

## Perubahan Lingkungan Mikro pada Berbagai Penutupan Lahan Hasil Revegetasi

### *Micro Environmental Change in Various Form Land Cover Revegetation*

Dadan Mulyana\*, Sri Wilarso Budi R, Basuki Wasis, dan Arum Sekar Wulandari

Departemen Silvikultur, Institut Pertanian Bogor, Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

#### **Abstract**

*Evaluation of land rehabilitation (revegetation) activities is necessary for measuring the extent of success of the ongoing activities in rehabilitating and recovering degraded lands. One way for evaluating the success of land rehabilitation (revegetation) is by determining the changes of micro environment. The objective of this research was to study the changes of micro environment in various types of revegetated land cover, including scrub/bush land (SB), agricultural land (TP), monoculture teak (JM) and mixed crops (TC) in Ciliwung upper watershed. Research results showed that the highest air temperature and soil temperature were obtained at SB, respectively at 32.8 °C and 26.5 °C, and the lowest at TC, respectively at 28.1 °C and 20.7 °C. Relative humidity and soil moisture were highest at TC (72.3% and 96%) and lowest at SB (60.8%), and the lowest soil moisture occurred at JM (45%). The highest infiltration rate occurred on TP (475.5 mm h<sup>-1</sup>, very rapid), followed by JM (117 mm h<sup>-1</sup>, fast) and TC (80 mm h<sup>-1</sup>), and the lowest at SB (17.65 mm h<sup>-1</sup>, medium slow). Erosion reductions occurred after 6 years of the revegetation activities with the following results: TC (96,676.1 ton year<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>), JM (10,790 ton year<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>), TP and SB (52,867.9 ton year<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> and 24,612.6 ton year<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>). The micro environments for all land cover types were better after revegetation activities.*

*Keywords: micro environment, land cover, erosion, infiltration, upper watershed*

#### **Abstrak**

*Kegiatan rehabilitasi sangat perlu untuk dievaluasi untuk perbaikan program ini selanjutnya. Kegiatan evaluasi memerlukan tolok ukur yang dapat menggambarkan kecenderungan umum perubahan kondisi tanah selama dimanfaatkan. Salah satu tolok ukur penilaian tersebut adalah perubahan lingkungan mikro. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari perubahan lingkungan mikro pada berbagai penutupan lahan setelah revegetasi pada penutupan semak belukar (SB), lahan pertanian (TP), tanaman jati monokultur (JM) dan tanaman campuran (TC) di Sub DAS Ciliwung Hulu. Hasil penelitian menunjukkan suhu udara dan suhu tanah tertinggi terdapat pada penutupan SB, berturut-turut sebesar 32,8 dan 26,5 °C, terendah pada TC, berturut-turut sebesar 28,1 dan 20,7 °C. Kelembaban udara dan kelembaban tanah tertinggi pada TC, yaitu 72,3% dan 96%, terendah pada SB yaitu 60,8 %, dan kelembaban tanah terendah terjadi pada penutupan JM yaitu 45%. Laju infiltrasi tertinggi terjadi pada penutupan lahan TP (475,5 mm jam<sup>-1</sup>, sangat cepat), diikuti JM (117 mm jam<sup>-1</sup>, cepat) kemudian TC sebesar 80 mm jam<sup>-1</sup>, dan yang paling rendah pada SB sebesar 17,65 mm jam<sup>-1</sup> (sedang lambat). Terjadi penurunan erosi setelah 6 tahun revegetasi pada penutupan lahan TC sebesar 96.676,1 ton tahun<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>, JM sebesar 10.790 ton tahun<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>, penutupan lahan TP dan SB masing-masing sebesar 52.867,9 ton tahun<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> dan 24.612,6 ton tahun<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>. Kondisi lingkungan mikro setelah revegetasi lebih baik jika dibandingkan dengan sebelum revegetasi.*

*Kata kunci: lingkungan mikro, penutupan lahan, erosi, infiltrasi, DAS bagian hulu*

*\*Penulis untuk korespondensi, email:dadanmul03@yahoo.com, telp.+62-251- 8626806, faks.+62-251-8626886*

#### **Pendahuluan**

Tanah memiliki fungsi utama sebagai matriks tempat akar tumbuhan berjangkar dan air tanah tersimpan, serta sebagai sumber unsur hara bagi tumbuhan. Fungsi tanah dapat mengalami penurunan yang disebut sebagai degradasi lahan. Degradasi tanah yang disebabkan oleh penurunan kemampuan menyediakan hara dapat diperbaiki. Namun

demikian, jika degradasi disebabkan oleh penurunan fungsi tempat akar dan penyimpanan air tanah menurun maka degradasi sulit diperbaiki (Karlen *et al.* 1996).

Degradasi lahan sering dikaitkan dengan pemanfaatan lahan yang tidak mengikuti aspek keseimbangan antara masukan dan keluaran. Masukan berkaitan dengan perbaikan tanah dan pemupukan pada kegiatan budi daya. Keluaran

berkaitan dengan serapan hara oleh tanaman dan kemungkinan tercucinya hara melalui mekanisme erosi (Whalen *et al.* 2000). Gejala pertumbuhan tanaman yang kurang baik atau tumbuhnya semak-belukar di atas tanah merupakan indikator degradasi lahan.

Kegiatan revegetasi merupakan salah satu bentuk upaya rehabilitasi lahan. Kegiatan ini bertujuan memperbaiki kondisi lahan yang labil dan mengurangi erosi tanah. Dalam jangka panjang, revegetasi dapat memperbaiki kondisi iklim mikro, estetika, dan meningkatkan kondisi lahan ke arah yang lebih protektif dan konservatif. Kegiatan revegetasi lahan diharapkan dapat dilakukan oleh masyarakat. Evaluasi kegiatan revegetasi perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan kegiatan revegetasi tersebut. Evaluasi kegiatan dengan cara melakukan pendekatan penilaian perubahan lingkungan mikro di areal revegetasi tersebut diperlukan untuk mengukur keberhasilan kegiatan yang telah berjalan. Penelitian ini dilakukan untuk membuktikan adanya perubahan lingkungan mikro pada berbagai penutupan lahan pascarevegetasi.

## Metode

Evaluasi perubahan lingkungan mikro ini dilakukan pada lahan revegetasi yang dilakukan oleh Kelompok Tani Megamendung (KTM). KTM telah melakukan revegetasi lahan kritis sejak tahun 2002 pada lahan bekas Hak Guna Usaha (HGU) PT Buana Estate di Blok S Cipendawa Desa Megamendung Kabupaten Bogor. Lokasi revegetasi ini merupakan bagian Sub DAS Ciliwung Hulu. Lahan dipilih secara sengaja berdasar jenis penutupan lahannya, terdiri atas tanaman pertanian (tanaman sayuran, TP) seluas 3.430 m<sup>2</sup> (26,79%), semak belukar (SB) seluas 1.510 m<sup>2</sup> (11,79%), tanaman hutan campuran (beberapa jenis pohon hutan, TC) seluas 2.640 m<sup>2</sup> (20,62%), dan tanaman hutan (jenis jati dan mengkudu, JM) seluas 5.220 m<sup>2</sup> (40,78%). Pada masing-masing kelompok tanaman penutup lahan dipilih 5 petak perwakilan sehingga pengambilan contoh tanah dilakukan secara komposit. Tahap berikutnya adalah pemotongan penampang tanah untuk pengamatan profil tanah dan jeluk perakaran. Pada setiap penutupan lahan juga dilakukan pengukuran kondisi fisik lingkungan lain yang terdiri atas laju infiltrasi, suhu dan kelembapan udara, suhu dan kelembapan tanah, dan laju erosi.

Contoh tanah dari penutupan lahan yang berbeda diambil untuk mendapatkan data mengenai sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Data sifat kimia dan biologi tanah diuji dari contoh tanah yang diambil secara komposit dari 5 titik pada kedalaman 0–20 cm (2 ulangan). Data sifat fisik tanah diambil dari contoh tanah yang diambil dari seluruh tipe penutupan lahan (2 ulangan). Pemotongan penampang tanah dilakukan pada setiap blok untuk pengamatan profil tanah.

Pendugaan laju erosi tanah dilakukan menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) (Wischmeier & Smith 1978). Metode ini dirancang untuk memperkirakan rata-rata erosi tanah dari erosi lembaran dan erosi alur, serta untuk memprediksikan rata-rata kehilangan tanah yang disebabkan

oleh aliran permukaan dalam jangka panjang pada area yang memiliki sistem pengelolaan dan tanaman yang spesifik (Arsyad 2000). Adapun pengukuran laju infiltrasi dilakukan pada seluruh tipe penutupan lahan menggunakan alat *infiltrrometer ganda* (*double ring infiltrrometer*). Pada *double ring infiltrrometer*, *infiltrrometer* silinder ditempatkan di dalam *infiltrrometer* silinder lain yang lebih besar. *Infiltrrometer* yang lebih kecil memiliki ukuran diameter 15 cm, sedangkan *infiltrrometer* yang lebih besar mempunyai ukuran diameter 30 cm (tinggi kedua *ring* adalah 10 cm). Pengukuran hanya dilakukan terhadap silinder yang kecil. Silinder yang lebih besar berfungsi sebagai penyangga yang bersifat menurunkan efek batas yang timbul oleh adanya silinder. Pengukuran dilakukan hingga laju infiltrasi mencapai nilai konstan (2 kali ulangan). Laju infiltrasi diukur untuk mengetahui seberapa cepat air dapat masuk ke dalam tanah.

## Hasil dan Pembahasan

**Kondisi lingkungan** Sifat fisik atau kondisi lingkungan merupakan faktor yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hasil pengamatan dan pengukuran terhadap variabel kondisi lingkungan atau tempat tumbuh menunjukkan adanya perbedaan di antara berbagai tipe penutupan lahan (Tabel 1).

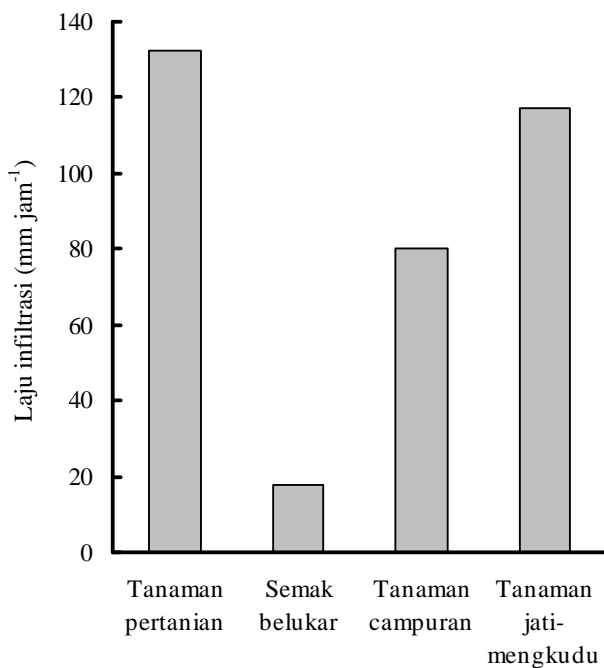
Kondisi lingkungan merupakan faktor penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan revegetasi lahan dapat memperbaiki kondisi suhu dan kelembapan udara. Pepohonan yang membentuk tajuk hutan akan menentukan iklim di dekat permukaan tanah dan di bawah tajuk karena pepohonan dalam hutan berfungsi sebagai penyaring sinar matahari dan angin. Bentuk tumbuh-tumbuhan di lantai hutan membawa pengaruh terhadap iklim mikro (Johnson *et al.* 1997). Tumbuhan yang tajuknya rapat akan saling menaungi dan mempengaruhi iklim mikro di daerah yang ditumbuhinya, karena tumbuhan ini mampu mengurangi radiasi sinar matahari yang mencapai tanah sehingga suhu lingkungan di bawah pohon yang tajuknya rapat lebih rendah daripada yang bertajuk jarang (Giller *et al.* 1997).

Suhu tanah terkait erat dengan suhu atmosfer tetapi gejalaknya tidak selalu mengikuti gejala suhu atmosfer. Faktor penting pengendali gejala ini adalah tindakan penutupan tanah. Tanah dengan penutupan lahan SB mempunyai suhu tanah lebih tinggi (26,5 °C) dari pada penutupan lahan yang lainnya. Adapun tanah yang memiliki

Tabel 1 Kondisi lingkungan pada penutupan lahan

Sifat fisik	TP	SB	TC	JM
Suhu lingkungan (°C)	31,3	32,8	28,1	28,4
Kelembapan udara (%)	69,2	60,8	72,3	63
Suhu tanah (°C)	25,4	26,5	20,7	21,9
Kelembapan tanah (%)	52,3	58,5	96	45
Ketebalan serasah (mm)	6,7*	19	60	43

\*Tebal mulsa organik; TP: tanaman pertanian; SB: semak belukar; TC: tanaman campuran; JM: tanaman hutan jati dan mengkudu.



Gambar 1 Laju infiltrasi pada berbagai kondisi penutupan lahan.

suhu paling rendah adalah penutupan lahan TC. Hal ini berhubungan dengan suhu lingkungan pada penutupan lahan SB yang lebih tinggi dibandingkan dengan penutupan lahan lainnya karena tidak adanya penutupan tajuk.

**Laju infiltrasi** Laju infiltrasi tertinggi terjadi pada penutupan lahan TP (475,5 mm jam<sup>-1</sup>, sangat cepat), laju infiltrasi berikutnya terjadi pada penutupan lahan JM (117 mm jam<sup>-1</sup>). Tanah yang banyak mengandung pasir memiliki sifat yang mudah dilalui air karena memiliki lebih banyak pori makro daripada pori mikro, akan tetapi memiliki kemampuan menahan air yang rendah (Hassink 1994). Rehabilitasi lahan dengan penanaman pohon dan penggunaan pupuk organik menghasilkan lebih banyak serasah sehingga meningkatkan kandungan bahan organik tanah (Joergensen *et al.* 1990). Bahan organik akan menjadi humus yang sangat penting untuk menahan air di zona perakaran (Lal 2000).

Lahan yang bervegetasi pada umumnya lebih menyerap air karena serasah permukaan mengurangi pengaruh-pengaruh pukulan tetesan hujan. Kandungan bahan organik, mikroorganisme, serta akar-akar tanaman pada lahan bervegetasi juga cenderung meningkatkan porositas tanah dan memantapkan struktur tanah. Vegetasi juga menghabiskan kandungan air tanah hingga jeluk-jeluk yang lebih besar, meningkatkan peluang penyimpanan air sehingga meningkatkan laju infiltrasi (Sparling 1992; Ladd 1994). Vegetasi akan memelihara bahan organik dalam tanah, kemudian bersama-sama dengan akar akan memperbaiki porositas tanah sehingga ketika turun hujan kapasitas infiltrasi dan permeabilitas tanah dapat dipertahankan pada tingkat yang tinggi (Masto 2007).

Kondisi lahan pada lokasi penelitian sudah berbentuk terasering. Terasering adalah bangunan berbentuk teras yang digunakan untuk pengendalian erosi secara mekanis (Arsyad 2000). Pembuatan terasering menyebabkan air hujan tertahan lebih lama di permukaan tanah yang datar sehingga jumlah air yang terserap ke dalam tanah lebih banyak. Lal (2000) menyatakan bahwa pembuatan teras berfungsi mengurangi panjang lereng dan menahan air sehingga mengurangi kecepatan dan jumlah aliran permukaan, pada akhirnya meningkatkan laju penyerapan air oleh tanah.

**Pendugaan erosi** Lokasi dalam penelitian ini adalah lahan kosong yang pada 2002 ditanami dengan tanaman berkayu dan tanaman pertanian. Pendugaan erosi di lokasi penelitian menunjukkan bahwa erosi yang terjadi pada penutupan lahan TC semakin menurun tiap tahunnya. Selama kurun waktu 6 tahun telah terjadi penurunan nilai erosi sebesar 96.676,1 ton tahun<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan penutupan lahan melalui rehabilitasi lahan mampu mengendalikan erosi.

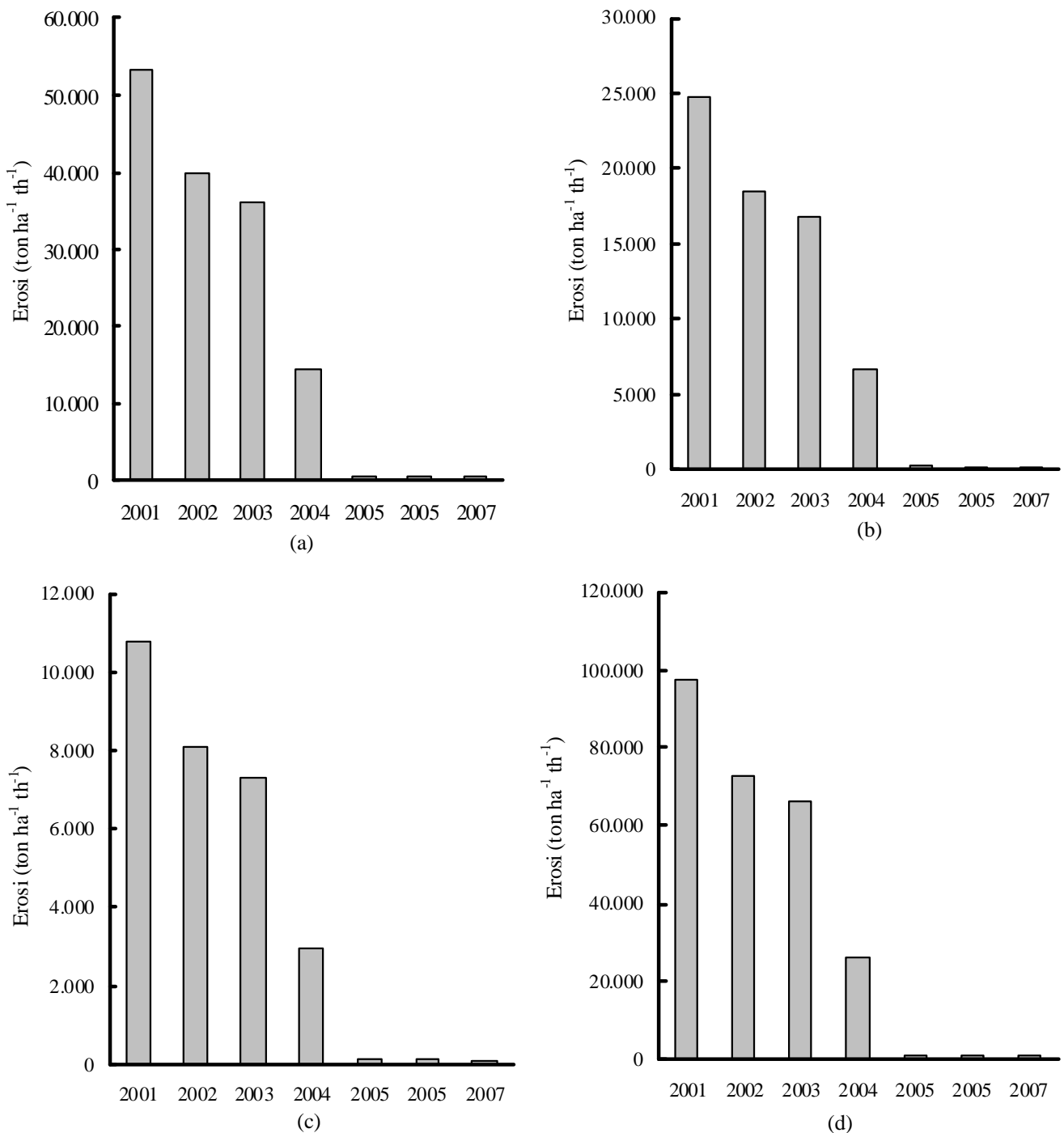
Erosi yang terjadi di lahan yang sekarang berkembang menjadi penutupan lahan JM secara periodik juga menunjukkan penurunan laju erosi sebesar 10.695,1 ton tahun<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>. Hal ini membuktikan bahwa penanaman jati dan mengkudu dapat mereduksi erosi. Penanaman jati dan mengkudu di areal ini dilakukan dalam teras bangku atau teras tangga dengan cara memotong panjang lereng dan meratakan tanah di bagian bawahnya. Dengan demikian, terjadi deretan bangunan yang berbentuk seperti tangga.

Pada penutupan lahan TP dan SB terjadi penurunan nilai erosi masing-masing sebesar 52.867,9 ton tahun<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> dan 24.612,6 ton tahun<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>. Lahan pertanian merupakan areal dengan kombinasi tanaman yaitu sayuran dan tanaman berkayu yang tajuknya belum menutupi areal. Pada penutupan lahan ini juga diterapkan sistem mulsa dan teras bangku.

Gambar 2 menunjukkan penurunan laju erosi yang terjadi pada semua tipe penutupan lahan sepanjang 2001–2007. Penurunan laju erosi tersebut terjadi karena vegetasi yang tumbuh menghasilkan serasah yang berubah menjadi mulsa sehingga memberikan perlindungan kepada tanah dari pukulan air hujan. Vegetasi dapat mengurangi energi pukulan air hujan dan menghambat aliran permukaan sehingga erosi dapat ditekan (Wicaksono 2003).

### Kesimpulan

Suhu udara yang rendah dan kelembapan udara yang tinggi di bawah tegakan merupakan indikator penting yang menunjukkan kualitas iklim mikro. Penelitian menunjukkan bahwa tanaman hutan campuran menciptakan iklim mikro terbaik dibandingkan tipe penutupan lahan lainnya. Suhu tanah yang paling rendah, kelembapan tanah yang tinggi, dan laju erosi yang paling rendah sebagai indikator kondisi tanah terbaik juga ditemukan di bawah tegakan tanaman hutan campuran. Meskipun laju infiltrasi pada penutupan lahan tipe tanaman pertanian memperlihatkan laju tertinggi, namun secara keseluruhan penutupan tanaman hutan campuran



Gambar 2 Besarnya laju erosi pada berbagai penutupan lahan tahun 2001–2007. Tanaman pertanian (a), semak belukar (b), tanaman jati-mengkudu (c), dan tanaman campuran (d).

memberikan pengaruh terbaik terhadap iklim mikro dan kondisi tanah. Revegetasi lahan dengan tanaman hutan campuran memberikan kondisi iklim mikro dan kondisi tanah terbaik dibandingkan dengan tanaman pertanian, semak belukar, dan tanaman hutan.

**Ucapan Terima Kasih**

Sebagian dari penelitian ini dibiayai oleh program Ipteks

Khusus PPM Ditjen DIKTI tahun 2009.

**Daftar Pustaka**

Giller KE, Beare MH, Lavelle P, Izac AMN, Swift MJ. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology* 6:3–16.  
Hashim IHJ, Jaya INS, Gunawan I. 2002. Evaluasi kesesuaian

- lahan pada beberapa tipe penggunaan lahan menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis: studi kasus di Daerah Aliran Sungai Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 13(2):11–26.
- Hassink J. 1994. Effects of soil texture on the size of the microbial biomass and on the amount of C and N mineralized per unit of microbial biomass in Dutch Grassland soils. *Soil Biology and Biochemistry* 26(11):1573–1581.
- Joergensen JR, Wells CG, Metz LJ. 1990. Nutrient changes in decomposing Loblolly Pine forest floor. *Soil Science Society of America Journal* 24:1307–1314.
- Johnson DL, Ambrose SH, Basset TJ, Bowen ML, Crummey DE, Isaacson JS, 1997. Meaning of environmental terms. *Journal of Environmental Quality* 26:581–589.
- Karlen DL, Mausbach MJ, Doran JW, Cline RG, Harris RF, Schuman GE. 1996. Soil quality: concept, rationale and research needs. *Soil Science Society of America Journal* 60:33–43.
- Ladd JN, Amato M, Zhou Li-Kai, Schultz JE. 1994. Differential effect of rotation plant residue and nitrogen fertilizer on microbial biomass and organic matter in an Australian alfisol. *Soil Biology and Biochemistry* 26(7):821–831.
- Lal R. 2000. Soil management in the developing countries. *Soil Science* 165(1):57–72.
- Masto RE. 2007. Alternative soil quality indices for evaluating the effect of intensive cropping, fertilisation and manuring for 31 years in the semi-arid soils of India. *Environmental Monitoring and Assessment* 136:419–435
- Puspaningsih N, Murti Laksono K, Sinukaban N, Jaya INS, Setiadi Y. 2010. Pemantauan keberhasilan reforestasi di kawasan pertambangan melalui model Indeks Tanah. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 16(2):53–62.
- Sparling GP. 1992. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. *Australian Journal of Soil Research* 30(2):195–207.
- [SQI] Soil Quality Institute. 2001. *Guidelines for Soil Quality Assessment in Conservation Planning*. Washington DC: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Services and Soil Quality Institute.
- Whalen JK, Chang C, Clayton GW, Carefoot JP. 2000. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soil. *Soil Science Society of America Journal* 64(3):962–966.
- Wicaksono, A.H. 2003. Penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap kualitas tanah. *Jurnal Penelitian Universitas Bengkulu* 9(2):85–88.
- Wischmeier WH, Smith DD. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses-A Guide to Conservation Planning*. Washington DC: United States Department of Agriculture.