

**Prosiding Seminar Nasional Restorasi DAS :
Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim
Surakarta, 25 Agustus 2015**

ISBN 978-602-72699-3-4

Tim Penyunting

Pengarah :

Ir. Djohan Utama Perbatasari, MM
(Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

Penanggung Jawab :

Dr. Nur Sumedi
(Kepala Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan DAS)

Ketua :

Dr. Agung Budi Supangat, S. Hut., MT

Penyunting :

Dr. rer Agr. Evi Irawan, M. Sc
Dr. Sentot Sudarwanto, SH., MH
Dr. Ir. Tyas Mutiara Basuki, M. Sc
Dr. Ir. Endang Savitri, M. Sc
Dra. Alif Noor Anna, M. Si
Dr. Agung Budi Supangat, S. Hut., MT
Dr. Mamok Suprpto, M. Eng
Drs. Irfan Budi Pramono, M. Sc
Dr. Kuswaji Dwi Priyono, M. Si
Ir. Syahrul Donie, M. Si
Dr. Sapja Anantanyu
Nunung Puji Nugroho, S. Hut., M. Sc., Ph. D
Dr. Prabang Setyono

Penerbit :

**Balai Penelitian Teknologi Kehutanan
Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
(BPTKPDAS)**

**Program Pascasarjana
Universitas Sebelas Maret
(UNS)**

Redaksi :

**Jl. Ahmad Yani, Pabelan, Kartasura, Po Box 295 Surakarta Indonesia
Telp : (0271) 716709 Fax : (0271) 716959
E-mail : bpt.kpdas@forda-mof.org
Website : bpk-solo.litbang.dephut.go.id**

Desain Sampul dan Tata Letak:

Tommy Kusuma AP

Pencetakan CV. Mekar Abadi (Anggota IKAPI, JaTeng 2015)
Cetakan pertama, November 2015 dengan dana DIPA BPTKPDAS
Tahun 2015

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Dilarang memberbanyak karya Tulis dalam bentuk dan cara
apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

© BPTKPDAS, PPs UNS dan FG UMS 2015
Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL RESTORASI DAS : MENCARI KETERPADUAN DI TENGAH ISU PERUBAHAN IKLIM

Surakarta, 25 Agustus 2015

Terbit Tahun 2015

Tim Penyunting :

Dr. rer Agr. Evi Irawan, M. Sc
Dr. Sentot Sudarwanto, SH., MH
Dr. Ir. Tyas Mutiara Basuki, M. Sc
Dr. Ir. Endang Savitri, M. Sc
Dra. Alif Noor Anna, M. Si
Dr. Agung Budi Supangat, S. Hut., MT
Dr. Mamok Suprpto, M. Eng
Drs. Irfan Budi Pramono, M. Sc
Dr. Kuswaji Dwi Priyono, M. Si
Ir. Syahrul Donie, M. Si
Dr. Sapja Anantanyu
Nunung Puji Nugroho, S. Hut., M. Sc., Ph. D
Dr. Prabang Setyono

Surakarta, Indonesia :

Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan DAS (BPTKPDAS)
Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret (PPs UNS)
Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) 2015





Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
PENGARAHAN	
Kepala Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan	xiii
RUMUSAN	
Rumusan Seminar Nasional	xvii
KEY NOTE SPEECH	
1. Perlunya Perubahan Konsep Pembangunan Guna Mendukung Penyelamatan DAS di Indonesia/ Oleh Prof. Emil Salim	1
PEMAKALAH UTAMA	
2. Relevansi Meningkatnya Bencana Hidrometeorologi Terkait Kerusakan DAS di Indonesia / Dr. Sutopo Purwo Nugroho	3
3. Restorasi DAS Terpadu Dalam Merespon Perubahan Iklim / Oleh Prof. Dr. Suratman	24
KOMISI I. Kebijakan dan Kelembagaan Pengelolaan DAS Terpadu	
4. Mewujudkan Pengelolaan DAS Terpadu untuk Menyikapi Perubahan Iklim : Ditinjau Dari Sisi Kelembagaan / Oleh: Sulistya Ekawati (Puspajak)	45
5. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dalam Bingkai Peraturan Perundangan-Undangan / Oleh: Paimin, Priyono (UMS)	65
6. Riset dan Regulasi Pengelolaan DAS / Oleh: C Nugroho S Priyono (Badan Litbang dan Inovasi)	78
7. Diskoneksi Regulasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai di Indonesia / Oleh: Evi Irawan (Balitek DAS) dan I Wayan Susi Dharmawan (Puslit Hutan)	87
KOMISI II. Evaluasi Kesehatan DAS	
8. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi (SIG) untuk Analisis Indeks Fungsi Lindung (IFL) dan Kinerja Sub Daerah Aliran Sungai Mempawah Provinsi Kalimantan Barat / Oleh: Ajun Purwanto (IKIP PGRI Pontianak)	99
9. Evaluasi Kemampuan Penggunaan lahan dan alternatif Penerapan Konservasi Tanah dan Air sebagai Upaya Restorasi DAS Ciliwung / Oleh: Tyas Mutiara Basuki (Balitek DAS)	110
10. Pengelolaan Kawasan Hulu Dalam Rangka Restorasi DAS Ciliwung / Oleh: Endang Savitri (Balitek DAS)	122
11. Pola Persebaran Keruangan Erosi Permukaan Sebagai	



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

- Respon Lahan Terhadap Hujan di Daerah Aliran Sungai Secang, Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta / Oleh: Suprpto Dibyosaputro (UGM)..... 138
12. Kajian Hubungan Sifat Hujan dengan Aliran Langsung di Sub DAS Tapan Karanganyar Jawa Tengah / Oleh: Ugro Hari Murtiono (Balitek DAS)..... 154
13. Pemanfaatan Data TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) untuk Estimasi Data Curah Hujan Hilang Dalam Rangka Klasifikasi DAS di Sub DAS Kamanto/Patenai, Provinsi Kalimantan Tengah / Oleh: Agung Rusdiatmoko (BPDAS Kahayan) 163
14. Uji Genetik Kayu Putih di Sub DAS Bengawan Solo serta Implikasi Terhadap Aliran Permukaan dan Erosi Tanah / Oleh: Mudji Susanto (BBPBPTH) 178
15. Kajian Kuantitas, Kontinuitas dan Kualitas Air Sungai di Wilayah Urban Kabupaten Sragen Sebagai Tinjauan Kerentanan Sumber Daya Air Lokal / Oleh: Prabang Setyono dan Widhi Himawan (UNS) 193
16. Baseflow Sebagai Variabel Hidrologis Daerah Aliran Sungai, Studi Kasus 30 DAS di Pulau Bali / Oleh: M. Saparis Soedarjanto (BPDAS Bone Bolango) 206

KOMISI III. Perlindungan dan Pemanfaatan DAS

17. Tanaman Tanggul Angin di Pantai Berpasir untuk Penanggulangan Erosi Angin / Oleh: Beny Harjadi (Balitek DAS) 233
18. Upaya Konservasi Air di Wilayah Hulu dalam Rangka Mendukung Restorasi DAS Ciliwung / Oleh: Agung Budi Supangat (Balitek DAS) 242
19. Rancangan Teras Gulud pada Kelerengan Tajam dan Manfaatnya Terhadap Sedimentasi (Studi Kasus: DAS Mikro Datara, Kab. Gowa dan Mararin, Kab. Tana Toraja, Sulawesi Selatan) / Oleh: M Kudeng Sallata (BPK Makassar) 256
20. Efektivitas Kawasan Perlindungan Sempadan Sungai Dalam Menjerap Sedimen di Hutan Produksi Jati (The Effectivity of Protection Riparian Area For Filtering The Sediment on Teak Production Forest) / Oleh: Heru Dwi Riyanto dan Nunung Puji Nugroho (Balitek DAS) 273
21. Praktik Konservasi Tanah di Hutan Tanaman Jati Muda untuk Menurunkan Limpasan Air dan Erosi / Oleh: Muhadi, Purwanto dan Corryanti (Perum Perhutani) 293
22. Evaluasi Rencana Program Penghijauan di Sub Daerah Aliran Sungai Wiroko Dengan Sistem informas Geografis (SIG) / Oleh: Agus Wuryanta dan Ugro Hari Murtiono



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

(Balitek DAS)	303
23. Kontribusi GN-RHL / Gerhan Dalam Memproduksi Penutupan Permukaan Tanah / Oleh: Susi Abdiyani (Balitek DAS)	311
24. Limpasan Permukaan, Erosi dan Kesuburan Tanah pada Lahan Tanaman Rehabilitasi di Tlogowungu, Pati / Oleh: Gunardjo Tjakrawarsa dan Wahyu Wisnu Wijaya (Balitek DAS).....	320
25. Aforestasi Sebagai Strategi Mitigasi Bahaya Tsunami di Pesisir Kebumen / Oleh: Agung Wahyu Nugroho (Balitek DAS)	339
26. Tingkat Adaptasi dan Pertumbuhan Tanaman Uji Keturunan Pulai Darat (<i>Alstonia angustiloba</i> Miq) dalam Mendukung Rehabilitasi DAS Solo Hulu / Oleh: Mashudi dan Hamdan Adma Adinugraha (BBPBPTH)	351
27. Kelimpahan Makrofauna Tanah pada Plot Model Rehabilitasi Lahan Pascaerupsi Merapi / Oleh: Pranatasari Dyah Susanti (Balitek DAS)	361
28. Respon Pertumbuhan Uji Keturunan Sengon Pada Dua Wilayah DAS Sampeyan – Sub DAS Mayang dan Sub DAS Bondoyudo / Oleh: Liliana Baskorowati (BBPBPTH).....	371
29. Daya Hidup, Pertumbuhan dan Tingkat Heritabilitas Tanaman <i>Araucaria cunninghamii</i> dalam Mendukung Rehabilitasi DAS Sampeyan Hulu di Bondowoso, Jawa Timur / Oleh: Dedi Setiadi (BBPBPTH)	383
30. Pertumbuhan Tanaman Uji Keturunan Pulai Gading (<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.) Pada Dua Daerah Aliran Sungai (DAS) yang Berbeda / Oleh: Mashudi (BBPBPTH)....	400
31. Pemanfaatan Hutan Dengan Konservasi Tanaman Penghasil Obat Jenis Jamblang (<i>Syzygium cumini</i> Linn) / Oleh: Maria Palmolina dan Aris Sudomo (BPTA Ciamis)	412
KOMISI IV. Penanggulangan Bencana DAS	
32. Estimasi Volume Banjir di Jakarta / Oleh: Irfan Budi Pramono (Balitek DAS)	422
33. Peran Geomorfologi Dalam Kajian Kerawanan Banjir di DAS Bengawan Solo Hulu / Oleh: Suharjo dan Rudiyanto (UMS)	433
34. Aplikasi Pendekatan Geografi untuk Mengatasi Bencana Kekeringan dan Kemiskinan pada Daerah Karst di Pegunungan Sewu / Oleh: Priyono, Cgoirul Amin, Arif Jauhari, Rekso Pambudi Rahman, Manzilina Nur Jannah, Wahyu Aji Wilyantoro (UMS)	443
35. Klasifikasi Iklim dan Intensitas Kekeringan Daerah Aliran Sungai Code Berdasarkan Indeks Kekeringan / Oleh:	



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

	Rahardyan Nugroho Adi (Balitek DAS)	465
36.	Potensi Limpasan Permukaan (Run Off) Menggunakan Model Hassing di DAS Bengawan Solo Hulu Tengah / Oleh: Alif Noor Anna dan Rudiyanto (UMS)	475
KOMISI V. Pemberdayaan Masyarakat		
37.	Upaya Peningkatan Pendapatan Masyarakat Melalui Pengembangan Ekonomi Lokal di Sekitar DAS Mikro Datara Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan / Oleh: Nur Hayati, Achmad Rizal HB dan Nurhaedah M (BPK Makassar)	487
38.	Kajian Beberapa Metode Monitoring dan Evaluasi Untuk Melihat Keberhasilan Pengelolaan DAS Dari Aspek Sosek : Kasus di DAS Solo / Oleh: Syahrul Donie dan Nur Ainun Jariyah (Balitek DAS)	496
39.	Sektor Unggulan di Daerah Aliran Sungai Mikro Wonosari / Oleh: Purwanto (Balitek DAS)	516
40.	Aspek Demografi dan Kesejahteraan Penduduk di Sub DAS Wiroko / Oleh: C Yudi Lastiantoro, S. Andy Cahyono dan Agus Wuryanta (Balitek DAS)	535
41.	Kerentanan Sosial Ekonomi Masyarakat di DAS Ciliwung / Oleh: S Andy Cahyono (Balitek DAS)	542
42.	Kajian Kewirausahaan Petani Hutan Rakyat Untuk Kemandirian Perekonomian Desa (Kasus di Desa Kalijaya-Ciamis dan Desa Karyabakti-Tasikmalaya) / Oleh: Dian Diniyati dan Tri Sulistyati Widyaningsih (BPTA Ciamis)	556
43.	Faktor Penentu Dalam Partisipasi Masyarakat pada Pengelolaan DAS Mikro : Pembelajaran dari DAS Mikro Mararin Tana Toraja Provinsi Sulawesi Selatan / Oleh: Achmad Rizal H Bisjoe, Nur Hayati dan Nurhaedah M (BPK Makassar)	567
44.	Peran Pengetahuan Lokal Dalam Adaptasi Terhadap Variabilitas Iklim (Studi pada Masyarakat di DAS Noelmina Pulau Timor) / Oleh: Budiyanto Dwi Prasetyo (BPK Kupang)	578
45.	Partisipasi Masyarakat Dalam Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Wilayah DAS Mahakam / Oleh: Faiqotul Falah (Balitek DAS)	593
46.	Cascade Microhydro System. Optimalisasi Hasil Air untuk Kesejahteraan Masyarakat / Oleh: Hunggul YSH Nugroho (BPK Makassar)	614
47.	Strategi Petani Hutan Rakyat untuk Bertahan Hidup : Kasus di Desa Hargorejo, Kokap, KulonProgo, D.I Yogyakarta / Oleh: Maria Palmolina dan Tri Sulistya W (BPTA Ciamis)	626



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

48. Partisipasi Masyarakat Tani Pada Sistem Agroforestry di Lahan Miring / Oleh: Nana Haryanti dan Nur Ainun Jariyah (Balitek DAS) 636
49. Kearifan Lokal Masyarakat Dalam Menjaga Kelestarian Sumber Air Bersih di Desa Ngalam Baru, Kecamatan Gumay Talang, Provinsi Sumatera Selatan / Oleh: Sri Lestari dan Bambang Tejo Premono (BPK Palembang)..... 647
50. Penerapan Agroforestry pada Lahan Masyarakat (Studi Kasus di Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kulonprogo) / Oleh: Aris Sudomo dan Maria Palmolina (BPTA Ciamis)... 657

KOMISI VI. Perubahan Iklim

51. Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Tanah dan Potensinya Sebagai Rosot Karbondioksida Pada Hutan Hijau Tropis Dataran Rendah / Oleh: Heru Setiawan (BPK Makassar) 667
52. Strategi Pengelolaan Terpadu Daerah Aliran Sungai Mahakam Berbasis Perubahan Iklim / Oleh: Mislan, Hardwinarto S, Irwansyah WA dan Indi Hendraswari (Universitas Mulawarman dan BPDAS Mahakam-Berau)... 676
53. Dinamika Karbon Tersimpan Dalam Biomassa Hutan Tanaman Mahoni di Jawa / Oleh: Yonky Indrajaya (BPTA Ciamis) 696
54. Valuasi Ekonomi Kayu Hutan Mangrove dan Upaya Rehabilitasi yang dilakukan Untuk Mengantisipasi Dampak Perubahan Iklim / Oleh: Sudarmalik dan Mamat Rahmat (BPTSTH Kuok dan BPK Palembang) 707
55. Dampak Perubahan Iklim, Kerentanan, dan Adaptasi Masyarakat Hulu dan Hilir DAS Cipunagara, Provinsi Jawa Barat / Oleh: Niken Sakuntaladewi dan Lukas Rumboko Wibowo (Puspijak) 718
56. Fenomena Perubahan Iklim dan Dampaknya Terhadap Banjir dan Tanah Longsor : Adaptasi dan Kebijakan yang Diperlukan di Kabupaten Mojokerto dan Jawa Timur / Oleh: Tigor Butar-butar, Elvida Y Suryandari dan Satria Astana (Puspijak) 744
57. Kontribusi Sistem Agroforestry pada Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah di DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan / Oleh: M. Siarudin, Edy Junaidi, Yonky Indrajaya, Arya Widiyanto, Betha Lusiana dan Ni'matul Khasanah (BPTA Ciamis dan World Agroforestry Center Bogor)..... 765

LAMPIRAN

- Jadwal Acara 775
- Daftar Peserta 777



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

KONTRIBUSI SISTEM AGROFORESTRY PADA CADANGAN KARBON DI ATAS PERMUKAAN TANAH DI DAS BALANGTIENG, SULAWESI SELATAN¹

Oleh:

M. Siarudin², Edy Junaidi², Yonky Indrajaya², Ary Widiyanto², Betha
Lusiana³ dan Ni'matul Khasanah³

²Penelitian pada Balai Penelitian Teknologi Agroforestry

³Peneliti pada World Agroforestry Center, Bogor

Jl. Raya Ciamis-Banjar km 4, Ciamis, Jawa Barat

Telepon/Fax.: (+62) 265771352/265775866

Email: msiarudin@yahoo.com

ABSTRAK

Agroforestry merupakan salah satu sistem penggunaan lahan (SPL) yang banyak dipraktikkan oleh masyarakat di wilayah DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan. Selain memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat, agroforestry juga dapat memberikan manfaat jasa lingkungan termasuk penyerapan karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi kontribusi SPLagroforestry pada cadangan karbon di atas permukaan tanah di seluruh wilayah DAS Balangtieng pada kurun waktu 1999-2009. Pendugaan cadangan karbon pada skala plot dilakukan dengan metode RaCSA (*Rapid Carbon Stock Appraisal*) pada 33 plot pengukuran yang mewakili 5 SPL, yaitu: (1) sistem agroforestry (AF) coklat-kopi, (2) AF jambu mete, (4) AF kelapa, dan (5) kebun campuran. Estimasi cadangan karbon pada skala lanskap di DAS Balangtieng dilakukan berdasarkan analisis tutupan lahan dengan menggunakan citra satelit tahun 1999 dan 2009. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata cadangan karbon di atas permukaan tanah pada seluruh sistem agroforestry di DAS Balangtieng adalah 52,63 ton/ha. Rata rata cadangan karbon tertinggi terdapat pada sistem kebun campuran (90,62 ton/ha) disusul oleh sistem agroforestry kelapa (55,18 ton/ha), agroforestry cengkeh (49,87 ton/ha), agroforestry jambu mete (42,74 ton/ha) dan agroforestry coklat-kopi (31,21 ton/ha). Cadangan karbon total pada DAS Balangtieng mengalami penurunan sebesar ? pada kurun waktu 1999 sampai 2009, namun demikian cadangan karbon pada sistem agroforestry mengalami peningkatan dari 534 Mton (36,8 % dari cadangan karbon total) menjadi 600 Mton (55,9 %).

Kata Kunci : agroforestry, sistem penggunaan lahan, RaCSA, cadangan karbon, DAS Balangtieng

¹Disampaikan dalam Seminar Nasional Restorasi DAS : Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim diselenggarakan atas kolaborasi dari BPTKPDAS, Pascasarjana UNS dan Fakultas Geografi UMS di Surakarta, pada tanggal 25 Agustus 2015.



I. PENDAHULUAN

Agroforestry secara umum didefinisikan sebagai suatu praktik dan sistem penggunaan lahan (SPL) di mana tanaman tahunan diintegrasikan dengan tanaman pertanian atau ternak dalam satu unit pengelolaan lahan (Lundgren dan Raintree *dalam* Nair, 1993). Sistem agroforestry berkembang dalam berbagai model yang merupakan perwujudan dari kearifan lokal dalam mengombinasikan berbagai faktor ekonomi dan biofisiknya (De Foresta *et al.*, 2000). Contoh?

Selain memberikan manfaat ekonomi secara langsung bagi petani (Affandi, 2010; Riva, 1997, Sundawati, 1995), sistem agroforestry juga memiliki potensi sebagai penyedia jasa lingkungan, salah satunya adalah penyerapan karbon. Sistem agroforestry telah dikembangkan baik di negara berkembang maupun di negara maju untuk mengurangi laju emisi karbon (Nair *et al.*, 2009).

Beberapa penelitian sebelumnya (Adinugroho *et al.* 2013; Yuwono *et al.*, 2012; Ginoga *et al.*, 2004; Roshetko *et al.*, 2002) menunjukkan bahwa sistem agroforestry berperan dalam penyerapan karbon dengan hasil yang bervariasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi kontribusi SPL agroforestry pada cadangan karbon di atas permukaan tanah di seluruh wilayah DAS Balangtieng, Sulawesi Selatan pada kurun waktu 1999-2009.

II. BAHAN DAN METODE

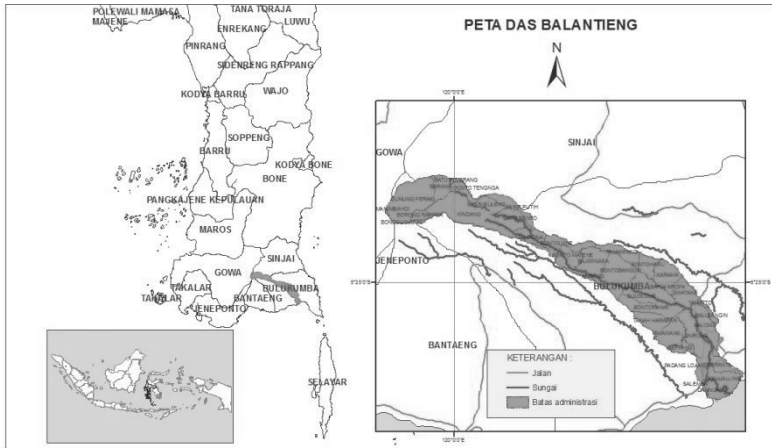
A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengukuran dan pengambilan sampel (pohon, nekromasa, tumbuhan bawah) dilaksanakan pada bulan September 2013 di wilayah DAS Balangtieng, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1). Analisis biomasa dilaksanakan di laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar pada bulan Oktober sampai dengan Desember 2013.



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim



Gambar 1. DAS Balangtieng, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: berbagai tegakan agroforestry, sampel nekromasa berkayu, sampel nekromasa tidak berkayu, sampel tumbuhan bawah, dan peta tutupan lahan tahun 1999 dan 2009. Peralatan yang digunakan antara lain: *handheld* GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan posisi plot pengamatan, meteran dan tali untuk pembuatan plot pengamatan, meteran lilit untuk pengukuran diameter pohon, timbangan digital untuk penimbangan berat basah sampel di lapangan, oven dan timbangan analitik untuk pengukuran biomasa.

C. Metode Penelitian

Pengukuran cadangan karbon di atas permukaan tanah dilakukan pada 33 plot pengamatan yang mewakili 5 SPL agroforestry yang ada di DAS Balangtieng. SPL agroforestry tersebut terbagi dalam 9 sub-SPL (Tabel 1). Pemilihan plot pada sub-SPL mempertimbangkan keterwakilan variasi umur tegakan sebagai pendekatan untuk mendapatkan nilai rata-rata cadangan karbon sepanjang daur (*Time-averaged C stock*). Sistem-sistem agroforestry tersebut mengacu pada peta tutupan lahan yang merupakan hasil interpretasi citra satelit



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

tahun 1999 dan 2009 yang dilakukan oleh *World Agroforestry Center*. Sedangkan sub-sistem agroforestry yang teridentifikasi merupakan hasil dari survei dan pengamatan di lapangan. Kriteria tipe sub-sistem mengacu pada Hairiah *et al.* (2006).

Pembuatan plot pengamatan dan pendugaan cadangan karbon di atas permukaan tanah pada skala plot mengacu pada metode RaCSA (*Rapid Carbon Stock Appraisal*) (Hairiah *et al.*, 2011). Pendugaan cadangan karbon pada skala lanskap dilakukan dengan mengalikan hasil perhitungan cadangan karbon setiap SPL pada skala plot dengan luas masing-masing SPL berdasarkan peta tutupan lahan. Analisis perubahan penggunaan lahan dan nilai emisi karbon didasarkan pada matrik perubahan penggunaan lahan Markov (Burnham, 1974), dengan bantuan perangkat lunak REDD ABACUS SP (*Abatement Cost Curves*) (Harjaet *al.*, 2011).

Tabel 1. Plot pengamatan pada masing-masing SPL agroforestry di DAS Balangtieng

No	SPL	Sub-SPL	Jumlah plot pengamatan*	Posisi dalam DAS
1.	Sistem AF coklat-kopi	AF sederhana kopi	3 plot	Hulu
		AF sederhana coklat	3 plot	Tengah dan hulu
		AF kompleks coklat	3 plot	Hilir dan tengah
2.	Sistem AF jambu mete	AF sederhana jambu mete	3 plot	Tengah
3.	Sistem AF cengkeh	AF sederhana cengkeh	5 plot	Hulu
		AF kompleks cengkeh	3 plot	Hulu dan tengah
4.	Sistem AF kelapa	AF sederhana kelapa	6 plot	Hilir
		AF kompleks kelapa	3 plot	Hilir
5.	Sistem kebun campuran		4 plot	Tengah dan hilir
Total			33 plot	

Keterangan: SPL = Sistem Penggunaan Lahan; AF = agroforestry; * mempertimbangkan keterwakilan tegakan umur muda, sedang dan tua



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Cadangan karbon pada sistem dan sub-sistem agroforestry

Rata-rata cadangan karbon di atas permukaan tanah pada seluruh sistem agroforestry di DAS Balangtieng adalah 52,63 ton/ha. Nilai rata-rata karbon di atas permukaan tanah ini relatif samadengan beberapa hasil penelitian lain, misalnya agroforestry kemenyan di Kabupaten Tapanuli Utara sebesar 51-66 ton/ha (Antoko, 2011); dan agroforestry di Langkat sebesar 57-63 ton/ha.

Table 2. Cadangan karbon pada masing-masing sistem dan sub-sistem agroforestry di DAS Balangtieng

Sistem Penggunaan Lahan		Komponen cadangan karbon di atas permukaan tanah (ton/ha)				
		Pohon	Tumbuhan bawah	Nekromasa tidak berkayu	Nekromasa berkayu	Total
Sistem AF coklat-kopi	AF sederhana kopi	13,91	0,002	0,010	1,77	15,69
	AF sederhana coklat	37,60	0,002	0,013	-	37,61
	AF kompleks coklat	40,22	0,003	0,014	0,11	40,35
Sistem AF jambu mete	AF sederhana jambu mete	42,72	0,003	0,010	-	42,74
Sistem AF cengkeh	AF sederhana cengkeh	46,69	0,004	0,008	0,31	47,01
	AF kompleks cengkeh	52,29	0,002	0,014	0,43	52,73
Sistem AF kelapa	AF sederhana kelapa	37,205	0,003	0,007	0,35	37,57
	AF kompleks kelapa	72,20	0,002	0,012	0,58	72,79
Kebun campuran		89,62	0,002	0,011	0,99	90,62
Rata-rata		52,21	0,003	0,01	0,40	52,63
Persentase (%)		99,20	0,01	0,02	0,76	

Cadangan karbon pada sistem agroforestry tergantung pada pola /komposisi tanaman yang diterapkan, struktur dan fungsinya (Albrecht & Kandji, 2003). Hasil pengukuran cadangan karbon pada penelitian ini juga menunjukkan hasil yang bervariasi antar sistem dan sub-sistem agroforestry (Tabel 2). Cadangan karbon tertinggi terdapat pada sistem kebun campuran dengan total cadangan karbon di atas permukaan tanah sebesar 90,62 ton/ha disusul oleh sistem



agroforestry kelapa, agroforestry cengkeh, agroforestry jambu mete dan agroforestry coklat-kopi (Tabel 3).

Faktor yang paling dominan dalam menentukan cadangan karbon pada masing-masing sistem/sub-sistem adalah jenis pohon dan tingkat kepadatannya. Hal ini dapat dimengerti mengingat pohon merupakan komponen tertinggi dalam menyumbang cadangan karbon. Tabel 2 memperlihatkan persentase pohon mencapai 99,2 % dari total cadangan karbon rata-rata seluruh SPL. Tingginya persentase pohon pada cadangan karbon ini juga yang menyebabkan sistem kebun campuran memiliki cadangan karbon tertinggi dibanding sistem lainnya. Sistem kebun campuran di DAS Balangtieng adalah tegakan multistrata yang terdiri dari berbagai pohon kayu-kayuan dan buah-buahan. Tingkat kepadatan pohon pada sistem ini relatif lebih tinggi dibanding sistem lainnya. Sebaliknya sistem coklat-kopi memiliki kepadatan relatif rendah, terdiri dari rumpun batang coklat dan kopi yang berdiameter kecil. Menurut Siarudin *et al.* (2014), sistem kebun campuran di wilayah DAS Balangtieng memiliki luas bidang dasar (LBDS) tegakan tertinggi sebesar 27,9 m²/ha, sebaliknya sistem kopi memiliki LBDS terendah hanya sebesar 6,2 m²/ha. Kecenderungan variasi LBDS ini konsisten dengan kecenderungan nilai cadangan karbon rata-rata per sistem (Tabel 2 dan 3).

Kontribusi sistem agroforestry pada cadangan karbon lanskap DAS

Perubahan penggunaan lahan di wilayah DAS Balangtieng pada kurun waktu 1999 sampai 2009 menyebabkan terjadinya dinamika luas SPL agroforestry maupun cadangan karbon di wilayah tersebut (Tabel 3). Luas lahan SPLagroforestrymengalami peningkatan yaitu dari 48,7 % (dari total luas lahan DAS Balangtieng) pada tahun 1999 menjadi 56,1 %pada tahun 2009. Peningkatan cukup tinggi terjadi pada AF coklat-kopi yang banyak terdapat di wilayah DAS hulu dan tengah. Peningkatan luas AF coklat-kopi ini disebabkan tingginya nilai ekonomi kedua komoditas ini disamping kondisi lahan yang cukup sesuai untuk budidayanya. Peningkatan luas lahan juga terjadi pada SPL kebun campuran, yang biasanya terjadi karena petani tidak terlalu fokus pada satu komoditas tertentu. Sistem kebun campuran juga sering terjadi karena petani yang tidak memiliki waktu atau modal cukup untuk



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

budidaya perkebunan secara intensif, sehingga membudidayakan aneka campuran tanaman kehutanan dan perkebunan yang tidak memerlukan perawatan intensif.

Penurunan luas lahan justru terjadi pada sistem jambu mete dan kebun kelapa. Berdasarkan matrik perubahan penggunaan lahan, sebagian sistem jambu mete berubah menjadi sistem AF kopi-coklat dan kebun campuran. Sedangkan sebagian sistem AF kelapa berubah menjadi sistem kopi-coklat, AF cengkeh dan kebun campur.

Table 3. Luas lahan dan cadangan karbon pada sistem agroforestry di DAS Balangtieng berdasarkan tutupan lahan tahun 1999 dan 2009

SPL	Rata-rata AGC (ton/ha)	Luas (ha)		Total AGC (ton)	
		1999	2009	1999	2009
AF coklat-kopi	31,21	1949,42	4294,89	60841,39	134043,5
AF jambu mete	42,74	1062,40	249,12	45407,01	10647,4
AF cengkeh	49,87	3940,30	3446,20	196502,57	171862
AF kelapa	55,18	933,45	610,86	51507,73	33706,9
Kebun campuran	90,62	1968,28	2760,27	178365,90	250135,7
Agroforestry		9853,85	11361,34	532624,60	600395,58
Total lanskap (AF+non AF)		20235,97	20235,97	1447991,97	1073898,34
Persentase AF pada total lanskap (%)		48,7	56,1	36,8	55,9

Keterangan: AF = Agroforestry; AGC = Cadangan karbon di atas permukaan tanah

Cadangan karbon sistem agroforestry pada skala lanskap DAS Balangtieng juga mengalami kenaikan pada periode 1999 sampai 2009. Cadangan karbon sistem agroforestry di wilayah ini adalah 533 Mton pada tahun 1999 dan meningkat menjadi 600 Mton pada tahun 2009. Sistem agroforestry berkontribusi pada simpanan karbon sebesar 55,9 % dari seluruh simpanan karbon di DAS Balangtieng pada tahun 2009, meningkat dari tahun 1999 yang hanya 36,8 %.

Peningkatan cadangan karbon sistem agroforestry justru terjadi pada saat nilai cadangan karbon pada seluruh wilayah DAS Balangtieng mengalami penurunan. Total cadangan karbon di wilayah ini adalah 1448 Mton pada tahun 1999 dan menurun menjadi 1074 Mton pada tahun 2009. Diduga penurunan ini disebabkan terjadinya deforestasi



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

yang terjadi pada kurun waktu 1999 sampai 2009. Deforestasi terjadi baik pada hutan terganggu maupun hutan bekas tebangan yang ada di wilayah DAS Balangtieng.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Rata-rata cadangan karbon di atas permukaan tanah pada seluruh sistem agroforestry di DAS Balangtieng adalah 52,63 ton/ha.
2. Rata rata cadangan karbon tertinggi terdapat pada sistem kebun campuran (90,62 ton/ha) disusul sistem agroforestry kelapa (55,18 ton/ha), agroforestry cengkeh (49,87 ton/ha), agroforestry jambu mete (42,74 ton/ha) dan agroforestry coklat-kopi (31,21 ton/ha).
3. Cadangan karbon pada seluruh DAS mengalami penurunan pada kurun waktu 1999 sampai 2009, tetapi cadangan karbon pada sistem agroforestry mengalami peningkatan dari 534 Mton (36,8 % dari cadangan karbon total) menjadi 600 Mton (55,9 %) pada kurun waktu yang sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan salah satu hasil penelitian kerjasama antara *World Agroforestry Center (ICRAF)* dan Balai Penelitian Teknologi Agroforestry (BPTA) melalui kegiatan *Proyek Agroforestry and Forestry in Sulawesi: linking knowledge to action (AgFor Sulawesi Project)* yang dibiayai oleh *The Department of Foreign Affairs, Trade and Development (DFATD), Government of Canada*. Secara khusus kami mengucapkan terimakasih kepada Dr. J.M. Roshetko sebagai AgFor Senior Team Leader serta Bpk. Ir. Harry Budi Santoso, MP sebagai Kepala BPTA yang memberi dukungan langsung pada penelitian kerjasama tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W.C., Indrawan, A., Supriyanto, dan Arifin, H.S., 2003. Kontribusi agroforestry terhadap cadangan karbon di hulu DAS Kali Bekasi. *Jurnal Hutan Tropis* Vol. 1 No. 3, 242-249.
- Affandi, O. 2010. Reba Juma: Kelestarian Praktek Agroforestry Lokal Pada Masyarakat Karo, Propinsi Sumatera Utara. Prosiding Agroforestry Tradisional di Indonesia bulan Desember 2010 di Bandar Lampung. Hlm. 123-136. UNILA, INAFE, SEANAFE, Ford Foundation dan FKKM. Bandar Lampung.
- Albrecht, A. & S.T. Kandji. 2003. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture Ecosystems & Environment* Vol 99 pp 15-27
- Burnham, B. O. (1973). Markove Intertemporal Land Use Simulation Model.
- De Foresta, H., Kusworo, A., Michon, G., dan Djatmiko, W.A., 2000. Ketika Kebun Berupa Hutan — Agroforest Khas Indonesia — Sumbangan Masyarakat Bagi Pembangunan Berkelanjutan. International Centre for Research in Agroforestry - Institut deRecherche pour le Développement - Ford Foundation. Bogor.
- Ginoga, K., Wulan, Y.C., Djaenudin, D., 2004. Potential of Indonesian smallholder agroforestry in the CDM: a case study in the upper Citanduy watershed area. In. Pusat Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan, Bogor Indonesia.
- Hairiah, K, Rahayu, S., dan Berlian, 2006. Layanan Lingkungan Agroforestry Berbasis Kopi: Cadangan Karbon dalam Biomassa Pohon dan Bahan Organik Tanah (Studi Kasus di Sumberjaya, Lampung Barat). *AGRIVITA* 28 (3): 298-309
- Harja, D., Dewi, S., Noordwijk, M. v., Ekadinata, A., & Rahmanulloh, A. (2011). *REDD Abacus SP: User Manual and Software*. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Center.
- Nair, P. K. R. 1993. *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London.
- Nair, P.K.R., Kumar, B.M., Nair, V.D., 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition Soil Science* 172, 10-23.
- Riva, W.F. 1997. Pengelolaan Kebun Campuran Tradisional dan Kontribusinya terhadap Pendapatan Rumah Tangga: Studi kasus di Kampung Naga Salawu Tasikmalaya Jawa Barat. Makalah Seminar Hasil-Hasil Penelitian Kehutanan Masyarakat, 4 November 1997. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

- Roschetko, J.M., Delaney, M., Hairiah, K., Purnomosidhi, P., 2002. Carbon stocks in Indonesian homegarden systems: can smallholder systems be targeted for increased carbon storage? *American Journal of Alternative Agriculture* 17, 1-11.
- Siarudin, M., Junaidi, E., Widiyanto, A., Indrajaya, Y., Khasanah, N., Tanika, L., Lusiana, B., Roschetko, J.M., 2014. *Seri Agroforestry dan Kehutanan di Sulawesi: Kuantifikasi jasa lingkungan air dan karbon pola agroforestry padahutan rakyat di wilayah sungai Jeneberang*. Working paper 184. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. 67p. DOI: 10.5716/WP14391.PDF.
- Surata, I.K. 1993. Amarasi System : Agroforestry Model in The Savanna of Timor Island, Indonesia. *Savana* 8: 15-23.
- Yuwono, S.B, Hilmanto, R., dan Qurniati, R., 2012. Estimasi total penyerapan karbon tersimpan pada sistem agroforestry di Desa Sumber Agung untuk mendukung Rencana Aksi Nasional Gas Rumah Kaca. *Seminar Agroforestry III*.