

## Estimasi Cadangan Karbon pada Perkebunan Kopi di Jawa Timur

### *Estimation of Carbon Stocks in Coffee Plantation in East Java*

Aris Wibawa<sup>1\*)</sup>, F. Yuliasmara<sup>1)</sup> dan Rudy Erwiyono<sup>1)</sup>

#### Ringkasan

Pemanasan global sangat erat kaitannya dengan karbon yang tersimpan dalam suatu ekosistem. Penelitian untuk mengetahui besarnya simpanan karbon pada kebun kopi telah dilakukan di Kecamatan Sumberbaru dan Kecamatan Silo Kabupaten Jember, Kebun Percobaan (KP) Kaliwining Kabupaten Jember, KP Sumberasin Kabupaten Malang dan KP Andungsari Kabupaten Bondowoso. Pengukuran simpanan karbon menggunakan metode *Rapid Carbon Stock's Assessment* (RaCSA) dari ICRAF. Pengukuran dilakukan pada petak pengamatan seluas 200 m<sup>2</sup> dan diulang 3 kali. Hasil pengukuran simpanan pada tanaman kopi menunjukkan bahwa simpanan karbon semakin meningkat seiring bertambahnya umur tanaman. Dalam sistem perkebunan kopi, besar kecilnya simpanan karbon tergantung pada pola penanang. Pada kebun kopi monokultur dengan penanang lantoro besarnya simpanan karbon lebih rendah daripada sistem multistrata (agroforestri). Simpanan karbon rata-rata kopi Robusta pada umur 30 tahun adalah 29,38 Mg ha<sup>-1</sup>, lebih besar daripada simpanan karbon pada kopi Arabika sebesar yaitu 22,02 Mg ha<sup>-1</sup>.

#### Summary

*Global warming is closely related with the amount of carbon stored in an ecosystem. A research to determine the amount of carbon stock in the coffee farms has been conducted in Sumberbaru and Silo Sub-districts in Jember district, Kaliwining Experimental Station (ES) in Jember district, Sumberasin ES in Malang district and Andungsari ES in Bondowoso district. Carbon stock was measured using the method of Rapid Carbon Stock's Assessment (RaCSA) developed by ICRAF. Measurements were made on the observation plots of 200 m<sup>2</sup>, with 3 replications. Results of measurement of carbon stock on coffee plantations showed that the increased carbon stock was proportional with the age of plants. Carbon stock in coffee plantation depends on the shade tree system. In the monoculture coffee leucaena used as shade trees, the carbon stock was lower than in multistrata system (agroforestry) used several kinds of shade trees. Carbon stock on coffee plant in the estate more than smallholder. The average of carbon stock on Robusta coffee at the age of 30 years amounted to 29.38 Mg ha<sup>-1</sup>, it is greater than the carbon deposit on Arabica coffee that is 22.02 Mg ha<sup>-1</sup>.*

**Key words:** Carbon stock, coffee plantation, Arabica, Robusta, smallholder, agroforestri.

---

Naskah diterima (*received*) 6 Maret 2009, disetujui (*accepted*) 28 Oktober 2009.

1) Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90, Jember, Indonesia.

\*) Alamat penulis (*Corresponding Author*) : ariswibawa@iccri.net

tersebar mulai dataran rendah sampai dataran tinggi, daerah basah sampai daerah kering serta pengelolaannya mulai dari perkebunan rakyat hingga perkebunan besar.

## BAHAN DAN METODE

Pengukuran simpanan karbon di atas tanah meliputi karbon yang disimpan dalam biomassa pohon, tumbuhan bawah (gulma) dan seresah yang ada di permukaan tanah (Tabel 1). Pengukuran simpanan karbon pada pohon kopi dilakukan dengan metode RaCSA (*Rapid Carbon Stock's Assesment*). Metode yang dikembangkan oleh ICRAF (*International Centre for Research in Agroforestry*) ini dilakukan dengan mengukur berat kering biomassa di atas permukaan tanah dalam petak berukuran 40 m x 5 m (Hairiah *et al.*, 2007). Terdapat dua kategori perkebunan kopi yang menjadi wahana penelitian yaitu perkebunan besar dengan penanang monokultur dan perkebunan kopi rakyat yang umumnya berpenanang beraneka ragam atau multistrata. Pengukuran bobot kering dibedakan atas biomassa tanaman pokok, biomassa tanaman penanang atau pohon lain kemudian diukur juga nekromassa dan biomassa tumbuhan bawah (*understorey*). Plot pengukuran cadangan karbon diulang tiga kali di setiap lokasi pengukuran.

Pengukuran bobot kering tanaman dilakukan dengan terlebih dahulu mengukur diameter batang pada ketinggian 130 cm di atas muka tanah baik untuk tanaman kopi maupun penanang. Dalam pelaksanaan di lapangan, pengukuran diameter batang pada tanaman TBM 1 dan TBM 2 dilakukan dengan jangka sorong, sedangkan tanaman dengan diameter > 5 cm dilakukan pengukuran lilit batang menggunakan meteran untuk kemudian dikonversi

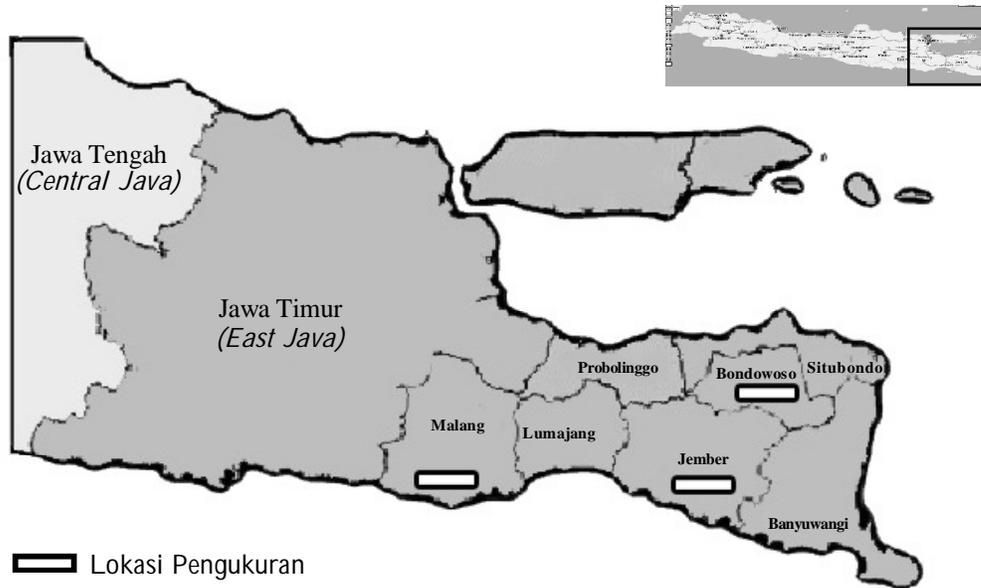
menjadi diameter batang. Perhitungan berat kering biomassa tanaman menggunakan beberapa rumus allometrik tanaman yang mungkin dijumpai pada kebun kopi, yang disajikan pada Tabel 1.

Berat kering biomassa kayu atau pohon dengan menggunakan rumus  $Y \times 0,45$ . Data berat jenis setiap kayu yang berperan sebagai penanang diperoleh dari *Wood Density Database of World Agroforestry Center* (2010). Berdasarkan hasil penghitungan yang dilakukan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia diketahui bahwa berat jenis kayu kelapa adalah 0,66 g cm<sup>3</sup>, pinang 0,57 g cm<sup>3</sup>, tanaman kakao muda 0,37 g cm<sup>3</sup> dan kakao dewasa 0,45 g cm<sup>3</sup>.

Pada setiap plot dilakukan juga pengukuran biomassa tumbuhan bawah (perdu), rumput dan seresah. Pengukuran tersebut dengan menggunakan alat kuadran yang terbuat dari kayu berukuran 50 cm x 50 cm, yang diletakkan secara acak dalam plot 5 m x 40 m. Pengukuran tumbuhan bawah dengan cara merusak (*destructive*) untuk ditimbang berat segar dan berat kering oven (80°C selama 48 jam). Mengingat tanaman kopi pada umumnya tajuknya telah menutup sehingga hampir tidak ada tanaman perdu dan atau rumput yang tumbuh di bawahnya, sehingga yang dapat diukur hanyalah seresah guguran daun tanaman pokok dan tanaman penanang. Plot pengukuran tumbuhan bawah tersebut diulang 3 kali.

## Lokasi

Pengukuran simpanan karbon pada perkebunan kopi Robusta dilakukan di KP Kaliwining (Jember) dan KP Sumberasin (Malang) yang mewakili perkebunan besar, Kec. Sumberbaru dan Kec. Silo (Jember) yang mewakili perkebunan rakyat, dan pengukuran karbon pada kopi Arabika



Gambar 1. Lokasi pengukuran karbon tersimpan.  
 Figure 1. Carbon stock measurement location.

penaung yang digunakan antara lain, rambutan, kelapa, durian, gamal, dan sengon. Pengukuran simpanan karbon pada kopi Robusta di kebun rakyat juga dilakukan di Kecamatan Silo, yang hasilnya seperti disajikan pada Tabel 3.

Jumlah simpanan karbon pada tanaman kopi tua per hektar sebesar 11,06–27,36 Mg ha<sup>-1</sup>. Adanya perbedaan simpanan karbon pada kopi tua di Garahan dan di Sidomulyo maupun Pace disebabkan adanya perbedaan pertumbuhan antartanaman kopi, pemeliharaan menjadi salah satu faktor penentu besar kecilnya diameter batang. Pertanaman kopi di Kecamatan Silo umumnya lebih dari 25 tahun, kopi di daerah ini mulai diusahakan pada tahun 1970 melalui kegiatan Proyek Perluasan Rehabilitasi Peremajaan Tanaman Ekspor (PRPTE) Departemen Pertanian. Menurut sejarah areal pertanaman kopi di Kecamatan Silo saat ini sebelumnya pernah ditanami jagung, ketela pohon, sehingga simpanan

karbon rendah demikian juga aspek pendapatan petani. Sekarang, sesudah petani menanam kopi maka dilihat dari segi simpanan karbon kopi Robusta mempunyai nilai yang tinggi dan secara sosial-ekonomi komoditas ini memberi arti yang cukup besar bagi masyarakat setempat. Penaung kopi di Kecamatan Silo didominasi oleh lamtoro yang dapat menyimpan karbon berkisar 11–23 Mg ha<sup>-1</sup>.

Pada umumnya kebun kopi Robusta milik rakyat di Kecamatan Sumberbaru dan Silo Kabupaten Jember mempunyai naungan beraneka ragam berupa lamtoro (*Leucaena* sp.), petai (*Perkia spesiosa*), kelapa (*Cocos nucifera*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), nangka (*Artocarpus integrata*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), alpokat (*Persea americana*), mangga (*Mangifera indica*), jambu biji (*Psidium guajava*), melinjo (*Gnetum gnemon*), serta tanaman berumur pendek seperti pepaya (*Carica papaya*) dan pisang (*Musa* sp.) dan

Tabel 3. Simpanan karbon pada kopi Robusta di perkebunan besar dan perkebunan rakyat

Table 3. Carbon stock on Robusta coffee in the estate and smallholder plantations

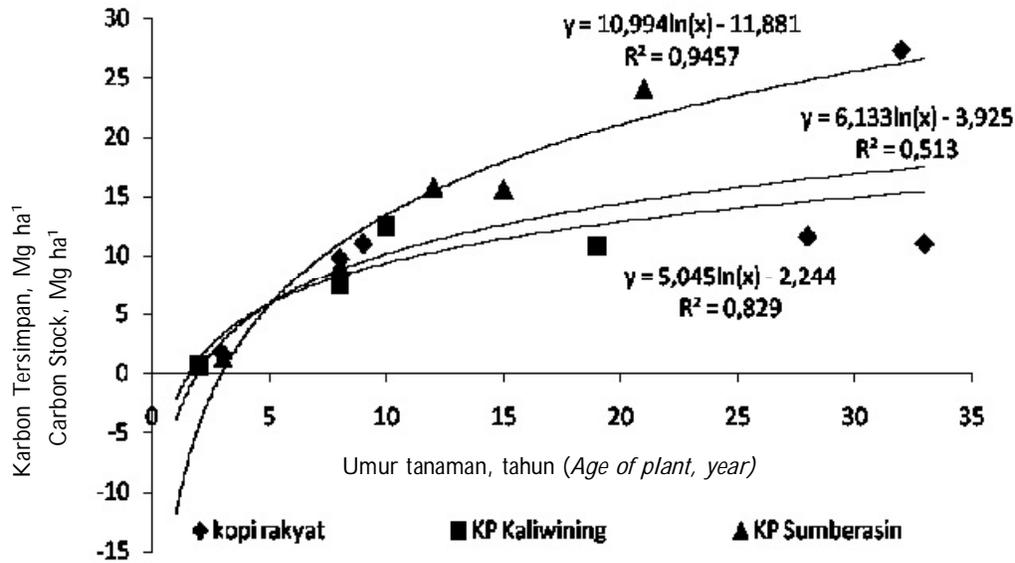
Tipe <i>Type</i>	Kecamatan <i>Sub district</i>	Lokasi <i>Locations</i>	Tahun tanam <i>Planting year</i>	Umur, th <i>Age, year</i>	Simpanan Karbon ( <i>Carbon Stocks</i> ), Mg ha <sup>-1</sup>			
					Kopi <i>Coffee</i>	Penaung <i>Shade</i>	Seresah <i>Litter</i>	Total <i>Total</i>
Perkebunan rakyat <i>Small holder</i>	Sumberbaru	Kaliglagah 3	2004	3	1.63	31.34	nd	32.94
		Kaliglagah 2	1999	8	12.68	7.48	1.90	20.16
		Kaliglagah 1	1999	8	10.47	28.28	1.80	40.55
		Jambesari	1999	8	9.79	10.10	2.95	22.84
		Gelang	1998	9	11.06	45.74	1.88	58.68
	Silo	Sidomulyo	1979	28	11.65	23.56	1.86	37.27
		Garahan	1976	32	27.36	11.05	1.86	40.27
		Pace	1974	33	11.06	20.00	1.03	32.09
	Perkebunan besar <i>Estate</i>	Rambipuji	Kaliwining	2006	2	0.65	5.70	1.22
Kaliwining			1999	8	7.47	6.10	1.84	15.41
Kaliwining			1997	10	12.53	6.93	1.96	21.42
Kaliwining			1988	19	10.83	12.29	nd	23.34
Sumbermanjing Wetan		Sumberasin	2005	3	1.35	52.70	1.22	55.27
		Sumberasin	1999	8	9.21	14.19	1.84	25.24
		Sumberasin	1995	12	15.82	25.32	1.96	43.10
		Sumberasin	1992	15	15.67	11.09	2.30	29.06
		Sumberasin	1986	21	24.05	51.04	1.27	76.36

nd= tidak diamati (*not determined*).

pada tanaman muda tersebut tanaman penaungnya menggunakan penaung lamtoro tua yang menaungi tanaman kopi sebelumnya atau yang dibongkar. Sistem kebun kopi Robusta di KP Sumberasin simpanan karbon di permukaan tanah berkisar antara 25,24–76,36 Mg ha<sup>-1</sup>. Hasil perhitungan rata-rata *time series* simpanan karbon pada lahan kopi Sumberasin pada umur 30 tahun sebesar 44,01 Mg ha<sup>-1</sup>. KP Sumberasin saat ini mempunyai luas areal kopi Robusta sebesar 43,994 ha sehingga simpanannya saat ini sebesar 1793 Mg ha<sup>-1</sup> selama 30 tahun.

Sedangkan total karbon tersimpan di KP Kaliwining semakin meningkat

seiring dengan pertambahan umur tanaman. Hal tersebut disebabkan pengelolaan pertanaman kopi pada perkebunan besar dilakukan secara monokultur dengan satu jenis penaung yaitu lamtoro. Kopi dan tanaman penaung ditanam pada waktu yang hampir bersamaan sehingga peningkatan jumlah karbon tersimpan di KP Kaliwining berbanding lurus dengan umur tanaman kopi dan lamtoro. Perhitungan rata-rata simpanan karbon pada kopi Robusta KP Kaliwining selama 30 tahun sebesar 29,38 Mg ha<sup>-1</sup>. Areal kopi Robusta di KP Kaliwining saat ini sebesar 22,6 ha, sehingga dapat diduga bahwa kopi Robusta di kebun ini mampu menyimpan karbon sebesar 664 Mg ha<sup>-1</sup> yang akan berlangsung selama 30 tahun sebelum dilakukan peremajaan.



Gambar 3. Hubungan antara umur tanaman vs karbon tersimpan pada tanaman kopi Robusta di kebun rakyat dan perkebunan besar.

Figure 3. Relationship between age of plant vs carbon stock on the Robusta coffee plant on small holder and estate coffee plantation.

simpanan karbonnya masih rendah, dengan meningkatnya umur tanaman simpanan karbon juga akan meningkat. Pada kisaran umur 8–9 tahun simpanan karbon pada tanaman kopi rakyat adalah sebesar sebesar 9,79-12,68 Mg ha<sup>-1</sup>, simpanan karbon pada tanaman kopi di KP Kaliwining pada umur 8-10 tahun yaitu 7,47-12,53 Mg ha<sup>-1</sup>, dan di KP Sumberasin pada umur tanaman 8-12 tahun yaitu 9,21-15,82 Mg ha<sup>-1</sup>.

Pengamatan simpanan karbon pada kopi Robusta kopi Arabika di KP Andungsari pada berbagai umur tanaman dengan penangung tunggal yaitu lamtoro disajikan pada Tabel 5.

Hasil pengamatan pada plot kopi Arabika di KP Andungsari menunjukkan bahwa ada pola yang serupa dengan kopi Robusta bahwa simpanan karbon pada kopi Arabika juga mempunyai pola meningkat sesuai dengan bertambahnya usia kopi

Arabika. Sesuai dengan pola simpanan karbon pada kopi Robusta, pada kopi Arabikapun terjadi peningkatan simpanan selaras dengan bertambahnya usia tanaman. Oleh karena habitus Arabika relatif lebih kecil dibandingkan kopi Robusta maka pada umur yang sama simpanannya lebih rendah. Kemampuan kopi Arabika menyimpan karbon pada sistem pengelolaan penangung monokultur pada usia 10 tahun sebesar 19,24 Mg ha<sup>-1</sup>. Kurva hubungan antara simpanan karbon di pertanaman kopi dengan umur merupakan kurva logaritma.

Perhitungan rata-rata cadangan kopi Arabika selama 30 tahun (*average times series*) sebesar 22,02 Mg ha<sup>-1</sup>. Pada saat ini luas areal kopi Arabika menghasilkan di KP Andungsari sebesar 69,6 ha, sehingga diperkirakan simpanan karbon pada Arabika kopi selama 30 tahun rata-rata sebesar 1553,6 Mg ha<sup>-1</sup>.

- agroforestry for carbon sequestration and mitigation of greenhouse gas emissions from soils in the tropics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 71, 43–44.
- Rahayu, R; B. Lusiana & M. van Noordwijk (2006). Pendugaan simpanan di atas permukaan tanah pada berbagai sistem penggunaan lahan di Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur *dalam Laporan Tim Projek Pengelolaan Sumberdaya Alam untuk Penyimpanan Karbon (formacs)*. World Agroforestry Centre. 23–36.
- Van Noordwijk, M.; S. Rahayu; K. Hairiah; Y.C. Wulan; A. Farida & Bruno Verbist (2002). Carbon stock assessment for a forest-to-coffee conversion landscape in Sumber-Jaya (Lampung, Indonesia): from allo-metric equations to landuse change analysis. *Science in China*, 45–75.

\*\*\*\*\*