.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi vegetasi pohon di hutan kota Situ Gede, Kota Tasikmalaya dalam menyerap Gas Rumah Kaca (GRK) khususnya CO₂. Informasi tentang karbon tersimpan dalam biomassa di Situ Gede dapat dipergunakan sebagai referensi dalam perencanaan pembangunan yang rendah emisi.

METODE

Kondisi Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di hutan kota Situ Gede, Kota Tasikmalaya yaitu pada koordinat S= 07⁰ 20' 14,1" dan E= 108⁰ 11' 14,0". Ketinggian tempat lokasi penelitian adalah 401 mdpl. Vegetasi pohon di Situ Gede ditanam dengan tujuan melindungi fungsi hidrologi dari situ yang ada di lokasi tersebut. Penelitian ini dilakukan pada September 2013. Kondisi pohon lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kondisi vegetasi pohon di Situ Gede, Kota Tasikmalaya

Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data

Data jenis dan dimensi (diameter dan tinggi) pohon dikumpulkan di lokasi penelitian secara sensus, atau semua pohon pada lokasi penelitian diukur. Kriteria pohon yang digunakan adalah menurut Kartawinata et al. (1976), yaitu vegetasi berkayu yang memiliki diameter setinggi dada > 10 cm.

Analisis data

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

- Karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah dihitung menggunakan persamaan allometrik yang dibuat oleh Chave et al. (2005), yaitu:

$$AGB_t = \rho \times \exp^{-1.499 + 2.148 \ln D + 0.207 \ln D^2 - 0.028 \ln D^3} \quad (1)$$

Dimana *AGB* merupakan berat biomassa di atas permukaan tanah (dalam kg/pohon), ρ merupakan berat jenis pohon, dan *D* adalah diameter setinggi dada (dalam cm). Berat jenis pohon diperoleh dari Zanne et al. (2009). Fraksi karbon dalam biomassa adalah sebesar 0,47 (IPCC, 2006).

- Karbon tersimpan dalam biomassa di bawah permukaan tanah dihitung menggunakan persamaan yang dibuat oleh Cairns et al. (1997), yaitu:

$$RB_t = \exp^{-1,0587 + 0,8836 \ln AGB_t} \quad (2)$$

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

- Karbon dioksida terserap dalam biomassa pohon dihitung dengan mengalikan jumlah karbon tersimpan dalam biomassa dengan rasio berat molekul CO₂ dan berat atom karbon, yaitu 44/12

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Vegetasi

Jenis vegetasi pohon yang ada di Situ Gede berdasarkan inventarisasi dan identifikasi adalah sebanyak 49 jenis pohon yang termasuk dalam 27 family. Jumlah pohon yang berada di Situ Gede adalah sebanyak 550 pohon. Hasil inventarisasi pohon di Situ Gede dapat disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jenis, jumlah, tinggi dan diameter pohon yang diamati di Situ Gede, Tasikmalaya

No	Nama lokal	Nama botani	Family	Populasi	Rata-rata Tinggi (meter)	Rata-rata Diameter (cm)
1	Akasia	<i>Acacia auriculiformis L.</i>	Mimosaceae	2	13	21,5
2	Asam Jawa	<i>Tamarindus indicus L</i>	Caesalpiniaceae	2	14	45
3	Beringin	<i>Ficus benyamina L.</i>	Moraceae	6	21	67,5

No	Nama lokal	Nama botani	Family	Populasi	Rata-rata Tinggi (meter)	Rata-rata Diameter (cm)
4	Burahol	<i>Stelechocarpus burahol</i>	Anonaceae	1	15	30
5	Durian	<i>Durio zibethinus MUR.</i>	Bombacaceae	3	15,33	31,7
6	Empilung	<i>Ochanostachys amentaceae Mast.</i>	Santalaceae	4	20	25
7	Ganitri	<i>Elaeocarpus ganitrus ROXB</i>	Elaocarpaceae	2	12	25
8	Hantap	<i>Sterculia javanica R. Br.</i>	Sterculiaceae	3	20,33	39
9	Hantap Heulang	<i>Sterculia macrophila Wall.</i>	Sterculiaceae	2	24,5	50
10	Huru Payung	<i>Actiodaphne exelsa Nees.</i>	Lauraceae	12	9,92	28,42
11	Jambu Batu	<i>Psidium guyava L.</i>	Myrtaceae	2	10	13,525
12	Jati	<i>Tectona grandis L.f.</i>	Verbenaceae	10	6,9	15,8
13	Jati Putih	<i>Gmelina arborea Lour.</i>	Verbenaceae	246	10,88	27
14	Johar	<i>Cassia siamea Lamk.</i>	Leguminosaceae	12	11,58	34,8
15	Kalikiria	<i>Glyricidia sepium</i>	Papilionaceae	1	6	15
16	Kemit	<i>Planconella nitida Dubard</i>	Sapotaceae	2	18	29
17	Kenanga	<i>Cananga odorata Hook.</i>	Anonaceae	2	6	10
18	Kenari hutan	<i>Santiria griffithii</i>	Burseraceae	3	23	74,3
19	Kersen	<i>Muntingia calabura L.</i>	Tiliaceae	70	4,93	16,9
20	Ketapang	<i>Terminalia catapa L.</i>	Combretaceae	8	5	12,6
21	Ki Getih	<i>Horsfieldia iryaghedi Warb.</i>	Myristiceae	6	15,33	17,2
22	Ki Hampelas	<i>Ficus amples Burm. F.</i>	Moraceae	6	13,5	29,3
23	Ki Payung	<i>Fillicium decipiens Thw.</i>	Sapindaceae	1	16	93
24	Ki Sampang	<i>Evodia latipolia DC.</i>	Rutaceae	4	12,25	26,5
25	Ki Teja	<i>Cinnamomum iners Reinw..</i>	Lauraceae	3	11,7	23
26	Kondang	<i>Ficus variegata BL.</i>	Moraceae	12	11,25	30,2
27	Lame / Pulai	<i>Alstonia scholaris R.Br.</i>	Apocynaceae	3	19,7	56,7
28	Lamtoro	<i>Leuceina leucecephala</i>	Papiloneceae	1	8	20
29	Lengkeng	<i>Euphoria longana (Lour) Steud.</i>	Sapindaceae	1	13	80
30	Leungsir	<i>Pometia tomentosa T & B.</i>	Sapindaceae	14	13,79	25,14
31	Limus	<i>Mangifera foetida Lour.</i>	Anacardiaceae	1	7	20
32	Mahoni	<i>Swietenia macrophyla King</i>	Meliaceae	36	8,69	20,5

No	Nama lokal	Nama botani	Family	Populasi	Rata-rata Tinggi (meter)	Rata-rata Diameter (cm)
33	Mangga	<i>Mangifera indica L.</i>	Anacardiaceae	5	6,4	20
34	Manglid	<i>Manglieta glauca BL.</i>	Magnoliaceae	2	13,5	20
35	Mara	<i>Macaranga tanarius Muel.</i>	Euphorbiaceae	11	8,18	21,73
36	Mindi	<i>Melia azedarach L.</i>	Meliaceae	1	14	30
37	Kemiri	<i>Aleurites moluccana Willd.</i>	Euphorbiaceae	3	7,5	21
38	Nangka	<i>Artocarpus integra Merr.</i>	Moraceae	4	7,75	22,5
39	Nangsi	<i>Villebrunea rubescens BL.</i>	Urticaceae	1	7	20
40	Pasra	<i>Payena macrophylla Burck.</i>	Sapotaceae	1	30	97
41	Petai	<i>Parkia speciosa L.</i>	Mimosaceae	3	12	23,7
42	Pisitan Monyet	<i>Dysoxylum alliaceum BL.</i>	Sapindaceae	26	16	30,7
43	Putat	<i>Planconia valida BL.</i>	Lecythidaceae	1	25	50
44	Randu	<i>Ceiba pentandra Gaertn.</i>	Bombacaceae	2	19,5	66,5
45	Sirsak	<i>Annona muricata L.</i>	Anonaceae	2	5,5	20,5
46	Sobsis	<i>Maesopsis Eminii</i>	Meliaceae	1	13	20
47	Sukun	<i>Artocarpus altillis</i>	Moraceae	1	6	18
48	Tanjung	<i>Mimusops elengi L.</i>	Sapotaceae	1	6	15
49	Teureup	<i>Antocarpus elastica Reinw.</i>	Moraceae	4	17,5	32,5

Sumber: Datar primer, 2013

Tabel 1 menunjukkan bahwa kerapatan jenis pohon didominasi oleh jati putih (*Gmelina arborea* Roxb.), kersen (*Muntingia calabura* L.), dan mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) dengan jumlah berturut-turut sebanyak 246, 70, dan 36 pohon dalam 25 ha. Pohon dengan diameter terbesar dan tinggi tertinggi yang hidup di Situ Gede adalah jenis pasra (*Payena macrophylla* Burck.) yang memiliki diameter 97 cm dan tinggi 30 m.

Karbon Tersimpan dalam Biomassa Pohon

Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan (1) dan (2), hasil estimasi karbon tersimpan dalam biomassa pohon di Situ Gede dapat disajikan dalam Tabel 2. Untuk mengetahui jumlah karbon tersimpan per ha, maka jumlah total karbon tersimpan dibagi dengan luas total kawasan Situ Gede (yaitu 25 ha). Total karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah Situ Gede adalah sebesar 7,23 ton/ha atau setara dengan 26,5 ton CO₂, jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah di hutan alam (Samsudin et al., 2009, Rahayu et al., 2006, Indrajaya,

2013) maupun dengan di hutan tanaman monokultur (Indrajaya, 2015b, Indrajaya, 2015a). Hal ini karena relatif luasnya lahan non vegetasi yang ada di Situ Gede, terutama tubuh air.

Tabel 2. Karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah dan dalam akar di Situ Gede, Kota Tasikmalaya

No	Nama Lokal	Biomassa			Karbon biomassa di atas permukaan tanah (ton/ha)	Karbon	
		Berat Jenis	Di atas Permukaan Tanah (kg)	Biomassa Akar (kg)		Biomassa Akar (ton/ha)	CO ₂ (ton/ha)
1	Jati Putih	0.442	53191	5200	2.27	0.38	9.72
2	Beringin	0.459	106383	9593	1.02	0.11	4.14
3	Pisitan Monyet	0.565	159574	13726	0.43	0.07	1.80
4	Kenari hutan	0.31	212766	17699	0.35	0.04	1.43
5	Ki Payung	0.96	265957	21556	0.35	0.04	1.43
6	Johar	0.6	319149	25325	0.24	0.04	1.04
7	Lengkeng	0.91	372340	29020	0.23	0.03	0.96
8	Pasra/sawo leweung	0.55	425532	32654	0.22	0.03	0.90
9	Lame / Pulai	0.31	478723	36236	0.21	0.03	0.86
10	Mahoni	0.49	531915	39771	0.19	0.03	0.81
11	Kondang	0.31	585106	43265	0.19	0.03	0.81
12	Asam Jawa	1.28	638298	46723	0.19	0.02	0.80
13	Leungsir	0.655	691489	50147	0.17	0.03	0.71
14	Kersen	0.3	744681	53541	0.14	0.03	0.61
15	Huru Payung	0.5	797872	56906	0.14	0.02	0.61
16	Randu	0.25	851064	60246	0.11	0.01	0.45
17	Ki Hampelas	0.38	904255	63561	0.08	0.01	0.34

No	Nama Lokal	Berat Jenis	Biomasa Di atas Permukaan Tanah (kg)	Biomassa Akar (kg)	Karbon biomassa di atas permukaan tanah (ton/ha)	Karbon Biomassa Akar (ton/ha)	CO ₂ (ton/ha)
18	Mara	0.43	957447	66854	0.07	0.01	0.31
19	Hantap	0.32	1010638	70125	0.06	0.01	0.25
20	Putat	0.64	1063830	73376	0.05	0.01	0.22
21	Teureup	0.35	1117021	76609	0.05	0.01	0.22
22	hantap Heulang	0.283	1170213	79824	0.05	0.01	0.21
23	Ki Sampang	0.74	1223404	83021	0.05	0.01	0.21
24	Durian	0.55	1276596	86203	0.05	0.01	0.20
25	Empilung	0.77	1329787	89369	0.04	0.01	0.19
26	Jati	0.69	1382979	92520	0.03	0.01	0.12
27	Kemit	0.51	1436170	95658	0.03	0.00	0.12
28	Ki Teja	0.55	1489362	98781	0.03	0.00	0.11
29	Nangka	0.56	1542553	101892	0.02	0.00	0.11
30	Mangga	0.543	1595745	104991	0.02	0.00	0.10
31	Petai	0.36	1648936	108077	0.01	0.00	0.06
32	Ki Getih / Darah2	0.36	1702128	111152	0.01	0.00	0.06
33	Akasia	0.68	1755319	114216	0.01	0.00	0.06
34	Burahol	0.55	1808511	117268	0.01	0.00	0.05
35	Muncang / Kemiri	0.42	1861702	120311	0.01	0.00	0.05
36	Mindi	0.42	1914894	123343	0.01	0.00	0.04

No	Nama Lokal	Berat Jenis	Biomasa Di atas Permukaan Tanah (kg)	Biomassa Akar (kg)	Karbon biomassa di atas permukaan tanah (ton/ha)	Karbon Biomassa Akar (ton/ha)	CO ₂ (ton/ha)
37	Ganitri	0.33	1968085	126366	0.01	0.00	0.04
38	Ketapang	0.46	2021277	129379	0.01	0.00	0.04
39	manglid	0.45	2074468	132383	0.01	0.00	0.03
40	Sirsak	0.36	2127660	135378	0.01	0.00	0.03
41	Limus	0.525	2180851	138364	0.00	0.00	0.02
42	Jambu Batu	0.59	2234043	141341	0.00	0.00	0.02
43	Nangsi	0.54	2287234	144311	0.00	0.00	0.02
44	lamtoro	0.45	2340426	147272	0.00	0.00	0.02
45	Tanjung	0.81	2393617	150226	0.00	0.00	0.01
46	Sobsis	0.34	2446809	153172	0.00	0.00	0.01
47	Kalikiria	0.53	2500000	156111	0.00	0.00	0.01
48	Sukun	0.32	2553191	159042	0.00	0.00	0.01
49	Kenanga	0.26	2606383	161966	0.00	0.00	0.00
					7,23	1,04	30,33

Sumber: Data primer, 2013

Tabel 2 menunjukkan kontribusi tiap jenis penyusun vegetasi di Situ Gede dalam penyerapan karbon. Karbon tersimpan dalam biomassa akar di Situ Gede adalah sebanyak 1,04 ton/ha. Karena banyaknya lahan non-vegetasi yang ada di Situ Gede (misalnya tubuh air), maka kerapatan vegetasi dalam total kawasan menjadi rendah. Populasi pohon per ha di Situ Gede adalah 22 pohon per ha, sehingga karbon tersimpan dalam biomassa total di Situ Gede menjadi relatif rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa jumlah karbon tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah dan akar pada Situ Gede, Kota Tasikmalaya berturut-turut adalah sebesar 7,23 dan 1,04 ton/ha. Jenis jati putih memberikan kontribusi terbesar dalam penyerapan karbon di Situ Gede yaitu dengan menyimpan karbon sebanyak $\pm 2,65$ ton/ha.

PENGHARGAAN (*acknowledgement*)

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada tim penelitian hutan kota Tasikmalaya yang telah membantu penulis dalam pengambilan data di lapangan. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan penelitian ini.

REFERENSI

- 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.
- CHAVE, J., ANDALO, C., BROWN, S., CAIRNS, M. A., CHAMBERS, J. Q., EAMUS, D., FOLSTER, H., FROMARD, F., HIGUCHI, N., KIRA, T., LESCURE, J. P., NELSON, B. W., OGAWA, H., PUIG, H., RIERA, B. & YAMAKURA, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145, 87-99.
- DAVIES, Z. G., EDMONDSON, J. L., HEINEMEYER, A., LEAKE, J. R. & GASTON, K. J. 2011. Mapping an urban ecosystem service: quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale. *Journal of Applied Ecology*, 48, 1125-1134.
- INDRAJAYA, Y. 2013. Cadangan karbon Hutan Lindung Long Ketrok di Kabupaten Malinau, Kalimantan Timur, untuk mendukung mekanisme REDD+. *Jurnal Penelitian Sosial Ekonomi Kehutanan*, 10.
- INDRAJAYA, Y. Dinamika karbon tersimpan dalam biomassa hutan tanaman mahoni di Jawa. Seminar Nasional Restorasi DAS: Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim, 2015a UNS Surakarta, Indonesia.
- INDRAJAYA, Y. Dinamika karbon tersimpan dalam biomassa tegakan rasamala di Pulau Jawa. Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 2015b UNDIP Semarang, Indonesia. UNDIP.
- IPCC 2006. IPCC Guideline 2006 Guidelines for national green house gas inventories. IPCC.
- JO, H.-K. 2002. Impacts of urban greenspace on offsetting carbon emissions for middle Korea. *Journal of Environmental Management*, 64, 115-126.
- KARTAWINATA, K., SOENARKO, S., TANTRA, I. G. M. & SAMINGAN, T. 1976. Pedoman inventarisasi flora dan ekosistem. . *Direktorat Perlindungan dan Pengawetan Alam*, Bogor.
- LEE, J., LEE, G. & KIM, J. 2014. Calculating total urban forest volume considering the carbon cycle in an urban area—focusing on the city of Chuncheon in South Korea. *Forest Science and Technology*, 10, 80-88.

- LIU, C. & LI, X. 2012. Carbon storage and sequestration by urban forests in Shenyang, China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11, 121-128.
- MUHLISON 2013. Pemilihan jenis pohon untuk pengembangan hutan kota di kawasan perkotaan Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, VII, 37-47.
- NOWAK, D. J. 1994. Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest. *Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project. Gen. Tech. Rep. NE-186. Radnor, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station*, 83-94.
- NOWAK, D. J., GREENFIELD, E. J., HOEHN, R. E. & LAPOINT, E. 2013. Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. *Environmental Pollution*, 178, 229-236.
- RAHAYU, S., LUSIANA, B. & NOORDWIJK, M. V. 2006. Pendugaan cadangan karbon di atas permukaan tanah pada berbagai sistem penggunaan lahan di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. In: LUSIANA, B., NOORDWIJK, M. V. & RAHAYU, S. (eds.) *Cadangan karbon di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur: monitoring secara spasial dan pemodelan. Laporan tim proyek pengelolaan sumberdaya alam untuk penyimpanan karbon (formacs)*. Bogor Indonesia: World Agroforestry Center.
- ROWNTREE, R. A. & NOWAK, D. J. 1991. Quantifying the role of urban forests in removing atmospheric carbon dioxide. *Journal of arboriculture*, 17, 269-275.
- SAMSOEDIN, I., DHARMAWAN, I. W. S. & SIREGAR, C. A. 2009. Carbon biomass potency of old growth forest and thirty year-old logged over forest in Malinau Research Forest, East Kalimantan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, VI, 47-56.
- SAMSOEDIN, I. & WIBOWO, A. 2012. Analisis potensi dan kontribusi pohon di perkotaan dalam menyerap gas rumah kaca. Studi kasus: Taman kota Monumen Nasional, Jakarta. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 9, 42-53.
- STROHBACH, M. W. & HAASE, D. 2012. Above-ground carbon storage by urban trees in Leipzig, Germany: Analysis of patterns in a European city. *Landscape and Urban Planning*, 104, 95-104.
- TIMILSINA, N., ESCOBEDO, F. J., STAUDHAMMER, C. L. & BRANDEIS, T. 2014. Analyzing the causal factors of carbon stores in a subtropical urban forest. *Ecological Complexity*, 20, 23-32.
- ZANNE, A. E., LOPEZ-GONZALEZ, G.* , C., D.A. , , ILIC, J., JANSEN, S., , LEWIS, S. L., MILLER, R. B., SWENSON, N. G., WIEMANN, M. C. & CHAVE, J. 2009. Global wood density database.
- ZHAO, M., KONG, Z.-H., ESCOBEDO, F. J. & GAO, J. 2010. Impacts of urban forests on offsetting carbon emissions from industrial energy use in Hangzhou, China. *Journal of environmental management*, 91, 807-813.