



# KETEBALAN SERESAH SEBAGAI INDIKATOR DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) SEHAT

Kurniatun Hairiah, Widianfo, Didik Suprayogo,  
Rudi Harto Widodo, Prafiknyo Purnomosidhi,  
Subekti Rahayu dan Meine van Noordwijk

WORLD AGROFORESTRY CENTRE





# KETEBALAN SERESAH SEBAGAI INDIKATOR DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) SEHAT

Kurniatun Hairiah, Widianto, Didik Suprayogo,  
Rudi Harto Widodo, Pratiknyo Purnomosidhi,  
Subekti Rahayu dan Meine van Noordwijk



UNIBRAW



World Agroforestry Centre  
TRANSFORMING LIVES AND LANDSCAPES



## Alamat yang dapat dihubungi:

Prof.Dr. Kurniatun Hairiah  
d/a Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya  
Jl Veteran, no 1  
Malang 65145  
Telp: 0341 564355 atau 553623, Fax: 0341 564333  
Email: Safods.unibraw@telkom.net atau K.hairiah@cgiar.org

Dr. Meine van Noordwijk  
World Agroforestry Centre (ICRAF)  
Jl. CIFOR, Situ Gede, Sindang Barang, Bogor 16680  
PO Box 161, Bogor 16001, Indonesia  
Tel: 0251 625415, Fax 0251 625416  
Email: M.van-Noordwijk@cgiar.org

ISBN 979-3198-17-6

### Foto cover:

Peran seresah dalam mempertahankan keragaman hayati (Foto:  
Kurniatun Hairiah)

Peran cacing tanah dalam mempertahankan porositas tanah (Foto:  
Kurniatun Hairiah)

Pengukuran jumlah pori makro tanah menggunakan metoda pewarnaan  
dari *Methylen blue* (Foto: Kurniatun Hairiah)

Cover dalam: Kurniatun Hairiah dan Endri Martini

Disain: Dwiati Novita Rini

Dicetak: November 2004

# DAFTAR ISI



KATA PENGANTAR	iii
1. APAKAH FUNGSI HIDROLOGI DAS DI INDONESIA SUDAH TERGANGGU?	1
2. PERAN AGROFORESTRI DALAM MENGATUR TATA AIR DALAM EKOSISTEM DAS	3
2.1. Daerah Aliran sungai yang sehat	4
2.2. Bagaimana Agroforestri mengatur tata air DAS ?	5
3. CONTOH KASUS: DAMPAK ALIH GUNA LAHAN HUTAN MENJADI LAHAN KOPI MONOKULTUR TERHADAP LIMPASAN PERMUKAAN DAN EROSI DI SUMBERJAYA (LAMPUNG BARAT)	10
4. PERAN SERESAH DALAM MENGURANGI LIMPASAN PERMUKAAN	13
4.1. Pengetahuan ekologi lokal	13
4.2. Pemahaman ilmiah: Faktor dan aktor yang terlibat dalam tata air	17
4.2.1. Masukan seresah ke dalam tanah	20
4.2.2. Cacing tanah dan pori-pori makro tanah	21
4.3. BERAPA LAMA SERESAH DAPAT MENUTUP PERMUKAAN TANAH?	27
4.3.1. Persepsi petani di Sumberjaya terhadap kecepatan pelapukan seresah	28
4.3.2. Pemahaman ilmiah akan 'kualitas' seresah	30

5. KETEBALAN LAPISAN SERESAH SEBAGAI INDIKATOR TERJAGANYA POROSITAS TANAH	35
6. CARA MENGUKUR KETEBALAN LAPISAN SERESAH DI LAPANGAN	38
7. KESIMPULAN	39
DAFTAR PUSTAKA	40



# KATA PENGANTAR

Penghutan kembali atau reboisasi merupakan program pemerintah yang dilaksanakan untuk memecahkan masalah kurang sehatnya suatu DAS. Namun upaya pemerintah yang telah menghabiskan biaya dan tenaga cukup banyak tersebut, belum menunjukkan hasil yang optimal. Salah satu penyebab kegagalannya adalah karena bentuk reboisasi yang dipilih masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat. Guna mencapai keberhasilan konservasi lahan di suatu kawasan DAS, diperlukan pemahaman yang mendalam tentang kriteria dan indikator yang terlibat di dalam proses-proses hidrologi.

Brosur ini ditulis untuk membantu para fasilitator lapangan, terutama yang aktif dalam menanggulangi masalah limpasan permukaan dan erosi pada lahan-lahan berlereng. Informasi yang dituangkan dalam brosur ini diperoleh dari hasil penelitian di Sumberjaya (Lampung Barat), selama 4 tahun. Kegiatan penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan Proyek ASB3, *Alternatives to Slash and Burn, phase 3: Facilitating the Development of Agroforestry Systems*; yang dibiayai oleh ACIAR (FST/2001/2002).

Ucapan terimakasih kami ucapkan kepada masyarakat Sumberjaya yang terlibat dalam kegiatan ini, yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu. Jerih payah yang sangat dihargai dari beberapa alumnus S1 Jurusan Tanah, Unibraw, Malang: Aris Mardiasuning, Berlian, Erwin Suhara, Eka Irsyamurdana, Christin Suharto Putri, Hermi Sulistyani, Prasetyo Utomo dan Ikhlas Kurniawan. Penulis mengucapkan terimakasih kepada: Ir. Widyatmani Sih Dewi, MS atas informasi diversitas cacing tanah

dan Ir. Purwanto, MS atas sumbangan data kualitas seresah pohon naungan. Kritik dan saran dari Dr Fahmudin Agus dan Dr Laxman Joshi sangat membantu dalam perbaikan brosur ini. Pengaturan tata letak brosur dilakukan oleh Tikah Atikah dan Dwiati Novita Rini, untuk itu diucapkan terimakasih.



# 1. Apakah fungsi hidrologi DAS di Indonesia sudah terganggu?

Indonesia memiliki dua musim yang kontras yaitu penghujan dan kemarau, sehingga memiliki karakteristik yang spesifik: kelebihan air di musim penghujan dan kekurangan air di musim kemarau. Musim hujan dicirikan oleh kelebihan air yang mengakibatkan serentetan masalah yaitu limpasan permukaan, banjir, erosi, dan tanah longsor (Gambar 1). Sebaliknya pada musim kemarau terjadi kekeringan, penurunan muka air sungai, danau dan waduk. Terganggunya fungsi hidrologi di daerah aliran sungai (DAS) tersebut sering dihubungkan dengan penebangan hutan dan erosi di daerah hulu yang menyebabkan kurang sehatnya lingkungan di daerah hilir.

Selama beberapa dekade terakhir hampir semua danau dan waduk di berbagai tempat di Indonesia mengalami pendangkalan akibat proses sedimentasi yang terjadi sepanjang tahun. Sedimentasi pada danau dan waduk ini sangat merugikan karena menurunkan daya tampung dan efektivitas berbagai fungsi lainnya. Dengan demikian umur efektif waduk seringkali lebih pendek dari perkiraan rancangan.

Sedimen yang masuk ke waduk-waduk tersebut berasal dari berbagai sumber misalnya dari tebing sungai atau tebing waduk, dari lahan pertanian, pemukiman dan jalan di daerah tangkapan waduk yang bersangkutan. Di antara sumber-sumber tersebut, terdapat anggapan bahwa kontribusi terbesar berasal dari lahan pertanian, jalan raya ataupun jalan setapak, namun data kuantitatif

yang mendukung pernyataan tersebut masih belum tersedia saat ini. Dengan demikian, pengukuran kuantitatif terhadap fungsi hidrologi pada tingkat DAS masih harus dilakukan.



Gambar 1. Serangkaian masalah yang umum terjadi di musim penghujan: (a) aliran deras air sungai (b & c) keruhnya air dam dan waduk yang dapat memperpendek umur efektif waduk, (d) tanah longsor di beberapa tempat (Foto: Meine van Noordwijk)

## 2. Peran Agroforestri dalam mengatur tata air dalam ekosistem DAS

Terganggunya fungsi hidrologi DAS seringkali dikaitkan dengan adanya kesalahan dalam pengelolaan lahan. Pengelolaan lahan yang kurang tepat di bagian hulu akibatnya akan dirasakan di bagian hilir (Agus *et al.*, 2002), salah satu contoh adalah semakin banyaknya lahan hutan yang digunakan sebagai lahan pertanian yang intensif dengan kondisi lahan agak terbuka (Gambar 2). Upaya untuk meningkatkan atau mempertahankan fungsi DAS sesuai dengan yang diharapkan, memerlukan pemahaman yang mendalam tentang kriteria dan indikator keberhasilan pengelolaannya.



Gambar 2. Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian di dusun Bodong, Sumberjaya (Foto: Kurniatun Hairiah)

Keberhasilan pengelolaan DAS ditentukan tingkat penutupan tanah oleh vegetasi hutan. Dengan demikian penghutanan kembali atau '*reforestasi*' atau '*reboisasi*' merupakan fokus utama dari program pemerintah dalam memulihkan fungsi DAS. Namun demikian, bentuk reboisasi yang dipilih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat sehingga dampak reboisasi masih belum optimal.

## 2.1. Daerah Aliran sungai yang sehat

Daerah aliran sungai (DAS) disebut juga daerah tangkapan air (DTA) adalah sebidang lahan yang dibatasi oleh punggung perbukitan, yang menampung air hujan dan mengalirkannya ke parit, sungai dan akhirnya bermuara ke danau atau laut (Gambar 3).



Gambar 3. Skema sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS) (Myrada, 2003)

DAS dibagi menjadi 3 bagian: hulu, tengah dan hilir. Ekosistem di bagian hulu merupakan daerah tangkapan air utama dan pengatur aliran air. Ekosistem bagian tengah sebagai daerah distributor dan pengatur air, sedangkan bagian hilir merupakan pemakai air.

Hubungan antar ekosistem tersebut di atas menjadikan DAS sebagai satu kesatuan hidrologis, sehingga pengelolannya memerlukan pengertian yang menyeluruh untuk seluruh lansekap. Pengelolaan DAS secara parsial menyebabkan gagalnya upaya memperoleh DAS yang sehat. Apa yang dimaksud dengan DAS yang sehat? Menurut Agus dan Widiyanto (2004) suatu DAS dikatakan sehat bila DAS tersebut dapat menyediakan:

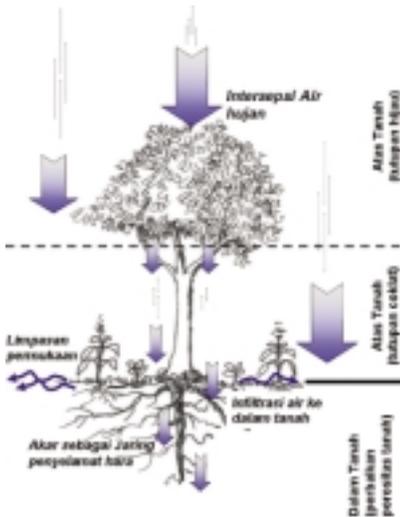
- (a) Hara yang cukup bagi tumbuh-tumbuhan
- (b) Sumber makanan bagi manusia dan hewan
- (c) Air minum yang sehat bagi manusia dan makhluk lainnya
- (d) Tempat berbagai aktivitas manusia dan hewan

## 2.2. Bagaimana Agroforestri mengatur tata air DAS ?

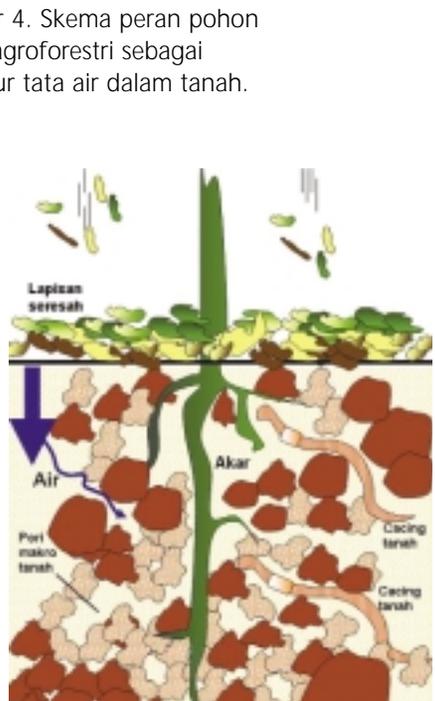
Agroforestri adalah sistem pengelolaan sumber daya alam yang dinamis dan berbasis ekologi, dengan memadukan berbagai jenis pohon pada tingkat lahan (petak) pertanian maupun pada suatu bentang lahan (lansekap). Tujuannya adalah untuk mempertahankan jumlah dan keragaman produksi. Jadi agroforestri berpotensi memberikan manfaat sosial, ekonomi dan lingkungan bagi para pengguna lahan.

Pada prinsipnya upaya mempertahankan fungsi DAS adalah berhubungan dengan upaya mempertahankan tingkat penutupan permukaan tanah untuk menjaga agar jumlah dan kualitas air yang tersedia sepanjang waktu (Van Noordwijk *et al.*, 2004). Penutupan permukaan tanah oleh pohon dapat berupa hutan alami, atau sebagai permudaan alam (*natural regeneration*), agroforestri, atau pohon monokultur (misalnya hutan tanaman industri).

Peran agroforestri dalam pengaturan tata air DAS sebenarnya dapat dipahami dari pengaruh tegakan pohon dalam (a) mengubah pola aliran air hujan, dan (b) perbaikan sifat tanah yang secara skematis disajikan dalam Gambar 4 dan 5.



Gambar 5. Skema peran akar pohon dalam mempertahankan porositas tanah melalui peningkatan aktivitas akar dan cacing tanah.



Gambar 4. Skema peran pohon dalam agroforestri sebagai pengatur tata air dalam tanah.

Agroforestri berpotensi mempertahankan fungsi DAS melalui perannya dalam beberapa hal antara lain adalah:

1. **Zona di atas tanah.** Peran pohon pada zona di bagian atas tanah dibagi menjadi 2 yaitu:
  - a. *Tutup hijau.* Fungsi ini diberikan oleh tajuk pohon dan tumbuhan bawah yang mengintersepsi (menahan) air hujan yang jatuh ke permukaan tanah (Gambar 4). Intersepsi air hujan ini penting untuk:



- Mengurangi daya pukul air hujan terhadap permukaan tanah.
- Menambah jumlah air hujan yang masuk kedalam tanah secara perlahan-lahan.
- Mempertahankan iklim mikro. Lapisan air tipis (*waterfilm*) yang tertinggal pada permukaan daun dan batang selanjutnya akan menguap (evaporasi). Hal ini penting untuk mempertahankan kelembaban udara.

b. *Tutup coklat*. Fungsi ini diberikan oleh lapisan seresah.

Seresah adalah bagian mati tanaman berupa daun, cabang, ranting, bunga dan buah yang gugur dan tinggal di permukaan tanah baik yang masih utuh ataupun telah sebagian mengalami pelapukan. Termasuk pula hasil pangkasan tanaman atau dari sisa-sisa penyiangan gulma yang biasanya dikembalikan ke dalam lahan pertanian oleh pemiliknya.

Seresah bermanfaat dalam:

- Mempertahankan kegemburan tanah melalui: perlindungan permukaan tanah dari pukulan langsung tetesan air hujan, sehingga agregat tidak rusak dan pori makro tetap terjaga.

- Menyediakan makanan bagi organisma tanah terutama makroorganisma 'penggali tanah', misalnya cacing tanah. Dengan demikian jumlah pori makro tetap terjaga.
  - Menyaring partikel tanah yang terangkut oleh limpasan permukaan. Dengan demikian, air yang mengalir ke sungai tetap jernih.
- c. *Serapan air oleh pohon.* Untuk hidupnya pohon menyerap air dari dalam tanah, sehingga meningkatkan jumlah ruang pori dalam tanah yang memungkinkan air hujan untuk masuk ke dalam tanah. Bila resapan air cukup cepat, maka tingkat limpasan permukaan akan berkurang.

## 2. **Zona di dalam tanah.**

- a. *Pori makro tanah.* Akar pohon yang berkembang dalam profil tanah sangat bermanfaat dalam mempertahankan jumlah pori makro tanah, karena akar pohon yang mati meninggalkan liang sehingga jumlah pori makro tanah bertambah (Gambar 5).
- b. *Resapan air.* Tunggul pohon dan akar pohon yang mati menimbulkan lubang atau cekungan dalam tanah, yang dapat berfungsi mengurangi kecepatan limpasan permukaan sehingga memberi kesempatan kepada air untuk meresap ke dalam tanah.

*Faktor lain yang dapat mempengaruhi fungsi hidrologi DAS.*

- *Jalan setapak yang terbentuk oleh manusia, hewan atau roda kendaraan.* Pada hutan alami, perlintasan hewan biasanya meninggalkan jalan setapak yang merupakan pemicu pertama terbentuknya jalur aliran permukaan walaupun tingkatannya

masih belum terlalu membahayakan (Gambar 6). Jalan setapak yang terbentuk oleh roda pedati atau kendaraan berat selama penebangan pohon di hutan cenderung meningkatkan intensitas aliran permukaan dan penghanyutan sedimen ke sungai.

- Pengelolaan drainase di daerah hulu. Pengelolaan lahan setelah konversi hutan di daerah hulu biasanya ditujukan untuk perbaikan drainase guna melindungi tanaman dari bahaya penggenangan dan/atau aliran permukaan. Adanya daerah rawa pada suatu lansekap mempunyai peranan penting dalam mengurangi terjadinya banjir di daerah hilir. Namun sebaliknya, jika ada usaha mengurangi frekuensi terjadinya banjir di daerah hulu dengan mempercepat aliran ke hilir, justru akan meningkatkan resiko banjir di daerah hilir.

Jadi, dampak umum dari konversi hutan dan atau perubahan penutupan lahan oleh pohon pada suatu bentang lahan dapat dipahami dari kombinasi dan interaksi berbagai proses tersebut di atas. Dengan demikian upaya mempertahankan fungsi DAS dapat difokuskan pada pengurangan aliran air.

Gambar 6.  
Jalur aliran air  
yang terbentuk  
akibat adanya  
jalan setapak  
(Foto: Meine  
van Noordwijk)





### 3. Contoh kasus: Dampak alih guna lahan hutan menjadi lahan kopi monokultur terhadap limpasan permukaan dan erosi di Sumberjaya (Lampung Barat)

Sejak tahun 2000, sekitar 70% dari luas total hutan di Sumberjaya (Lampung Barat) telah dialih gunakan menjadi lahan pertanian berupa kebun kopi campuran (multistrata), kebun kopi monokultur, hortikultura, sawah dan sebagainya. Pada umumnya sistem penggunaan lahan pertanian menyebabkan permukaan tanah lebih terbuka, sehingga lahan lebih rentan terhadap erosi.

Pengukuran limpasan permukaan dan erosi di dusun Bodong dilaksanakan selama tiga tahun (2001- 2003) di lahan hutan dan lahan kopi monokultur pada berbagai umur tanaman kopi (Gambar 7). Umur tanaman kopi adalah lamanya lahan ditanami kopi, dihitung sejak penebangan hutan.

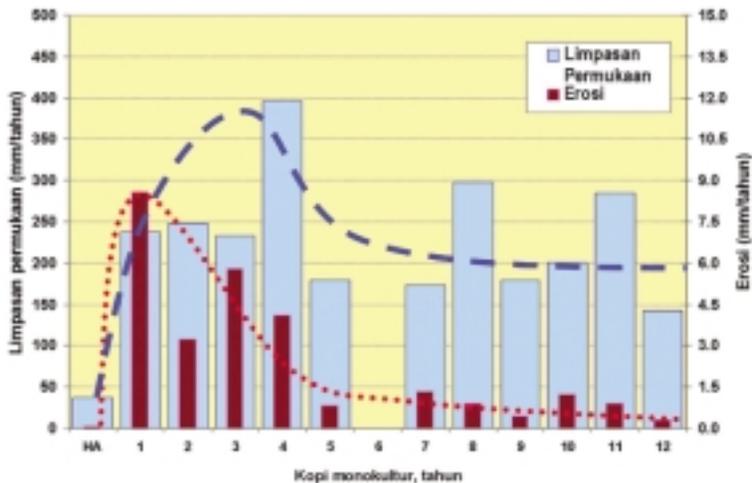
Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa setelah vegetasi hutan ditebang habis limpasan permukaan meningkat enam kali lipat dibanding lahan hutan (37.6 mm, dengan curah hujan rata-rata 1589 mm) (Gambar 8). Limpasan permukaan yang tinggi ini terjadi sampai kopi berumur 4 tahun, setelah itu ada kecenderungan menurun walaupun tidak pernah kembali menyamai besarnya limpasan permukaan di hutan alami. Bahkan



Gambar 7. Petak pengukuran erosi di lahan hutan (kiri) dan di lahan kopi monokultur umur 1 tahun (Foto: Meine van Noordwijk)

pada lahan kopi yang berumur 12 tahun besarnya limpasan permukaan masih sekitar 4 kali lipat dibanding lahan hutan alami.

Sejalan dengan meningkatnya limpasan permukaan akibat penebangan hutan, erosi juga meningkat. Bahkan pada tahun pertama setelah hutan ditebang, erosi mencapai 110 kali dibanding lahan hutan (102 ton/ha dibanding 0,92 ton/ha dari lahan hutan). Pada empat tahun pertama setelah penebangan hutan erosi sangat tinggi (antara 40 - 110 kali lipat), tetapi pada tahun ke lima dan seterusnya erosi menurun sangat tajam walaupun limpasan permukaan masih sangat tinggi. Pada tahun ke 12 setelah penebangan hutan, erosi yang terjadi masih sekitar 3,6 ton/ha atau 4 kali dibanding lahan hutan. Walaupun kanopi pohon kopi sudah cukup rapat (umur > 7 tahun), ternyata limpasan permukaan dan erosi masih tetap tinggi. Hal ini membuktikan bahwa ada beberapa fungsi hutan yang tidak bisa dipulihkan melalui penerapan sistem kopi monokultur.



Gambar 8. Limpasan permukaan dan erosi tanah dari petak percobaan dengan berbagai umur kopi dibandingkan dengan petak hutan yang masih belum ditebang, pengukuran dilakukan pada periode tahun 2001 - 2003, dengan curah hujan rata-rata 1589 mm.

Peningkatan limpasan permukaan dan erosi ini diakibatkan oleh berkurangnya tingkat penutupan tanah oleh kanopi pohon, yaitu dari 100 % (hutan) menjadi sekitar 12 % saja pada kopi monokultur umur 1 tahun, sehingga air hujan langsung memukul permukaan tanah. Pukulan air hujan yang langsung mengenai permukaan tanah menyebabkan sebagian agregat hancur, sehingga ruang pori makro berkurang dan laju infiltrasi menurun.

Namun demikian pada tahun pertama setelah penebangan limpasan permukaan masih lebih rendah dibanding tahun berikutnya (sampai tahun keempat) karena sifat-sifat fisik tanah di permukaan masih belum mengalami kerusakan yang parah. Pada periode tersebut jumlah pori makro tanah yang diwariskan oleh hutan masih cukup banyak sehingga laju infiltrasi air masih cukup besar. Sebaliknya, erosi paling besar justru terjadi pada tahun pertama setelah hutan ditebang, karena banyak material tanah dan bahan organik yang sifatnya remah merupakan warisan dari

hutan terangkut oleh limpasan permukaan. Pada tahun berikutnya (sampai tahun keempat), walaupun limpasan permukaan meningkat tetapi erosi justru menurun, karena lapisan tanah atas yang remah sudah banyak yang hanyut pada tahun pertama.

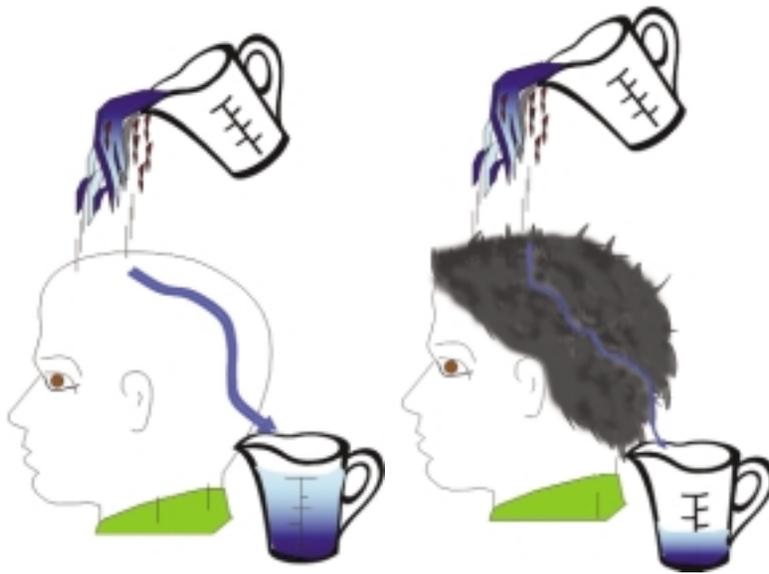
Bersamaan dengan hilangnya lapisan tanah atas, terjadi penyumbatan pori-pori di lapisan bawahnya, yang selanjutnya muncul sebagai lapisan atas. Hal ini mengakibatkan infiltrasi menurun dan limpasan permukaan meningkat (Suprayogo *et al.*, 2004). Jadi dalam menentukan strategi pengurangan limpasan permukaan dan erosi pada lahan berlereng, perhatian kita harus lebih difokuskan pada upaya meningkatkan infiltrasi air hujan ke dalam tanah melalui peningkatan jumlah pori makro.



## 4. Peran Seresah Dalam Mengurangi Limpasan Permukaan

### 4.1. Pengetahuan ekologi lokal

Penggundulan hutan ibaratnya sama dengan penggundulan kepala kita! Vegetasi yang ada di hutan ibaratnya 'rambut' dan tanah hutan ibaratnya 'kepala' kita. Pernyataan tersebut disampaikan oleh seorang petani di Sumberjaya bernama Pak Ili kepada Wim Schalenbourg (mahasiswa dari Belgia) waktu dilakukan wawancara sebagai berikut:



*"Istilahnya kalau kepala kita ini 'gundul', maaf kalau anak ini istilahnya [menunjuk ke kepala Wim], coba sekarang air satu gelas, nggak mungkin air satu gelas ke luar langsung dari rambut, tapi kalau gundul air satu gelas ini langsung mengalir, cuman basah sebentar. Gunung juga begitu, bilamana gundul langsung aja, tapi bila ada tanam tumbuhnya, kayu-kayu yang ini, nggak." (Dikutip dari Schalenbourg, 2004)*

Alih guna lahan hutan menjadi kebun kopi saja (kopi monokultur), biasanya diawali dengan menebang habis semua vegetasi hutan dan membakarnya kemudian menanam kopi. Kadang-kadang, petani menanam padi atau tanaman semusim lainnya di sela-sela kopi muda, selama satu hingga tiga tahun saja. Akibat dari kegiatan tersebut adalah terjadinya limpasan permukaan, erosi dan meningkatnya kekeruhan air sungai. Namun demikian bila limpasan permukaan terjadi pada tanah-tanah yang telah tererosi lanjut, maka air tersebut akan tetap jernih, karena 'daging'nya telah habis -- artinya lapisan atas yang kaya bahan organik telah terkikis akibat erosi. Tanah-tanah yang telah terdegradasi tersebut hanya tinggal 'tulang' nya saja, atau tinggal lapisan tanah bawah yang padat.

Hasil wawancara dengan petani di Sumberjaya tersebut disusun secara skematis dalam Gambar 9. Penebangan vegetasi hutan menyebabkan tanah menjadi gundul atau terbuka, sehingga air hujan tidak bisa masuk ke dalam tanah, air melimpas begitu saja di atas permukaan tanah, dan mengalir ke bawah. Air yang mengalir ke bawah tersebut 'buthek' atau keruh, yang ditandai dengan warna 'coklat' karena banyak tanah dan bahan organik yang terangkut. Menurut petani, air yang mengalir dari kebun kopi monokultur lebih keruh dari pada air sawah.

Keberadaan pohon pada suatu lahan, berperan penting untuk mengendalikan (a) dampak curah hujan terhadap tanah dan (b) kehilangan tanah melalui erosi. Menurut petani, keberhasilan pengendalian erosi oleh pohon ini pada prinsipnya ditentukan oleh



Gambar 9. Skema pengetahuan petani tentang peran seresah pohon dalam mempengaruhi tata air daerah aliran sungai (DAS).

jumlah seresah di permukaan tanah dan jumlah akar dalam tanah. Seresah di permukaan tanah bermanfaat untuk dua hal yaitu untuk penutupan tanah dan penambahan bahan organik yang biasanya disebut petani sebagai 'humus'.

Peran seresah yang pertama adalah melalui penutupan tanah penting untuk mengendalikan penguapan yang berlebihan pada musim kemarau sehingga tanah tetap lembab dan kekeringan tidak terjadi secara berkepanjangan. Pada musim penghujan seresah di permukaan tanah berperan penting dalam meningkatkan jumlah air yang masuk ke dalam tanah, mengurangi jumlah dan laju limpasan permukaan pada lahan-lahan berlereng.

Peran seresah yang kedua adalah mempertahankan kandungan bahan organik tanah tetap tinggi. Petani mengatakan bahwa tanah yang banyak seresahnya, tanah menjadi gembur, 'dingin' dan banyak cacingnya. Tanda-tanda tanah gembur adalah tanah yang tidak padat, mudah diolah, dan subur (Gambar 20), maka produksi biji kopi juga tinggi. Tanah kaya bahan organik, tanah menjadi gembur banyak pori makronya dan mampu menahan air, sehingga tanah tetap lembab.

Keberadaan akar yang menyebar di berbagai lapisan dalam profil tanah, meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan menggemburkan tanah sehingga juga akan meningkatkan jumlah air yang masuk ke dalam tanah.

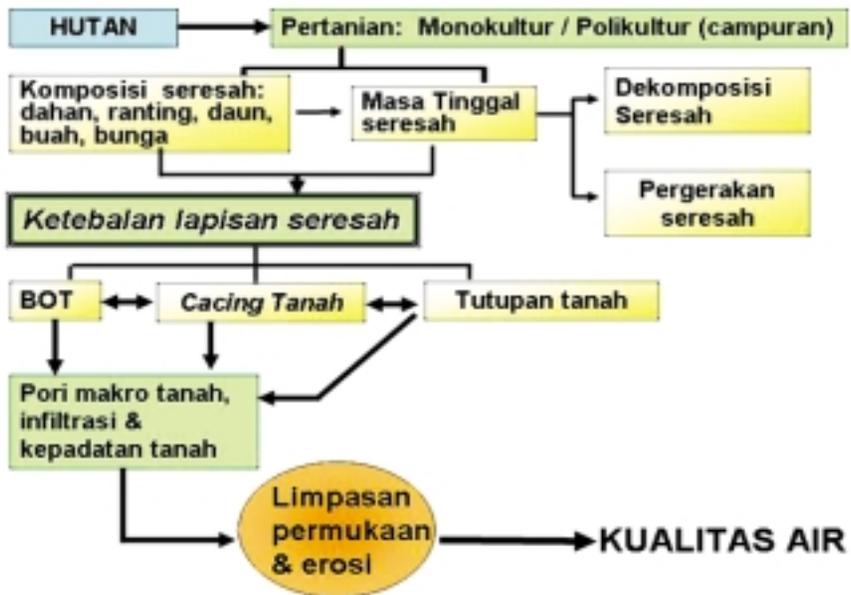
Berdasarkan penjelasan petani tersebut diatas, maka dapat disimpulkan bahwa peran pohon dalam mengurangi erosi terjadi melalui dua mekanisme: mengubah karakteristik air hujan yang jatuh, dan mengubah kondisi fisik tanah. Dengan demikian,

jumlah kehilangan air melalui limpasan permukaan akan berkurang dan laju limpasan juga akan menurun. Pada tempat-tempat berlereng, limpasan permukaan merupakan agen pengangkut partikel tanah yang utama -- maka berkurangnya limpasan permukaan akan mengurangi jumlah partikel tanah dan bahan organik tanah yang terangkut ke sungai. Hasilnya, air yang mengalir ke sungai tetap jernih.

## 4.2. Pemahaman ilmiah: Faktor dan aktor yang terlibat dalam tata air

Pada umumnya alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian baik monokultur maupun polikultur (campuran berbagai jenis pohon) akan diikuti oleh penurunan kandungan bahan organik tanah, diversitas biota tanah dan kualitas air. Hal tersebut dapat dijelaskan secara skematis pada Gambar 10. Adanya alih guna lahan menyebabkan terjadinya perubahan ketebalan lapisan seresah pada permukaan tanah. Ketebalan lapisan seresah tersebut ditentukan oleh jumlah dan komposisi masukan seresah yang gugur (cabang, ranting, daun, bunga dan buah). Berubahnya komposisi masukan seresah tersebut akan menentukan 'masa tinggal' seresah di permukaan tanah. Masa tinggal seresah dipengaruhi oleh dua faktor yaitu kecepatan pelapukan (dekomposisi) seresah, dan perpindahan seresah ke lain tempat karena terangkut oleh aliran permukaan. Dengan hanyutnya seresah ke tempat lain, menyebabkan seresah tidak dapat berfungsi sempurna dalam mempertahankan sifat fisik tanah.

Lapisan seresah yang tebal pada suatu lahan, merupakan jaminan bagi perbaikan kondisi fisik tanah. Lapisan seresah yang tebal dapat memberikan (a) tutupan bagi tanah sehingga dapat melindungi



Gambar 10. Skema dampak alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian terhadap kualitas air.

agregat tanah dari pukulan air hujan, (b) mempertahankan keragaman fauna tanah melalui penyediaan makanan, salah satunya adalah cacing tanah, dan (c) mempertahankan kandungan bahan organik tanah (BOT). Akar tanaman dan fauna tanah merupakan aktor penting dalam proses ini, karena selama aktivitasnya ke dua organisme tersebut akan meninggalkan banyak liang dalam tanah yang dapat menambah jumlah pori makro tanah dan masuknya air ke dalam tanah (infiltrasi).

Jadi, pada lahan berlereng jumlah pori makro tanah dan jumlah air yang dapat masuk kedalam tanah merupakan faktor penting yang harus dipertahankan untuk mengurangi besarnya limpasan permukaan dan kehilangan tanah lewat erosi. Dengan demikian laju aliran air ke tempat lain dapat dikendalikan dan kualitas air lebih dapat dijamin.

Pada lahan pertanian, jumlah dan keragaman vegetasi dalam suatu luasan relatif rendah dibandingkan dengan di hutan, sehingga menyebabkan keragaman 'kualitas' masukan seresah juga rendah. Beragamnya kualitas seresah akan menentukan tingkat penutupan permukaan tanah oleh seresah. Kualitas seresah yang dimaksud disini adalah berhubungan dengan kecepatan pelapukan seresah (dekomposisi). Semakin lambat lapuk maka keberadaan seresah di permukaan tanah menjadi lebih lama (Hairiah *et al.*, 2000), sehingga perannya sebagai pelindung permukaan tanah menjadi lebih baik.

Sistem agroforestri sederhana yang berbasis kopi di Sumberjaya umumnya memiliki pohon naungan dari famili berbunga kupu-kupu (leguminosa), misalnya dadap (*Erythrina sububrams*), gamal atau kayu hujan (*Gliricidia sepium*), atau lamtoro (*Leucaena leucocephala*). Sedang pada kebun kopi campuran (agroforestri multistrata), tanaman naungan yang ditanam selain pohon-pohon leguminosa tersebut diatas juga ditanam pohon buah-buahan dan pohon kayu-kayuan (Gambar 11).



Gambar 11. Kebun kopi campuran (multistrata) di Sumberjaya, pohon naungan selain pohon berbunga kupu-kupu juga ada pohon buah-buahan dan pohon kayu-kayuan (Foto: Kurniatun Hairiah).



Gambar 12. Seresah di permukaan tanah pada di permukaan tanah pada lahan kopi multistrata (kiri) dan lahan kopi monokultur (kanan) (Foto: Kurniatun Hairiah)

### 4.2.1. Masukan seresah ke dalam tanah

Masukan seresah lewat daun/cabang pohon yang gugur setiap tahunnya berperan penting dalam pembentukan lapisan seresah di permukaan tanah. Berapa masukan seresah gugur pada kebun kopi yang ada di Sumberjaya?

Adanya alih guna lahan hutan menjadi kebun kopi menurunkan jumlah seresah gugur yang masuk ke dalam tanah (Gambar 12). Seresah gugur yang masuk pada tanah hutan rata-rata sekitar 11.5 ton/ha/tahun, kebun kopi multistrata sekitar 9.2 ton/ha/tahun, dan kopi naungan sekitar 6 ton/ha/tahun. Sedang kebun kopi monokultur hanya menghasilkan seresah gugur sekitar 4 ton/ha/tahun (Gambar 13). Seresah tersebut akan dilapuk melalui proses dekomposisi. Sebagian seresah yang belum terlapuk seluruhnya atau sebagian, akan tinggal di permukaan tanah dan menjadi penyusun lapisan seresah, yang jumlahnya akan terus berkurang dengan jalannya waktu.

Ketebalan lapisan seresah (seresah di permukaan tanah), bisa diukur dari berat kering seresah pada suhu oven 80°C. Hasil survey di Sumberjaya menunjukkan bahwa hutan menghasilkan seresah

sekitar 2.1 ton/ha, kebun kopi multistrata (umur >10 tahun) menghasilkan seresah sekitar 1.8 ton/ha, pada kebun kopi naungan sekitar 1.2 ton/ha, dan pada kebun kopi monokultur sekitar 1.2 ton/ha (Gambar 13).



Gambar 13. Jumlah masukan seresah melalui seresah gugur (ton/ha/tahun) dan jumlah seresah yang tertinggal dipermukaan tanah (ton/ha) di hutan, kebun kopi multistrata, kopi naungan dan kopi monokultur.

#### 4.2.2. Cacing tanah dan pori-pori makro tanah

Pada lahan berlereng masalah utama yang dihadapi adalah besarnya limpasan permukaan dan erosi, oleh karena itu pengelolaannya lebih difokuskan pada usaha perbaikan porositas dan infiltrasi air tanah dari pada untuk menambah ketersediaan hara. Besarnya infiltrasi air tanah berhubungan erat dengan porositas tanah, yang biasanya diukur dari jumlah pori makro tanah.

Kebun kopi campuran (multistrata) memiliki lapisan seresah yang tebal (Gambar 12), sehingga berpotensi dapat mempertahankan porositas tanah baik secara langsung maupun tidak langsung, mengapa?

- a. Secara langsung. Lapisan seresah yang tebal memberikan perlindungan kepada tanah dari pukulan air hujan, maka struktur tanah tetap utuh yang memungkinkan air hujan masuk

ke dalam tanah sehingga limpasan permukaan berkurang.

- b. Secara tidak langsung. Lapisan seresah yang tebal, menjaga iklim mikro tanah (kelembaban dan suhu tanah) yang menguntungkan bagi perkembangan makro fauna tanah terutama cacing tanah dan perkembangan akar tanaman. Dengan semakin aktifnya ke dua organisma tanah tersebut akan meningkatkan jumlah pori makro tanah (Gambar 14).



Gambar 14. Lapisan seresah yang tebal menjaga kelembaban tanah dan kaya akan hara, sehingga memacu perkembangan organisma tanah seperti akar tanaman dan cacing tanah  
(Foto: Kurniatun Hairiah)

Cacing tanah adalah fauna tanah yang tidak bertulang belakang, yang hidup di berbagai lapisan tanah, ada yang hidup di permukaan, ada pula yang hidup di lapisan tanah bawah. Beberapa ada yang hidup dalam tonggak kayu, pada ketiak cabang pohon, bahkan ada yang hidup di pohon sekitar 10 m di atas permukaan tanah.

Cacing tanah selalu hidup dekat dengan sumber makanannya, dengan kondisi yang lembab. Di dalam tanah terdapat 2 kelompok cacing tanah, yang pengelompokannya didasarkan pada fungsinya dalam ekosistem, yaitu:

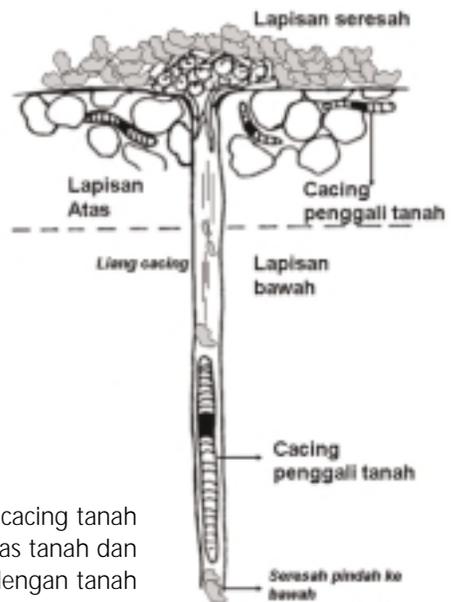
- a. Cacing 'penghancur seresah' (*epigeic*). Kelompok cacing tersebut hidup di lapisan seresah yang letaknya di atas

permukaan tanah, tubuhnya berwarna gelap, tugasnya menghancurkan seresah sehingga ukurannya menjadi lebih kecil.

b. Cacing 'penggali tanah' (*anecic* dan *endogeic*).

Cacing jenis 'penggali tanah' yang hidup aktif dalam tanah, walaupun makanannya berupa bahan organik di permukaan tanah dan ada pula dari akar-akar yang mati di dalam tanah. Kelompok cacing ini berperan penting dalam mencampur seresah yang ada di atas tanah dengan tanah lapisan bawah, dan meninggalkan liang dalam tanah (Gambar 15 dan 16). Kelompok cacing ini membuang kotorannya dalam tanah, atau di atas permukaan tanah (Gambar 17). Kotoran cacing ini lebih kaya akan karbon (C) dan hara lainnya dari pada tanah di sekitarnya.

Hasil penghitungan populasi cacing tanah di Sumberjaya, menunjukkan bahwa populasi terbanyak dijumpai di lahan kopi multistrata dari pada di hutan ataupun kopi monokultur. Namun demikian, cacing di hutan lebih besar dari pada di lahan kopi yang ditunjukkan dengan tingginya berat basah cacing rata-rata 31 g/m<sup>2</sup> (Tabel 1). Cacing terkecil dijumpai di kopi naungan hanya sekitar 7 g/m<sup>2</sup>.



Gambar 15. Ilustrasi peran cacing tanah dalam mempertahankan porositas tanah dan mencampur bahan organik dengan tanah



Gambar 16.  
Aktivitas cacing tanah meningkat bila cukup bahan organik, lembab, dan tanah mengandung sedikit pasir.  
(Foto: Kurniatun Hairiah)

Gambar 17.  
Kascing adalah kotoran cacing yang kaya akan C dan hara lainnya.  
(Foto: Kurniatun Hairiah)



Menurut Dewi (*komunikasi pribadi*), tanah di hutan Sumberjaya lebih didominasi oleh cacing jenis famili *Megascolecidae* yakni *Amyntas gracilis* yang berukuran besar, namun jenis cacing ini tidak dijumpai lagi pada lahan kopi atau lahan hortikultura. Tidak dijumpainya jenis cacing hutan pada pasca alih guna lahan tersebut, mungkin disebabkan karena telah berubahnya kondisi iklim mikro tanah, jenis masukan seresah dan komunitas organisme tanah. Namun penelitian untuk mengetahui faktor yang paling

Tabel 1. Populasi cacing tanah pada kebun kopi umur > 10 tahun (Hairiah *et al.*, 2004)

Sistem penggunaan lahan	Total Populasi, ekor/m <sup>2</sup>	Berat Basah, g/m <sup>2</sup>	Nisbah Berat/populasi, g per ekor
Hutan alami	75	31	0.41
Kopi Campuran	149	18	0.12
Kopi naungan	83	7	0.08
Kopi monokultur	88	12	0.14

menentukan biodiversitas cacing tanah tersebut masih belum selesai, sehingga masih belum ada hasil yang dapat diinformasikan dalam buku ini.

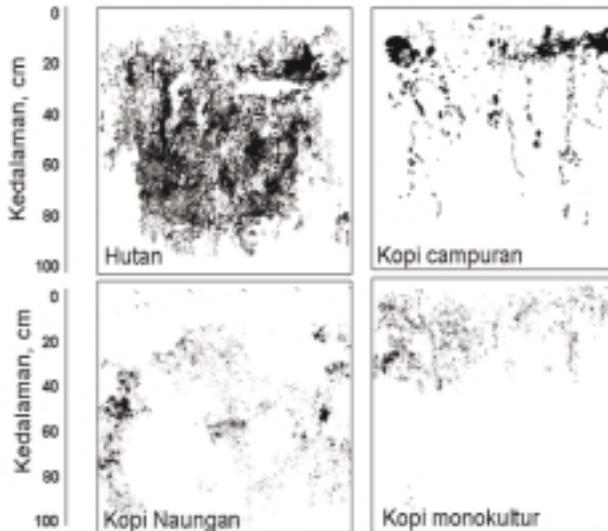
### ***Pori-pori makro tanah***

Penghitungan jumlah pori makro tanah di lapangan dapat dilakukan dengan menggunakan metode semi-kuantitatif yaitu menggunakan larutan metilen biru (*Methylene Blue*). Metoda ini telah sering digunakan di Sumberjaya dan memberikan informasi yang bermanfaat. Tanah disiram dengan larutan metilen biru dibiarkan selama 3-6 jam. Larutan metilen biru meresap ke dalam tanah, dan melewati pori makro tanah sehingga pori tanah berwarna biru (Gambar 18). Semakin padat suatu tanah, berarti semakin kurang jumlah porinya maka semakin sedikit bercak warna biru dalam tanah. Semakin banyak jumlah pori makro tanah terutama pada bidang vertikal diduga akan meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah. Sebaran warna biru pada profil tanah digambar pada plastik transparan, dan luasan bercak biru tersebut dihitung menggunakan komputer program IDRISI.



Gambar 18: Kegiatan pengukuran jumlah pori makro di lapangan menggunakan larutan *methylen blue* (keterangan searah jarum jam) cairan disiramkan ke dalam bingkai plastik sekitar 6 jam sebelum pengamatan (Atas kiri), lapisan tanah dipotong per kedalaman 10 cm (Atas kanan), Sebaran bercak biru menunjukkan sebaran pori makro tanah pada bidang horizontal (bawah kiri), sebaran pori makro tanah pada bidang vertikal (bawah kanan). (Foto: Meine van Noordwijk & Kurniatun Hairiah).

Hutan memiliki pori-pori makro tanah tertinggi dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan berbasis kopi. Pori-pori makro menyebar rata pada bidang vertikal profil hingga sedalam 1 m. Di lapangan, hal tersebut ditunjukkan dengan banyaknya warna biru yang tampak pada bidang vertikal profil tanah (Gambar 19), namun sayangnya gambar dicetak hitam putih sehingga sebaran pori makro tanah hanya dapat ditunjukkan oleh bercak warna hitam. Dari gambar tersebut, bercak hitam menyebar rata ke seluruh lapisan profil tanah hutan. Sedang pada lahan kopi monokultur, bercak hitam hanya terpusat pada kedalaman 30 cm saja. Hal ini menunjukkan bahwa tanah lapisan bawah pada kopi monokultur cukup padat, mungkin dikarenakan kurang



Gambar 19. Sebaran cairan 'metylen blue' pada bidang irisan vertikal profil tanah hutan alami, kopi campuran, kopi naungan, dan kopi monokultur.

bervariasinya kedalaman akar tanaman dan sedikitnya populasi cacing penggali tanah.

Jumlah pori pada bidang irisan vertikal di bawah sistem berbasis kopi rata-rata lebih rendah dari pada yang dijumpai di hutan. Jumlah pori makro yang dijumpai di hutan sekitar 12 %, sedang pada semua sistem berbasis kopi rata-rata sekitar 3 %. Jumlah pori makro tanah pada bidang irisan vertikal ini memberikan gambaran hubungan pori makro antar lapisan tanah, semakin tinggi jumlah pori makro pada bidang irisan vertikal maka semakin cepat pergerakan air di dalam profil tanah (Hillel,1982).

Pada sistem kopi multistrata (campuran), memiliki populasi cacing tanah terbanyak bila dibandingkan sistem penggunaan lahan lainnya (Tabel 1), namun jumlah pori makro tanah pada bidang irisan vertikal paling rendah. Hal ini dikarenakan ukuran tubuh cacing tanah yang dijumpai pada sistem kopi campuran relatif kecil

bila dibandingkan dengan yang dijumpai di hutan, sehingga ukuran ruang pori yang terbentuk mungkin juga lebih kecil. Jika suatu tanah memiliki jumlah pori mikro lebih tinggi dari pada jumlah pori makronya, maka limpasan permukaan masih berpotensi besar untuk tetap terjadi.

### 4.3. Berapa lama seresah dapat menutup permukaan tanah?

Daun, cabang dan ranting pohon baik yang gugur atau dari hasil pangkasan akan menumpuk sebagai seresah di permukaan tanah, namun tidak selamanya seresah akan tinggal di permukaan tanah tergantung dari kecepatan pelapukannya.

#### 4.3.1. Persepsi petani di Sumberjaya terhadap kecepatan pelapukan seresah

Pelapukan adalah hilangnya seresah dari permukaan tanah karena peristiwa pembusukan, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kondisi iklim mikro, aktivitas organisme tanah dan karakteristik dari seresah. Kecepatan pelapukan seresah akan menentukan lamanya penutupan permukaan tanah. Untuk menggali pengetahuan petani lebih dalam tentang kecepatan pelapukan seresah dari beberapa pohon yang umum dijumpai dalam kebun kopi campuran, maka seresah dari pohon dadap duri (*Erythrina sububram*) dan Kayu hujan (*Gliricidia sepium*) dipakai sebagai acuan, karena ke dua seresah tersebut telah diketahui cepat lapuk.

Pengetahuan petani akan kecepatan pelapukan seresah di Sumberjaya tidak dipengaruhi oleh perbedaan etnis. Persepsi



petani mengenai kecepatan pelapukan seresah (khususnya daun), pada prinsipnya didasarkan pada ciri morfologi dan sifat daun.

Ciri morfologi daun yang disebutkan petani antara lain didasarkan pada ketebalan dan penampakan permukaan daun. Makin tebal daun makin sulit lapuk, demikian pula bila daun makin mengkilat dan berminyak dipermukaannya makin lambat lapuk. Bentuk dan ukuran tidak berpengaruh terhadap kecepatan pelapukan daun.

Kecepatan pelapukan daun ditentukan pula oleh sifat daun itu sendiri, yang ditunjukkan oleh lendir dan kelenturan daun.

- Pada kondisi segar, bila daun di'peras' atau di'remas' di antara jari dan telapak tangan kita atau bila di 'pirit' diantara dua jari kita maka daun menjadi licin 'berlendir'. Makin banyak lendir yang dihasilkan maka semakin cepat daun tersebut lapuk.
- Pada kondisi kering, kecepatan pelapukan daun ditentukan oleh sifatnya ketika diremas. Bila diremas daun pecah dengan sisi-sisi tajam maka daun tersebut lambat lapuk, bila daun tetap lemas maka daun cepat lapuk.

- Kelenturan daun, bila daun kering dikibaskan daun tetap lentur berarti daun tersebut cepat lapuk dan bila kaku daun tersebut lama lapuk

Hasil tersebut di atas kemudian digunakan sebagai dasar pengelompokan kecepatan pelapukan menurut persepsi petani di Sumberjaya (Tabel 2) dari berbagai jenis daun dari tanaman yang umum dijumpai di kebun kopi multistrata.

### 4.3.2. Pemahaman ilmiah akan 'kualitas' seresah

Seresah akan mengalami pelapukan (dekomposisi). Laju dekomposisi seresah ditentukan oleh 'kualitas'nya yaitu nisbah kandungan C:N, kandungan lignin dan polyphenol.

Seresah dikategorikan cepat lapuk apabila nisbah C:N <25, kandungan lignin <15 % dan polyphenol <3 % (Palm dan Sanchez, 1991). Seresah asal daun tanaman yang kandungan N nya tinggi (>3%) akan lebih cepat lapuk dan cocok dipakai untuk pupuk N, sehingga dapat membantu mengurangi penggunaan pupuk urea. Contohnya seresah dari famili Leguminosae yang umum dipakai sebagai penabung kopi seperti dadap (*Erythrina sububrams*), kayu hujan gamal atau (*Gliricidia sepium*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*). Namun demikian seresah tersebut akan cepat lapuk, keberadaannya di permukaan tanah relatif singkat yaitu sekitar 4-6 minggu. Dengan demikian permukaan tanah akan lebih cepat terbuka dan kemungkinan terjadinya kehilangan tanah akibat erosi semakin besar.

Sebaliknya seresah yang kandungan N nya rendah, justru menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (terutama tanaman yang pertumbuhannya cepat). Hal tersebut dikarenakan

Tabel 2. Pengetahuan petani di Sumberjaya akan kecepatan pelapukan daun berdasarkan ciri morfologi dan sifat daun dari beberapa tanaman yang umum dijumpai di kebun kopi campuran.

Kecepatan Pelapukan	Ciri morfologi		Sifat daun saat diremas			Contoh tanaman (Nama lokal)	Contoh tanaman (Nama latin)
	Ketebalan	Permukaan daun	basah	kering	Kelenturan		
<b>CEPAT</b>	Tipis	Tidak berminyak	Berlendir	Lemas	Lentur	Kaliandra	<i>Calliandra calothyrsus</i>
						Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>
						Petai	<i>Parkia sp.</i>
						Kayu Hujan	<i>Gliricidia sepium</i>
						Sintrong	<i>Crassocephalum crepidioides</i>
						Rayutan	<i>Mikania indica</i>
						Lompong	<i>Colocasia esculenta</i>
						Dadap	<i>Erythrina sububram</i>
<b>SEDANG</b>	Tipis	Berminyak	Berlendir	lemas	lentur	Kayu Afrika	<i>Maesopsis eminii</i>
	Tipis	Berminyak	Berlendir	Mudah patah	Agak kaku	Jengkol	<i>Pithecellobium jiringa</i>
	Agak tebal	Tidak berminyak	Tidak Berlendir	lemas	Agak kaku	Alpukat	<i>Persea americana</i>
<b>LAMA</b>	Tebal	Tidak berminyak	Tidak Berlendir	Mudah patah	Kaku	Durian	<i>Durio zebethinus</i>
		Berminyak				Kopi	<i>Coffeacaneophora</i>
						Coklat	<i>Theobroma cacao</i>
						Cengkeh	<i>Eugenia aromatica</i>
						Nangka	<i>Arthocarpus heterophyllus</i>
						Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i>
						Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>
						Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>
						Aren	<i>Arenga pinata</i>
						Bambu	<i>Bambusoideae spp.</i>
						Mangga	<i>Mangifera indica</i>
						Mahoni	<i>Swietenia microfila</i>
Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>						



Gambar 20. Lapisan seresah yang tebal pada permukaan tanah di kebun kopi campuran (multistrata). Pak Ochat pemilik kebun tersebut menunjukkan daun coklat (lambat lapuk) dan daun dadap (cepat lapuk). Dikatakan pula oleh Pak Ochat, lapisan seresah yang tebal membuat tanah menjadi 'dingin' yang ditandai dengan tanah gembur dan banyak cacingnya. (Foto: Kurniatun Hairiah)

tanaman membutuhkan unsur N dalam jumlah banyak, tetapi seresah belum busuk atau lapuk. Jadi belum ada N yang dilepaskan ke dalam tanah, sedangkan tanaman telah membutuhkan N. Namun dilain sisi, seresah lambat lapuk, sehingga permukaan tanah akan terlindung dalam waktu cukup lama.

Komposisi seresah yang bagaimana yang kita butuhkan? Idealnya, dalam suatu kebun harus mampu menghasilkan seresah yang beragam kecepatan pelapukannya, sehingga kebutuhan untuk penyediaan hara dan mulsa dapat dipenuhi. Namun pada kenyataannya, hal tersebut sulit untuk dilakukan karena adanya tarik ulur antara kebutuhan ekonomi dan ekologi (lingkungan), serta alasan lainnya .

Kecepatan pelapukan dari beberapa seresah yang ada di kebun kopi campuran sudah cukup dikenal oleh petani (Gambar 20),

daun kering yang kaku, tebal dan mudah patah, lebih lama lapuk, contohnya daun cacao (coklat), durian dan mangga. Daun lunak akan cepat lapuk, misalnya daun kayu hujan (*Gliricidia sepium*), daun dadap (*Erythrina sububram*) dan sebagainya. Karakteristik kimia daun hijau dari berbagai pohon naungan yang umum dijumpai di kebun kopi di Sumberjaya disajikan dalam Tabel 3.

### ***Berapa lama lapisan seresah tinggal di atas permukaan tanah?***

Lapisan seresah terdiri dari seresah daun yang baru gugur, seresah yang telah setengah lapuk atau bahkan telah lapuk cukup lanjut. Seresah yang telah mengalami pelapukan baik sebagian atau lanjut, komposisi kimianya lebih rendah bila dibandingkan dengan seresah segar. Kecepatan pelapukan di lapangan, dapat diukur dengan jalan memasukkan seresah dengan jumlah tertentu, dan diukur banyaknya seresah yang masih tertinggal dalam kantong kasa dari waktu ke waktu (Gambar 21). Hasil pengukuran kecepatan pelapukan seresah di permukaan tanah hutan dan beberapa kebun kopi di Sumberjaya, menunjukkan bahwa pelapukan seresah di hutan berjalan paling lambat, sedang di kebun kopi monokultur paling cepat. Sekitar 50% dari seresah yang ada di permukaan tanah hilang terlapuk pada saat 101, 53, 48 dan 39 minggu, masing-masing untuk hutan, kebun kopi campuran, kebun kopi naungan dan kebun kopi monokultur. Jadi untuk menjaga kesuburan fisik dan kimia tanah, menanam berbagai macam pohon pada lahan yang sama akan memberikan masukan seresah berbagai kualitas sehingga dapat memenuhi berbagai fungsi yang diharapkan.

Tabel 3. Hasil analisis kimia seresah dari beberapa jenis pohon naungan yang umum dijumpai di Bodong Sumberjaya, yang dihubungkan dengan kecepatan pelapukan seresah menurut pengetahuan petani. C= karbon, N = nitrogen, L = Lignin, P= Polyphenolic

Nama Lokal	Nama Latin	Kecepatan pelapukan (persepsi petani)	C	N	L	P	Nisbah		
			----- % -----				C/N	L/N	P/N
Lamtora <sup>a</sup>	<i>Leucaena leucocephala</i>	Cepat	42.1	3.00	13.0	1.94	14	4.3	0.6
Jengkol <sup>a</sup>	<i>Pithecellobium jiringa</i>	Sedang	49.8	3.50	35.0	2.40	14	10.0	0.7
Kayu hujan <sup>a</sup>	<i>Gliricidia sepium</i>	Cepat	52.9	3.20	32.0	1.12	17	10.0	0.4
Jati Thailand <sup>b</sup>	<i>Tectona grandiflora</i>	Belum diketahui	38.7	1.47	22.1	5.70	26	15.0	3.9
Mahoni <sup>b</sup>	<i>Swietenia mahogani</i>	Lama	36.1	1.79	19.7	34.6 0	20	11.0	19.3
Pohon Ramayana <sup>b</sup>	<i>Cassia spectabilis</i>	Belum diketahui	41.3	3.35	20.2	6.50	12	6.0	1.9
Kayu Afrika <sup>b</sup>	<i>Maesopsis eminii</i>	Sedang	36.8	4.03	14.2	4.90	9	3.5	1.2
Gmelina <sup>a</sup>	<i>Gmelina arborea</i>	Belum diketahui	45.0	2.80	28.0	1.10	16	10.0	0.4
Mangga <sup>a</sup>	<i>Mangifera indica</i>	Lama	36.0	2.20	20.0	3.10	20	10.0	1.4
Rambutan <sup>a</sup>	<i>Nephelium lappaceum</i>	Lama	56.2	2.00	20.0	2.40	28	10.0	1.2
Alpukad <sup>b</sup>	<i>Persea americana</i>	Sedang	40.4	1.58	14.7	34.7 0	26	9.3	22.0
Durian <sup>b</sup>	<i>Durio zibethinus</i>	Lama	35.3	1.75	25.3	2.30	20	14.5	1.3
Nangka <sup>a</sup>	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Lama	45.0	3.20	32.0	0.63	14	10.0	0.2
Gandaria <sup>a</sup>	<i>Bouea macrophylla</i>	Belum diketahui	48.9	2.80	28.0	3.30	17	10.0	1.2
Belinjo, mlinjo <sup>b</sup>	<i>Gnetum gnemon</i>	Lama	42.1	2.36	7.3	6.50	18	3.1	2.8
Kemiri <sup>b</sup>	<i>Aleurites moluccana</i>	Lama	36.2	2.15	18.3	5.70	17	8.5	2.7

Seresah dikategorikan cepat lapuk apabila nisbah C:N <25, kandungan lignin <15 % dan polyphenol <3 % (Palm dan Sanchez, 1991). (Sumber data: a = Hariah *et al*, 1997; b = Purwanto, 2004)



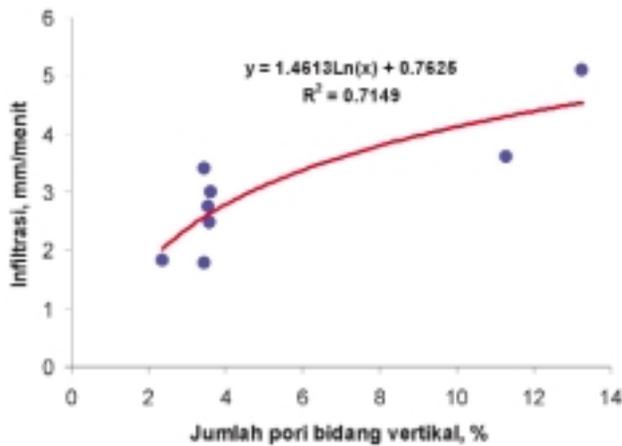
Gambar 21. Pengukuran kecepatan dekomposisi seresah di lapangan, berdasarkan jumlah seresah yang masih tertinggal dalam kantong seresah pada berbagai waktu pengamatan (Foto: Kurniatun Hairiah)

## 5. Ketebalan lapisan seresah sebagai indikator terjaganya porositas tanah

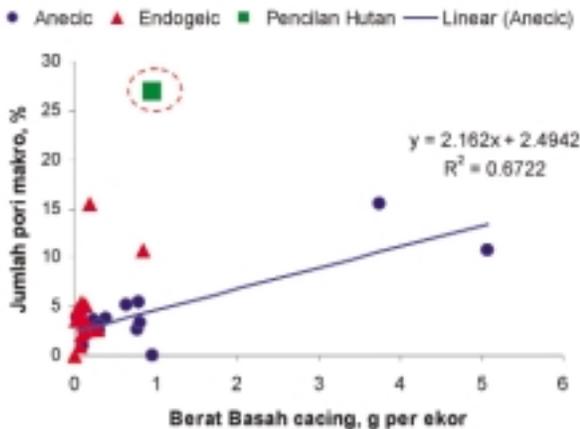
Tingginya ketebalan seresah diikuti oleh meningkatnya jumlah pori makro pada irisan vertikal. Dari serangkaian pengukuran ketebalan lapisan seresah dan berbagai sifat fisik tanah, maka beberapa estimasi kasar dapat dilakukan sebagai berikut.

Seandainya ketebalan lapisan seresah pada sistem kopi campuran ditingkatkan dari 1.8 ton/ha menjadi 3 ton/ha, maka tanahnya

akan memiliki jumlah pori makro pada irisan vertikal sekitar 12 %. Meningkatnya jumlah pori makro tanah akan diikuti oleh meningkatnya laju infiltrasi air tanah tanah (Gambar 22). Pada kondisi tersebut, laju infiltrasi air ke dalam tanah diperkirakan menjadi 4 mm/menit. Apakah laju infiltrasi air tanah pada kebun kopi campuran telah menyamai laju infiltrasi di hutan? Ternyata laju infiltrasi air ke dalam tanah hutan sekitar 5 mm/menit, dengan kondisi ketebalan lapisan seresah hanya sebesar 2.3 ton/ha. Hasil



Gambar 22. Hubungan jumlah pori tanah pada bidang vertikal dan laju infiltrasi tanah.



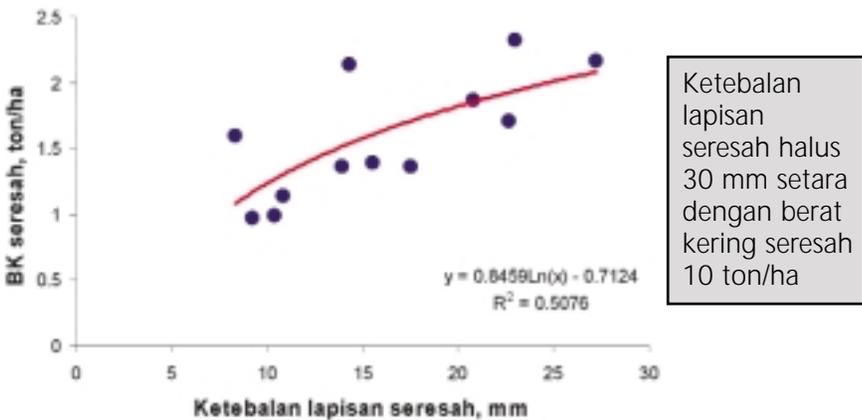
Gambar 23. Hubungan antara berat basah cacing (g per ekor) dengan jumlah pori makro dalam tanah (Tanda lingkaran adalah berat basah cacing di hutan).

estimasi tersebut, menunjukkan bahwa upaya meningkatkan laju infiltrasi tanah hanya melalui peningkatan ketebalan lapisan seresah, misalnya dengan penambahan seresah dari luar lahan, tidak akan mencapai target infiltrasi air tanah yang diharapkan agar mengurangi besarnya limpasan permukaan. Tingginya jumlah pori-pori makro tanah di hutan tidak semata-mata ditentukan oleh masukan seresah dan aktivitas cacing tanah saja (Gambar 23), tetapi faktor lain yang mempengaruhi jumlah pori makro tanah, seperti aktivitas perakaran dan keragaman distribusi perakaran tidak bisa diabaikan begitu saja.

Pada tanah hutan dengan diversitas tanaman yang cukup tinggi, maka pola sebaran akar dalam tanah juga cukup bervariasi. Akar tanaman yang telah mati, akan membusuk dan meninggalkan liang. Liang bekas akar mati ini sangat bermanfaat bagi pertumbuhan akar tanaman lain (Hairiah dan van Noordwijk, 1989) dan meningkatkan infiltrasi air. Dengan demikian tingkat limpasan permukaan dapat dikurangi hingga tingkat yang dapat diterima. Sayangnya pada percobaan ini masih belum ada usaha pengukuran jumlah liang bekas akar yang ada di dalam tanah. Untuk itu, studi tentang keragaman sistem perakaran tanaman dalam kaitannya dengan limpasan permukaan tanah masih perlu dilakukan.

## 6. Cara mengukur ketebalan lapisan seresah di lapangan

Cara mengukur ketebalan lapisan seresah secara semi kuantitatif, adalah dengan menancapkan penggaris ke dalam lapisan seresah hingga menyentuh lapisan tanah. Hasil pengukuran ketebalan lapisan seresah di Sumberjaya, adalah setiap **30 mm lapisan seresah setara dengan berat kering 10 ton/ha seresah halus** (Gambar 24). Seresah halus yang dimaksud adalah seresah di permukaan tanah, yang lolos ayakan dengan ukuran lubang > 5 mm. Cara ini cepat dan mudah dilakukan, namun hasilnya masih kasar sehingga untuk tujuan penelitian di tempat lain (di luar Sumberjaya) masih diperlukan kalibrasi dengan berat kering aktualnya. Cara ini tidak dapat dilakukan pada seresah yang didominasi oleh seresah berkayu.



Gambar 24. Hubungan ketebalan lapisan seresah (mm) di atas permukaan tanah dengan berat keringnya (BK, ton/ha).

## 7. Kesimpulan



Pada tempat berlereng, pengelolaan lahan ditujukan untuk memperoleh DAS yang sehat. Keberhasilannya ditentukan oleh peningkatan laju infiltrasi air ke dalam tanah dan perbaikan kondisi pori-pori makro tanah.

Penanaman berbagai jenis pohon pada suatu lahan atau hamparan, bermanfaat langsung dan tidak langsung terhadap peningkatan laju infiltrasi air ke dalam tanah dan perbaikan kondisi pori-pori makro tanah. Manfaat langsung yaitu melalui perlindungan permukaan tanah dari pukulan air hujan oleh tajuk pohon dan lapisan seresah tebal yang ada di permukaan tanah. Manfaat tidak langsung adalah perbaikan kondisi pori-pori makro tanah melalui aktivitas perakaran pohon dan meningkatnya aktivitas organisma tanah melalui penyediaan seresah yang tebal.

Agroforestri seperti kebun kopi campuran di Sumberjaya, dapat disarankan sebagai teknik pengurangan limpasan permukaan dan erosi melalui perbaikan porositas tanah, yang ditandai dengan lapisan seresah yang tebal. Limpasan permukaan dan erosi pada system kebun campuran masih lebih rendah dari pada sistem kopi monokultur. Dengan demikian kebun kopi campuran dapat memberikan jasa lingkungan yang memadai, namun perannya tidak akan pernah bisa menyamai jasa lingkungan yang diberikan oleh hutan alami.



# DAFTAR PUSTAKA

- Agus F, Gintings A N dan Van Noordwijk M, 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.
- Agus F, dan Widiyanto, 2004. Petunjuk praktis konservasi tanah pertanian lahan kering. World Agroforestry Centre, ICRAF SE Asia, Bogor. 102 pp.
- Hairiah K dan Van Noordwijk M, 1989. Root distribution of leguminous cover crops in the humid tropics and effect on a subsequent maize crop. In: J van der Heide (ed.) Nutrient management for food crop production in tropical farming systems. Proc. Symp. Malang, 19-24 Oct. 1987. Institute for Soil Fertility, Haren. pp 157-169.
- Hairiah K, Widiyanto, Utami S R, Suprayogo D, Sitompul S M, Sunaryo, Lusiana B, Mulia R, Van Noordwijk M, dan Cadisch G, 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi: Refleksi Pengalaman dari Lampung Utara. ISBN. 979-95537-7-6. ICRAF-Bogor. 187 p.
- Hairiah K, Suprayogo D, Widiyanto, Berlian, Suhara E, Mardiastuning A, Prayogo C, Widodo R.H. dan Rahayu, S, 2004. Alih guna lahan hutan menjadi lahan agroforestri berbasis kopi: Ketebalan seresah, populasi cacing tanah dan makroporositas tanah. AGRIVITA 26 (1): 68-80.
- Handayanto E, 1994. Nitrogen mineralization from legume tree prunings of different quality. PhD thesis University of London, 230 p.
- Hillel D, 1980. Fundamentals of Soil Physics. Academic Press Inc. London.
- Lavelle P dan Spain A V, 2001. Soil Ecology. Kluwer Academic Publ., Dordrecht.
- Myrada, 2003. Training manual for capacity building of peoples institutions. Managing watersheds. Myrada, Bangaloro, India.
- Palm C A and Sanchez PA, 1991. Nitrogen release from some tropical legumes as affected by lignin and polyphenol contents. Soil Biology and Biochemistry 23:83-88.

Schalenbourg W, 2004. Assessment of farmers' indigenous knowledge of soil and watershed functions in Sumberjaya, Sumatra, Indonesia. MSc Thesis. Katholieke Universiteit Leuven, 109.

Suprayogo D, Widiyanto, Purnomosidhi P, Widodo R H, Rusiana F, Aini Z Z, Khasanah N, dan Kusuma Z, 2004. Degradasi sifat fisik tanah sebagai akibat alih guna lahan hutan menjadi sistem kopi monokultur: kajian perubahan makroporositas tanah. AGRIVITA 26 (1): 60-68.

Van Noordwijk M, Fahmudin A, Suprayogo D, Hairiah K, Pasya G dan Farida, 2004. Peranan Agroforestri dalam mempertahankan kelestarian fungsi hidrologis Daerah Aliran Sungai (DAS). AGRIVITA 26 (1): 1-8.

Widiyanto, Suprayogo D, Noveras H, Widodo R H, Purnomosidhi P dan Van Noordwijk M, 2004. Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian : Apakah fungsi hidrologis hutan dapat digantikan sistem kopi monokultur ? AGRIVITA 26 (1): 52-57





