



7

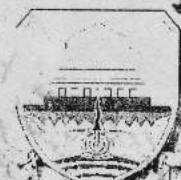
prosiding

SEMINAR NASIONAL

**MASYARAKAT KONSERVASI TANAH DAN AIR INDONESIA
(SOIL AND WATER CONSERVATION SOCIETY OF INDONESIA)**

JAMBI, 24 -25 NOVEMBER 2010

**"KONSERVASI TANAH DAN AIR MENJAMIN KEANEKARAGAMAN HAYATI
DAN KEHIDUPAN MASA DEPAN BERSAMA"**





MKTI

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL DALAM RANGKA KONGRES VII
MASYARAKAT KONSERVASI TANAH DAN AIR INDONESIA (MKTI)**

Jambi, 24-25 Nopember 2010

Tema :

“Konservasi Tanah dan Air menjamin Keanekaragaman Hayati dan
Kehidupan Masa Depan Bersama”

Penyunting :

Naik Sinukaban, Suria Darma Tarigan, A. Ngaloken Gintings, Zulkifli, Kuku
Murti Laksono, Sunarti, Apik Karyaana, Syaiful Anwar, Hamzah



LEMBAGA PENERBIT FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JAMBI



KATA PENGANTAR

Konservasi tanah dan air dapat memberi manfaat di berbagai bidang, sebagaimana topik-topik yang dibahas dalam Seminar Nasional dalam rangka Kongres VII Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia (MKTI). Berbagai teknologi konservasi tanah dan air sangat diperlukan untuk memecahkan berbagai masalah lingkungan terutama yang berkaitan dengan degradasi lahan dan sumberdaya air. Teknologi yang telah dikaji oleh berbagai peneliti memerlukan sosialisasi agar bisa dikenal di berbagai kalangan, sehingga tanggung jawab bersama terhadap konservasi tanah dan air akan terwujud. Seminar Nasional seperti yang diselenggarakan oleh MKTI merupakan salah satu media untuk mempublikasikan dan mensosialisasikan hasil penelitian.

Seminar nasional yang diselenggarakan oleh Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia (MKTI) telah membahas beberapa aspek yang terkait dengan permasalahan sumberdaya tanah dan air. Prosiding ini merupakan kumpulan makalah yang telah dipresentasikan dan dibahas dalam Seminar Nasional dalam rangka Kongres VII MKTI. Makalah terdiri atas makalah Keynote speaker, Makalah Utama dan Makalah Penunjang. Makalah penunjang dikelompokkan menjadi tiga kelompok sesuai dengan bidang kajian, yaitu bidang pengelolaan DAS, penanganan lahan bekas tambang dan tata guna lahan, dan teknologi konservasi tanah dan air.

Tim editor dan panitia telah berusaha semaksimal mungkin mempersiapkan penerbitan prosiding makalah Seminar Nasional dengan tema "Konservasi Tanah dan Air menjamin Keanekaragaman Hayati dan Kehidupan Masa Depan bersama" ini, terutama kesesuaiannya dengan format penulisan ilmiah. Sedangkan, materi makalah sepenuhnya adalah tanggung jawab penulis makalah.

Jambi, Nopember 2010

Tim Editor

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	vii
I. KEYNOTE SPEAKER	1-1
<i>Dr. Harry Santoso</i>	
II. MAKALAH UTAMA	2-1
Penanggulangan Lahan Kritis dan Banjir dalam rangka Adaptasi dan Mitigasi Dampak Perubahan Iklim	2-3
<i>Naik Simukaban</i>	
Analisis Ekonomi Sumberdaya Tanah dan Air	2-11
<i>Maria Ratna Ningsih</i>	
III. MAKALAH PENUNJANG	
KELOMPOK I. PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)	3-1
Impact study of land use changes on land degradation and conditions hydrology in Wanggu DS Watershed	3-3
<i>La Ode Alwi, Naik Simukaban, Hidayat Pawitan, dan Soleh Solahuddin</i>	
Analisis Penggunaan Lahan di Daerah Tangkapan Air Danau Toba Berdasarkan Model ANSWERS (Study kasus di Sub DAS Aek Silang)	3-19
<i>Hotmauli Sianturi</i>	
Dampak penambangan batu bintang terhadap sedimentasi dan kehilangan hara di Sub DAS Kalulutan Kab. Padang Pariaman Sumatera Barat	3-38
<i>Amrizal Saidi, Asmar, Adrinal, Isril Berd, dan R. Martayesa</i>	
Perubahan tĀtaguna tanah terhadap pendugaan besar aliran pada DAS Pasaman	3-49
<i>Azwar Rasyidin</i>	
Pengelolaan Terpadu sumberdaya air (Integrated Water Resources Management - IWRM) berbasis DAS pada DAS Ciliwung	3-67
<i>Astrid Damayanti dan Onesimus Patiung</i>	
Pengelolaan DAS Terpadu melalui Pendayagunaan Sistem Informasi DAS (SIMDAS)	3-91
<i>Suria Darma Tarigan</i>	
Identifikasi Kondisi biofisik Sub-DAS Batang Mahat dan Batang Kapur terhadap Keberlanjutan Waduk PLTA Koto Panjang, Wilayah Provinsi Sumatera Barat	3-109
<i>Bujang Rusman</i>	
Karakteristik Sub DAS Way Bulok DAS Way Sekampung Provinsi Lampung	3-123
<i>Slamet Budi Yuwono</i>	

Pengaruh penerapan teknologi konservasi tanah terhadap fluktuasi debit sungai (Studi Kasus pada DAS Cisadane) <i>Edy Junaidi</i>	3-133
Kajian konsentrasi dan debit sediment seta arahan penggunaan lahan dan konservasi tanah pada beberapa sub DAS di Kawasan DAS Padang <i>Kemala Sari Lubis</i>	3-147
Peranan Bangunan Pengendali Sedimen (BPS) terhadap Pengendalian Sedimentasi Kawasan DAS Hulu Waduk Sempor <i>Sukirno dan Chendra Setyawan</i>	3-159
Pembangunan DAM Parit (Channel Reservoir) sebagai upaya mereduksi debit puncak banjir di DAS Cikcas, Jawa Barat <i>Trihono Kadri</i>	3-173
Kajian fungsi dan pengaruh hutan terhadap potensi air dan intrusi air laut di DAS Posalu Kabupaten Wakatobi <i>Siti Marwah</i>	3-181
Kajian Laju Subsiden Pada Lahan Gambut Terdrainase (Studi Kasus Di Petaling, Muaro Jambi) <i>Aswandi Idris, Lee Wan Aik, Aljosja Hoojer, Mochammad Zuhdi, Sugino, dan Febrian Teddy</i>	3-197
Pengukuran topografi dan analisis raster GIS untuk studi daya tampung basin <i>Mohd. Zuhdi</i>	3-211
KELOMPOK II. PENANGANAN LAHAN BEKAS TAMBANG DAN PENGGUNAAN LAHAN	3-225
Perubahan Sifat-sifat Kimia Tanah pada Lahan Pascatambang akibat pemberian limbah organik <i>Ali Munawar</i>	3-227
Perbaikan Sandy tailing asal lahan pasca penambangan timah dengan kompos untuk pertumbuhan Nilam <i>Dedik Budianta, Umar Harun, Ratna Santi</i>	3-235
Isolasi, karakteristik dan pemurnian cendawan Mikoriza arbuskular dari tanah bekas tambang batu bara <i>Elis Kartika, Lizawati, dan Hamzah</i>	3-257
Soil quality changes under different cover crop management in Post coal mining area <i>Erry Purnomo, Iswan Sujarwo, Agus Subandrio, dan Ronny Tambunan</i>	3-269
Pengaruh penambangan bahan baku semen terhadap sungai Batang Arau dan Sawah di Kec. Lubuk Kilangan dan Lubuk Begalung Sumatera Barat serta Upaya reklamasinya <i>Jamilah, Adrinal, Eti Farda Husin, dan Nusyirwan</i>	3-281
Konsentrasi Pb, Cu dan Sn pada Buah Aksesi Nenas Lokal Bangka yang Dibudidayakan Di Lahan Pasca Penambangan Timah Bangka <i>Mustikarini, ED, Lestari, T, Widyastuti, U, dan Suharsono</i>	3-293
Identifikasi dan Interpretasi Indikator Kesehatan Tanah <i>Riwandi</i>	3-303

Penggunaan Bahan Organik lokal untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tailing pasir pasca tambang timah di Pulau Bangka <i>Ismed Inonu, Dedik Budianta, M. Umar Harun, Yakup, dan A.Y.A. Wiralaga</i>	3-315
Perkembangan biodiversitas hutan rehabilitasi pada lahan bekas tambang di Tanjung Enim. Sumatera Selatan <i>Hery Suhartoyo, Ali Munawar, dan Wiryono</i>	3-329
Isolasi dan Identifikasi Mikoriza Indigen dari Lahan Bekas Tambang Minyak Bumi <i>Margarettha dan Elis Kartika</i>	3-340
<i>Land-Use Management</i> untuk Stabilisasi Tepian Hutan Tropis (<i>Rainforest Margins</i>) Menggunakan <i>Agent-Based Land-Use Modelling</i> <i>Suria Darma Tarigan</i>	3-353
Soil nutrient characteristics and fluxes in various land use in a super wet tropical rain forest. West Sumata. Indonesia <i>Hermansah, Azwar Rasyidin, Aprisal, Tsugiyuki Masunaga, and Toshiyuki Wakatsuki</i>	3-375
The role of sawah multi-functionality in water conservation and environmental perspectives <i>Darmawan, Syafrimen Yasin, Tsugiyuki Masunaga, dan Thosiyuki Wakatsuki</i>	3-381
Dinamika perubahan distribusi karbon organik dalam tanah di wilayah kecamatan Gunung Kerinci dengan perubahan penggunaan lahan <i>Endriani</i>	3-391
Pendugaan Erosi Ultisol pada Beberapa Penggunaan Lahan dan Kelerengan di Kec. Sungai Bahar <i>Zurhalena</i>	3-407
Karakterisasi Tanah Bekas Tambang Batubara Pasca Reklamasi Sebagai Pra-Rencana Alih Fungsi Lahan Menjadi Tahura <i>Bandi Hermawan</i>	3-419
Prospek Pengembangan Duku (<i>Lansium Domesticum</i> Corr) Dari Aspek Biofisik Wilayah Dan Ekonomi Di Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi <i>Dedy Antony</i>	3-429
KELOMPOK III. KONSERVASI TANAH DAN AIR	3-439
Penggunaan Air Laut Sebagai Amelioran pada Bahan Tanah Gambut <i>Sarifuddin dan Abdul Rauf</i>	3-441
Revitalisasi lahan marjinal melalui pemanfaatan pupuk hayati mikoriza serta efeknya terhadap tanaman selada (<i>Lactuca sativa</i> .L.) <i>Eti Farda Husin, Oktanis Emalinda, dan Desi Ariani</i>	3-447
Pengendalian Aliran permukaan dan erosi pada lahan kakao di DAS Gumbasa, Sulawesi Tengah <i>Anthon Monde, Bunga E. Somba</i>	3-459
Efek Parit Pengendali Aliran permukaan terhadap sifat tanah sawah sistem SRI dan Hasil Padi <i>Aprisal</i>	3-470

Pemanfaatan Beberapa Pupuk Hijau dalam penurunan kepadatan Ultisol dan produksi Kacang tanah <i>Diah Listyarini</i>	3-481
Pemanfaatan Trichokompos Janjang Kosong Kelapa sawit terhadap perbaikan sifat fisika Ultisol dan hasil kedelai (<i>Glicine max (L) merill</i>) <i>Anisa Maharani, Diah Listyarini, dan Abdul Jabbar Mahmuda</i>	3-493
Strategi Pengembangan Kentang Di Dataran Rendah melalui pemanfaatan Cendawan Mikroriza Arbuskular <i>Made Deviani Duaja and Jasminarni</i>	3-505
Evaluasi Sifat Kimia dan Status Hara Tanah Terdampak Debu Vulkanik Letusan Gunung Sinabung di Kabupaten Karo Sumatera Utara <i>Abdul Rauf, Alida Lubis, dan Hardy Guchi</i>	3-521
Konservasi lahan gambut mendukung pertanian berkelanjutan <i>NP. Sri Ratmini & Busyra</i>	3-531
Dampak penggunaan pestisida terhadap aktivitas mikroorganisme tanah di kawasan sayuran Lembah Gumanti Kab. Solok <i>Reflinaldon dan Oktanis Melinda</i>	3-553
Identifikasi karakteristik usahatani karet rakyat untuk penerapan usahatani konservasi di DAS Batang Bungo, Jambi <i>Sumarti, Henny H, dan Yulismi</i>	3-561
Upaya pengembangan usahatani konservasi berbasis sayuran di Hulu DAS Merao, Kabupaten Kerinci, Jambi <i>Henny H</i>	3-575
C-tersimpan pada berbagai pola usahatani berbasis kopi <i>Irwan Sukri Banuwa Henrie Buchori</i>	3-595 ✓
Ketersediaan Teknologi dan Peningkatan Produktivitas Kedelai di Lahan Pasang Surut Jambi <i>Jumakir, John Hendri, Endrizal</i>	3-610
Permodelan Perencanaan Pengembangan Wilayah Berbasis Konservasi Sumberdaya Lahan Dari Aspek Kelas Kemampuan Lahan <i>Sukisno, K. S. Hindarto, dan A.H. Wicaksono</i>	3-626

KARBON TERSIMPAN PADA BERBAGAI POLA USAHATANI BERBASIS KOPI

Irwan Sukri Banuwa¹²⁾ dan Henrie Buchori¹⁾

ABSTRAK

Karbon dioksida (CO₂) adalah gas rumah kaca (GRK) utama yang dihasilkan oleh kegiatan manusia dengan laju emisi yang besar, oleh karena itu gas ini sering dipakai sebagai acuan dalam mempelajari perubahan komposisi atmosfer dan perubahan iklim. Upaya meningkatkan cadangan C di alam secara vegetatif melalui penanaman pohon merupakan upaya untuk mengurangi dampak efek rumah kaca dari gas CO₂. Dalam pertumbuhannya, tanaman melakukan proses fotosintesis yang memerlukan sinar matahari, CO₂ dari udara, air dan unsur hara. Dengan demikian keberadaan tanaman dapat mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer. Jadi semakin banyak dan rapat tumbuhan per satuan luas lahan maka karbon tersimpan akan semakin banyak dan semakin baik untuk mengurangi dampak negatif akibat efek rumah kaca dari gas CO₂. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karbon tersimpan (*Carbon Sink*) pada pola usahatani berbasis kopi di DAS Sekampung Hulu Kecamatan Air Nainingan Kabupaten Tanggamus. Perlakuan dalam penelitian ini adalah pola usahatani antara kopi, lada, kakao dan pisang dengan kemiringan lereng 10% dan 20%. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial (5x2x2) dengan dua ulangan, sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) Pola usahatani P5 lebih mampu meningkatkan penyimpanan karbon di atas permukaan tanah dan total karbon tersimpan. (2) Kemiringan lereng 10% lebih baik hanya pada biomassa serasah dan kandungan C-mik di dalam tanah, dan (3) Interaksi pola usahatani dengan kemiringan lereng hanya terjadi pada kandungan C-mik di dalam tanah.

Kata Kunci : karbon tersimpan, kemiringan lereng, pola usahatani

PENDAHULUAN

Hampir semua lahan di Indonesia pada awalnya merupakan 'hutan alam' yang secara berangsur dialihfungsikan oleh manusia menjadi berbagai bentuk penggunaan lahan. Salah satu fungsi hutan yang penting adalah sebagai cadangan karbon yang disimpan dalam bentuk biomassa vegetasi. Alih fungsi hutan mengakibatkan peningkatan emisi CO₂ di atmosfer yang berasal dari hasil pembakaran dan peningkatan mineralisasi bahan organik tanah selama pembukaan

¹²⁾ Dosen pada FP Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1. Bandar Lampung.

lahan, serta berkurangnya vegetasi sebagai penyimpan C (*C-sink*) (Widianto dkk., 2003).

Perubahan iklim adalah perubahan *magnitude* (besaran) dan distribusi komponen iklim, khususnya suhu udara dan curah hujan dalam jangka panjang. Perubahan iklim dimaksud adalah perubahan yang disebabkan oleh kegiatan manusia; bukan secara alami. Perubahan iklim terjadi akibat meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca (GRK) seperti CO₂, N₂O, CH₄, dan CO (Murdiyarto, dkk., 2004). Selanjutnya, IPCC (2007 dalam Hairiah, 2007) melaporkan tiga jenis gas yang paling sering disebut sebagai GRK utama adalah CO₂, CH₄ dan N₂O, karena akhir-akhir ini konsentrasinya di atmosfer terus meningkat hingga dua kali lipat.

Berkenaan dengan upaya pengembangan lingkungan bersih, maka jumlah CO₂ di udara harus dikendalikan dengan jalan meningkatkan jumlah serapan CO₂ oleh tanaman sebanyak mungkin dan menekan pelepasan (emisi) CO₂ ke udara serendah mungkin. Mempertahankan keutuhan hutan alami, melakukan reboisasi dan penghijauan, menciptakan pola tanam yang rapat pada lahan pertanian, dan mencegah degradasi lahan merupakan langkah tepat mengurangi jumlah CO₂ yang berlebihan di udara.

Jumlah karbon tersimpan pada setiap penggunaan lahan berbeda-beda, tergantung pada keragaman, kerapatan tumbuhan, jenis tanah, cara pengelolaan, dan lain-lain. Oleh karena itu penelitian tentang karbon yang tersimpan pada pola usahatani berbasis kopi perlu dilakukan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di DAS sekampung Hulu Kecamatan Air Nanning Kabupaten Tanggamus, sejak bulan Februari sampai dengan April 2008. Analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial (5x2x2) dengan dua ulangan sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Faktor pertama adalah pola usaha tani, yaitu : (1) P1 : Kopi, (2) P2 : Kopi + lada, (3) P3 : Kopi + lada + pisang, (4) P4 : Kopi + lada + kakao, dan (5) P5 : Kopi + lada + kakao + pisang.

Faktor kedua adalah dua kemiringan lereng, yaitu : (1) 10 % dan (2) 20 %. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam. Keseragaman data diuji dengan uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan uji Tukey, selanjutnya nilai tengah rata-rata diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5 %.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Contoh tanah dan contoh tanaman yang terdiri dari daun, batang atas, batang bawah, akar-akar yang telah mati, yang berasal dari petak percobaan, Larutan $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , air destilata, NaF, difenilamin, ferroamoniumsulfat, kloroform bebas alkohol; HCl 0,05 N; KOH 0,5 N; H_2SO_4 95 %; Aquades; phenolptalein; metil orange dan bahan kimia lain untuk analisis tanah.

Penelitian dilaksanakan pada petak percobaan yang sudah dipersiapkan dengan berbagai pola usahatani yang terdapat pada setiap petaknya, ukuran masing-masing petak adalah 4 m x 5 m.

Contoh tanah diambil dari tiap-tiap petak perlakuan pada kedalaman 0-20 cm dari permukaan tanah, kemudian contoh tanah dikompositkan dan dilakukan analisis terhadap kandungan C-organik tanah.

Contoh tanaman diambil dari tiap-tiap petak perlakuan, meliputi daun, batang, batang percabangan atas dan percabangan bawah, termasuk buah pada tanaman. Kemudian contoh tanaman dikompositkan dan dilakukan analisis terhadap kandungan C-organik tanaman.

Pengukuran C-mik

Pengukuran C-mik dilakukan dengan metode Fumigasi Inkubasi yang telah disempurnakan (Franzluebbers, 1995). Tanah ditimbang masing-masing 40 g untuk inkubasi dan 10 g untuk inokulan, lalu dimasukkan ke dalam plastik dan diikat kemudian disimpan di dalam *refrigerator* sampai analisis siap dilakukan. Dua hari sebelum inkubasi, tanah dikeluarkan dari *refrigerator*, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker 50 ml lalu difumigasi dengan $CHCl_3$ bebas alkohol dengan menggunakan desikator yang telah diberi tekanan 50 cm Hg selama 48 jam di dalam ruang gelap. Sedangkan tanah untuk inokulan dikeluarkan dari *refrigerator* pada saat hari pertama dilakukan fumigasi. Setelah 48 jam di fumigasi tanah dibebaskan dari $CHCl_3$ selanjutnya dicampurkan dengan

tanah inokulan, lalu dimasukkan ke dalam toples berukuran 1 liter beserta 10 ml 0,5 M KOH dan 10 ml aquades. Toples tersebut kemudian ditutup sampai kedap udara dengan menggunakan lakban dan diinkubasi pada temperatur kamar ditempat gelap selama 10 hari. Pada akhir masa inkubasi kuantitas C-CO₂ yang dihasilkan dalam alkali ditentukan dengan cara titrasi (Anderson, 1982 dalam Franzluebbers, 1995), biomassa karbon mikroorganisme tanah dihitung menurut rumus:

$$C\text{-mic} = (\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ 10 hari})_{\text{fumigasi}} / kc$$

Keterangan: *C-mic* = biomassa karbon mikroorganisme tanah
 kc = 0,41
 mg C-CO₂ kg⁻¹ 10 hari = Kuantitas C-CO₂ yang diserap dalam alkali ditentukan dengan titrasi.

Pengukuran C-organik tanah

Pengukuran C-organik dilakukan dengan menggunakan metode Walkey dan Black (Thom dan Utomo, 1991) dengan urutan sebagai berikut : 0,5 g contoh tanah yang telah diayak (2 mm) ditambahkan air sebanyak 25 ml, kemudian dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 5 ml K₂Cr₂O₇ 1 N dan 10 ml H₂SO₄ 95%. Campuran tersebut dikocok secara perlahan, dibiarkan selama 30 menit dan 100 ml air destilata ditambahkan ke dalam larutan tersebut, kemudian 5 ml H₂PO₄ 85%, 2,5 ml 85%, 2,5 ml NaF 4%, dan 5 tetes difenilamin ditambahkan. Larutan dititrasi dengan 0,5 ferroamoniumsulfat sampai berwarna hijau terang. Cara yang sama dilakukan terhadap blanko.

Kadar C dalam sampel dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% C = \frac{\text{ml K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 (1-S/T) \times 0,3886}{\text{berat sampel tanah}}$$

Keterangan : T = ml titrasi blanko
 S = ml titrasi sampel

Pengukuran C-organik tanaman

Pengukuran C-organik dilakukan dengan menggunakan metode Walkey dan Black (Thom dan Utomo, 1991) dengan urutan sebagai berikut : 100 g contoh tanaman meliputi daun, batang, batang percabangan atas dan percabangan bawah, termasuk buah pada tanaman di oven dengan suhu 102-105°C selama 48 jam. Dikomposit/dihaluskan dengan cara digiling dengan mesin penggiling setelah itu ditumbuk hingga halus, kemudian 0,5 g contoh tanaman yang telah halus ditambahkan air sebanyak 25 ml, kemudian dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 5 ml $K_2Cr_2O_7$ 1 N dan 10 ml H_2SO_4 95%. Campuran tersebut dikocok secara perlahan, dibiarkan selama 30 menit dan 100 ml air destilata ditambahkan ke dalam larutan tersebut, kemudian 5 ml H_2PO_4 85%, 2,5 ml 85%, 2,5 ml NaF 4%, dan 5 tetes difenilamin ditambahkan. Larutan dititrasi dengan 0,5 ferroamoniumsulfat sampai berwarna hijau terang. Cara yang sama dilakukan terhadap blangko. Kadar C dalam sampel dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% C = \frac{\text{ml } K_2Cr_2O_7 (1-S/T) \times 0,3886}{\text{berat sampel tanaman}}$$

Keterangan : T = ml titrasi blanko

S = ml titrasi sampel

Pengukuran kerapatan isi

Kerapatan isi tanah (bobot isi) diukur dengan menggunakan metode contoh tanah utuh dalam ring sampel (Afandi, 2005) dengan urutan sebagai berikut : timbang bobot tanah beserta ring sampel, kemudian masukkan dalam oven dengan suhu 102-105°C selama 48 jam. Setelah itu tunggu sekitar 30 menit sampai ring sampel dingin dan timbang kembali bobot tanah beserta ring sampel tersebut. Kemudian keluarkan tanah dari ring sampel, cuci ring sampel sampai bersih, keringkan dan timbang berat ring sampel. Ukur tebal/tinggi ring sampel, diameternya dan cari volumenya, setelah didapat volume tanah kerapatan isi dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Kerapatan isi} = \frac{X - Y}{\text{Volume Tanah}} = \text{g cm}^{-3}$$

Keterangan :

X = Berat tanah kering dan ring sampel (g)

Y = Berat ring sampel (g)

Volume tanah = $\pi r^2 t$

r = Jari - jari ring (cm)

t = Tinggi ring (cm)

Penetapan kadar air tanah

Kadar air (KA) tanah diukur dengan menggunakan metode Gravimetrik, dengan urutan sebagai berikut : timbang bobot tanah beserta ring sampel, kemudian masukkan dalam oven dengan suhu 102-105°C selama 48 jam. Setelah itu tunggu sekitar 30 menit sampai ring sampel dingin dan timbang kembali bobot tanah beserta ring sampel tersebut. Kemudian keluarkan tanah dari ring sampel, cuci ring sampel sampai bersih, keringkan dan timbang berat ring sampel. Kadar air semua contoh tanah disamakan dengan nilai KA = 50 %. Kadar air tanah dihitung dengan persamaan :

$$KA = \frac{\text{Berat basah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat kering}} \times 100\%$$

Penetapan kadar air jaringan tanaman

Kadar air jaringan tanaman diukur dengan menggunakan metode berat kering mutlak (Supriana dan Purba, 1987) dengan urutan sebagai berikut : timbang contoh tanaman (sampel) dan bobot cawan, kemudian masukkan dalam oven dengan suhu 80°C selama 48 jam. Setelah itu tunggu sekitar 30 menit sampai cawan dingin dan timbang kembali bobot tanaman beserta cawan tersebut. Kemudian keluarkan tanaman dari cawan, cuci cawan sampai bersih, keringkan dan timbang berat cawan. Kadar air semua contoh tanaman disamakan dengan nilai KA = 50 %. Kadar air jaringan tanaman dihitung dengan rumus berikut :

$$KA = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat kering mutlak}}{\text{Berat kering mutlak}} \times 100\%$$

Pengukuran biomassa pohon

Pengukuran biomassa pohon dilakukan dengan cara tidak merusak bagian tanaman (*non destructive*) dengan urutan sebagai berikut : mencatat nama setiap pohon, dan mengukur diameter batang setinggi dada (*dbh = diameter at breast height = 1,3 m* dari permukaan tanah) pada seluruh petak. Dengan menggunakan tongkat kayu ukuran panjang 1,3 m, yang diletakkan tegak lurus permukaan tanah didekat pohon yang akan diukur. Jangka sorong digunakan untuk mengukur pohon/tanaman dengan diameter ≤ 20 cm. Pohon dengan diameter > 30 cm diukur dengan menggunakan pita ukur (meteran) untuk mengukur besarnya lilit batang/lingkar batang (volume pohon) kemudian hitung diameternya. Selanjutnya perhitungan biomassa pohon dilakukan dengan persamaan allometrik (Tabel 1).

Tabel 1. Perhitungan biomassa pohon menggunakan persamaan allometrik

Jenis pohon	Estimasi biomassa pohon (kg/pohon)
Pohon bercabang***	$BK = 0.11 P D^{2,62}$
Kopi dipangkas*	$BK = 0.281 D^{2,06}$
Pisang**	$BK = 0.030 D^{2,13}$
Nekromassa****	$BK = \pi P H D^2/40$

* = Menghitung biomassa tanaman kopi
** = Menghitung biomassa tanaman pisang
*** = Menghitung biomassa tanaman kakao dan lada
**** = Menghitung nekromassa (kayu mati)

Sumber : Hairiah dan Rahayu (2007)

Keterangan :

BK = berat kering (kg) P = berat jenis (BJ) kayu rata-rata = $0,7 \text{ g cm}^{-3}$
D = diameter pohon (cm) P = berat jenis (BJ) kayu mati rata-rata = $0,4 \text{ g cm}^{-3}$
H = tinggi pohon (cm)

Penentuan titik pengukuran *dbh* batang pohon bergelombang atau bercabang rendah disajikan pada Tabel 2.

Pengukuran biomassa tumbuhan bawah dan serasah

Pengambilan tumbuhan bawah dan serasah tanaman dilakukan di petak yang sama dari tiap-tiap petak perlakuan. Tumbuhan bawah yang diambil sebagai contoh adalah semua tumbuhan hidup yang berdiameter < 5 cm, herba dan rumput-

rumpunan. Dilakukan dengan cara *destructive* (merusak hanya pada bagian bawah tumbuhan). Sedangkan contoh serasah yang diambil adalah semua sisa-sisa bagian tanaman mati, daun-daun dan ranting-ranting yang gugur yang terdapat di dalam tiap-tiap petak perlakuan, dengan urutan prosedur kerja berikut : : potg semua contoh tumbuhan bawah (sampel) yang berdiameter < 5 cm, herba dan rumput-rumpunan dari tiap-tiap petak perlakuan dan timbang berat basah totalnya. Untuk berat basah sampel diambil 100 g contoh tumbuhan bawah dari tiap-tiap petak perlakuan, kemudian masukkan kedalam kantong plastik dan beri label nama sesuai dengan nama petak perlakuan.

Tabel 2. Penentuan titik pengukuran *dbh* batang pohon bergelombang atau bercabang rendah

Cara Penentuan titik pengukuran <i>dbh</i> batang pohon bergelombang atau bercabang rendah	
1. Pohon pada lahan berlereng	Letakkan ujung tngkat 1,3 m pada lereng bagian atas.
2. Pohon bercabang < 1,3 m	Ukur <i>dbh</i> semua cabang yang ada.
3. Bila pada ketinggian 1,3 m terdapat benjolan	Lakukan pengukuran <i>dbh</i> pada 0,5 m setelah benjolan.
4. Bila pada ketinggian 1,3 m terdapat akar-akar tunjang	Lakukan pengukuran pada 0,5 m setelah perakaran

Sumber : Hairiah dan Rahayu (2007)

Cara yang sama dilakukan juga untuk pengambilan contoh serasah. Kemudian contoh tumbuhan bawah dan serasah tersebut dikeringkan di dalam oven pada suhu 80°C selama 48 jam setelah itu, timbang berat keringnya. Biomassa tumbuhan bawah dan serasah dihitung dengan persamaan berat kering total (Hairiah dan Rahayu, 2007). Total berat kering yang didapat dikonversi dalam $t\ ha^{-1}$, dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Total BK (g)} = \frac{\text{BKs (g)} \times \text{BBt}}{\text{BBs (g)}} = g\ m^{-2}$$

Keterangan :

BKs = berat kering sampel

BBs = berat basah sampel

BBt = berat basah total

Perhitungan karbon tersimpan di atas permukaan tanah

Setelah di dapat biomassa (pohon, tumbuhan bawah, serasah, nekromassa) dan kandungan C-organik tanaman, di dalam setiap petak perlakuan. Selanjutnya dilakukan perhitungan total karbon tersimpan di atas permukaan tanah (Hairiah dan Rahayu, 2007) :

$$\text{Total penyimpanan C} = \text{C total} \times \% \text{ C} = \text{t ha}^{-1}$$

Keterangan :

C total = biomassa total (pohon + tumbuhan bawah + serasah + nekromassa)

% C = konsentrasi C dalam bahan organik yang terdapat pada tanaman

C di atas permukaan tanah, selanjutnya disebut C total₁

Perhitungan karbon di dalam tanah

Setelah diketahui bobot isi tanah (*Bulk Density*) setiap petak perlakuan, selanjutnya dihitung berat tanah. Setelah diperoleh berat tanah dan diketahui kandungan C-organik tanah dan C-mik, karbon di dalam tanah dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{C di dalam tanah} = \{(\% \text{ C-organik tanah} \times \text{berat tanah}) + \text{C-mik}\}$$

C di dalam tanah, selanjutnya disebut C total₂

Perhitungan total karbon tersimpan

Perhitungan total karbon tersimpan pada setiap perlakuan :

$$\text{C Total} = \text{C total}_1 + \text{C total}_2 = \text{t ha}^{-1}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karbon di atas permukaan tanah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon tersimpan di atas permukaan tanah semakin meningkat dengan semakin lengkapnya pola usahatani. Karbon tersimpan di atas permukaan tanah hanya dipengaruhi oleh pola usahatani. Karbon tersimpan terendah terdapat pada perlakuan P1 sebesar 7,28 t ha⁻¹ dan terbesar terdapat pada P5 sebesar 30,22 t ha⁻¹ (Tabel 3).

Pola usahatani P5 menghasilkan karbon di atas permukaan tanah lebih besar daripada perlakuan lainnya. Pola usahatani P5 merupakan pola usahatani

yang paling lengkap yaitu tanaman kopi dengan campuran lada, pisang dan kakao. Hal ini berarti bahwa populasi tanaman yang ada per satuan luas paling banyak, tegakan tanaman lebih rapat dan tajuk tanaman bertingkat, sehingga memiliki biomassa pohon yang lebih besar dibandingkan dengan pola usahatani lainnya. Selanjutnya karena populasi tanaman paling banyak, sehingga menghasilkan biomassa serasah lebih banyak, tetapi akibat tajuk tanaman yang rapat dan bertingkat pada pola P5 ini menyebabkan biomassa tumbuhan bawah tidak berkembang sehingga tidak lebih baik dari pola usahatani lainnya. Namun demikian, secara keseluruhan akibat biomassa pohon dan serasah pada pola usahatani P5 jauh lebih banyak menyebabkan karbon tersimpan di atas permukaan tanah nyata lebih besar daripada pola usahatani lainnya.

Pola usahatani P1 adalah pola usahatani kopi monokultur, sehingga populasi tanaman per satuan luas paling sedikit, sehingga menghasilkan biomassa pohon dan serasah paling rendah, sehingga karbon tersimpan di atas permukaan tanah paling sedikit dibanding pola usahatani lainnya.

Kemiringan lereng tidak menunjukkan pengaruh terhadap simpanan karbon di atas permukaan tanah. Hal ini disebabkan karena pola usahatani memberikan pengaruh yang lebih dominan dibandingkan dengan peningkatan kemiringan lereng. Peningkatan kemiringan lereng tidak mempengaruhi magnitute biomassa pohon, C organik pohon, dan biomassa tumbuhan bawah pada semua pola usahatani, kecuali biomassa serasah. Namun karena peran biomassa serasah kecil dalam berkontribusi terhadap simpanan karbon di atas permukaan tanah, menyebabkan kemiringan lereng tidak mempengaruhi total karbon di atas permukaan tanah. Di sisi lain hasil penelitian Banuwa (2008) di lokasi yang sama persen *coverage* antara kemiringan lereng 10% (49,64%) tidak berbeda dengan kemiringan lereng 20% (50,30%). Berdasarkan kondisi ini maka perbedaan kemiringan lereng tidak mempengaruhi karbon tersimpan di atas permukaan tanah.

Tabel 3. Pengaruh pola usahatani dan kemiringan lereng terhadap C-organik tanaman, biomassa pohon, biomassa tumbuhan bawah, biomassa serasah dan karbon di atas permukaan tanah

Perlakuan	C-organik tanaman %	Biomassa pohon t ha ⁻¹	Biomassa tumbuhan bawah t ha ⁻¹	Biomassa serasah t ha ⁻¹	Karbon di atas permukaan tanah t ha ⁻¹
Pola Usahatani					
P1 : Kopi	27,15	17,67 a	0,13	1,42 a	7,28 a
P2 : Kopi + Lada	28,19	32,92 b	0,14	1,54 ab	13,61 b
P3 : Kopi + Lada + Pisang	29,02	56,67 c	0,12	1,95 bc	17,68 c
P4 : Kopi + Lada + Kakao	28,90	58,93 c	0,13	2,29 c	20,04 c
P5 : Kopi + Lada + Kakao + Pisang	27,89	85,25 d	0,14	3,34 d	30,22 d
BNT (0,05) =		3,90	-	0,49	3,95
Kemiringan Lereng					
L1 : 10%	28,18	51,28	0,12	2,36 b	18,08
L2 : 20%	28,28	49,30	0,14	1,86 a	17,45
BNT (0,05) =		-	-	0,31	-

Keterangan : Angka-angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%, menurut uji BNT.

Karbon di dalam tanah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya keragaan C mik yang dipengaruhi oleh pola usahatani, kemiringan lereng dan interaksinya (Tabel 4), sedangkan C-organik tanah dan bobot isi tanah tidak terpengaruh oleh pola usahatani, kemiringan lereng dan interaksinya (Tabel 5).

Tabel 4. Pengaruh pola usahatani berbasis kopi dan kemiringan lereng terhadap C-mik

Pola Usahatani	Kemiringan Lereng	
	10%	20%
	mg C-CO ₂ kg ⁻¹	
Kopi Monokultur	A 32,93 (a)	A 18,29 (a)
Kopi + Lada	B 102,44 (a)	B 98,78 (a)
Kopi + Lada + Pisang	C 237,80 (a)	C 234,15 (a)
Kopi + Lada + Kakao	D 384,15 (b)	D 300,00 (a)
Kopi + Lada + Pisang + Kakao	E 541,46 (b)	E 497,56 (a)
BNT 5 % =	28,37	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama dalam tanda kurung secara horizontal tidak berbeda, dan angka yang diikuti oleh huruf besar yang sama secara vertikal tidak berbeda pada taraf 5 % menurut uji BNT.

Tabel 5. Pengaruh pola usahatani dan kemiringan lereng terhadap C-organik tanah, bobot isi tanah, dan karbon di dalam tanah

Perlakuan	C-organik tanah	Bobot isi tanah	Karbon di dalam tanah	
	A	A	A	T
	%	G cm ⁻³	t ha ⁻¹	
Pola Usahatani				
P1 : Kopi	1,24	1,08	31,23	1,49
P2 : Kopi + Lada	1,35	1,04	33,70	1,52
P3 : Kopi + Lada + Pisang	1,43	1,09	38,32	1,57
P4 : Kopi + Lada + Kakao	1,49	1,06	37,87	1,57
P5 : Kopi + Lada + Kakao + Pisang	1,50	1,06	38,11	1,57
Kemiringan Lereng				
L1 : 10%	1,47	1,07	38,26	1,58
L2 : 20%	1,34	1,06	33,43	1,51

Keterangan : 1) Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%, menurut uji BNT.

2) A = Data asli, T = Data transformasi.

Tabel 4, memperlihatkan bahwa kandungan C-mik tanah terendah terdapat pada pola usahatani P1 adalah tanaman kopi monokultur dengan kemiringan lereng 20% yaitu sebesar 18,29 mg C-CO₂ kg⁻¹, sedangkan kandungan C-mik tanah terbesar terdapat pada pola usahatani P5 dengan kemiringan lereng 10% yaitu sebesar 541,46 mg C-CO₂ kg⁻¹. Meningkatnya populasi tanaman per satuan luas akan mempertinggi ketersediaan bahan organik dalam tanah sehingga C mik tanah yang dihasilkan semakin meningkat. Buchari (1999 dalam Suhaedi 2005) menegaskan bahwa semakin tinggi masukan dan kandungan bahan organik tanah akan meningkatnya aktivitas biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik). Namun demikian karena C organik tanah tidak berbeda dan tergolong rendah pada semua perlakuan, menyebabkan simpanan karbon di dalam tanah tidak menunjukkan perbedaan.

Total karbon tersimpan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa total karbon tersimpan hanya dipengaruhi oleh pola usahatani (Tabel 6). Tabel 6 menunjukkan bahwa total karbon tersimpan semakin meningkat dengan semakin lengkapnya campuran tanaman dalam satu bidang lahan. Total karbon tersimpan terendah terdapat pada pola usahatani monokultur kopi (P1) yaitu sebesar 38,49 t ha⁻¹ dan terbesar terdapat pada pola usahatani P5 yaitu sebesar 68,07 t ha⁻¹.

Tabel 6. Pengaruh pola usahatani dan kemiringan lereng terhadap total karbon tersimpan

Perlakuan	Total karbon tersimpan t ha ⁻¹
Pola Usahatani	
P1 : Kopi	38,49 a
P2 : Kopi + Lada	47,26 ab
P3 : Kopi + Lada + Pisang	55,88 b
P4 : Kopi + Lada + Kakao	57,73 bc
P5 : Kopi + Lada + Kakao + Pisang	68,07 c
BNT (0,05) =	11,96
Kemiringan Lereng	
L1 : 10%	56,21
L2 : 20%	50,77

Keterangan : 1) Angka-angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%, menurut uji BNT

Hasil penelitian menunjukkan bahwa total karbon tersimpan dipengaruhi oleh pola usahatani. Total simpanan karbon semakin meningkat dengan semakin meningkatnya campuran tanaman dalam pola usahatani. Pola usahatani P5 yaitu campuran tanaman kopi, lada, pisang dan kakao mampu menghasilkan total simpanan karbon lebih besar daripada perlakuan lainnya. Merujuk Tabel 3 dan Tabel 5, tampak bahwa total karbon tersimpan terutama dipengaruhi oleh simpanan karbon di atas permukaan tanah, khususnya biomassa pohon dan serasah. Pola usahatani P5 memiliki populasi tanaman yang jauh lebih banyak dengan tingkat penutupan tajuk yang lebih rapat, sehingga ketersediaan bahan organik menjadi lebih banyak, akibatnya aktivitas mikroorganisme menjadi lebih tinggi. Berdasarkan kondisi ini maka P5 memiliki total karbon tersimpan paling tinggi. Selanjutnya karena antar kemiringan lereng tidak menghasilkan simpanan karbon di atas permukaan tanah dan di dalam tanah tidak berbeda, menyebabkan total karbon tersimpan antar kemiringan lereng menjadi tidak berbeda.

KESIMPULAN

1. Pola usahatani P5 lebih mampu meningkatkan penyimpanan karbon di atas permukaan tanah dan total karbon tersimpan.
2. Kemiringan lereng 10% lebih baik hanya pada biomassa serasah dan kandungan C-mik di dalam tanah.
3. Interaksi pola usahatani dengan kemiringan lereng hanya terjadi pada kandungan C-mik di dalam tanah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan Terimakasih disampaikan kepada Saudara M. Faisal Riartha dan Diaz Warsito yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi. 2005. Penuntun Praktikum Fisika Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 564lm.
- Banuwa, I. S. 2007. Strategi Mitigasi Pemanasan Global Melalui Pengelolaan DAS. Makalah Pada Lokakarya Pengelolaan DAS di Provinsi Lampung.

- Diselenggarakan Forum DAS Provinsi Lampung. Tanggal 13 Desember 2007. Bandar Lampung. 15 hlm.
- Franzluebbers, A.J., D.A. Zuberer, F.M. Hons. 1995. Comparison of Microbiological Methods for evaluating Quality and Fertility of Soil. *Biology and Fertility of Soils Journal*. 19: 135-140
- Hairiah, K. 2007. Pengukuran Karbon Stock Diatas Permukaan Tanah. Transkrip Presentasi Pada Workshop Lahan Gambut Untuk Perlindungan Iklim Global dan Kesejahteraan Masyarakat. Diselenggarakan Climate Change Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International. Http : www.wetlands.or.id.com/publications/files/book/pdf. Diakses tanggal 18 Januari 2008.
- Hairiah, K., dan S. Rahayu, 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan Di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre, ICRAF South East Asia. Bogor. Indonesia. 77 hlm.
- Murdiyarto, D., U. Rosalina, K. Hairiah, L. Muslihat, I. N. N. Suryadiputra, dan Adijaya. 2004. Petunjuk Lapangan Pendugaan Cadangan Karbon Diatas dan Dibawah Permukaan Pada Lahan Gambut. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International-Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor. Indonesia.
- Plaster, J. Edward. 1992. *Soil Science and Management 3rd Editions*. 41 hlm.
- Suhaedi. 2005. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik, Pupuk Kimia, dan Kombinasinya Terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Tanah Pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) Musim Tanam Kedelapan Di Tanah Ultisol Taman Bogo. Skripsi Sarjana. Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung. Bandar Lampung. 59 hlm.
- Supriana, N., dan P. Purba. 1987. Jenis-Jenis Gulma Di Gunung Sipiso-piso Sumatera Utara. Buletin Penelitian Kehutanan Volume 3 No. 2. Oktober 1987. Departemen Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Balai Penelitian Kehutanan Pematang Siantar. Sumatera Utara. Hlm 9-23.
- Thom, W.O. dan M. Utomo. 1991. *Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 21-41 hlm.
- Widianto, K. Hairiah, D. Suharjo, dan A. M. Sardjono. 2003. Fungsi dan Peran Agroforestri. World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia. Bogor. Indonesia. Http : www.worldagroforestry.org/sea/publications/files/book/pdf. Diakses Tanggal 22 Juli 2008.