EROSI DAN ALIRAN PERMUKAAN PADA LAHAN PERTANIAN BERBASIS TANAMAN KOPI DI SUMBERJAYA, LAMPUNG BARAT

Ai Dariah[1], Fahmuddin Agus[1], Sitanala Arsyad[2], Sudarsono[2], dan Maswar[1]

[1] Balai Penelitian Tanah, Jln. Juanda 98, Bogor 16123
[2] Jurusan Ilmu Tanah, Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

Coffee-based farming has been perceived by policy makers as having a high erosion and a source of sedimentation. Past approach to control erosion and restoring forest function have been by forceful replacement of coffee plant with timber or leguminous tree species such as *Calliandra calothirsus*, and eviction of the farmers from the forest jurisdiction area. This research was aimed at testing the level of soil loss under different soil conservation treatments on land covered by 3 year old coffee trees. The research was conducted on land with slopes ranging from 50 to 60% at Laksana and Tepus sites of Sumberjaya District, West Lampung province from November 2001 to July 2003. Erosion measurement was conducted at plots 15 m long and 8 m wide. Five treatments in 4 replications in a completely randomized block design included: T1 = Sun coffee (open field monoculture coffee), T2 = T1 + Gliricidia as shade tree, T3 = T2 + dead end trench (rorak), T4 = T2 + hedgerows of natural vegetation, and T5 = T2 + ridging. The results indicated that erosion level on the 3 year old coffee farm with porous soil structure was very low (< 2 Mg ha^{-1} yr^{-1}) and thus soil conservation treatments had no significant effects on soil loss, run-off, and soil organic matter and nutrient lateral transport. Soil physical properties (especially drainage pore and permeability) are dominant factors that determine the level of soil loss in the study sites. The results of the research proved that, for areas covered by 3 year old or older coffee, with soil structure similar to that of Laksana and Tepus, coffee trees *per se* are sufficient to control erosion to tolerable level.

Key Words: *Cofee based farming, erosion*

ABSTRAK

Usahatani berbasis kopi telah diyakini para pengambil kebijakan, sebagai penyebab tingginya erosi dan sumber sedimentasi. Untuk menekan besarnya erosi dan memperbaiki fungsi hutan, telah dilakukan suatu pendekatan dengan memindahkan petani yang bermukim dalam kawasan hutan dan membabat tanaman kopi serta menggantinya dengan tanaman kayu-kayuan atau *legum tree* seperti *Calliandra calothirsus*. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari tingkat erosi pada lahan usahatani kopi dan menguji efektivitas teknik konservasi dalam menekan erosi, aliran permukaan dan kehilangan hara serta bahan organik tanah. Penelitian berlangsung dari bulan Nopember 2001 sampai dengan Juli 2003 pada lahan usahatani kopi umur 3 tahun di Dusun Tepus dan Laksana. Kemiringan lahan berkisar antara 50 - 60 %. Pengukuran erosi dilakukan pada petak berukuran panjang 15 m dan lebar 8 m. Penellitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari: T1 = monokultur kopi, T2 = T1 + Gliricidia sebagai pohon pelindung, T3 = T2 + rorak, T4 = T2 + strip rumput alami, dan T5 = T2 + gulud. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat erosi pada lahan usahatani berbasis kopi umur 3 tahun, dengan struktur tanah bersifat porous tergolong sangat rendah (< 2 Mg ha^{-1} th^{-1}). Pada kondisi seperti ini perlakuan teknik konservasi tidak berpengaruh nyata terhadap erosi, aliran permukaan dan transport hara serta bahan organik tanah secara lateral. Sifat fisik tanah (khususnya pori makro/pori drainase cepat dan permeabilitas tanah) merupakan faktor dominan yang menentukan tingkat erosi pada lahan usahatani kopi di lokasi penelitian. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa pada kondisi fisik tanah seperti dusun Tepus dan Laksana, tanaman kopi mampu menekan erosi sampai di bawah tingkat erosi yang diperbolehkan.

Kata kunci: usahatani berbasis kopi, erosi

PENDAHULUAN

Meskipun berbagai dampak negatif dari alih guna lahan hutan telah banyak dibuktikan (Juo *et al.*, 1995; Lal, 1986; Moreau, 1986; Obara *et al.,*1995), namun bila kebutuhan akan lahan begitu mendesak, konversi lahan hutan sangat sulit untuk dihindari. Provinsi Lampung merupakan provinsi dengan kasus alih guna lahan hutan tergolong tinggi. Secara keseluruhan kawasan hutan yang telah beralih fungsi menjadi kebun kopi di Provinsi Lampung diperkirakan mencapai ± 71.000 ha (Hadisepoetro, 1999). Dari areal pertanaman kopi seluas 137.700 ha (Ditjen Perkebunan, 2000), ± 52 % areal kopi di Provinsi Lampung berada di kawasan hutan.

Dalam rangka mengembalikan fungsi hutan, pada tahun 1980-an pemerintah melancarkan program penghutanan kembali kebun kopi di kawasan hutan lindung di propinsi Lampung dengan jalan mencabut dan mengganti tanaman kopi dengan kaliandra (*Calliandra calothirsus*) serta memindahkan penduduk ke luar kawasan hutan. Dalam waktu singkat, kaliandra mampu menutupi lahan dengan rapat, namun petani kopi kehilangan mata pencaharian. Pada tahun 1997, petani menuntut kembali wilayah hutan yang dulu mereka gunakan. Mereka menebas kaliandra dan menanam kembali dan/atau memelihara bekas tunggul kopi yang masih aktif (Agus *et al*., 2002). Berdasarkan pengalaman tersebut, pemerintah mencoba cara yang lebih persuasif yaitu dengan melakukan negosiasi antara petani dan pemerintah. Bentuk kesepakatan yang ingin dicapai dalam negosiasi tersebut adalah bahwa petani menerapkan langkah-langkah pengelolaan lahan yang secara bertahap dapat mengembalikan fungsi hutan, dan untuk itu pemerintah memberikan hak kepada petani untuk menggunakan sebagian lahan kawasan hutan secara semi permanen misalnya melalui program Hutan Kemasyarakatan (HKm).

Terdapat kondisi/masa kritis dalam sistem usahatani kopi khususnya pada saat tingkat penutupan tanaman kopi masih relatif jarang, kondisi tersebut mungkin sangat beresiko karena kopi banyak ditanam pada lahan berlereng curam, seperti di Sumberjaya, Lampung Barat. Dengan rata-rata curah hujan tahunan yang tergolong tinggi (>2500 mm/tahun), maka peluang terjadinya degradasi lahan yang disebabkan oleh erosi akan meningkat.

Hasil penelitian Afandi *et al.* (2002) pada lahan berlereng 30 % dengan kopi berumur 2 tahun dan lantai kebun kopi disiang secara periodik menunjukkan tingkat erosi yang terjadi adalah 22,7 Mg ha^{-1}. Penerapan teknik konservasi pada lahan usahatani kopi khususnya pada saat tanaman kopi masih relatif muda diharapkan dapat menekan laju erosi, sehingga degradasi lahan yang terjadi akibat alih fungsi lahan hutan menjadi lahan usahatani kopi dapat ditekan sekecil mungkin.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan dalam rangka menunjang proses negosiasi antara petani dengan pemerintah dalam hal pilihan teknik agroforestry/konservasi yang dapat dipilih petani untuk pelestarian sumberdaya lahan serta pengembalian fungsi hutan pada lahan yang telah ditanami kopi.

Penelitian ini bertujuan untuk (i) mempelajari tingkat erosi yang terjadi pada lahan usahatani kopi berlereng curam di daerah Sumberjaya, Lampung Barat, (ii) mempelajari peranan beberapa alternatif teknik konservasi dalam menekan aliran permukaan, erosi dan kehilangan hara serta bahan organik tanah secara lateral.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan mulai November 2001 sampai dengan Juli 2003 (2 periode musim hujan yakni Nopember 2001-Oktober 2002 dan Nopember 2002-Juli 2003). Lokasi penelitian terletak di Dusun Tepus dan Laksana, Kecamatan Sumberjaya, Kabupaten

Lampung Barat (termasuk kawasan hutan register 45). Secara geografis terletak antara 4°45'-5°15' LS dan 104°15'-104°45' BT. Plot penelitian merupakan areal pertanaman kopi berumur 3 tahun, sebelumnya merupakan areal tanaman kaliandra yang ditanam saat dilakukan program ‘rehabilitasi lahan kopi’ pada tahun 1989. Kemiringan lahan berkisar antara 50-60 %.

Menurut klasifikasi iklim Koppen, Sumberjaya termasuk dalam tipe iklim Af atau tipe A berdasarkan Schmidt-Ferguson, yaitu tidak memiliki bulan kering. Menurut klasifikasi Oldeman, Sumberjaya termasuk dalam zone B1 dengan 7 bulan basah (curah hujan >200 mm) dan 1 bulan kering (curah hujan < 100 mm). Curah hujan rata-rata tahunan 2.614 mm/tahun. Suhu udara rata-rata harian 21,2 ^{0} C, dengan suhu udara terendah 20,3 ^{0}C dan tertinggi 21,7 ^{0}C (Agus *et al*., 2002).

Berdasarkan Sistem Taxonomi Tanah (Soil Survey Staff, 2000), tanah pada lokasi penelitian diklasifikasikan sebagai Oxic Dystrudept. Tanah didominasi oleh fraksi liat dengan rata-rata kadar liat >70 %. Secara umum sifat fisik tanah tergolong baik, dicirikan oleh berat jenis tanah yang rata-rata kurang dari 0,9 g cm^{-3}, dengan ruang pori total mencapai 69 %, rata-rata persen pori drainase cepat/pori makro pada kedalaman 0-10 cm mencapai 26 %,sedangkan pada kedalaman 10-20 cm sebesar 20 %, dan pori air tersedia sekitar 15-16%. Permeabilitas tanah pada lapisan atas (0-10 cm) sekitar 7 cm/jam, sedangkan permeabilitas pada lapisan bawah permukaan (10-20 cm) sekitar 3 cm/jam (Tabel 1).

Pengamatan erosi dan limpasan permukaan dilakukan pada plot berukuran 15 m (searah lereng) x 8 m (searah kontur). Bagian atas dan samping plot dibatasi seng dengan lebar 30 cm. Sebagian dari seng pembatas (15 cm) ditanam secara vertikal ke dalam tanah. Pada lereng bawah setiap petak dipasang bak penampung (*gutter*) dengan daya tampung 0,13-0,16 m^3. Apabila gutter penuh, air limpasan permukaan mengalir ke *Chin Ong meter* (Khan, 1998) dan sebagian (1-3 %) dari limpasan permukaan mengalir ke jerigen berukuran 0,025 m^3 melalui splitter (slit) *Chin Ong meter*. Pemasangan *Chin Ong meter* di lapangan dideskripsikan dengan rinci dalam Widianto *et al*., (2004). Untuk mendapatkan proporsi yang tepat dari limpasan permukaan yang mengalir melalui *Chin Ong meter*, dilakukan kalibrasi dari masing-masing *Chin Ong meter*.

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (*completely randomized block design*) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan, dua ulangan terletak di Tepus dan dua ulangan lainnya terletak di Laksana. Perlakuan yang diuji meliputi:

1. Monokultur kopi: Merupakan bentuk khas usahatani kopi di lokasi penelitian terutama pada saat kopi berumur < 3 tahun (T1)

Tabel 1. Sifat fisik tanah pada awal penelitian.

Parameter	Kedalaman tanah (cm)	
	0-10	10-20
Pasir (%)	14	12
Debu (%)	15	15
Liat (%)	71	73
BD (g cm^{-3})	0,82	0,81
Total pori (%)	69	69
Pori drainase cepat (%)	26	20
Pori drainase lambat (%)	5	5
Pori air tersedia(%)	16	15
Permeabilitas (cm/jam)	6,8	2,7
% Agregat	72	73
Stabilitas Agregat	167	176

2. Kombinasi kopi dengan tanaman pelindung *Gliricidia sepium* (T2)
3. Kombinasi antara perlakuan 2 + rorak dengan lebar 0,4 m, panjang 1m, dalam 0,3 m, dengan jarak antar rorak 3 m (T3)
4. Kombinasi antara perlakuan 2 + partial weeding, merupakan strip rumput alami selebar 0,25 m diantara barisan tanaman kopi, jarak antar strip 3 m (T4)
5. Kombinasi antara perlakuan 2 + gulud searah kontur, jarak antar gulud adalah 3 m (T5)

Jarak tanaman kopi 1,5 m x 1,5 m untuk petak di Laksana dan 1,75 m x 1,75 m untuk petak di Tepus. Pemupukan dilakukan pada setiap awal musim hujan (bulan Nopember) dan akhir musim hujan (bulan Juni) dengan dosis per pohon 150 gram urea, 50 gram SP-36 dan 50 gram KCl. Penyiangan dilakukan setiap 2-3 bulan sekali.

Erosi dan limpasan permukaan diukur pada setiap kejadian hujan. Limpasan permukaan dan erosi yang terjadi pada setiap plot merupakan total dari aliran permukaan dan sedimen yang tertampung dalam bak penampung (*gutter*) dan yang melewati *Chin Ong meter* setelah terlebih dahulu dikalikan dengan faktor konversi.

Total aliran permukaan untuk setiap kejadian hujan dihitung dengan persamaan:

$$\mathbf{Rt = Rg + (RcxFc)}$$

dimana:

Rt = total volume aliran permukaan,
Rg = volume limpasan permukaan yang tertampung di gutter,
Rc = volume limpasan permukaan yang melewati slit *Chin Ong meter*,
Fc = faktor konversi yaitu volume limpasan permukaan yang melewati *Chin Ong meter* dibagi dengan limpasan permukaan yang melalui slit *Chin Ong meter* menuju jerigen.

Koefisien limpasan permukaan, dihitung dengan menggunakan persamaan:

KR = ?Rh/(? CH*Cos ? ?x100 %

dimana:
KR = Koefisien limpasan permukaan (%),
Rh = total volume limpasan permukaan dibagi luas plot (mm),
CH = jumlah curah hujan (mm), ? = kemiringan lahan (derajat).

Total sedimen dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Sd = (Sg x Vg) + (Sj x Vj x Fc)

dimana:
Sd = Total sedimen (mg/plot),
Sg = kadar sedimen dalam sample gutter (mg/ml),
Vg = volume limpasan permukaan yang tertampung dalam gutter (ml),
Sj = kadar sedimen dalam sample jerigen (mg/ml),
Rj = volume limpasan permukaan dalam jerigen (ml).

Contoh sedimen diambil pada setiap kejadian hujan. Pengambilan contoh dari gutter dan jerigen dilakukan secara terpisah. Pengambilan contoh dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan pengadukan sehingga suspensi air aliran permukaan menjadi homogen. Sebagian contoh sedimen dan air digunakan untuk analisis nitrogen, fosfor, kalium dan C-organik. Analisis laboratorium dilakukan pada akhir puncak musim hujan yakni pada akhir bulan Mei 2002.

Hasil analisis sedimen digunakan pula untuk menghitung **nisbah pengayaan sedimen** (*enrichment ratio*), dengan menggunakan persamaan:

NP = Cus/Cut

dimana:
NP = Nisbah pengayaan sedimen,
Cus = konsentrasi unsur hara (atau bahan organik) dalam sedimen yang telah terangkut, dan
Cut = konsentrasi unsur hara (atau bahan organik) pada tanah yang tertinggal.

Untuk menetapkan konsentrasi hara pada tanah yang tertinggal, dilakukan analisis tanah pada kedalaman 0-10 cm pada akhir periode pengamatan pertama (bulan Oktober 2002). Parameter yang dianalisis meliputi: C-organik, nitrogen, fosfor dan kalium.

Pengamatan curah hujan dilakukan dengan menggunakan ombrometer yang dipasang pada setiap blok penelitian setiap sesudah kejadian hujan. Perkembangan pertumbuhan kopi pada setiap petakan dilakukan dengan mengukur tinggi dan luas kanopi tanaman kopi. Pengukuran dilakukan pada 10 tanaman sample yang dipilih secara acak pada awal penelitian, dilakukan setiap periode 6 bulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Erosi dan Limpasan Permukaan

Hasil pengukuran aliran permukaan dan erosi bulanan pada skala plot, disajikan pada Gambar 1 dan 2. Puncak limpasan permukaan pada periode bulan Nopember 2001-Oktober 2002 (baik di Tepus maupun Laksana) terjadi pada bulan Januari, Maret dan April 2002. Bulan terjadinya puncak limpasan permukaan, rata-rata bersamaan dengan bulan terjadinya puncak musim hujan. (Gambar 1). Seperti halnya limpasan permukaan, puncak erosi juga terjadi pada bulan Januari, Maret dan April (Gambar 2).

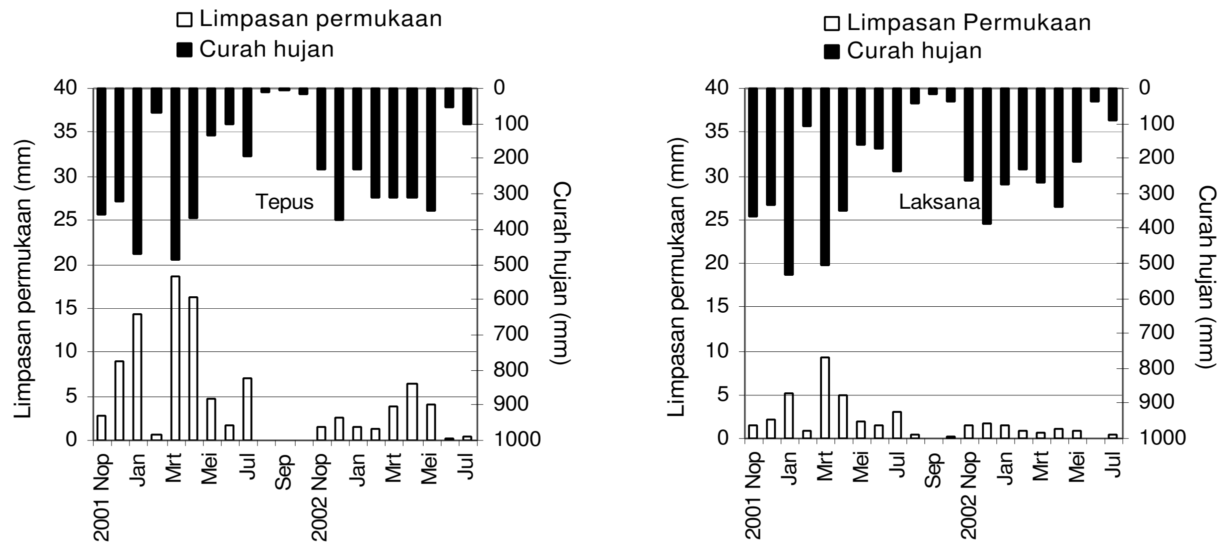
Erosi dan limpasan permukaan yang terjadi pada periode Nopember 2001-Juli 2003 menurun drastis jika dibandingkan dengan hasil pengukuran pada periode sebelumnya. Faktor penyebab hal tersebut antara lain adalah jumlah curah hujan yang relatif lebih kecil, yaitu untuk 9 bulan pengamatan total curah hujan di Tepus dan Laksana berturut-turut hanya 2100 dan 2264 mm, dibandingkan 2507 dan 2763 mm pada periode yang sama tahun sebelumnya (Nopember 2001-Juli 2002). Selain faktor curah hujan, peranan tanaman kopi dalam menghambat erosi dan limpasan permukaan juga menjadi lebih besar karena persen penutupan lahan sudah relatif lebih tinggi dibanding periode sebelumnya. Besarnya peranan tanaman kopi dalam memperkecil erosi seiring dengan berkembangnya umur kopi ditunjukkan pula oleh hasil penelitian Pujianto *et al.* (2001) di Jember, Jawa Timur. Pada tahun pertama setelah tanam, erosi pada lahan kopi mencapai 26 Mg ha^{-1} th^{-1} dan erosi menurun sampai 0,6 Mg ha^{-1} th^{-1} pada tahun ketiga.

Penerapan teknik konservasi (gulud, rorak, atau strip rumput alami) pada lahan usahatani kopi yang berumur 3 tahun di Dusun Tepus dan Laksana tidak nyata mengurangi erosi dan limpasan permukaan (Tabel 2). Dengan atau tanpa teknik konservasi, erosi dan limpasan permukaan yang terjadi tergolong rendah, rata-rata erosi berkisar antara 1,1-1,5 Mg ha^{-1} th^{-1} dan aliran permukaan 2,1-2,5 % dari total curah hujan efektif.

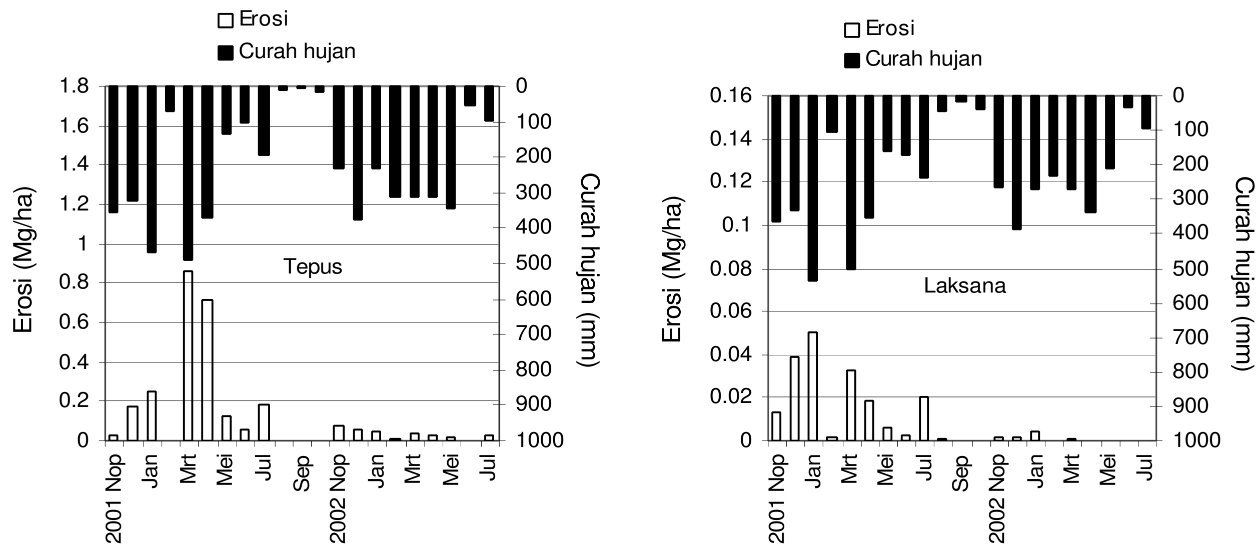
Jika dihubungkan dengan nilai *tolerable soil loss,* erosi yang terjadi pada lahan usahatani kopi di Tepus dan Laksana berada di bawah batas erosi yang masih dapat dibiarkan (*tolerable soil loss*), yang jika dihitung berdasarkan konsep kedalaman ekivalen dan umur guna tanah (Hammer, 1981), nilai *tolerable soil loss* untuk lokasi penelitian adalah sekitar 10 Mg ha^{-1} th^{-1}. Rendahnya tingkat erosi dan aliran permukaan di dua lokasi tersebut dapat disebabkan faktor pola hujan, vegetasi dan struktur (kondisi fisik tanah) tanah.

Faktor tanah

Sifat fisik tanah di Tepus dan Laksana mendukung proses peresapan air ke dalam tanah dapat berjalan dengan baik. Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa



Gambar 1. Rata-rata limpasan permukaan dan curah hujan bulanan selama periode Nopember 2001-Oktober 2002 dan periode Nopember 2002-Juli 2003 di Tepus dan Laksana.



Gambar 2. Rata-rata erosi dan curah hujan bulanan selama periode Nopember 2001- Oktober 2002 dan periode Nopember 2002-Juli 2003 di Tepus dan Laksana.

rata-rata persen pori total pada kedua tanah tersebut mencapai 69 %, dengan rata-rata proporsi pori makro pada kedalaman 0-10 cm mencapai 26 % dan pada kedalaman 10-20 cm mencapai 20 %. Stabilitas tanah juga tergolong sangat stabil (Tabel 1).

Peranan sifat fisik tanah dalam menentukan tingkat erosi yang terjadi pada lahan usahatani kopi ditunjukkan dengan membandingkan hasil di Tepus dan Laksana dengan hasil penelitian Widianto *et al*. (2004) di desa Bodong (Tabel 3). Jumlah erosi yang terjadi pada lahan usahatani kopi umur 3 tahun selama 3 bulan pengukuran di Bodong telah mencapai 37 Mg ha^{-1}, dan koefisien aliran permukaan mencapai 29 %. Kemiringan lahan dan curah hujannya relatif sama dengan Tepus dan Laksana, sedangkan sifat fisik tanahnya sangat berbeda, diantaranya ditunjukkan oleh persen pori makro dan permeabilitas tanah yang jauh lebih rendah dibanding Tepus dan Laksana

Faktor curah hujan

Faktor-faktor hujan yang menentukan kekuatan dispersi hujan terhadap tanah, jumlah dan kecepatan aliran permukaan serta erosi adalah besarnya curah hujan, intensitas, dan distribusi hujan. Rata-rata jumlah curah hujan di Laksana dan Tepus untuk Nopember 2001 sampai dengan Oktober 2002 tergolong tinggi (sekitar 2539-2862 mm/tahun), namun intensitas dan distribusi hujan dapat menjadi penyebab kecilnya aliran

Tabel 2. Pengaruh teknik konservasi terhadap rata-rata limpasan permukaan dan erosi pada lahan usahatani berbasis kopi di Tepus dan Laksana, Sumberjaya, Lampung Barat (periode pengukuran Nopember 2001-Oktober 2002).

Perlakuan	Limpasan Permukaan (mm)	KoefisienLimpasan Permukaan(%)	Erosi(Mg ha^{-1})
T1 = monokultur kopi	53,25 a*	2,3 a	1,50 a
T2 = Kopi + Gliricidia	46,36 a	2,0 a	1,29 a
T3 = T2 + rorak	49,27 a	2,1 a	1,24 a
T4 = T2 + strip rumput alami	60,71 a	2,5 a	1,28 a
T5 = T2 + gulud	55,58 a	2,4 a	1,14 a

* Angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan pengujian BNT pada tarap pengujian 0.05

Tabel 3. Erosi dan limpasan permukaan pada lahan usahatani kopi umur 3 tahun di 3 lokasi dengan sifat fisik tanah yang berbeda selama 3 bulan pengukuran.

Parameter	Tepus	Laksana	Bodong [1)]
Pori Makro (%)	24,3[2)]	28,7[2)]	3,4[3)]
Permeabilitas (cm/jam)	7,9	5,7	1,4
Curah hujan (mm)	434	571	458
Erosi (Mg ha^{-1})[4)]	0,42	0,02	37,21
Koef limpasan perm. (%)[2)]	3,5	1,2	29,25

[1)] Widianto *et al.* (2004); [2)] berdasarkan pF; [3)] metoda methylen blue; [4)] Waktu pengamatan:Bodong (Mei s/d Juli 2001), Tepus Laksana (Maret s/d Juli 2002).

permukaan dan erosi yang terjadi. Menurut Hudson (1976), curah hujan dengan intensitas > 25mm/jam merupakan curah hujan yang bersifat erosif. Hasil pengamatan curah hujan dari tahun 1996 sampai dengan 1999 menunjukkan bahwa hanya 14.2 % dari curah hujan di Sumberjaya yang mempunyai intensitas yang lebih besar dari 25 mm/jam (Affandi *et al.*, 2002).

Selain intensitas yang tergolong rendah, curah hujan di lokasi penelitian terdistribusi hampir sepanjang tahun (8-9 bulan dalam satu tahun), dalam setiap bulannya hujan juga terdistribusi dalam 11-21 hari hujan; curah hujan harian didominasi curah hujan yang besarnya <10mm/hari.

Faktor Vegetasi

Faktor vegetasi yang paling menonjol dari penelitian ini adalah perkembangan tajuk tanaman. Pada umur 4 tahun 8 bulan rata-rata persen penutupan lahan telah mencapai 85 %, sedangkan 19 bulan sebelumnya sekitar 21 %. Penyebaran dan pertumbuhan akar juga sangat berperan dalam meningkatkan peran vegetasi dalam menghambat erosi dan aliran permukaan, hasil penelitian Hartobudoyo (1979) menunjukkan bahwa 90 % perakaran tanaman kopi terkonsentrasi di lapisan tanah antara 0-30 cm. Hal tersebut dapat menyebabkan terbentuknya tenunan akar halus di lapisan permukaan yang mengikat agregat tanah.

Kehilangan Hara Secara Lateral dan Nisbah Pengkayaan Sedimen

Penerapan teknik konservasi juga tidak berpengaruh nyata terhadap total C-organik dan hara yang hilang, baik bersama sedimen maupun limpasan permukaan (Tabel 4).

Proporsi total unsur hara yang terdapat dalam sedimen dan limpasan permukaan untuk setiap unsur relatif berbeda. Unsur K lebih banyak hilang melalui limpasan permukaan dibanding melalui erosi. Unsur N yang terdapat dalam air limpasan permukaan sedikit lebih kecil dibanding yang terkandung dalam sedimen (hampir proporsional), sedangkan unsur P dalam air limpasan permukaan konsentrasinya sangat kecil (Gambar 3).

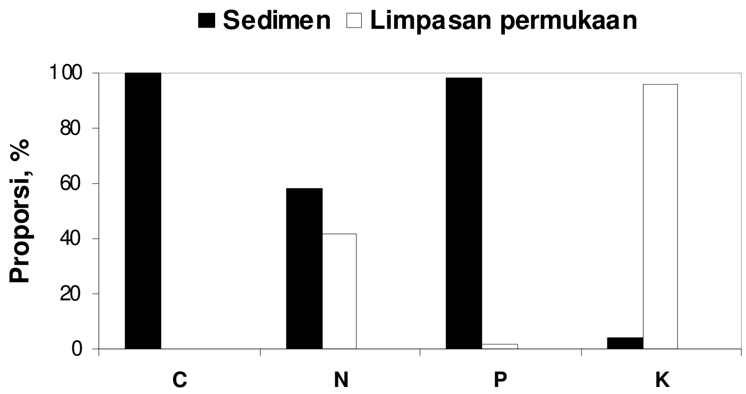
Selain dilihat dari kandungan bahan organik dan hara dalam sedimen dan limpasan permukaan, parameter yang dapat digunakan untuk menilai tingkat kehilangan hara dan bahan organik adalah nisbah pengayaan sedimen (*enrichment ratio*). Perlakuan teknik konservasi juga tidak berpengaruh nyata terhadap nisbah pengayaan sedimen (Tabel 5).

Rata-rata nilai nisbah pengayaan sedimen untuk C organik tergolong rendah, yaitu sekitar 1. Nisbah pengayaan sedimen untuk unsur N dan K relatif lebih tinggi; sedangkan untuk unsur P, nilai yang dicapai rata-rata <1. Perbedaan tingkat kehilangan hara sangat

Tabel 4. Total hara yang terangkut bersama sedimen dan limpasan permukaan pada masing-masing perlakuan.

Perlakuan	Sedimen				Limpasan Permukaan		
	C-org	N	P	K	N	P	K
	---------------- kg/ha ---------------						
T1=Monokulturkopi	47[a]	3,5[a]	0,13[a]	0,17[a]	1,7[a]	0,001[a]	5,7[a]
T2=T1+Gliricidia	35[a]	2,9[a]	0,09[a]	0,17[a]	2,5[a]	0,006[a]	3,7[a]
T3=T2+rorak	30[a]	2,6[a]	0,09[a]	0,17[a]	1,3[a]	0,001[a]	2,2[a]
T4=T2+NVS	36[a]	2,9[a]	0,09[a]	0,17[a]	3,3[a]	0,001[a]	3,2[a]
T5=T2+gulud	29[a]	2,6[a]	0,04[a]	0,17[a]	2,0[a]	0,001[a]	4,0[a]

* Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf nyata 0,05.



Gambar 3. Proporsi total hara yang terdapat dalam sedimen dan limpasan permukaan pada periode pengukuran Nopember 2001-Oktober 2002.

dipengaruhi oleh sifat dari masing-masing unsur hara. Unsur N dan K mempunyai sifat yang relatif mobil dibanding unsur P. Hashim dan Wan Abdullah (2001) menyatakan bahwa rendahnya tingkat kehilangan P dapat disebabkan oleh adsorpsi yang kuat oleh tanah terhadap unsur tersebut.

Nilai nisbah pengayaan sedimen dapat pula merupakan petunjuk sehubungan dengan proses-proses yang dominan terjadi selama kejadian erosi yaitu: *Raindrop detachment* (penghancuran/ pelepasan oleh tetesan hujan) dan *entrainment* (pelepasan dan pengangkutan) oleh limpasan permukaan. Pada proses pertama penghancuran agregat dominan terjadi, sehingga pada saat terjadi limpasan permukaan (proses yang kedua), agregat yang telah hancur relatif lebih mudah untuk diangkut dan umumnya bila proses *Raindrop detachment* dominan terjadi maka peluang untuk terjadinya selektivitas erosi menjadi lebih besar, bila selektivitas erosi terjadi maka liat yang banyak mengikat unsur hara (khususnya yang bersifat tidak mobil) akan berpeluang terangkut lebih banyak. Oleh karena itu peluang untuk terjadinya pengayaan sediment menjadi lebih besar. Karena intensitas hujan di lokasi penelitian tergolong rendah, stabilitas agregat juga tergolong sangat stabil, maka peluang terjadinya penghancuran agregat oleh curah hujan menjadi relatif lebih kecil (proses *raindrop detachment* menjadi tidak dominan). Akibatnya peluang terjadinya selektivitas erosi juga menjadi rendah, ditunjukkan oleh nilai nisbah pengayaan sedimen yang tergolong rendah, terutama untuk unsur yang bersifat tidak mobil seperti P (Tabel 5).

Limpasan permukaan pada lahan berlereng curam seperti lokasi penelitian umumnya terjadi dengan kecepatan tinggi. Peluang terjadinya selektivitas erosi juga menjadi rendah bila limpasan permukaan terjadi dengan kecepatan tinggi (energi limpasan permukaan menjadi besar).

Sedimen terdiri dari bagian tanah yang tersuspensi dalam air limpasan permukaan (*suspended load*) dan bagian tanah yang mudah mengendap (*bed load*). Fraksi liat umumnya banyak terdapat dalam bentuk suspended load, dan unsur hara serta bahan organik tanah banyak terikat dalam fraksi ini. Nilai nisbah pengayaan sedimen yang rendah dapat pula disebabkan oleh terlalu besarnya proporsi *bed load* dalam sample sedimen yang dianalisis.

Tabel 5. Nisbah pengayaan sedimen (*enrichment ratio*) pada masing-masing perlakuan.

Perlakuan	C-organik	N	P	K
T1=Monokultur kopi	1,09[a]	1,46[a]	0,72[a]	1,90[a]
T2=T1+gliricidia	*1,11[a]	1,34[a]	0,55[a]	1,67[a]
T3=T2+rorak	0,93[a]	1,30[a]	0,66[a]	1,74[a]
T4=T2+NVS	1,03[a]	1,33[a]	0,54[a]	1,97[a]
T5=T2+gulud	1,02[a]	1,27[a]	0,45[a]	2,22[a]

* Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji BNT pada taraf nyata 0,05.

KESIMPULAN

1. Struktur (Kondisi fisik) tanah merupakan faktor yang sangat dominan menentukan erosi dan aliran permukaan pada lahan usahatani berbasis kopi di Sumberjaya. Pada tanah yang pori makronya >24 % dan permeabilitasnya >6 cm/jam di Tepus dan Laksana, erosi yang terjadi <2 Mg ha^{-1} th^{-1}. Sedangkan pada tanah yang pori makronya <4 % dan permeabilitasnya <2 cm/jam di Bodong, erosi telah mencapai 37 Mg ha^{-1} dalam jangka waktu 3 bulan.
2. Perbedaan tingkat erosi pada berbagai struktur tanah yang berbeda berimplikasi bahwa rekomendasi tindakan konservasi perlu bersifat *soil specifik* dalam arti diarahkan untuk tanah yang peka terhadap erosi.

DAFTAR PUSTAKA

Afandi; Manik, T.K.; Rosadi, B.; Utomo, M.; Senge, M.; Adachi, T. and Y. Oki. 2002. Soil Erosion under Coffee Trees with Different Weed Management in Humid Tropical Hilly Area of Lampung, South Sumatera, Indonesia. J. Jpn. Soc. Soil Phys. No. 91:.3-14.

Agus, F.; Gintings, A.N. dan M. van Noordwijk. 2002. Pilihan Teknologi Agroforestri/ Konservasi Tanah untuk Areal Pertanian Berbasis Kopi di Sumberjaya, Lampung Barat. International Centre for Research in Agroforestry. Southeast Asia Regional Office. Bogor. Indonesia.

Ditjen Perkebunan. 2000. Statistik Perkebunan Indonesia 1998-2000. Kopi (*Coffee*) Departemen Kehutanan dan Perkebunan. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta. 2000.

Hadisepoetro, S. 1999. Permasalahan tanaman Kopi di Kawasan Hutan Lindung, Taman Hutan Raya, dan Taman Nasional di Propinsi Lampung; serta alternatif pemecahannya. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, 15 (1): 22-27. Pusat Penelitian Kopi dan kakao, Jember.

Hammer, W.I. 1981. Second Soil Conservation Consultant Report. Agof/Ins/78/606 note. No.10. Center for Soil Research, Bogor.

Hartobudoyo, D. 1979. Pemangkasan kopi. Balai Penelitian Perkebunan, Sub Balai Penelitian Budidaya, Jember.

Hashim, G.M. and W.Y. Wan Abdullah. 2001. Soil erosion processes and nutrient loss in highland agricultural areas. *In* Agrochemical Pollution of Water Resources. ACIAR Proceeding No. 104:17-25.

Hudson, N.W. 1976. Soil Conservation. Batsford Ltd. London.

Juo, A.S.R.; Frannz Luebbers, K.; Dabiri, A. and Ikhile. 1995. Changes in soil properties during long-term fallow and continous cultivation after forest clearing in Nigeria. Agr. Eco and Env. 56: 9-18.

Khan, A.A.H. 1998. Design, calibration, use and production of a simple , robust, low cost pipe samples for measuring soil and water loss in catcment. Consultant's Report, ICRAF (unpublished).

Lal, R. 1986. Deforestation and soil management. p. 299-316. *In* Lal, R.; Sanchez P.A. and JR. Cummings (Eds.). Land Clearing and Development in The Tropics. A.A. Balkema/ Roterdam/Boston.

Moreau, R. 1986. Effect of methods on properties of some soils in Ivory Coast. p. 247-264. *In* Lal R.; Sanchez P.A and JR. Cummings (Eds.). Land Clearing and Development in The Tropics. A.A. Balkema/ Roterdam/Boston.

Obara, H.; Mitsuchi, M.; Hamazak, T. and T. Kato. 1995. Study on the effect of changes of tropical forest on soil environment, the changes of soil after deforestation in the nortеast plateau of Thailand. Proceeding of the International Workshop on The Changes of Tropical Forest Ecosystems by El Nino and Others. Kanchanaburi, Thailand, 7-10 February 1995.

Pujianto; Wibawa, A. dan Winaryo. 2001. Pengaruh teras dan tanaman penguat teras terhadap erosi dan produktivitas kopi arabika. Pelita Perkebunan Vol 17(1):18-29. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Asosiasi Peneliti Perkebunan Indonesia.

Soil Survey Staff. 2000. Key of Soil Taxonomy. United States Department of Agricultural. Natural Resources Conservation Service.

Widianto; Noveras, H.; Supratogo, D.; Purnomosidhi, P. dan M. van Noordwijk. 2004. Konversi hutan menjadi lahan pertanian: "Apakah fungsi hidrologis hutan dapat digantikan agroforestri berbasis kopi?". Agrivita 26 (1): 47- 52.