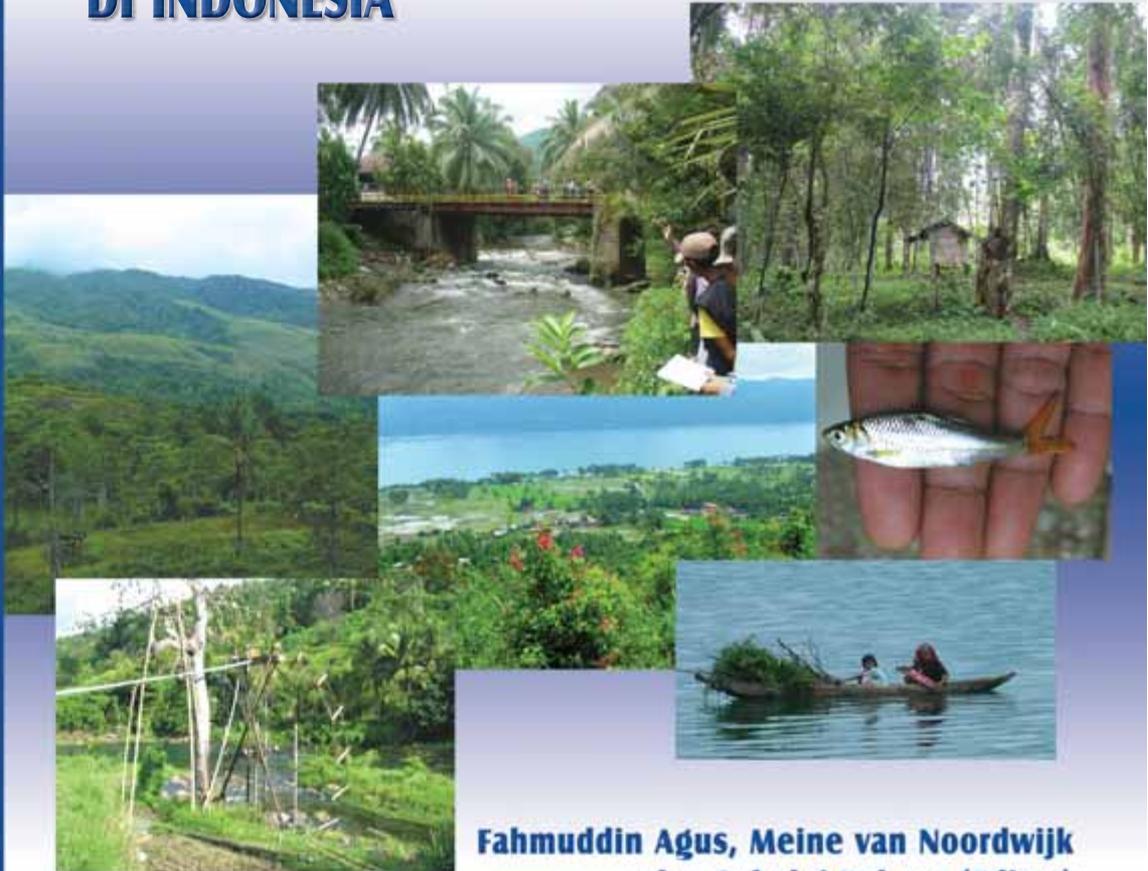


DAMPAK HIDROLOGIS HUTAN, AGROFORESTRI, DAN PERTANIAN LAHAN KERING SEBAGAI DASAR PEMBERIAN IMBALAN KEPADA PENGHASIL JASA LINGKUNGAN DI INDONESIA



**Fahmuddin Agus, Meine van Noordwijk
dan Subekti Rahayu (Editor)**

**Prosiding Lokakarya di Padang/Singkarak,
Sumatera Barat, Indonesia, 25-28 Pebruari 2004**



Dampak Hidrologis Hutan, Agroforestri, dan Pertanian Lahan Kering sebagai Dasar Pemberian Imbalan kepada Penghasil Jasa Lingkungan di Indonesia

Fahmuddin Agus, Meine van Noordwijk
dan Subekti Rahayu (Editor)

Prosiding Lokakarya di Padang/Singkarak,
Sumatera Barat, Indonesia
25-28 Pebruari 2004



Kutipan yang benar:

Agus F, van Noordwijk M, dan Rahayu S (Editor). 2004. Dampak Hidrologis Hutan, Agroforestri, dan Pertanian Lahan Kering sebagai Dasar Pemberian Imbalan kepada Penghasil Jasa Lingkungan di Indonesia. Prosiding Lokakarya di Padang/Singkarak, Sumatera Barat, Indonesia, 25-28 Pebruari 2004. ICRAF-SEA, Bogor, Indonesia

Afiliasi/alamat editor:

Fahmuddin Agus: Kepala Balai Penelitian Tanah, Jln. Juanda 98, Bogor, Indonesia
Meine van Noordwijk dan Subekti Rahayu: World Agroforestry Centre (ICRAF-Southeast Asia,
PO Box 161, Bogor 16001, Indonesia

Ucapan terima kasih

Lokakarya dan Prosiding ini dibiayai dengan dana hibah dari International Fund for Agricultural Development (Proyek RUPES), Australian Centre for International Agricultural Research (Alternatives to Slash and Burn and Watershed Function Projects) dan United States Agency for International Development, namun tanggung jawab mengenai isi naskah berada pada penulis.

Prosiding ini dapat didownload dari www.worldagroforestrycentre.org/sea

Ketentuan dan hak cipta

ICRAF memegang hak cipta atas publikasi dan *web page* buku ini, namun memperbanyak untuk tujuan non-komersial dengan tanpa merubah isi yang terkandung di dalamnya diperbolehkan. Pencantuman referensi diharuskan untuk semua pengutipan dan perbanyakan tulisan dari buku ini. Pengutipan informasi yang menjadi hak cipta pihak lain tersebut harus dicantumkan sesuai ketentuan. *Website link* yang disediakan oleh website kami menganut kebijakan tertentu yang perlu dihormati. Informasi yang diberikan oleh ICRAF, sepengetahuan kami akurat, namun kami tidak memberikan jaminan dan tidak bertanggungjawab apabila timbul kerugian akibat penggunaan informasi tersebut. ICRAF menyimpan basis data yang digunakan dalam penulisan informasi kami. Namun data tersebut tidak disebarluaskan. Semua pihak dipersilahkan menambahkan *link* dari website atau publikasinya ke website kami www.worldagroforestrycentre.org/sea.

World Agroforestry Centre (ICRAF)

Transforming Lives and Landscapes
International Centre for Research in Agroforestry
Southeast Asia Regional Office
Jl. CIFOR, Situ Gede, Sindang Barang, Bogor 16680
PO Box 161, Bogor 16001, Indonesia
Tel: +62 251 625415; Fax: +62 251 625416; Email: icraf-indonesia@cgiar.org
<http://www.icraf.cgiar.org/sea> or <http://www.worldagroforestrycentre.org/sea>

ISBN 979-3198-20-6

Gambar depan: Agroforestri berbasis Durian (*Durio zibethinus*) di Maninjau, Danau Singkarak dan 'ikan bilih' (ikan khas di danau ini), aliran air dari Danau Singkarak ke Sungai Ombilin, dan kincir air yang merupakan sistem irigasi tradisional untuk sawah.

Foto: Meine van Noordwijk

Disain/tata letak: Dwiati Novita Rini

Ringkasan Eksekutif

Fungsi daerah aliran sungai (DAS) dan bagaimana fungsi tersebut dipengaruhi oleh 'pembangunan' banyak diperdebatkan serta menjadi perhatian berbagai pihak...

Bila hutan alam ditebang atau dirambah dengan cara tebas bakar untuk penanaman tanaman kayu-kayuan atau tanaman pangan..., bila jalan dibangun pada lereng hutan sehingga menyebabkan longsor dan mempercepat pergerakan lumpur ke sungai..., bila manusia memulai kehidupan di hulu DAS dan mengotori sungai karena limbah rumah tangga dan ternak atau penggunaan bahan kimia pertanian ..., bila permintaan akan air meningkat karena peningkatan penggunaan irigasi sawah, industri atau perkotaan ..., bila pohon umur pendek yang memerlukan air lebih banyak ditanam menggantikan tanaman lain ..., bila instansi pemerintah mengendalikan dan menerapkan secara sepihak dalam memecahkan masalah bagi masyarakat lokal ..., bila dataran banjir dan rawa yang semestinya menyediakan penampungan dan penyangga banjir didrainase untuk 'pembangunan' ..., atau bila pemukiman dibangun pada tempat yang peka banjir dan pelumpuran, ... maka hasil akhirnya adalah 'timbulnya masalah berkenaan dengan fungsi DAS' yang mempengaruhi kita semua melalui satu atau lain proses.

namun sesungguhnya, banyak cara yang dapat ditempuh untuk memecahkan masalah-masalah tersebut yaitu melalui kombinasi hutan, agroforestry, dan pertanian lahan kering...

Solusi yang umum ditempuh dalam 'rehabilitasi DAS' adalah penanaman pohon, dengan harapan dapat memulihkan sifat-sifat hutan alam yang aman bagi lingkungan. Namun hutan alam hanya mampu memberikan kehidupan pada daerah yang kepadatan penduduknya rendah, tetapi tidak memberikan solusi pada daerah yang padat penduduknya. Adakalanya penanaman kayu-kayuan meningkatkan masalah (misalnya, tanaman pohon umur pendek dengan konsumsi air tinggi dapat menurunkan aliran sungai pada

musim kemarau). Oleh karena itu, diperlukan sistem pertanaman campuran yang multistrata sehingga dapat melindungi tanah, menjaga kuantitas dan kualitas air serta menyediakan sumber mata pencaharian bagi masyarakat lokal yang miskin sumberdaya.

Persepsi yang sama (kriteria dan indikator) tentang masalah yang akan dipecahkan perlu dimiliki...

Karena banyak 'solusi' yang dapat ditempuh dalam memecahkan masalah, maka harus dimengerti secara spesifik tentang apa sesungguhnya yang menjadi masalah dan solusi seperti apa yang dipilih agar dapat menjawab masalah dengan benar. Ada tiga kriteria dalam DAS yaitu kuantitas air (transmisi air, buffer aliran puncak, pengaliran air secara perlahan), kualitas air (penurunan muatan sedimen dan pencemar lain, menjaga keaneka-ragaman hayati air) dan kestabilan permukaan lahan (pencegahan longsor, pengendalian kehilangan kesuburan tanah karena erosi). Ketiga kriteria tersebut perlu dikombinasikan dengan kriteria lain yaitu mempertahankan keanekaragaman hayati serta meningkatkan kesejahteraan ekonomi dan sosial penduduk yang hidup di sekitar DAS. Apabila bertentangan dengan kriteria tersebut, berbagai 'solusi' yang ditempuh bahkan dapat mendatangkan masalah baru. Berbagai pihak terkait kadang-kadang mempunyai kepentingan yang berlawanan, sehingga proses negosiasi diperlukan untuk merumuskan pengelolaan sumberdaya alam secara terpadu.

Sebagai contoh, pendekatan GNRHL, di satu sisi bertujuan untuk mengamankan lingkungan, tetapi bila tidak dilaksanakan dengan benar bahkan dapat menya-nyikan peluang partisipasi penduduk lokal...

Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan yang tengah berjalan di Indonesia bertujuan untuk memecahkan masalah degradasi DAS melalui program penanaman X juta pohon pada 500.000 ha 'lahan kritis' setiap tahun. Berbagai asumsi/prasyarat perlu dipenuhi untuk suksesnya program ini, yaitu:

1. Konvergensi (penyamaan) persepsi dari berbagai pihak mengenai sumbangan pohon-pohonan terhadap lingkungan dan masyarakat
2. Kesesuaian dan keselarasan bibit kayu-kayuan yang disediakan dengan keadaan ekosistem pertanian yang ada
3. Adanya jaminan bahwa bibit pohon tersebut diterima (ditanam) dan dipelihara sesudah penanaman

4. Adanya jaminan bahwa mata pencaharian masyarakat lokal tidak terganggu karena perubahan penggunaan lahan
5. Perlunya pendidikan masyarakat sejak dini, mulai dari tingkat sekolah dasar, mengenai hubungan penggunaan lahan dengan lingkungan dan keadaan sosial ekonomi yang berdasarkan ilmu pengetahuan, bukan mitos
6. Penguatan kelembagaan pada tingkat lokal/ petani
7. Penerapan pendekatan partisipatif (bukan pendekatan 'proyek') dengan 'pendampingan' ('fasilitasi') oleh LSM dan peneliti, termasuk pemberdayaan masyarakat lokal dalam mendapatkan hak penggunaan lahan dan mendapatkan sumberdaya pohon-pohonan setempat.

untuk mendukung pengelolaan lahan dapat dilakukan dengan menanam pohon yang dapat memberikan keuntungan bagi penduduk lokal dan sekaligus dapat mencapai tujuan nasional berupa pengamanan lingkungan

Indonesia kaya dengan contoh lansekap dimana petani mengkombinasikan penggunaan pohon-pohonan untuk tujuan produktif, namun mempunyai sifat seperti hutan alam yang dapat memberikan jasa lingkungan dan juga untuk produksi tanaman pangan secara intensif. Jejaring (mozaik) lansekap agroforestry dapat dipandang sebagai kebun lindung yang menjanjikan kombinasi keuntungan ekonomi dan lingkungan. Namun masih terdapat kendala yaitu belum adanya pengakuan terhadap sistem ini, karena dianggap tidak memenuhi definisi yang berlaku untuk 'hutan' atau adanya masalah dengan peraturan dan kebijakan penggunaan lahan – walaupun sistem ini dapat memenuhi kriteria dan indikator fungsi hutan.

perlu memastikan agar pihak lain di luar masyarakat penghasil jasa dapat memberikan pengakuan dan penghargaan secara transparan, efektif dan memihak kepada petani miskin.

Cara baru untuk membangun hubungan hulu-hilir yang dapat memenuhi keinginan semua pihak, memerlukan pengaturan pembagian keuntungan yang dinikmati oleh penduduk hilir dari sumberdaya air yang terlindung dengan baik, dapat meningkatkan pengakuan dan penghargaan kepada penduduk hulu atas kemampuannya dalam memonitor dan memecahkan masalah, serta mengurangi kemiskinan desa. Gabungan antara penghargaan dan

pemberian imbalan kepada masyarakat maupun pribadi akan membawa keberhasilan dalam pengelolaan DAS. Lokasi uji coba untuk pendekatan baru ini adalah Singkarak (Sumatera Barat) dan Sumberjaya (Lampung) Uji coba yang dilakukan dikenal dengan RUPES (mekanisme pembayaran terhadap penduduk miskin atas jasa lingkungan yang disumbangkan).

Intisari pesan ini adalah:

Kita perlu membangun kembali komunikasi yang efektif untuk menyatukan persepsi lokal, ilmu pengetahuan, publik/dan kebijakan serta mengembangkan pengetahuan tentang pengaruh pembangunan terhadap 'fungsi DAS' dan mencoba mencari solusi dengan mengembangkan potensi lokal, bukan melalui solusi 'cetak biru' yang seragam dari satu tempat ke tempat lain.

Daftar Isi

Ringkasan Eksekutif	i
Hubungan antara Hutan dan Fungsi Daerah Aliran Sungai	
<i>Edi Purwanto dan Josien Ruijter</i>	1
Pendahuluan	1
Siklus Hidrologi Hutan Tropis Basah	2
Apakah akibat dari penebangan hutan?	10
Kesimpulan	21
Peranan Agroforestri dalam Mempertahankan Fungsi Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS)	
<i>Meine van Noordwijk, Fahmuddin Agus, Didik Suprayogo, Kurniatun Hairiah, Gamal Pasya, Bruno Verbist dan Farida</i>	23
Pendahuluan	24
Perkembangan konsep hutan dan air di Indonesia	25
Kriteria dan indikator	29
Fungsi hidrologi dalam hubungannya dengan penutupan lahan oleh pohon-pohonan	34
Kebun lindung	36
Sistem pendukung negosiasi	37
Diskusi dan kesimpulan	37
Jasa Lingkungan Pertanian dan Praktek Petani yang Layak Menerima Imbalan	
<i>Fahmuddin Agus</i>	39
Pendahuluan	40
Jasa lingkungan pertanian	41
Praktek pertanian yang pantas mendapat imbalan dan mekanisme pemilihan teknologi	49
Kesimpulan dan implikasi kebijakan	52
Kriteria dan indikator pengelolaan DAS yang digunakan dalam Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GNRHL) di Indonesia	
<i>Ahmad Fauzi Mas'ud, C. Nugroho, S.P., dan Irfan B. Pramono</i>	55
Pendahuluan	56
Kriteria dan indikator pengelolaan DAS	57

Kriteria dan indikator pengelolaan hutan	61
Rehabilitasi hutan dan lahan	65
Kesimpulan	68
Pengakuan dan pemberian imbalan bagi penyediaan jasa daerah aliran sungai (DAS)	
<i>Fiona J.C. Chandler dan Suyanto</i>	69
Jaminan kecukupan dan ketersediaan air bersih	70
Apakah pasar mampu menolong?	72
Nilai air dan jasa daerah aliran sungai (DAS)	73
Menggunakan mekanisme pasar - peluang dan masalah	75
Berbagai tipe mekanisme pasar	77
Apa yang diperlukan agar mekanisme pasar dapat memberi perlindungan bagi daerah aliran sungai	80
Pasar jasa DAS di Indonesia	85
Studi kasus di Indonesia	86
Kesimpulan	91
Pengembangan kelembagaan pengelolaan sumberdaya air untuk Satuan Wilayah Sungai Ombilin-Singkarak, di Sumatera Barat, Indonesia: Suatu studi tentang pembagian peran dalam pengelolaan wilayah sungai	
<i>Rudi Febriamansyah, Ifdal, dan Helmi</i>	93
Pendahuluan	94
Sekilas Tentang Satuan Wilayah Sungai (SWS) Inderagiri	95
Permasalahan dalam pengelolaan sumber daya air	97
Dampak beroperasinya PLTA Singkarak	99
Masalah pembagian peran dalam pengelolaan sumberdaya air	101
Pengembangan Kelembagaan Pengelolaan SWS Inderagiri	102
Ucapan terimakasih	107
Tantangan dan peluang pelaksanaan program RUPES di daerah tampungan air Danau Singkarak	
<i>Rizaldi Boer, Abubakar Bulek, dan Alimin Djisbar</i>	109
Pendahuluan	110
Kondisi daerah tangkapan air (DTA) dan danau	111
Penduduk dan kelembagaan	112
Isu-isu lingkungan	113
Intervensi mitigasi yang mungkin dilakukan	114
Usulan mekanisme pemberian imbalan	116

Proyek RUPES di Singkarak	118
Kesimpulan	120
Laporan singkat kelompok diskusi	121
Kelompok 1. Kriteria dan indikator masalah DAS dari sudut pandang kebijakan dan penelitian	121
Kelompok 2. Praktek-praktek para petani yang ramah lingkungan dan pengetahuan lokal tentang lingkungan	124
Kelompok 3. Mekansime dan kemungkinan kendala pemberian imbalan kepada petani atas jasa hidrologis aktual	127
Diskusi Pleno	128
Kunjungan lapangan ke Danau Singkarak dan Danau Maninjau	131
Daftar Pustaka	139
Daftar Peserta	147

Hubungan antara Hutan dan Fungsi Daerah Aliran Sungai

Edi Purwanto¹⁾ dan Josien Ruijter²⁾

¹⁾ Widyaiswara, Pusat Pendidikan dan Latihan Kehutanan, Bogor, Indonesia. Sekarang diperbantukan sebagai Program Manager pada Wildlife Conservation Society – Indonesia Program, Bogor

²⁾ Fasilitator, International Centre for Research in Agroforestry, Southeast Asia Regional Office, Bogor, Indonesia

Bila hutan dialihgunakan menjadi penggunaan lahan lain, maka tanah, tanaman dan juga siklus hidrologi yang ada di dalamnya akan terpengaruh. Bab ini membahas berbagai akibat dari alih guna hutan tropis basah menjadi lahan pertanian, terutama dampaknya terhadap hasil air dan erosi. Strategi konservasi tanah juga akan dibahas, karena sangat penting dalam usaha mengembalikan penggunaan lahan ke bentuk penggunaan yang tepat. Strategi tersebut sekaligus ditujukan untuk meningkatkan produksi pertanian lahan kering tadah hujan.

Pendahuluan

Dengan keanekaragaman tanaman dan hewannya yang unik, hutan tropis menyediakan makanan, serat, kayu, obat-obatan, dan bahan bakar dalam jumlah besar bagi petani lokal, pemburu, dan penduduk kota (meskipun secara tidak langsung). Hutan juga begitu penting bagi komunitas dunia secara keseluruhan, karena merupakan unsur yang sangat penting dalam keseimbangan dan penambatan karbon global serta menyimpan sebagian besar keanekaragaman hayati.

Akhir-akhir ini, banyak hutan dibuka untuk memperluas daerah lahan pertanian yang produktif. Dengan demikian hutan kehilangan ciri dan fungsinya yang unik bagi kebutuhan manusia. Beruntunglah, di negara-negara tropis dan negara-negara beriklim sedang para ahli konservasi dan masyarakat perkotaan memberikan perhatian terhadap kesejahteraan penduduk asli dan pengaruh lingkungan yang buruk akibat kerusakan hutan. Metode yang digunakan dalam alihguna lahan hutan menjadi lahan pertanian perlu diperhatikan. Selain itu, hal yang juga sangat penting diperhatikan adalah bagaimana lahan pertanian tersebut dikelola - karena

beberapa fungsi hutan dapat dipertahankan pada lansekap pertanian, sementara fungsi lainnya (terutama keanekaragaman hayati) kemungkinan besar akan hilang akibat alihguna lahan hutan.

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mempertahankan fungsi hutan di daerah tropik basah, yang tentunya memberikan berbagai konsekuensi terhadap produktifitas, keanekaragaman hayati, dan jasa lingkungan, yaitu:

- Mempertahankan hutan dengan sedikit atau tanpa gangguan dari manusia, sebagai hutan lindung
- Pengelolaan hutan secara lestari bagi kelanjutan produksi kayu dan komoditas serta jasa lingkungan seperti konservasi tanah dan air, kehidupan hewan liar, serta rekreasi
- Pembukaan hutan untuk tanaman pangan yang selanjutnya diikuti dengan penanaman tanaman tahunan komersial, dan tetap membiarkan tumbuhnya kembali spesies hutan dalam konteks agroforestri
- Pembukaan hutan dan mempergunakannya secara permanen untuk pertanian dan padang gembala, perkebunan atau agroforestri.

Konsekuensi terhadap hasil air dan erosi akibat cara yang dipilih seperti tersebut di atas dapat dipahami dengan mempelajari ilmu hidrologi dasar pada daerah hutan. Tinjauan masalah hidrologi ini sebagian besar mengacu pada artikel yang ditulis oleh Bruijnzeel (2004), namun penulis memberikan interpretasi lebih lanjut.

Siklus Hidrologi Hutan Tropis Basah

Bagian ini menjelaskan adanya interaksi antara vegetasi hutan, tanah, dan atmosfer. Proses interaksi berbagai faktor tersebut dalam sebuah ekosistem disebut siklus hidrologi dan berdasarkan siklus hidrologi ini, kita dapat memahami tentang apa yang akan terjadi jika hutan dialihgunakan menjadi penggunaan lahan lain.



Gambar 1: Hutan dengan epifit yang hanya tumbuh subur dalam keadaan udara lembab (Sumber: Hamilton dan Bruijnzeel, 2000)

Siklus hidrologi meliputi beberapa faktor yang mempengaruhi siklus air dalam suatu sistem. Faktor-faktor tersebut adalah:

- Presipitasi (curah hujan)
- Intersepsi oleh tajuk tanaman atau seresah di permukaan tanah
- Curah antar tajuk (*throughfall*) dan aliran batang (*stemflow*) yang mencapai permukaan tanah
- Infiltrasi dan aliran permukaan
- Evapotranspirasi (evaporasi dan transpirasi)

Presipitasi

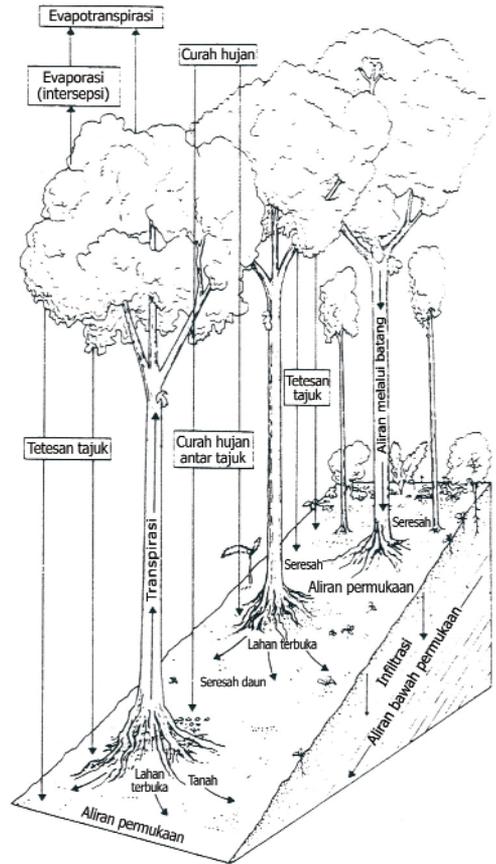
Hujan merupakan sumber utama presipitasi bagi hutan-hutan di daerah tropis basah. Sebagian kecil air hujan dapat mencapai lantai hutan secara langsung melalui celah antara daun atau antara tajuk tanaman (*throughfall*) tanpa menyentuh tajuk terlebih dahulu.

Intersepsi

Dari curah hujan yang menimpa vegetasi, sebagian besar tertahan pada daun-daunan (tajuk tanaman) dan menguap kembali ke atmosfer selama dan beberapa saat sesudah peristiwa hujan.

Curah antar tajuk dan aliran melalui batang

Sisa curah hujan yang tidak tertahan tajuk dan dahan melalui intersepsi, akan mencapai lantai hutan sebagai tetesan tajuk (*crown drip*) dan aliran melalui dahan dan ranting sebagai aliran batang (*stemflow*). Jumlah curah hujan antar tajuk (*throughfall*), tetesan dari tajuk (*crown drip*), dan aliran melalui batang (*stemflow*) disebut dengan presipitasi efektif (*net precipitation*).



Gambar 2: Siklus hidrologi untuk ekosistem hutan (Sumber: Critchley dan Bruijnzeel, 1994)

Curah hujan yang mencapai permukaan tanah akan menemui sistem saringan (filter) yang menentukan aliran mencapai alur sungai. Air yang mengalir melalui berbagai alur tersebut dapat mencuci zat hara tanaman pada sistem perakaran (*rizosfir*).

Evapotranspirasi

Air menguap dari permukaan tanah dan kembali ke atmosfer yang dikenal sebagai evaporasi. Kandungan kelembaban tanah dan kedalaman air tanah mempunyai peranan penting dalam menentukan jumlah evaporasi. Selain itu, air juga dikembalikan ke atmosfer dengan transpirasi melalui daun-daun tanaman. Proses ini dipengaruhi oleh sifat iklim, tanah, dan fisiologi tanaman. Evaporasi dari tanah dan kehilangan air melalui transpirasi tanaman sulit diukur secara terpisah, oleh karena itu keduanya sering digabungkan dan disebut dengan evapotranspirasi. Evapotranspirasi biasanya dihitung menggunakan rumus empirik yang dilengkapi dengan pengukuran temperatur udara, kelembaban nisbi, lamanya siang (panjang hari), jumlah jam penyinaran matahari, dan kecepatan angin.

Hutan dapat mempengaruhi evapotranspirasi karena adanya turbulensi angin, kelembaban udara yang tinggi, intersepsi air hujan, dan sistem perakaran. Secara umum, hutan dapat mengembalikan lebih banyak air ke atmosfer dibandingkan dengan tipe vegetasi lain atau tanah bera (gundul) karena besarnya transpirasi dan evaporasi air terintersepsi.

Apakah pengaruh hutan terhadap infiltrasi dan kandungan lengas tanah?

Secara umum, laju infiltrasi di hutan lebih tinggi dari jenis penggunaan lahan lainnya, karena banyaknya pori-pori hayati (biofor) di dalam tanah. Pori-pori hayati terjadi karena adanya aktifitas fauna tanah, akar, dan kandungan bahan organik yang tinggi. Keberadaan seresah daun dapat melindungi pori-pori tanah dari penyumbatan, oleh karena itu tanah hutan memiliki kemampuan penyimpanan air yang tinggi.

Busa basah atau busa kering

Kompleknya tanah hutan, perakaran dan seresah, sering digambarkan sebagai 'busa' (*sponge*) yang dapat menyerap dan menyimpan air pada saat hujan dan melepaskannya secara perlahan di musim kering. Bila busa tersebut sudah jenuh air, maka tidak akan mampu menyimpan tambahan air. Keadaan ini sering terjadi ketika hujan lebat atau sesudah beberapa hari turun hujan berturut-turut walaupun curah hujannya sedang.

Kecepatan air meninggalkan busa merupakan topik yang menarik untuk didiskusikan. Walaupun tanah hutan mempunyai kemampuan yang lebih tinggi menyerap dan menyimpan air dibandingkan dengan tanah yang kandungan bahan organiknya lebih rendah, tetapi sebagian besar air yang tersimpan akan dikonsumsi kembali oleh vegetasi hutan, bukan digunakan sebagai cadangan air untuk mempertahankan tingkat aliran dasar (*base flow*) sungai.

Apakah pengaruh hutan terhadap aliran permukaan dan aliran sungai?

Jika intensitas curah hujan di bawah hutan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, maka kelebihan air yang tidak terserap oleh tanah akan mengalir sebagai aliran permukaan atau disebut juga dengan "*Hortonian flow*" atau "*infiltration excess*". Air yang terinfiltrasi akan meresap ke dalam tanah tergantung pada daya hantar hidrolis vertikal dan lateral, kelembaban tanah dan kecuraman lereng, dengan melalui satu atau lebih alur untuk menuju ke sungai utama. Hutan memiliki daya tampung dan daya infiltrasi air yang tinggi, karena itu aliran permukaan jarang terjadi pada lahan hutan. Jika hal itu terjadi, hanya terbatas pada daerah yang permukaan tanahnya terganggu, misalnya kebakaran. Karena banyaknya pori di dalam tanah, maka sebagian besar air mengalir sebagai aliran cepat di bawah permukaan tanah yang dapat menyumbangkan aliran puncak di sungai.

Tingginya kemampuan infiltrasi tanah hutan, air dengan mudah mencapai sistem air tanah (*ground water*), sehingga jumlah air yang ditampung pada '*reservoir*' air tanah menjadi tinggi. Air ini dilepaskan lagi secara bertahap sebagai aliran dasar (*baseflow*) ke sungai-sungai. Karena tingginya kapasitas evapotranspirasi, secara umum hutan melepas air ke sungai dalam jumlah yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan lainnya.

Hutan awan

Lingkar awan atau kabut di pegunungan tropis, dimana sejumlah air dapat mencapai permukaan tanah, sangat dipengaruhi oleh keberadaan pohon-pohonan. Pada hutan-hutan yang disebut sebagai "hutan awan", "hutan peri", atau "hutan berlumut" ini, sebagian besar presipitasi berasal dari intersepsi awan rendah dan kabut yang terbawa angin ke tajuk tumbuh-tumbuhan.

Hutan awan biasanya bertajuk rendah, bergelombang, didominasi epifit, mempunyai kanopi yang rapat dan terdiri dari spesies berdaun keras. Hutan awan ditemukan pada kisaran ketinggian tempat (*altitude*) yang sempit, tetapi berada pada tempat yang sangat beragam, mulai dari daerah tropis sampai ke daerah iklim

sedang. Hutan awan berkembang pada ketinggian 500 m di atas permukaan laut pada pulau-pulau kecil di daerah khatulistiwa basah seperti Fiji, tetapi juga terdapat pada pulau-pulau kecil di daerah semi kering di tengah samudera yang berlawanan dengan arah angin dari pegunungan. Hal ini berlawanan dengan yang terjadi di daerah iklim basah, dimana hutan kerdil dengan epifit dan lumut kerak biasanya berkembang pada daerah pegunungan yang berhadapan dengan arah datangnya angin. Hutan awan lebih sering ditemukan di pegunungan besar dengan ketinggian berkisar antara 2000 sampai 3500 m di atas permukaan laut seperti Pegunungan Andes. Dari pergerakan massa udara



Gambar 3: Hutan awan (Sumber: Hamilton dan Bruijnzeel, 2000)

Di sekitar pantai daerah kering Pasifik di Cili, Bolivia, dan Peru, terdapat kabut menetap yang disebut *camanchaca*. Kabut ini menyelimuti dataran tinggi antara 500 sampai 1000 m di atas permukaan laut. Jala dan layar buatan didirikan dan pepohonan ditanam untuk menangkap uap air dan menampung air jernih bagi kebutuhan daerah sekitarnya.

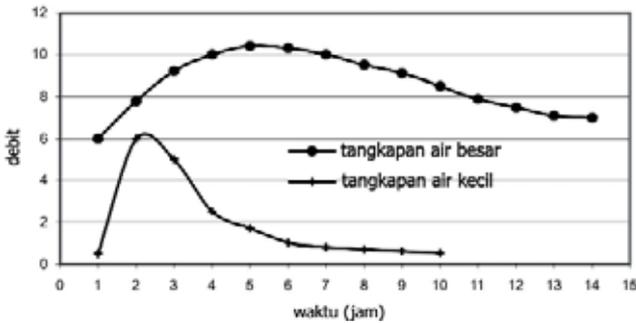
Di daerah dataran tinggi Jawa Barat, Indonesia, pada ketinggian 800 m ke atas dibangun perkebunan teh di tempat yang sebelumnya merupakan bukit hutan awan. Perkebunan teh memberikan penutupan lahan yang sempurna, tetapi daya tangkapnya terhadap kabut (fungsinya sebagai hutan awan) menjadi hilang.

yang jenuh, pohon-pohonan dengan epifit, lumut kerak dan lumutnya mampu mengkondensasikan bintik-bintik air yang kemudian menetes dari daun atau mengalir melalui batang ke permukaan tanah sehingga menambah pasokan air (presipitasi) di daerah tersebut. Sumbangan dari penangkapan kabut seperti ini dapat mencapai hingga beberapa ratus mm per tahun, bahkan dapat menjadi satu-satunya input bagi kelembaban tanah di musim kering.

Sifat lain hutan awan yang juga dianggap penting adalah penggunaan airnya sangat rendah, hal ini mungkin berkaitan dengan kondisi pohonnya yang rendah. Tidak mengherankan, jika total aliran sungai di daerah hutan awan lebih tinggi dari jumlah presipitasinya karena ada tambahan air dari kabut atau awan. Oleh karena itu, hulu suatu daerah aliran sungai (DAS) yang diselubungi hutan awan harus dilindungi untuk menjamin suplai air yang teratur ke daerah hilirnya. Dalam keadaan alami, hutan awan dengan lingkungan hidup, struktur, dan spesiesnya yang unik memiliki peran besar bagi keanekaragaman hayati. Sayangnya, di beberapa daerah pegunungan tropis, hutan-hutan tersebut menghilang dengan cepat. Penggantian pepohonan dengan tanaman pangan menghilangkan sumbangan air melalui penangkapan awan dan selanjutnya dapat mengakibatkan berkurangnya aliran sungai.

Pengukuran hasil air dan erosi pada tangkapan air kecil dan tangkapan air besar

Dalam melakukan penelitian hidrologi, input dan output hidrologi dihitung dari suatu tangkapan air (*catchment*). Tangkapan air ini dapat berupa DAS besar atau hanya sebuah tangkapan air kecil seluas beberapa hektar. Untuk meneliti respon dari suatu daerah terhadap perubahan lahan, penggunaan tangkapan air kecil lebih disukai oleh para peneliti karena ketika perubahan lahan terjadi, biasanya akan terjadi secara seragam mencakup seluruh daerah tersebut. Hal ini akan memberikan perubahan yang nyata pada faktor-faktor hidrologi bila dibandingkan dengan pengukuran dari tangkapan air besar, dimana alih guna lahan dan perubahan-perubahannya hanya terjadi pada sebagian dari DAS tersebut. Semakin besar tangkapan air, semakin besar pula keragaman penggunaan lahan dan variasi respon hidrologi di dalamnya baik segi ruang maupun waktu. Karena itu hasil pengukuran dari tangkapan air kecil (*micro catchment*) tidak dapat dengan mudah diekstrapolasi ke tangkapan air yang lebih besar.



Gambar 4: Perbedaan hasil air antara tangkapan air dan tangkapan air besar.

Tangkapan air Kecil	Tangkapan air Besar
Curah hujan seragam	Curah hujan bervariasi menurut ruang dan waktu
Penggunaan lahan seragam	Penggunaan lahan beragam
Keadaan geologi seragam	Keadaan geologi beragam

Di dalam suatu DAS, perbedaan respon antara beberapa sub DAS kecil yang ada di dalamnya lebih ditentukan oleh sifat tangkapan air (seperti: geologi, topografi, tanah, dan karakter vegetasi) daripada input meteorologi (variasi keadaan meteorologi relatif kecil di dalam suatu DAS). Pada tangkapan air besar terdapat variasi ruang (*spatial*) dan waktu (*temporal*) yang lebih nyata dalam hal keadaan meteorologi (curah hujan, penyinaran matahari, angin). Oleh karena itu sifat hidrologi seperti debit air, berbeda antara DAS besar dan DAS kecil.

Di dalam tangkapan air kecil, variasi ruang untuk jenis tanah, keadaan drainase, dan vegetasi relatif lebih kecil. Tangkapan air kecil di daerah hulu memungkinkan terjadinya kebocoran dan sebagian aliran menjadi tidak terukur. Kebocoran dan ketidakaturan aliran air disebabkan karena air mengalir sebagai aliran bawah permukaan di antara batuan, patahan atau masuk ke cekungan di lembah. Hal ini sering menyebabkan pengukuran hara yang hilang melalui proses hidrologi menjadi lebih rendah (*underestimate*) atau kesalahan perhitungan dalam faktor-faktor yang berkaitan dengan siklus hidrologi. Pengukuran hasil air dan hilangnya tanah dapat pula dilakukan di daerah-daerah yang sangat kecil seperti di petak-petak percobaan yang luasnya hanya beberapa meter persegi. Karena luasannya sangat kecil, maka pengaruh aliran air tanah dapat diabaikan dan sifat permukaan tanah pada petakan kecil ini tidak dapat dibandingkan langsung dengan permukaan DAS yang lebih luas. Dalam DAS berukuran besar hampir seluruh fungsi-fungsi daerah aliran

sungai dapat digunakan untuk menghitung keseimbangan air daerah tersebut.

Apakah keseimbangan air itu?

Keseimbangan air pada suatu daerah dapat digunakan untuk menghitung berbagai input dan output daerah tersebut. Input utama suatu daerah adalah presipitasi. Outputnya adalah penguapan (evaporasi), transpirasi oleh tanaman, aliran sungai, dan aliran air tanah.

$$P = E_i + E_s + T + Q_s + Q_g + \Delta S$$

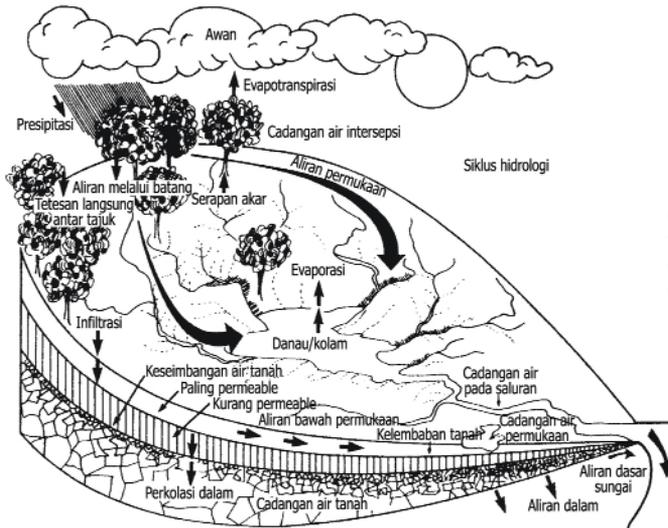
P = Presipitasi,

E_i, E_s = evaporasi dari air yang terintersepsi pada tajuk tanaman dan permukaan tanah,

T = Transpirasi oleh tanaman,

Q_s, Q_g = aliran sungai dan aliran bawah tanah,

ΔS = Perubahan kadar air tanah.



Gambar 5: Sebuah tangkapan air dengan berbagai input dan output hidrologinya (Sumber: Messerly dan Ives, 1977).

Secara singkat, dapat dikatakan bahwa hutan memiliki siklus hidrologi spesifik, yang dikendalikan oleh **interaksi** antara **vegetasi, tanah, lansekap, iklim,** dan seterusnya. Jika interaksi ini terganggu, berbagai faktor dalam siklus hidrologi (evapotranspirasi, intersepsi, curah hujan antar tajuk, dan infiltrasi) akan berubah dan responnya akan berbeda terhadap curah hujan.

Apakah akibat dari penebangan hutan?

Pada umumnya, dapat dibedakan tiga tingkat intensitas kerusakan hutan:

- Rendah: kejadian penebangan hutan berskala kecil dan berlangsung pada waktu yang singkat.
- Sedang: tebang pilih (penebangan tanaman hutan secara selektif), kebakaran hutan, perladangan berpindah – ada harapan vegetasi hutan akan pulih kembali
- Tinggi: pembukaan hutan, perubahan penggunaan lahan menjadi padang rumput, penanaman tanaman pohon-pohonan secara monokultur, hutan tanaman industri, atau penanaman tanaman semusim secara permanen – sangat kecil harapan untuk pulihnya vegetasi hutan.



Gambar 6: Pembukaan hutan secara tebas bakar dapat menjadi awal terganggunya siklus hidrologi dan dapat pula merupakan awal dari proses alih guna lahan yang tidak dapat balik (Sumber: Dephutbun, 2000).

Berbagai operasi penebangan kayu di hutan (*logging*) mengakibatkan gangguan terhadap tanah dan vegetasi. Cara '*logging*' memberikan pengaruh yang sangat berbeda terhadap kerusakan fungsi DAS. Penggunaan alat-alat berat yang memadatkan tanah, penarikan kayu gelondongan ke sungai untuk memudahkan transportasi, dan sistem penebangan yang tidak hati-hati, dapat menyebabkan kerusakan besar terhadap fungsi DAS.

Karena saat ini sebagian besar kawasan hutan di dataran rendah sudah dialih-gunakan menjadi lahan pertanian, maka para penebang kayu mengalihkan perhatiannya ke dataran tinggi dan lahan berlereng curam.

Pada dataran tinggi dan lahan berlereng, alat-alat berat digunakan untuk menebang dan mengangkut, hingga 30% permukaan lahan akan menjadi gundul berupa jalan lalu lintas alat berat dan jalan setapak. Dalam kondisi tersebut, terutama pada tanah liat yang basah, porositas dan infiltrasinya akan sangat berkurang setelah penggunaan kendaraan.

Pengaruh hidrologis akibat alih guna hutan

Sebagai akibat dari penggundulan hutan, tanggapan lahan terhadap hujan akan berubah tergantung pada sistem penebangan hutan, iklim wilayah, kondisi geologi, dan curah hujan selama dan sesudah alih guna lahan.

Kunci dari perilaku hidrologis suatu hutan adalah keberadaan tajuk dan lantai hutan dengan serasah dedaunanannya serta terkonsentrasinya akar. Tajuk (melalui intersepsi air hujan, evaporasi dan transpirasi) bersama dengan serasah di atas tanah (berpengaruh terhadap infiltrasi) sangat penting dalam lingkaran hidrologi hutan. Satu faktor paling penting yang akan berubah ketika terjadinya penggundulan hutan dan gangguan terhadap tanah adalah menurunnya kemampuan tanah menyerap air; dengan kata lain '*kemampuan infiltrasi tanah menurun*'.

Secara umum, setelah alih guna hutan tropis ke lahan pertanian, kapasitas infiltrasi tanah dan pengambilan air oleh pepohonan menurun karena alasan-alasan berikut:

- ***Tersingkapnya permukaan tanah gundul terhadap pukulan air hujan yang deras***

Jika tajuk dan lapisan serasah pelindung permukaan tanah dihilangkan, tanah akan terbuka sehingga mudah tererosi oleh tenaga air hujan. Sebagian pori-pori tanah tertutupi sehingga air tidak dapat meresap dan menyebabkan terjadi peningkatan aliran permukaan serta erosi. Akibat dari erosi ini, lapisan tanah atas yang subur dan permeabel (mudah dirembesi air) akan hilang atau memadat, sehingga menurunkan kapasitas infiltrasi.

- ***Menurunnya transpirasi***

Alih fungsi lahan hutan ke lahan-lahan pertanian menurunkan transpirasi karena tanaman pertanian tidak mempunyai tajuk secara terus menerus sepanjang tahun dan luas daun dari tanaman pertanian lebih rendah dibandingkan dengan luas daun tumbuhan hutan. Tanaman pertanian cenderung mempunyai sistem perakaran yang dangkal dibandingkan sistem perakaran pepohonan dan sebagai konsekuensinya tanaman pertanian ini hanya menggunakan air tanah

bagian atas saja. Dengan turunnya transpirasi berarti meningkatnya jumlah aliran air tahunan ke sungai.

- ***Pemadatan tanah lapisan atas***

Jika hutan tropis dialihgunakan ke lahan-lahan pertanian, pemukiman, atau kedua-duanya, maka luas areal yang kedap air seperti jalan, pekarangan dan atap akan meningkat sehingga menyebabkan peningkatan aliran permukaan dan penurunan infiltrasi.

- ***Lenyapnya aktivitas fauna tanah secara perlahan-lahan***

Sebagian besar fauna tanah (secara tidak langsung) tergantung pada kontinuitas pasokan bahan organik dalam bentuk serasah daun, buah, atau serasah kayu. Alih guna hutan cenderung menurunkan serasah yang juga menurunkan persediaan makanan bagi fauna tanah. Lebih jauh, penggunaan pupuk dan pestisida menurunkan aktivitas fauna tanah, dengan demikian, menurunkan laju olah tanah (*soil tillage*) secara alamiah oleh fauna.



Gambar 7. Genangan air dan aliran air permukaan karena menurunnya kapasitas infiltrasi tanah (sumber: van Dijk, 2002)

Erosivitas hujan di daerah tropis

Di daerah tropika basah curah hujan biasanya tinggi, dengan sejumlah besar air hujan turun dalam tempo yang singkat. Karakteristik hujan seperti ini, menyebabkan butir-butir air hujan mempunyai energi kinetik yang tinggi sehingga memberikan kekuatan erosivitas yang tinggi.

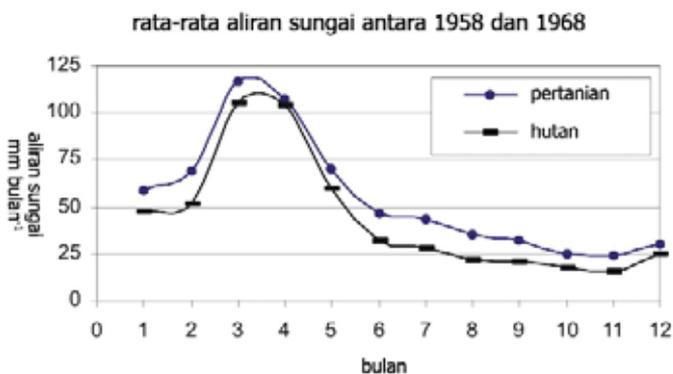
Respon dari total aliran sungai: hasil air menjadi lebih banyak

Salah satu akibat dari perubahan penggunaan lahan hutan ke pertanian adalah meningkatnya jumlah aliran tahunan yang keluar dari areal (DAS)

tersebut. Kejadian ini merupakan konsekuensi sederhana dari keseimbangan air; jika evaporasi dari air yang diintersepsi dan transpirasi oleh tanaman berkurang, maka air yang mengalir sebagai aliran sungai menjadi lebih banyak, apalagi setelah kapasitas penyimpanan air oleh tanah tidak mampu menampung lagi. Total hasil air di daerah tangkapan (DAS) meningkat secara signifikan pada pertanian lahan kering (sekitar 150-450 mm per tahun, tergantung curah hujannya) dibandingkan hutan alami. Namun, peningkatan hasil air lebih banyak berupa peningkatan debit puncak dari pada peningkatan aliran dasar. Hal ini menunjukkan adanya potensi peningkatan frekuensi dan intensitas banjir pada daerah hilir yang rawan banjir.

Respon dari total aliran sungai: aliran yang tersangga menjadi lebih sedikit

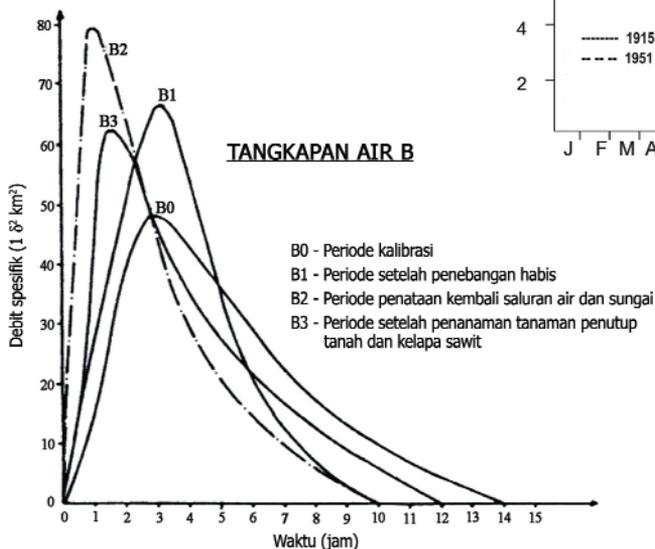
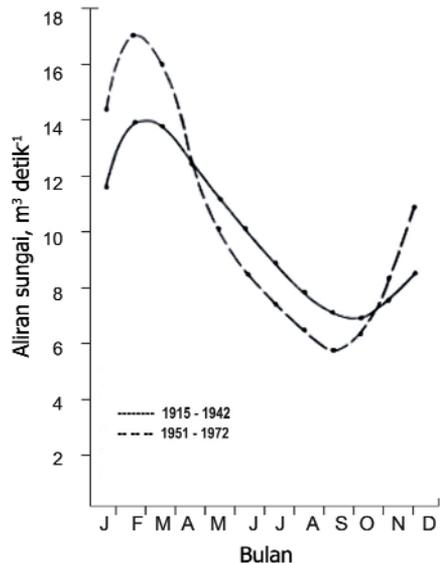
Setelah penebangan, hutan masih menyimpan beberapa persen penutup lahan yang melindungi tanah dari erosi. Tetapi setelah pembersihan lantai hutan (*forest floor*), lapisan pelindung yang berupa serasah daun, cabang dan batang pohon menjadi hilang, sehingga permukaan tanah menjadi tersingkap. Tidak ada lagi pepohonan yang dapat mengintersepsikan air hujan dan menguapkannya langsung ke atmosfer. Tingginya intensitas hujan di daerah tropis basah, menyebabkan pori tanah menjadi tersumbat dan kapasitas infiltrasi tanah menurun secara drastis karena pecahnya agregat tanah. Hal ini menyebabkan meningkatnya tanggapan DAS terhadap hujan dan meningkatnya aliran permukaan selama musim hujan. Peningkatan ini bisa menjadi sangat besar sehingga mengurangi pengisian kembali pori tanah dan cadangan air tanah secara nyata, yang seharusnya menjadi sumber mata air dan mempertahankan aliran dasar.



Gambar 8. Perubahan distribusi musiman aliran sungai yang mengikuti perubahan penggunaan lahan di daerah Mbeya (Tanzania), dimana hutan pegunungan dialihgunakan menjadi pertanian subsisten; dalam kasus ini aliran sungai meningkat baik selama musim kemarau maupun pada puncak musim hujan (sumber: Critchley dan Bruijnzeel, 1996).

Di hutan tropis yang tidak terganggu, aliran permukaan yang merupakan sisa infiltrasi kurang dari 1% bila dibandingkan dengan total curah hujan, tetapi pada lahan pertanian yang tanpa atau dengan tindakan konservasi minimum dapat meningkatkan aliran permukaan sampai sekitar 30%. Bagian dari presipitasi yang menyumbang aliran permukaan, sesudah terpenuhinya infiltrasi, mengalir langsung ke saluran drainase terdekat, sehingga tidak mempunyai kesempatan untuk terinfiltrasi kembali dan mengisi persediaan air bawah tanah.

Gambar 9. Perubahan distribusi musiman aliran sungai DAS Konto, Indonesia. Pada periode kedua, terjadi alih guna hutan ke lahan pertanian (Sumber: Brujinzeel, 1990)



Gambar 10. Aliran sungai setelah B1: tebang habis, B2: penataan atau stabilisasi kembali saluran drainase dan sungai kecil, B3: penanaman tanaman penutup tanah dan kelapa sawit (sumber: Brujinzeel, 1988).

Apakah akibat penggundulan hutan terhadap aliran sungai pada musim kemarau?

Pada hutan alam yang belum terganggu, umumnya aliran sungai di musim kemarau (*base flow*) dapat dipertahankan pada tingkat tertentu.

Aliran ini diperoleh pada musim hujan ketika tersedia cukup air yang mampu menginfiltrasi melalui tanah hutan berpermeabilitas tinggi dan menembus ke lapisan tanah bagian dalam, yang merupakan daerah aliran. Apabila lantai hutan terganggu, hanya sedikit air yang mampu terinfiltrasi. Sisanya menjelma menjadi aliran permukaan selama dan beberapa saat setelah kejadian hujan.

Penurunan kapasitas infiltrasi menyebabkan tanah menjadi cepat jenuh oleh air hujan sehingga memaksa air untuk mengalir di permukaan tanah. Meningkatnya aliran permukaan menyebabkan sumbangan langsung ke saluran air (anak-anak sungai) daripada ke air tanah.

Dalam kondisi lantai hutan terganggu atau ketika hutan dialihgunakan menjadi lahan pertanian, sebagian besar air hujan yang datang akan meninggalkan areal tangkapan dengan cepat selama dan setelah kejadian hujan. Air yang tertinggal untuk menggantikan air di lapisan tanah yang lebih dalam hanya sedikit. Dengan demikian, sedikit pula air yang tertinggal untuk mempertahankan kelangsungan aliran sungai selama musim kemarau.

Berdasarkan fakta, dapat dijelaskan bahwa tanaman pertanian hampir selalu menggunakan air lebih sedikit daripada hutan alam. Sebagai contoh, hasil air (*water yield*) dari lahan hutan yang telah dialihgunakan menjadi lahan perkebunan karet dan kakao lebih tinggi sekitar 300-400 mm tahun⁻¹ dibandingkan ketika lahan ini ditutupi oleh hutan alam. Setelah beberapa tahun, peningkatan hasil air ini menjadi tidak begitu nyata sebagai akibat dari penggunaan air oleh tanaman yang tumbuh dan berkembangnya tanaman lantai hutan (*undergrowth*).

Pengaruh pada erosi

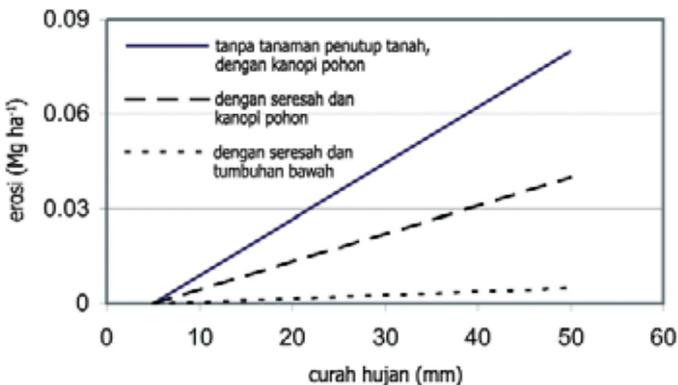
Erosi adalah proses dimana ikatan partikel tanah dan batuan melemah dan pecah kemudian dibawa atau dihanyutkan oleh aliran permukaan atau butiran air hujan (*plash erosion*). Hutan alam yang belum terganggu biasanya mempunyai laju erosi permukaan paling rendah dibandingkan penggunaan lahan lainnya di daerah tropika basah. Serasah daun, tumbuhan bawah dan tanah yang berpermeabilitas tinggi membantu dalam menjaga aliran permukaan tetap rendah, sehingga erosi menjadi rendah.

Faktor-faktor utama yang mengendalikan erosi adalah:

- *Relief*: semakin curam dan semakin panjang lereng, semakin tinggi kecepatan aliran permukaan, dengan demikian semakin parah

terjadinya erosi dan semakin mudah sedimen diangkut ke lereng bawah.

- *Curah hujan*: jumlah dan intensitas hujan yang tinggi merangsang laju erosi yang lebih tinggi.
- *Tanah*: tanah biasanya dangkal pada daerah berlereng curam dan di lahan hutan yang dialihgunakan. Tanah dangkal lebih mudah tererosi.
- *Tanaman dan penutup tanah*: penutup lantai hutan akan berkurang setelah alih guna hutan.
- *Pengelolaan*: sistem pengelolaan seperti penanaman dalam jalur (*strip cropping*), pembuatan teras dan lain-lain dapat mengurangi aliran permukaan dan erosi.



Gambar 11. Erosi permukaan di hutan tanaman yang masih muda sebagai fungsi dari kondisi permukaan (sumber: Critchley dan Bruijnzeel, 1996).

Apa sajakah jenis erosi?

Erosi di hutan yang sudah terganggu dapat terjadi dalam berbagai tipe:

- **Erosi permukaan (lembar)** atau dikenal dengan **erosi inter-rill (antar alur)**. Erosi permukaan bisa menjadi masalah besar pada lahan pertanian yang curam seperti di Jawa Barat. Di daerah ini banyak tanah terdegradasi karena partikel tanahnya mempunyai stabilitas yang rendah.
- **Erosi alur (rill)**, dimana alur-alur kecil mulai terbentuk pada permukaan tanah. Erosi alur akan terjadi jika aliran permukaan terkonsentrasi sehingga kecepatan aliran menjadi lebih tinggi dan tenaga gerusnya lebih kuat.
- **Erosil jurang (gully)**, dimana alur-alur menjadi semakin dalam pada suatu landsekap. Aliran yang lebih deras pada alur-alur bisa

menyebabkan erosi jurang, yang biasanya disebabkan oleh pasokan aliran permukaan dari jalan, rel kereta api, dan pemukiman. Air mengalir dengan kecepatan tinggi (tergantung pada tipe tanah), sehingga mempunyai cukup energi yang mampu menggerus partikel-partikel tanah. Proses ini dapat meningkatkan erosi jurang.

- **Erosi sungai**
- **Longsor dan pergerakan massa tanah.** Longsor dapat terjadi karena gangguan jalur aliran bawah tanah oleh jalan, hilangnya ikatan akar tanaman terhadap tanah atau keduanya. Pergerakan massa tanah (longsor) dapat terjadi pada lahan berhutan dengan kondisi topografi yang curam, pengaruh aktivitas tektonik (gempa bumi), dan hujan yang deras.



Gambar 12. Erosi yang parah di suatu jalan yang berdrainase jelek (sumber: Critchley dan Bruijnzeel, 1994)

Pergerakan massa tanah dan longsor: proses alami atau pengaruh manusia?

Faktor-faktor yang mengendalikan pergerakan massa tanah pada hutan alam adalah:

- Lereng curam
- Batuan yang tidak stabil dan tanah yang tidak terkonsolidasi (pelapukan batuan)
- Kedalaman dan tingkat pelapukan
- Gempa bumi yang tinggi
- Lereng yang terlalu curam karena penggerusan oleh sungai
- Tanah yang terlalu jenuh air

Pada areal berhutan, perbedaan dapat terlihat antara longsor dalam (>3 m) dan longsor dangkal (< 3 m). Longsor dalam nampaknya tidak dipengaruhi oleh ada atau tidaknya sistem perakaran yang berkembang dengan baik, tetapi lebih dikendalikan oleh faktor geologi. Longsor dangkal lebih dikendalikan oleh gangguan tanah. Jika sistem perakaran yang melindungi tanah lapisan atas dan memantapkan tanah pada lereng bukit yang curam diganggu, longsor akan sering terjadi.

Dalam kondisi alami, gangguan terhadap sebagian lantai hutan akan terjadi karena adanya pohon yang tumbang, kebakaran, atau banjir besar. Sedangkan, gangguan-gangguan yang tidak alami terhadap tanah hutan adalah pembukaan hutan untuk tujuan produksi, pertanian, penggembalaan, kontruksi jalan, saluran, atau areal perumahan. Saluran irigasi di daerah hulu seringkali menimbulkan kerusakan lereng karena gangguan pada kaki bukit dan jenuhnya lapisan yang melapuk oleh air resapan serta aliran permukaan.

Apakah dampak erosi pada tempat kejadian (on-site) dan di luar tempat kejadian (off-site)?

Erosi tidak hanya mempengaruhi lokasi tempat terjadinya kehilangan tanah (*on-site*) tetapi juga pada daerah di bawahnya (*off-site*). Pengaruh *on-site* dari erosi meliputi:

- Menurunnya kesuburan tanah karena hilangnya lapisan tanah
- Menurunnya sifat fisik tanah karena hilangnya bahan organik tanah
- Menurunnya kapasitas infiltrasi
- Menurunnya produktifitas lahan pertanian



Gambar 13. Pengendapan lumpur sungai, akibat dari perubahan penggunaan lahan di DAS Sapi, Jawa Tengah, Indonesia. (Sumber: Critchley dan Bruijnzeel, 1994)

Tabel 1. Erosi permukaan di hutan tropis dan sistem pohon – tanaman pangan (Mg ha⁻¹ tahun⁻¹)

Penggunaan lahan	Erosi		
	Minimum	Median	Maksimum
	(Mg ha ⁻¹ tahun ⁻¹)		
Hutan alam	0,03	0,3	6,2
Ladang berpindah, periode bera	0,05	0,2	7,4
Perkebunan	0,02	0,6	6,2
Kebun pohon-pohonan multistrata	0,01	0,1	0,2
Tanaman pohon-pohonan dengan tanaman penutup tanah/mulsa	0,10	0,8	5,6
Ladang berpindah, periode penanaman	0,40	2,8	70,0
Tumpang sari pertanian dengan hutan tanaman yang masih muda	0,60	5,2	17,4
Tanaman pohon-pohonan, disiang bersih	1,20	48,0	183,0
Hutan tanaman, serasah dibersihkan atau dibakar	5,90	53,0	105,0

Source: Bruijnzeel (1988b)

Pengaruh *off-site* erosi di hilir meliputi:

- Rendahnya kualitas dan nilai kegunaan air sungai
- Sedimentasi di waduk dan saluran air
- Pengrusakan anak sungai dan lahan
- Perubahan rejim hidrologis sungai

Apakah erosi tanah yang diukur di hulu sama dengan muatan sedimen yang diukur di hilir?

Setiap partikel sedimen mengalami suatu periode pengangkutan, pengendapan, dan pengangkutan kembali oleh air sepanjang pergerakan ke hilir. Lama terendapnya sedimen di berbagai titik penampungan bervariasi tergantung tipe tempat pengendapan tersebut. Terdapat selisih waktu yang lama antara mulai terjadinya erosi tanah dengan sampainya (terukurnya) sedimen tersebut di hilir. Selisih waktu tersebut meningkat dengan semakin luasnya DAS karena peningkatan kesempatan pengendapan, penurunan lereng rata-rata dan luasnya kisaran lokasi pengendapan sedimen pada DAS yang lebih luas. Perbandingan antara sedimen yang diukur pada (*outlet*) titik keluar dari DAS atau tampungan dan sedimen yang dihasilkan *on-site* disebut *sediment delivery ratio* (SDR). Besar kecilnya nilai ini menggambarkan pula bagian dari sedimen yang dihasilkan *on-site* dan disimpan di suatu tempat di daerah tangkapan.

Perbedaan skala pengukuran erosi (misalnya unit teras dibandingkan dengan total tangkapan), terdapat perbedaan yang sangat nyata dalam jumlah rata-rata sedimen yang diangkut. Hal ini disebabkan karena di dalam tampungan atau DAS, selalu terdapat tempat pengendapan sedimen. Proses pengendapan dan penyimpanan sedimen mempunyai variasi ruang dan waktu yang tinggi. Sedimen yang dihasilkan di hulu tidak sama dengan hasil sedimen di hilir.

Pengaruh penggunaan lahan terhadap hara tanah

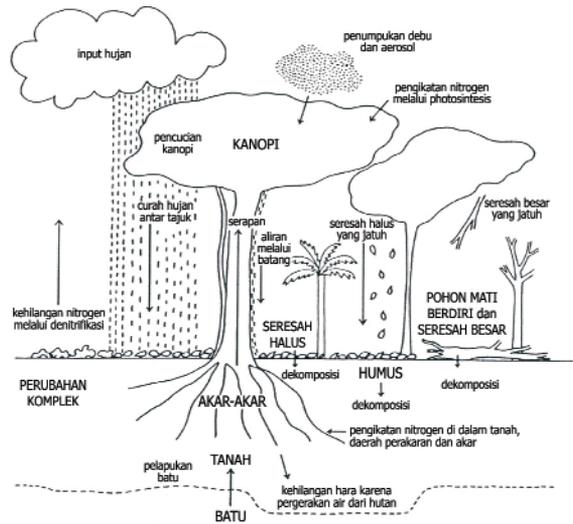
Proses pembentukan tanah di daerah tropis basah secara relatif berjalan cepat karena tingginya temperatur, laju produksi bahan organik dan curah hujan. Hutan tropis dapat menghasilkan sejumlah besar biomassa, meskipun pada tanah yang tingkat kesuburan sangat rendah. Hutan ini mempunyai daur (siklus) hara tertutup, artinya hara tanaman yang memasuki sistem hutan didaur kembali secara terus menerus antara tajuk tanaman dan tanah. Ketika suatu sistem hutan diganggu, daur hara juga terganggu, dan menyebabkan tanah kekurangan hara. Setelah penggundulan hutan tropis hara akan hilang dari ekosistem melalui berbagai cara, tergantung faktor-faktor geologi dan iklim:

- Pemanenan batang pohon. Jumlah hara yang terdapat di dalam batang pohon dan kulit kayu bervariasi, kalsium (10%) dan fosfor (75%), kalium antara 20-80% dan magnesium antara 20-65% dari jumlah total yang terdapat di dalam biomassa di atas dan di bawah permukaan tanah. Jumlah hara ini diangkut keluar dari sistem ketika kayu diangkut.
- Penebangan dan pembakaran. Nitrogen dan karbon naik ke udara bersama asap. Antara 25-80% kalsium, kalium dan fosfor yang terdapat di dalam pohon bisa hilang, tergantung intensitas api.
- Pengangkutan hara oleh sedimen yang tererosi
- Meningkatnya pencucian dan drainase tanah

Setelah alih guna lahan hutan ke pertanian, suatu keseimbangan hara baru akan terbentuk. Sistem penggunaan lahan perkebunan memberikan peluang bagi terbentuknya keseimbangan hara baru apabila dikelola dengan baik dan dapat menyediakan suatu alternatif keseimbangan siklus hara seperti yang ada di hutan.

Kehilangan hara dari tanah hanya dapat diganti dengan adanya masukan hara yang berasal dari presipitasi (hujan dan penumpukan bahan kering), pelapukan batuan, dan pemupukan. Keseimbangan hara

Gambar 14: Siklus hara pada hutan tropis basah.
(Sumber: van Dijk, 2002)



pada penebangan hutan akan mengalami gangguan apabila biomasa (kayu) yang dipindahkan terlalu banyak atau waktu yang diberikan terhadap lahan

untuk melakukan regenerasi terlalu pendek. Oleh karena itu, kehilangan hara akibat penebangan hutan sangat sulit untuk diseimbangkan melalui presipitasi atau pelapukan batuan karena lambatnya proses pelapukan batuan tersebut dan sedikitnya hara yang terkandung dalam presipitasi.

Kesimpulan

Hutan merupakan penggunaan lahan yang paling baik dalam fungsinya sebagai pengatur proses hidrologi dan melindungi tanah. Penggundulan hutan menyebabkan penurunan kapasitas infiltrasi tanah, sehingga terjadi peningkatan aliran permukaan dan percepatan erosi tanah, bahkan dapat menyebabkan perubahan karakteristik pasokan air. Total hasil air (*water yield*) yang keluar dari suatu DAS meningkat, begitu juga dengan perbedaan hasil air antara musim kering dan musim penghujan.

Umumnya, penggundulan hutan mengurangi evaporasi (khususnya dari air yang diintersepsi oleh tajuk tanaman) dan transpirasi (karena rendahnya luas daun dan dangkalnya sistem perakaran pada vegetasi sistem penggunaan lahan setelah hutan). Infiltrasi menurun setelah penggundulan hutan karena kombinasi pengaruh pemadatan tanah, tersingkapnya permukaan tanah terhadap energi kinetik butir hujan langsung dan hilangnya seresah pohon yang seharusnya melindungi permukaan tanah. Hal-hal ini menyebabkan peningkatan aliran

permukaan dan erosi yang selanjutnya menurunkan produktivitas lahan. Daerah hilir dapat terpengaruh karena aliran air yang tinggi di musim penghujan dan rendahnya kualitas air sungai karena muatan sedimen setelah penggundulan hutan.

Usaha-usaha perlindungan yang diperlukan selama penebangan hutan dan dalam pengembangan sistem penggunaan lahan alternatif untuk meminimumkan kerusakan lingkungan antara lain:

- Penutup tanah yang berkembang dengan baik
- Tajuk tanaman yang berkembang dengan baik
- Sistem rancangan pembuatan jalan yang tepat
- Tidak menggunakan alat-alat berat
- Mempertahankan zone penyangga sungai
- Tebang pilih (tidak terlalu besar pengangkutan biomasa)

Jika suatu hamparan lahan dibuka dengan hati-hati, atau jika sifat-sifat tanah dan kapasitas infiltrasi tanah dipertahankan pada tingkat yang sama, maka aliran dasar berpotensi meningkat (karena lebih rendahnya evaporasi tanaman pertanian dan perkebunan dibandingkan hutan).

Hutan menyuguhkan nilai-nilai penting pada dan di luar fungsi hidrologisnya. Pengrusakan fungsi-fungsi DAS dapat dihindari dengan cara praktek alih guna yang lebih hati-hati dan penggunaan lahan yang menjamin perlindungan tanah sehingga mengembalikan fungsi-fungsi penting hutan pada lahan yang digunakan untuk pertanian.

Peranan Agroforestri dalam Mempertahankan Fungsi Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS)

Meine van Noordwijk¹, Fahmuddin Agus², Didik Suprayogo³, Kurniatun Hairiah³, Gamal Pasya^{1,4}, Bruno Verbist¹ dan Farida¹

¹) World Agroforestry Centre, ICRAF SE Asia, P.O.Box 161, Bogor 16001

²) Balai Penelitian Tanah, Departemen Pertanian, Bogor

³) Universitas Brawijaya, Fakultas Pertanian, Jurusan Tanah, Malang 65145

⁴) BAPPEDA Provinsi Lampung, Bandar Lampung

Kegiatan pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) sudah dilaksanakan pada berbagai belahan bumi lebih dari satu abad, namun masih terdapat kelemahan yang mendasar dalam hal penetapan kriteria dan indikator fungsi hidrologi DAS. Adanya harapan yang berlebihan dan kurang realistis tentang dampak pengelolaan DAS telah memunculkan kebijakan yang memerlukan investasi besar seperti 'reboisasi', namun hasilnya masih kurang sebanding dengan biaya yang dikeluarkan. Pada tingkat curah hujan tertentu, fungsi hidrologi DAS berhubungan dengan kemampuan DAS dalam hal: (1) transmisi air, (2) penyangga pada puncak kejadian hujan, (3) pelepasan air secara perlahan, (4) memelihara kualitas air, dan (5) mengurangi perpindahan massa tanah, misalnya melalui longsor.

Hubungan antara tutupan lahan oleh pohon (baik secara penuh dalam bentuk 'hutan alam' maupun tutupan sebagian seperti agroforestri) dengan fungsi hidrologi dapat dilihat dari aspek total hasil air dan daya sangga DAS terhadap debit puncak pada berbagai skala waktu. Peran sistem penggunaan lahan pada suatu bentang lahan (lansekap) dapat dinilai dari sudut perubahan tingkat evapotranspirasi yang berhubungan dengan keberadaan pohon, laju infiltrasi tanah yang berhubungan dengan kondisi fisik tanah, dan laju drainase yang berhubungan dengan jaringan drainase pada skala lansekap.

Pada saat ini telah tersedia model simulasi yang dapat dipakai untuk mempelajari dinamika pori makro tanah yang berhubungan dengan sifat hujan menurut skala waktu dan ruang. Model tersebut

disusun berdasarkan hasil pengukuran yang intensif dari berbagai (Sub) DAS dan dapat digunakan untuk memprediksi pengaruh alih guna lahan terhadap fungsi hidrologi DAS. Dengan demikian, model tersebut dapat digunakan untuk ekstrapolasi berbagai skenario sistem penggunaan lahan di masa yang akan datang. Kesimpulan utama yang diperoleh dari rangkaian studi intensif tersebut adalah bahwa berbagai bentuk agroforestri (seperti 'kebun lindung' atau 'repong') yang telah banyak dipraktekkan petani dapat mempertahankan fungsi hidrologi hutan lindung dan sekaligus memberikan penghasilan kepada masyarakat di desa yang kepadatan penduduknya sekitar 50 - 100 orang km². Namun sayangnya, 'Kebun Lindung' sebagai sistem penggunaan lahan yang akrab lingkungan, masih belum diakui oleh semua kalangan, sehingga belum banyak diadopsi dalam program nasional pengelolaan DAS. Apabila negosiasi tentang penggunaan dan pengelolaan lahan dapat didasarkan kepada kriteria dan indikator fungsi hutan, bukan berdasarkan sistem penggunaan lahan, maka berbagai sistem kebun lindung dapat menjadi pilihan yang dapat memenuhi keinginan berbagai pihak.

Pendahuluan

Konsep pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai penyedia air berkualitas baik secara terus menerus, merupakan konsep yang sudah lama berkembang yang hampir sama lamanya dengan konsep pertanian beririgasi. Namun demikian, masih terdapat ketidakjelasan kriteria dan indikator yang didasarkan pada hubungan sebab – akibat pengelolaan DAS yang dapat memenuhi harapan realistis multi pihak. Dalam debat publik, pengelolaan DAS seringkali dihubungkan dengan tingkat penutupan lahan oleh hutan, dengan asumsi bahwa 'reforestasi' atau 'reboisasi' dapat mengembalikan dampak negatif dari terjadinya penggundulan hutan. Dewasa ini masih banyak kebingungan di tingkat masyarakat dalam menjawab pertanyaan apakah aliran sungai akan meningkat atau menurun setelah terjadi alih guna hutan atau setelah dilaksanakan reboisasi. Hal ini disebabkan kurang tersedianya data empiris dan/atau kurang diacunya referensi yang tersedia.

Istilah 'pengelolaan secara berkelanjutan' (*sustainable management*) menjadi istilah 'klise' yang kurang mempertimbangkan kebutuhan masyarakat yang dapat berubah sesuai dengan permintaan pasar. Masalah lainnya adalah tidak tersedianya metoda pemantauan (monitoring) atau

bahkan mungkin metoda pemantauan telah tersedia tetapi belum digunakan, dan belum diberlakukannya kriteria yang jelas untuk keberhasilan suatu usaha konservasi lingkungan. Tambahan lagi, aspek kepadatan penduduk, kebutuhan hidup dan harapan masyarakat dalam berbagai diskusi yang berhubungan dengan sistem penutupan lahan, kurang diperhatikan. Kenyataan tersebut di atas menyebabkan banyaknya perbedaan antara peta sistem penggunaan lahan dengan kondisi sebenarnya di lapangan.

Pada makalah ini diusulkan sekumpulan kriteria dan indikator dari fungsi hidrologi DAS, yang dapat dipakai untuk mengevaluasi dampak berbagai teknik pengelolaan DAS yang berkelanjutan. Kajian akan lebih difokuskan kepada potensi agroforestri yang juga dikenal dengan 'wanatani' dalam mempertahankan produktivitas lahan, dan sekaligus memberikan perlindungan terhadap fungsi hidrologi.

Hubungan antara pengelolaan DAS yang berkelanjutan dengan fungsi hidrologi dan agroforestri, diberikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara pengelolaan DAS berkelanjutan dengan fungsi hidrologi dan agroforestri.

Perkembangan konsep hutan dan air di Indonesia

Persepsi publik dan kebijakan umum tentang perlindungan DAS menginginkan adanya suatu kondisi (hutan) di daerah hulu dan mengasosiasikan setiap kejadian banjir dengan hilangnya tutupan hutan di perbukitan dan pegunungan. Oleh karena itu, penanaman kayu-kayuan merupakan suatu tolok ukur dalam rehabilitasi. Pendekatan 'ekohidrologi'

melibatkan lebih dari satu fokus tingkat penutupan hutan pada hulu DAS, karena jumlah, waktu, dan mutu aliran-aliran air ditentukan oleh penutupan lahan dan penggunaan lahan di seluruh lansekap. Di Indonesia perdebatan kebijakan dan publik nampaknya belum banyak berubah sejak de Haan (1936) menulis isu perlindungan hutan:

"Terlalu banyak penekanan pada perbedaan antara **hutan** dan **non hutan**. Orang seringkali beranggapan bahwa asalkan persentase tertentu dari lahan ditutupi hutan lindung, pelaku pertanian di luar areal ini dapat melakukan apa saja yang mereka inginkan. Kebenaran tidak bisa dipungkiri. Perbedaan perilaku hidrologi antara suatu hutan pengunungan dan kebun karet, sebagai contoh, tentunya lebih kecil daripada perbedaan perilaku antara kebun karet dengan lahan pertanian tanaman semusim."

Kartasubrata (1981), meringkas perkembangan ide-ide tentang hutan dan air di Indonesia, seperti ide-ide yang sering muncul dalam perdebatan selama era penjajahan. Karena perdebatan masih bergema sampai saat ini, maka akan menjadi sesuatu yang menarik bila melihat argumen-argumen yang muncul waktu itu. Debat memanas karena pernyataan Heringa (1939) yang meminta agar penutupan hutan di Jawa ditingkatkan secara signifikan, baik untuk produksi kayu, resin, terpentin dan tannin maupun untuk kepentingan hidrologi pada hutan. Di Pulau Jawa dengan gunung berapi yang tinggi, sungai-sungainya menurun terjal sehingga pada musim hujan air mengalir dengan cepat ke laut. Cepatnya aliran air tersebut menghasilkan kekuatan besar sehingga mampu mengangkut banyak tanah subur dan lumpur dari lahan pertanian dan tebing sungai untuk diendapkan di laut. Heringa mengemukakan suatu teori yang menimbulkan banyak perdebatan, ketika ia mengatakan:

"Hutan bersifat seperti busa (*sponge*); ia mengisap air dari tanah di musim hujan, melepaskannya sedikit-demi sedikit di musim kemarau ketika terjadi kekurangan air. Menurunnya penutupan hutan akan menyebabkan berkurangnya pasokan air selama musim timur ('musim kemarau') sehingga mengakibatkan kekurangan air. Oleh karena itu, suatu keseimbangan diperlukan antara kondisi hutan dan output dari lahan pertanian (sawah). Sebagai konsekuensinya, maka harus ditentukan suatu persentase hutan minimum untuk setiap daerah tangkapan air".

Roessel (1939) menyambut gembira ide pengembangan hutan tanaman industri, namun dia mengkritik penggunaan argumen hidrologi untuk

Table 1. Tiga pandangan tentang hubungan tutupan hutan dan fungsi DAS (diolah dari Kartasubrata, 1981)

Aspek	Teori busa hutan (Heringa, 1939)	Teori infiltrasi (Roessel, 1939)	Sintesis dan kuantifikasi (Coster, 1938)
Aliran sungai musim kemarau	Tergantung pada tutupan hutan	Tergantung pada formasi geologi	Tumbuhan menentukan permeabilitas tanah
Luasan hutan yang diperlukan untuk fungsi-fungsi hidrologi	Luas hutan minimum dihitung berdasarkan luas sawah yang diairi dengan aliran pada musim kemarau	Tidak ada tutupan hutan minimum	Pasokan ke mata air tergantung pada jumlah air yang masuk ke dalam tanah dikurangi jumlah air yang hilang karena evaporasi
Apa yang harus dilakukan apabila target hutan tidak terpenuhi?	Lahan pertanian dan perkebunan harus dibeli dan dihutankan kembali	Penghutanan kembali hanya dilakukan jika tipe tanah tertentu terbuka dan rawan erosi, tetapi setelah tindakan-tindakan yang lain, seperti terasering, pembuatan rorak, dan penutup tanah dianggap belum cukup	Tergantung pada elevasi. Pengukuran lysimeter mengindikasikan bahwa evaporasi dari permukaan tanah terbuka adalah 1200, 900 dan 600 mm per tahun pada lokasi dengan elevasi berturut-turut 250, 1500, dan 1750 m di atas permukaan laut.
Hutan atau penutup tanah?	Semua tipe tanah adalah sama; penanaman hutan dengan jenis-jenis kayu industri mempunyai pengaruh hidrologis yang sama seperti hutan alami dan ini (selalu) lebih baik daripada tutupan lahan pertanian	Sistem pertanian yang mampu mengurangi aliran permukaan melalui terasering dll atau penutup tanah, secara hidrologis lebih bernilai daripada hutan tanaman industri, dimana aliran permukaan masih bisa terjadi, misalnya, karena lereng yang curam, tumbuhan bawah yang jelek atau pembentukan humus yang jelek	Pengukuran oleh Lembaga Penelitian Kehutanan menunjukkan bahwa perkebunan kina, karet, kopi dan teh yang dikelola dengan baik hampir sama dengan hutan (tanaman atau alami) tetapi lebih baik daripada lahan pertanian dari sisi hidrologis. Kebakaran rumput hutan belantara di gunung-gunung merangsang aliran permukaan dan erosi
Cakupan penghutan-kembali	Semua permasalahan yang berhubungan dengan fungsi DAS dapat diselesaikan dengan penghutanan kembali	Pemulihan dengan penghutanan kembali hanya dapat diharapkan pada kasus dimana aliran permukaan dan erosi dapat dikontrol dengan adanya hutan. Hutan tanpa semak belukar dan tanpa pembentukan humus yang baik biasanya tidak cukup. Penutupan tanah dengan rumput, tanaman herba yang rapat atau tumbuhan semak, juga akan berperan seperti hutan	Sangat mungkin bahwa penghutanan di dataran rendah bisa menurunkan pasokan air (termasuk di musim kemarau), karena tingginya laju evaporasi dari hutan; di pegunungan, peningkatan infiltrasi dari hujan deras lebih tinggi dari peningkatan penggunaan air oleh pepohonan.

menjustifikasi penghutan kembali. Dia mengemukakan teori infiltrasi yang menekankan bahwa perkolasi air melalui lapisan bawah tanah (subsoil) menghasilkan mata air; bukan hutan yang menghasilkan air. Coster (1938) yang bekerja pada Lembaga Penelitian Hutan di Bogor mengemukakan data kuantitatif dan memberikan suatu sintesis bahwa: tumbuhan menentukan pengisian kembali busa tersebut, tetapi sebagian besar air berada pada lapisan bawah tanah, bukan semata-mata di dalam hutan.

Dalam banyak perdebatan dewasa ini, pandangan Coster (1938) yang lebih sintesis adalah pengaruh positif dan negatif pepohonan pada aliran sungai belum diketahui, dan persepsi publik maupun arah kebijakan yang ada saat ini lebih banyak berdasar pada pandangan Heringa. Konsep bahwa '**kebun lindung**' dapat berfungsi seperti '**hutan lindung**' dalam hal infiltrasi dan hidrologi masih dianggap baru pada saat ini, karena dikotomi antara hutan dan penggunaan lahan non hutan ada dalam kerangka peraturan dan persepsi umum. Pada Deklarasi Chambery tentang hutan dan air dalam konteks Tahun Air Bersih Internasional 2003, terkandung pernyataan bahwa non-hutan tidak dapat memenuhi fungsi-fungsi DAS seperti yang diberikan hutan.

Seperti yang dieksplorasi oleh Grove (1995), persepsi tentang hubungan penggundulan hutan, yang diikuti perubahan pola hujan, degradasi lahan, dan pendangkalan sungai oleh lumpur berasal dari pengalaman di daerah mediteran. Filosof Yunani, Theophrastos, seorang yang mengawali penulisan sumber-sumber dokumen mengenai persepsi ini. Ekspansi penjajahan Eropa ke daerah tropis, khususnya pengalamannya mereka di pulau-pulau kecil seperti Mauritius memperkuat persepsi bahwa hutan membangkitkan hujan. Bukti kuat yang terdokumentasi tentang perubahan pola hujan sebagai akibat penggundulan hutan hampir tidak ada, dan hubungan sebab akibat dari hutan dan hujan (hujan => hutan) umumnya terjadi sebaliknya (hutan => hujan). Hasil analisis ulang terbaru tentang pola hujan untuk Indonesia (Kaimuddin, 2000; Rizaldi Boer, pers.com), mengindikasikan pergeseran-pergeseran dalam isohyet (zone-zone dengan hujan yang sama) di Indonesia tidak secara jelas berhubungan dengan perubahan penutupan lahan lokal: beberapa areal yang hilang tutupan hutannya menjadi lebih basah, tetapi daerah-daerah lain yang hilang tutupan hutannya menjadi lebih kering. Untuk Indonesia secara keseluruhan, rata-rata curah hujan tidak berubah, walaupun banyak pengurangan tutupan hutan, tetapi kemungkinan bisa terjadi suatu perubahan pola sirkulasi global yang mempengaruhi pola hujan lokal. Meskipun pada skala lokal terjadi perubahan-perubahan yang nyata

dalam pola hujan sehubungan dengan perubahan-perubahan penutupan hutan, namun tidak ada bukti yang meyakinkan untuk mendukung hipotesa hubungan sebab akibat tersebut. Cara suatu landsekap memproses hujan yang datang, sangat tergantung pada penutupan lahan dan jumlah hujan. Keteraturan aliran dan kualitas air sungai secara langsung dipengaruhi oleh perubahan-perubahan tutupan.

Suatu kutipan akhir dari sejarah: " Pandangan yang umum diterima jaman dahulu adalah bahwa hutan memiliki kecenderungan untuk meningkatkan hujan sampai jumlah besar. Dewasa ini pandangan tersebut ditolak oleh banyak peneliti; sementara peneliti lain mendukung pandangan bahwa penyebaran hujan dapat dirubah oleh hutan, tetapi bukan jumlah hujan..." Braak (1929).

Persepsi yang telah diakui secara luas tentang besarnya pengaruh tutupan hutan dalam pemeliharaan fungsi DAS di daerah sumber air, pada beberapa dekade terakhir ini telah dipertanyakan dalam penelitian hidrologi. Dikotomi hutan \Leftrightarrow non hutan, telah berubah menjadi pengakuan bahwa tipe penggunaan lahan sesudah alih guna hutan justru yang dapat membuat banyak perbedaan. Penggunaan lahan (tidak terbatas pada perlindungan tutupan hutan yang ada) di daerah sumber air, mempunyai manfaat bagi multi pihak baik lokal maupun eksternal, dan meningkatnya permintaan air di hilir seringkali menimbulkan konflik tentang apa yang terjadi di daerah sumber air. Hulu DAS di beberapa daerah tropik mendukung kehidupan bagi masyarakat tani dan pedesaan yang berada di luar arus utama pembangunan. Akibatnya, timbullah suatu perbedaan hulu dan hilir dengan konflik kepentingan; masyarakat yang tinggal di hulu DAS dipandang sebagai perusak fungsi DAS, sehingga tidak ada suatu pengakuan dan mekanisme pemberian imbalan untuk sistem penggunaan lahan mereka yang justru melindungi sumberdaya air.

Kriteria dan indikator

Berbagai aspek penting dari aliran sungai (hasil air tahunan, kestabilan aliran sungai, frekuensi banjir pada lahan rawa, dataran aluvial, dan areal lain sepanjang sungai, serta ketersediaan air pada musim kemarau) lebih ditentukan oleh tingkat curah hujan dari pada proses hidrologi DAS. Agar lebih terfokus dalam mempelajari fungsi DAS diperlukan pemilahan antara kontribusi hujan, terrain (bentuk topografi wilayah serta sifat

Gambar 2. Lima kriteria fungsi DAS yang menghubungkan karakteristik debit sungai yang relevan bagi multi pihak tertentu dari suatu hilir DAS.



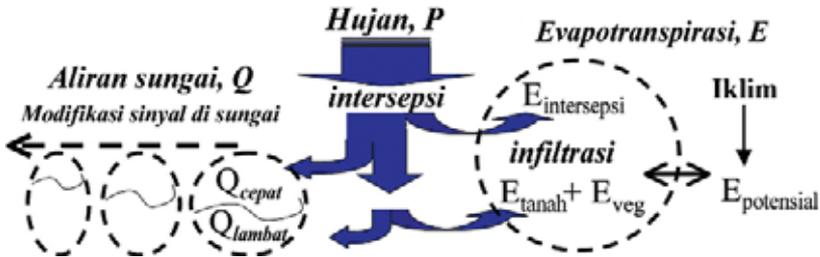
geologi lain yang tidak dipengaruhi langsung oleh alih guna lahan), serta peran tutupan lahan (terutama yang langsung dipengaruhi oleh aktivitas manusia). Sekumpulan kriteria fungsi DAS yang dapat diukur diajukan dalam makalah ini, berdasarkan pada besarnya debit sungai relatif terhadap jumlah curah hujan. Kriteria ini difokuskan kepada fungsi DAS yang dipengaruhi oleh sistem penggunaan lahan dan sistem tutupan lahan, dengan karakteristik lokasi yang berbeda dari satu tempat dengan tempat lainnya. Karakteristik lokasi tersebut antara lain jumlah dan pola curah hujan, yang tidak bisa diubah dengan mudah oleh kegiatan manusia.

Kriteria fungsi DAS tersebut berbeda relevansinya bagi setiap multi pihak sesuai dengan kepentingan dan sudut pandang masing-masing (Gambar 2). Tersedianya indikator kuantitatif untuk berbagai kriteria sangat diperlukan karena akan membantu proses negosiasi bagi multi pihak, walaupun kriteria ini mungkin belum dapat memenuhi keinginan semua pihak di dalam pengelolaan DAS.

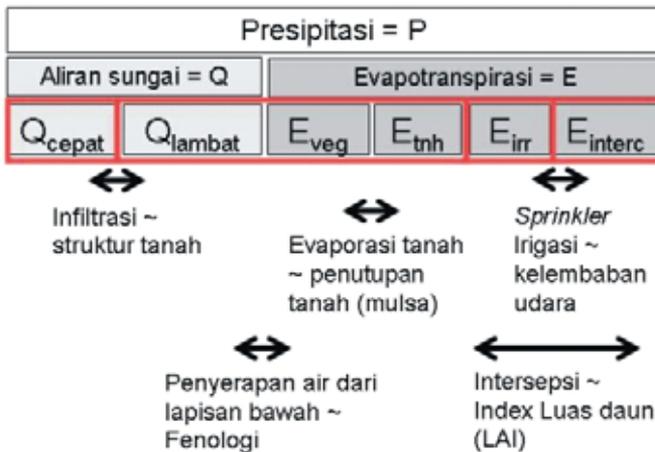
Tersedianya indikator kuantitatif untuk berbagai kriteria sangat diperlukan karena akan membantu proses negosiasi bagi multi pihak, walaupun kriteria ini mungkin tidak dapat memenuhi keinginan semua pihak di dalam pengelolaan DAS.

Kriteria ini dapat dihubungkan langsung dengan pengertian kuantitatif bagaimana hujan atau presipitasi (P) terurai menjadi aliran sungai (Q) dan evapotranspirasi (E) pada suatu sistem neraca air (Gambar 3). Hubungan antara faktor-faktor tersebut dapat membantu dalam memahami proses perubahan transmisi air, daya sangga kejadian puncak hujan dan fungsi DAS dalam menyalurkan air secara perlahan.

Melalui analisis hubungan perubahan tutupan lahan terhadap proses intersepsi tajuk, infiltrasi air ke dalam tanah, penyerapan air oleh tanaman, penyimpanan air di dalam tanah untuk sementara waktu (yang selanjutnya akan mengalami evapotranspirasi dan transpirasi oleh tanaman), maka kita dapat memahami dampak penutupan lahan terhadap neraca air tahunan (Gambar 4).



Gambar 3. Skema hubungan presipitasi, evapotranspirasi, infiltrasi dan aliran sungai



Gambar 4. Lima faktor yang mempengaruhi partisi air hujan menjadi komponen debit sungai dan evapotranspirasi

Melalui pemanfaatan data empiris dan/atau hasil simulasi model yang berkenaan dengan curah hujan dan aliran sungai maka dapat dikembangkan beberapa indikator kuantitatif untuk tiga kriteria utama fungsi DAS (Tabel 2). Aplikasi dari indikator tersebut pada data yang diperoleh dari Kecamatan Sumberjaya (Lampung Barat) telah diuraikan secara rinci dalam Farida dan Van Noordwijk (2004).

Unit Hidrograf – apa yang dapat terjadi pada setiap tetes hujan?



GenRiver 1.1

Model distribusi berbasis proses
 Skala ruang: meso
 Skala waktu: harian



Gambar 5. Proses dasar yang digambarkan pada model GenRiver yang dibangun di ICRAF dan tersedia pada www.cgjar.icraf.org/sea.

Tabel 2. Kriteria dan indikator fungsi hidrologi DAS, yang dikembangkan oleh konsorsium *Alternatives to Slash and Burn* (ASB = pola pertanian menetap) untuk hutan tropika (agak)basah.

Kriteria	Indikator	Relevansi bagi multi pihak	Data empiris P=hujan Q debit sungai	Ketersediaan model neraca air	
1. Transmisi Air	Total debit sungai per unit hujan	Semua pengguna air terutama di hilir reservoir (danau, waduk)	P & Q harian	√	
2. Penyangga puncak kejadian hujan	2.1. a. <i>Buffering indicator</i> (BI). Indikator penyangga	Penduduk yang tinggal dan tergantung pada dataran banjir	P dan Q harian	√	
	b. <i>Relative buffering indicator</i> (RBI). Indikator penyangga terhadap total debit				
	c. <i>Buffering peak event</i> (BPE) Indikator penyangga puncak kejadian hujan				
	2.2. Debit puncak relatif terhadap rata-rata curah hujan bulanan			P dan Q harian	√
	2.3. a. Total aliran cepat permukaan (<i>surface quick flow</i> ²) terhadap debit total			Pemisahan hidrograf)	√
b. Total aliran air tanah (<i>soil quick flow</i> ³) terhadap debit total		√			

Kriteria	Indikator	Relevansi bagi multi pihak	Data empiris P=hujan Q debit sungai	Keterse-diaan model neraca air
3. Pelepasan air secara bertahap	3.1. Total aliran dasar terhadap rata-rata curah hujan bulanan 3.2. Total aliran lambat (<i>slow flow</i> ⁴) terhadap total debit	Penduduk yang tergantung pada aliran sungai pada musim kemarau	P & Q harian Pemisahan hidrograf	√ √
4. Mempertahankan kualitas air	4.1 Kelayakan air sungai untuk a. Air minum (tanpa treatment terlebih dahulu) yang bebas bakteri pengganggu (<i>Escherichia coli</i>), bebas pencemar b. air bersih untuk keperluan lain rumah tangga c. air untuk industri d. air untuk irigasi e. air untuk habitat biologi (BOD, COD, indikator biologi) 4.2 Perpindahan tahunan dari: a. sedimen b. hara tanah (N, P) c. logam berat d. pestisida dan bahan aktif turunannya 4.3 Perbedaan rata-rata suhu air dibandingkan suhu air di hutan	Pengguna air sungai, aliran bawah tanah atau air tanah, terutama penduduk yang tidak punya sarana pembersihan air	Pemantauan (monitor) kualitas air (kimia dan biologi) Konsentrasi dan Volume aliran air Suhu air	
5. Mengurangi longsor	5.1. Bagian lahan pada lereng curam yang dulunya ditumbuhi oleh pohon-pohon berakar dalam, tetapi sudah 'dibuka' dalam 10 tahun terakhir sehingga daya pegang oleh akar menghilang. 5.2. Perbandingan total sedimen tahunan per satuan luas daerah asal (lihat 4.2a) berupa tebing dan dasar sungai, longsor pinggir jalan, longsor bukan dari jalan, erosi pada lahan berkereng, dan sawah di lembah DAS. 5.3 Lebar efektif dari sabuk hijau (<i>riparian</i>) disepanjang sungai	Penduduk yang tinggal atau tergantung pada jalur aliran lumpur dan penduduk yang tergantung pada masa pakai penampung longsor	Alih guna lahan: citra satelit 10 tahun yang lalu dan sekarang Analisis lansekap terpadu Alih guna lahan: citra satelit	

Keterangan:

1. √ = model tersedia ;
2. *Surface quick flow* = aliran cepat permukaan = aliran permukaan selama dan beberapa saat sesudah kejadian hujan
3. *Soil quick flow* = aliran cepat air di dalam lapisan tanah sampai satu hari sesudah peristiwa hujan
4. *Slow flow* = aliran lambat = aliran air di dalam lapisan tanah setelah lebih dari satu hari kejadian hujan

Fungsi hidrologi dalam hubungannya dengan penutupan lahan oleh pohon-pohonan

Tutupan lahan oleh pohon (tutupan pohon) dengan segala bentuknya dapat mempengaruhi aliran air. Tutupan pohon tersebut dapat berupa hutan alami, atau regenerasi alami tanaman di hutan, pohon yang dibudidayakan, pohon sebagai tanaman pagar, atau pohon monokultur (misalnya hutan tanaman industri). Tutupan pohon mempengaruhi aliran air dalam berbagai tahap:

- *Intersepsi.* Selama kejadian hujan, tajuk pohon dapat mengintersepsi dan menyimpan sejumlah air hujan dalam bentuk lapisan tipis air (waterfilm) pada permukaan daun dan batang yang selanjutnya akan mengalami evaporasi sebelum jatuh ke tanah. Banyaknya air yang dapat diintersepsi dan dievaporasi tergantung pada indeks luas daun (LAI, *leaf area index*), karakteristik permukaan daun, dan karakteristik hujan. Intersepsi merupakan komponen penting jika jumlah curah hujan rendah, tetapi dapat diabaikan jika curah hujan tinggi. Apabila curah hujan tinggi, peran intersepsi pohon penting dalam kaitannya dengan pengurangan banjir.
- *Perlindungan agregat tanah.* Vegetasi dan lapisan seresah melindungi permukaan tanah dari pukulan langsung tetesan air hujan yang dapat menghancurkan agregat tanah, sehingga terjadi pemadatan tanah. Hancuran partikel tanah dapat menyebabkan penyumbatan pori tanah makro sehingga menghambat infiltrasi air tanah, akibatnya limpasan permukaan akan meningkat. Peran lapisan seresah dalam melindungi permukaan tanah sangat dipengaruhi oleh ketahanannya terhadap pelapukan; seresah berkualitas tinggi (mengandung hara, terutama N tinggi) akan mudah melapuk sehingga fungsi penutupan permukaan tanah tidak bertahan lama.
- *Infiltrasi.* Proses infiltrasi tergantung pada struktur tanah pada lapisan permukaan dan berbagai lapisan dalam profil tanah. Struktur tanah juga dipengaruhi oleh aktivitas biota yang sumber energinya tergantung kepada bahan organik (seresah di permukaan, eksudasi organik oleh akar, dan akar-akar yang mati). Ketersediaan makanan bagi biota (terutama cacing tanah), penting untuk mengantisipasi adanya proses peluruhan dan penyumbatan pori makro tanah.
- *Serapan air.* Sepanjang tahun tanaman menyerap air dari berbagai lapisan tanah untuk mendukung proses transpirasi pada permukaan daun. Faktor - faktor yang mempengaruhi jumlah serapan air oleh

pohon adalah fenologi pohon, distribusi akar, dan respon fisiologi pohon terhadap cekaman parsial air tersedia. Serapan air oleh pohon antara kejadian hujan akan mempengaruhi jumlah air yang dapat disimpan di dalam tanah dari kejadian hujan berikutnya, sehingga selanjutnya akan mempengaruhi proses infiltrasi dan aliran permukaan. Serapan air pada musim kemarau, khususnya dari lapisan tanah bawah akan mempengaruhi jumlah air tersedia untuk 'aliran lambat' (*slow flow*).

- *Drainase lansekap*. Besarnya drainase suatu lansekap (bentang lahan) dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kekasaran permukaan tanah, relief permukaan tanah yang memungkinkan air tinggal di permukaan tanah lebih lama sehingga mendorong terjadinya infiltrasi, tipe saluran yang terbentuk akibat aliran permukaan yang dapat memicu terjadinya 'aliran cepat air tanah' (*quick flow*). Pada hutan alami, perlintasan hewan biasanya meninggalkan jalan setapak yang merupakan pemicu pertama terbentuknya jalur aliran permukaan walaupun tingkatannya masih belum terlalu membahayakan. Jalan setapak yang merupakan lintasan kendaraan ringan dan berat selama penebangan pohon di hutan cenderung meningkatkan intensitas aliran permukaan dan penghanyutan sedimen ke sungai. Pengelolaan lahan setelah konversi hutan 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 tutupan pohon pada suatu bentang lahan dapat dipahami dari kombinasi dan interaksi berbagai proses tersebut di atas. Beberapa model simulasi telah dikembangkan dan dapat digunakan untuk menguji kedekatan hubungan data empiris dengan data hasil prediksi. Model-model yang sudah ada bervariasi dalam skala spasial, resolusi temporal maupun masukan data yang dibutuhkan. Sebagai contoh, pengaruh sistem agroforestri terhadap aliran permukaan harian pada skala plot dapat dievaluasi dengan menggunakan model *WaNuLCAS* (Khasanah *et al.*, 2004). Dampak alih guna lahan terhadap neraca air harian pada skala bentang lahan dapat dipelajari dengan menggunakan model *GenRiver* (Farida dan Van Noordwijk, 2004) dan model *FALLOW* (Suyamto *et al.*, 2004) memprediksi dampak alih guna lahan terhadap neraca air tahunan.

Kebun lindung

Sistem klasifikasi lahan hutan di Indonesia arif terhadap sejumlah 'fungsi hutan' yang meliputi konservasi, perlindungan DAS, produksi kayu dan non kayu. Aturan yang ada tentang penggunaan lahan bervariasi tergantung dari fungsi utama yang lebih dipentingkan.

'Hutan lindung' mempunyai makna fungsi perlindungan aktif hutan terhadap aliran air ke daerah hilir. Dalam istilah Belanda 'hutan lindung' atau '*schermbos*' berarti hutan yang berfungsi sebagai 'payung' atau 'lindung'. Fungsi 'penyangga' (Kriteria 2 dalam Tabel 2) sebenarnya berkaitan langsung dengan fungsi 'lindung', karena fungsi ini dapat mengurangi debit puncak pada kejadian hujan. Fungsi penyangga dapat ditingkatkan dengan jalan meningkatkan penggunaan air dan mempertahankan struktur tanah pada daerah perbukitan (*hillslope*). Pada skala lansekap fungsi penyangga banjir dapat juga dilakukan dengan jalan mempertahankan daerah rawa yang dapat menjadi penampung luapan air akibat banjir.

Fungsi perlindungan pada daerah hulu sebenarnya dapat diberikan oleh tutupan dari berbagai macam vegetasi, selama sistem tersebut mampu dalam: (a) mempertahankan lapisan seresah di permukaan tanah, (b) mencegah terbentuknya alur dan parit-parit akibat erosi, (c) menyerap air untuk evapotranspirasi. Bila vegetasi hutan alami secara bertahap digantikan oleh pohon yang bernilai ekonomi tinggi atau mempunyai fungsi lainnya, seharusnya fungsi 'lindung' tersebut masih tetap ada. Sistem pembukaan lahan pertanian dengan cara tebang habis pada skala luas, akan menurunkan fungsi lindung. Pada transformasi hutan secara perlahan menjadi sistem agroforestri, tidak dilakukan penebangan hutan pada skala luas sehingga dalam proses regenerasinya fungsi hutan masih dapat dipertahankan.

Dalam konsep Indonesia, kata 'hutan' adalah lahan yang kepemilikan dan pengelolaannya diawasi langsung oleh pemerintah atau negara. Sedang lahan milik petani yang 'menyerupai hutan' atau 'agroforest', umumnya disebut 'kebun'. Pada sistem kebun, pengelolaannya lebih ditekankan pada dua fungsi yaitu fungsi 'produksi' dan fungsi 'lindung'.

Dalam kaitannya dengan kriteria dan indikator hidrologi seperti telah diuraikan di atas, beberapa macam kebun telah dievaluasi. Hasilnya menunjukkan bahwa kebun seperti kebun kopi campuran; hutan karet; 'parak' yaitu suatu sistem campuran pohon buah-buahan, pohon penghasil kayu dan rempah di Sumatra Barat; kebun buah-buahan pekarangan

(*mixed fruit tree homegardens*); dan sistem 'repong' damar merupakan sistem yang masih dapat memenuhi berbagai 'fungsi lindung' pada daerah perbukitan. Dengan demikian kebun tersebut pantas dinamakan sebagai 'kebun lindung' karena dapat berfungsi ganda yaitu fungsi 'produksi' dan fungsi 'lindung'.

Sistem pendukung negosiasi

Sekitar 70% dari total luas lahan di Indonesia diklasifikasikan sebagai 'hutan negara' atau kawasan hutan, dimana keputusan akan akses terhadap lahan diambil pada tingkat nasional (terutama sebelum tahun 1998) dan pada tingkat provinsi dan kabupaten (setelah tahun 1998). Pada berbagai daerah, hubungan antara pemerintah lokal dengan petani sering tidak harmonis (terlepas dari lamanya petani tinggal pada suatu kawasan setempat). Konflik antara pemerintah dengan masyarakat pemanfaat hutan biasanya memperburuk keadaan; baik terhadap keadaan hutan maupun keadaan masyarakat. Keuntungan sering diambil oleh mereka yang melakukan penebangan hutan, baik secara legal maupun ilegal.

Undang-undang kehutanan tahun 1997 yang memberikan kesempatan bagi masyarakat lokal untuk mengelola hutan dan berbagai peristiwa sesudah reformasi serta otonomi pemerintahan, sudah mengurangi wewenang pemerintah pusat terhadap kawasan hutan. Sejalan dengan itu tercipta pula suatu kondisi yang memungkinkan negosiasi bagi berbagai pihak (stakeholders). Dengan demikian terbuka kesempatan untuk memperbaiki pengelolaan lahan di kawasan DAS.

Pasya *et al.* (2004) dari suatu studi kasus di Sumberjaya mengungkapkan bahwa pengakuan terhadap 'kebun lindung', memberikan harapan besar dalam mengurangi konflik dan sekaligus menjanjikan perbaikan, baik bagi petani penggarap/pengguna lahan maupun bagi pengembalian fungsi hutan.

Diskusi dan kesimpulan

Aplikasi kriteria dan indikator fungsi DAS dilakukan pada lokasi 'Benchmark' di Sumberjaya dan telah diuraikan pada berbagai sumber misalnya Farida dan Van Noordwijk (2004), dan proses negosiasi diuraikan oleh Pasya *et al.* (2004). Kriteria dan indikator fungsi DAS akan

mempunyai arti penting dalam proses negosiasi, bila keduanya dapat dipahami dan dimengerti secara transparan serta bisa dimonitor oleh multi pihak. Kumpulan kriteria dan indikator yang diusulkan dalam bab ini perlu dikaji ulang. Sejauh ini petani mempunyai pengetahuan dan kearifan lokal yang memadai (paling tidak secara kualitatif) tentang gejala alam di sekitarnya seperti curah hujan, aliran permukaan, dan gejala-gejala lain di sungai. Pengetahuan lokal tersebut serupa dengan apa yang sudah direpresentasikan di dalam model. Akan tetapi konsep evaporasi dan transpirasi belum jelas tergambarkan oleh pengetahuan lokal Sumberjaya (Joshi *et al.*, 2004).

Tantangan ke depan adalah bagaimana membangun dialog dengan pihak pemerintah (kehutanan) untuk membahas isu yang lebih luas dari isu penanaman pohon-pohonan kepada pembahasan aspek kriteria dan indikator fungsi hutan yang terukur secara kuantitatif. Sejauh ini isu tentang fungsi hutan dan status hutan, merupakan aspek politis yang sulit dijembatani. Untuk itu pemecahan masalah secara pragmatis yang dapat diterima berbagai pihak, sangat penting dikembangkan sebagaimana yang telah dicoba di Sumberjaya, Lampung. Kegagalan masa lalu kebanyakan disebabkan karena pemerintah kurang dapat menerima solusi yang diajukan petani, walaupun cara tersebut masih dapat memenuhi kriteria fungsi hutan.

Suatu tantangan yang menarik berkenaan dengan Hutan Kemasyarakatan (HKm) dewasa ini adalah bagaimana hasil suatu kegiatan dapat dimonitor. Bila ditinjau dari sudut pandang fungsi DAS, telah dibuktikan bahwa adanya lapisan penyaring (*filter*) di permukaan tanah sangat menentukan besarnya infiltrasi dan erosi dibandingkan dengan kriteria yang semata-mata hanya berdasarkan keberadaan pohon-pohonan (Fauzi *et al.*, buku ini). Pengamatan kualitas air oleh penduduk lokal merupakan cara lain yang dapat dilakukan dan cara ini telah sukses digunakan di Thailand bagian utara (Thomas *et al.*, 2003) dan di Filipina.

Dapat disimpulkan bahwa pengakuan terhadap 'kebun lindung' dapat mengurangi konflik yang sekarang terjadi antara masyarakat dengan pemerintah, asalkan fokus pengelolaan DAS dapat diarahkan kepada pengembalian fungsi hutan dengan menggunakan kriteria dan indikator yang terukur, bukan hanya berdasarkan persepsi tentang pentingnya tutupan lahan oleh vegetasi hutan. Dalam hal ini debat publik perlu dibangun untuk mendapatkan landasan yang lebih luas dalam rangka pengelolaan DAS yang berbasis dampak, bukan hanya berdasarkan target luas penanaman pohon-pohonan.

Jasa Lingkungan Pertanian dan Praktek Petani yang Layak Menerima Imbalan

Fahmuddin Agus

Balai Penelitian Tanah, Jln. Juanda 98, Bogor 16123

Peran pertanian dalam memproduksi bahan makanan, papan, serat dan hasil lain yang dapat dipasarkan sudah lama dikenal oleh pengambil kebijakan dan masyarakat luas. Namun masih sedikit yang mengenal berbagai peran (multifungsi) pertanian termasuk di antaranya jasa lingkungan, penjaga ketahanan pangan, penyedia lapangan kerja bagi 40% dari 99 juta angkatan kerja, penyangga ekonomi pada waktu krisis, dan mempertahankan nilai-nilai pedesaan. Makalah ini meninjau jasa lingkungan pertanian dan membahas apakah beralasan memberikan imbalan bagi petani yang menghasilkan jasa tersebut. Bahasan ditekankan pada beberapa sistem pertanian utama termasuk sawah, pertanian tanaman semusim di lahan kering, perkebunan rakyat, perkebunan monokultur, dan teknik-teknik konservasi yang diterapkan pada suatu sistem. Indikator utama yang digunakan adalah erosi dan sedimentasi, mitigasi banjir, penambatan karbon, dan keaneka-ragaman hayati. Bila hutan dikonversi menjadi lahan pertanian, berbagai jasa lingkungannya akan menghilang. Bentuk penggunaan lahan berikutnya menentukan seberapa jauh jasa lingkungan tersebut dapat dikembalikan. Konversi selanjutnya dari lahan pertanian menjadi daerah industri dan pemukiman akan menyebabkan pula menghilangnya (pada umumnya secara permanen) sebagian jasa lingkungan pertanian. Sistem padi sawah mempunyai kemampuan menyaring sedimen pada suatu lansekap (bentang lahan) dan berkontribusi dalam mitigasi banjir; dua fungsi penting di hulu daerah rawan banjir. Perkebunan rakyat, yang ditandai dengan sistem agroforestri yang kompleks, mempertahankan berbagai fungsi positif seperti penanggulangan erosi, mitigasi banjir, penambatan karbon, dan keanekaragaman hayati. Sistem monokultur pohon-pohonan mempunyai keaneka-ragaman hayati yang rendah walaupun masih

dapat mempertahankan fungsi penambatan karbon, mitigasi banjir, dan penanggulangan erosi. Sistem pertanian tanaman semusim mempunyai daya pencegahan erosi, mitigasi banjir, keanekaragaman hayati dan simpanan karbon yang relatif rendah. Pertanian sayuran yang intensif, yang pada umumnya tersebar pada lahan berlereng curam dan menggunakan bahan kimia tinggi, mengancam kualitas air di hilirnya dan dapat berkontribusi terhadap sedimentasi, tergantung kepada fungsi saringan pada daerah aliran sungai atau daerah tampungan air. Dengan tingginya dan terus meningkatnya tekanan penduduk, kebutuhan akan penggunaan lahan, termasuk lahan yang kurang sesuai untuk pertanian dan pemukiman serta industri, juga meningkat. Hal ini menyebabkan jasa lingkungan semakin berkurang dan semakin berharga. Jasa yang diberikan petani melalui penerapan sistem pertanian yang akrab lingkungan dan teknik-teknik konservasi seperti pagar hidup, strip rumput dan modifikasi relief mikro (rorak, teras, guludan) pada lingkungan yang rentan, patut mendapat mengakuan dan imbalan dari pengguna jasa. Pemerintah dapat meningkatkan insentif kepada petani untuk kegiatan yang bermanfaat ganda (ekonomi dan lingkungan), misalnya dengan dengan realokasi dana Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan kearah kegiatan yang lebih menjawab masalah lokal dan masalah petani.

Pendahuluan

Selain fungsi utama sebagai penghasil pangan, serat, dan berbagai produk lain yang dapat dipasarkan, kegiatan pertanian dapat merubah (memperbaiki) lansekap, memberikan manfaat lingkungan seperti konservasi lahan, mempertahankan keaneka-ragaman hayati, menopang ketahanan pangan dan mempertahankan daya pikat daerah pedesaan (OECD, 2001; Agus and Manikmas, 2003). Pertanian merupakan penyangga lapangan kerja dan merupakan sumber pendapatan sekitar 40% dari 99 juta angkatan kerja Indonesia (BPS, 2004). Fungsi sampingan (multifungsi) ini belum dikenal dalam sistem pasar yang ada sekarang dan sering diabaikan dalam berbagai kebijakan. Intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian telah terbukti mampu meningkatkan produksi pangan dan serat, walaupun produksi secara total belum dapat memenuhi kebutuhan semua penduduk yang jumlahnya senantiasa bertambah, sehingga impor masih diperlukan untuk menutupi kekurangan.

Pertanian menghasilkan berbagai jasa lingkungan - sedikit-tidaknya dengan adanya pertanian, degradasi lahan tidak lebih parah dibandingkan dengan bila lahan pertanian semakin beralih guna, walaupun aspek positif ini tidak banyak disadari dan dihargai. Kebijakan di bidang pengelolaan sumberdaya alam yang mendorong dihasilkannya jasa lingkungan dan menekan dampak negative merupakan kunci keberlanjutan penggunaan sumberdaya alam.

Jasa lingkungan pada dasarnya adalah sumbangan yang diberikan kepada masyarakat luas secara cuma-cuma oleh petani yang pada umumnya merupakan lapisan masyarakat yang termiskin dan terpinggirkan. Terdapat berbagai disinsentif dalam berusaha seperti kegagalan pasar (market failures), biasanya kebijaksanaan terhadap non-pertanian, tidak tersedianya atau tidak sanggupnya petani memperoleh sarana pertanian oleh, serta berbagai masalah prasarana dan pemasaran. Petani juga sering mengalami kesulitan disebabkan keadaan cuaca yang sulit diprediksi serta masalah hama dan penyakit tanaman.

Dewasa ini dokumentasi tentang jasa lingkungan pertanian di Indonesia masih sangat terbatas. Pengetahuan yang lebih mendalam dan berdasarkan penelitian diperlukan untuk meningkatkan kesadaran pengambil kebijakan serta masyarakat luas tentang multifungsi pertanian. Penelitian yang komprehensif dan makalah kebijakan tentang bagaimana cara meningkatkan jasa lingkungan yang positif dan menekan pengaruh negatif pertanian diharapkan dapat membantu dikeluarkannya kebijakan yang lebih tepat dan tidak bias, yaitu kebijakan yang dapat membantu meningkatkan perbaikan di bidang ekonomi dan lingkungan. Makalah ini membahas tentang jasa lingkungan dari berbagai sistem dan praktek pertanian serta sistem yang layak menerima imbalan.

Jasa lingkungan pertanian

Beberapa macam jasa lingkungan yang dapat disumbangkan oleh pertanian antara lain adalah fungsi pengendalian erosi, mitigasi banjir, pendaur-ulangan air, mitigasi suhu udara (Agus *et al.*, 2001), pemeliharaan keaneka-ragaman hayati, dan penambatan karbon. Uraian berikut akan membahas beberapa fungsi tersebut.

Erosi dan Sedimentasi pada Berbagai Penggunaan dan Pengelolaan Lahan

Sutono *et al.* (2003) menggunakan *universal soil loss equation* (USLE) untuk menduga erosi pada berbagai tipe penggunaan lahan di DAS Citarum (Tabel 1). Perlu diketahui bahwa angka yang ditampilkan didasarkan atas keadaan spesifik lokasi pengukuran dan angka tersebut tidak mencerminkan erosi dari areal yang lebih luas, dimana deposisi pada tingkat lansekap. Adanya 'filter' (misalnya strip rumput) yang dapat mengurangi hasil sedimen per satuan luas, tidak diperhitungkan dalam pendugaan ini. Prediksi skala plot ini menggunakan data primer dan sekunder dari DAS tersebut sehingga bukan hanya penggunaan dan sistem pengelolaan lahan yang bervariasi, tetapi juga faktor lain seperti lereng, erosivitas hujan, dan erodibilitas tanah, tergantung variasi spasial sifat-sifat tersebut. Pada umumnya sistem pertanian tanaman semusim mempunyai tingkat erosi paling tinggi, diikuti oleh sistem campuran antara tanaman semusim dengan tanaman tahunan.

Sistem tanaman semusim yang sering dijumpai merupakan rotasi atau tumpang gilir beberapa jenis tanaman pangan seperti singkong, jagung, kacang tanah, kedele, dan padi gogo atau sistem pertanian sayuran intensif yang banyak dijumpai pada daerah berlereng curam. Disebabkan minimnya penutupan tanah oleh tanaman, maka sistem pertanian tanaman semusim paling peka terhadap erosi. Perkebunan teh memberikan nilai duga erosi yang juga cukup tinggi yang disebabkan oleh penutupan tanah yang sedikit terbatas yang menyebabkan tingginya nilai faktor 'C'. Selain itu pada lokasi penelitian ini perkebunan teh tersebar di daerah berlereng curam. Pada sawah, karena adanya gabungan teras dengan pematang, dan hutan, karena penutupan lahan yang rapat, mempunyai tingkat erosi paling rendah.

Van Dijk (2002) membahas data dari literatur tentang penelitian erosi pada skala DAS/sub-DAS (Tabel 2) dan data ini sesuai dengan data pada Tabel 1. Pada umumnya DAS yang ditutupi hutan memberikan hasil sedimen terendah, kecuali hutan jati yang pada kondisi pengukuran ini mempunyai lantai yang hampir terbuka. Sistem berbasis tanaman sayuran menghasilkan sedimen tertinggi. Sistem lain yang berbasis tanaman semusim yang intensif juga memberikan sedimen kasar (*bedload*) yang tinggi disebabkan sedikitnya fungsi saringan (*filter*) pada DAS tersebut.

Fungsi Tanaman Pohon-pohonan dan Strip Rumput

Agus *et al.* (2002) melakukan penelitian pada tiga tampungan mikro yang satu sama lainnya berada pada radius <1 km dengan jumlah dan distribusi hujan yang serupa. Data hasil sedimen dari Tampungan Tegalan (seluas 1.1 ha yang didominasi oleh tanaman semusim), Tampungan Rambutan (seluas 0.9 ha ditutupi tanaman rambutan, *Nephelium lappaceum*), dan Kalisidi (seluas 13 ha yang juga ditutupi tanaman rambutan dan sedikit tanaman semusim pada bagian hilirnya) disajikan pada Gambar 1. Hasil sedimen total dari tampungan Tegalan, Rambutan, and Kalisidi adalah 20, 1.7, and 2.9 t/ha dengan curah hujan tahunan 3800 mm. Data ini menunjukkan bahwa sistem pertanian tanaman buah-buahan dapat mengurangi erosi secara nyata.

Disebabkan tingginya hasil sedimen pada sistem tanaman semusim yang intensif, maka tanaman rumput yang dikaitkan dengan usaha penggemukan sapi, ditanam pada bulan Desember 2001 pada Tampungan Tegalan. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengurangan hasil sedimen secara nyata pada tahun 2002 dibandingkan dengan tahun 2001. Curah hujan tahunan pada tahun 2002 sedikit lebih rendah dibandingkan dengan 2001 (3100 mm berbanding 3800 mm). Dengan berkembangnya rumput, efektivitasnya menahan erosi juga meningkat. Sebaliknya, pada sebagian Tampungan Rambutan dan Kalisidi berlangsung penanaman singkong (karena 'penjarahan' oleh beberapa orang penduduk) yang berakibat pada hancurnya sebagian agregat tanah dan tersingkapnya permukaan tanah terhadap tetesan hujan dan tetesan tajuk, sehingga erosinya meningkat.

Seperti halnya rambutan, kopi juga dapat mengurangi erosi. Berdasarkan penelitian skala petak kecil, Pujiyanto *et al.* (2001) memperlihatkan bahwa erosi sangat tinggi pada dua tahun pertama tanaman kopi bila petakan tersebut tidak dikelola dengan perlakuan pengendalian erosi karena minimnya penutupan permukaan tanah oleh tanaman. Tindakan pengendalian erosi seperti teras bangku dan strip (hedgerow) efektif mengurangi erosi dalam dua tahun pertama. Mulai tahun ketiga, erosi menjadi sangat kecil karena makin rapatnya tajuk kopi dan mulai saat itu berbagai perlakuan konservasi tidak lagi memberikan pengaruh terhadap erosi (Tabel 3).

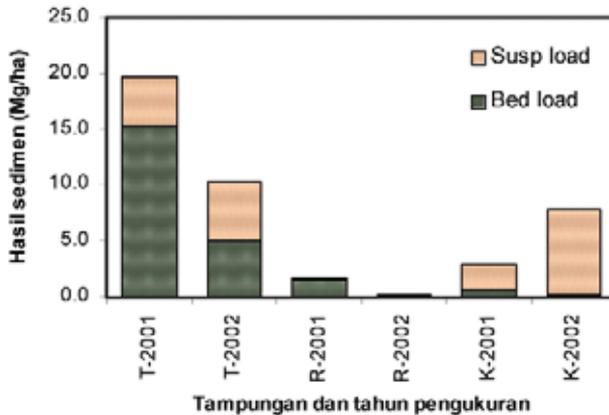
Tabel 1. Dugaan erosi pada berbagai penggunaan lahan di DAS Citarum.

Penggunaan lahan	Sub DAS		
	Saguling (paling hulu)	Cirata (Hulu)	Jatiluhur (hulir)
	Mg ha ⁻¹ tahun ⁻¹		
Hutan	0,1	0,2	0,1
Intercrop tanaman semusim dengan tahunan	8,4	15,4	36,9
Kebun karet	-	8,8	11,4
Sawah	0,3	0,4	1,4
Belukar	1,1	1,6	0,5
Tanaman semusim	22,0	61,3	40,1
Kebun teh	23,1	26,9	9,6

Sumber: Sutono *et al.*, 2003.

Tabel 2. Koefisien aliran permukaan (RC), hasil sedimen (SY) dan persentase bed load (sedimen kasar) dari berbagai tampungan di Indonesia (dikutip oleh van Dijk (2002) dari berbagai sumber).

Penggunaan lahan	Ukuran tampungan	Lama pengamatan tahun	RC	SY	Bed load
			%	Mg ha ⁻¹ tahun ⁻¹	%
Hutan					
Hutan hujan tropis	45 km ²	3 tahun	-	7	-
Hutan hujan tropis	1-45 km ²	-	-	4-7	-
Hutan hujan tropis	-	-	-	4	-
Perkebunan campuran	3-12 km ²	3 tahun	2-6% ^j	0,4-4	1-10%
Hutan pinus	18 ha	-	-	0,4-2	-
Hutan tanaman <i>Agathis</i>	20 ha	-	-	4	10%
Hutan jati	79 km ²	1 tahun	-	73	-
Penggunaan lain					
Sayuran pada lereng curam berteras	10 ha	3 tahun	17%	42-75	-
Sayuran pada lereng curam berteras	3 ha	4 bulan	12%	87	5-10%
Hutan pinus yang baru ditebang	32 ha	-	-	34	-
Hutan hujan tropis yang baru ditebang	-	-	-	51	-
Campuran pertanian dengan hutan	12-22 km ²	3 tahun	3-10%	10-12	8%
Pertanian dengan teras bangku	8-20 ha	1 tahun	3-9%	19-25	5%
Pertanian dengan teras bangku	18 ha	-	-	12-14	74- 80%
Pertanian dengan teras bangku	0,1-125 ha	6 tahun	6%	40	30%



Gambar 1. *Suspended load* (sedimen halus) dan *bed load* (sedimen kasar) yang dihasilkan pada musim hujan tahun 2000/2001 (ditulis sebagai 2001) dan musim hujan 2001/2002 (ditulis sebagai 2002) untuk tampungan Tegalán, T (ditanami tanaman semusim); Rambutan, R (tanaman rambutan); dan Kalisidi, K (tanaman rambutan dengan singkong pada sebagian kecil tampungan) (Agus *et al.*, 2003).

Tabel 3. Pengaruh teras bangku dan hedgerow yang ditanam sepanjang bibir teras terhadap erosi pada kebun kopi di Jember, Jawa Timur dengan lereng lahan 31% dan curah hujan tahunan 2.768 mm selama empat tahun pertama semenjak kopi ditanam^{a)}.

Perlakuan	Erosi			
	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4
	Mg ha ⁻¹ tahun ⁻¹			
Kontrol (tanpa teras)	25,80 a ^{b)}	17,75 a	0,55 a	0,88 a
Teras bangku	1,51 b	1,17 b	0,35 a	0,82 a
Teras + <i>L. leucocephala</i>	3,03 b	1,19 b	0,28 a	0,82 a
Teras + <i>V. zizonioides</i>	1,90 b	0,61 b	0,28 a	0,83 a
Teras + <i>M. macrophylla</i>	0,33 b	0,88 b	0,21 a	0,83 a

a) Sumber: Pujiyanto *et al.* (2001).

b) Untuk setiap kolom, angka yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan Tukey test.

Widianto *et al.* (2002), melakukan pengukuran erosi pada hutan dan berbagai tingkat pertumbuhan kopi di desa Bodong, Sumberjaya. Pengukuran skala plot ini dilakukan pada petakan yang terpengaruh sehingga pengaruh angka erosi yang didapatkan tidak hanya ditentukan oleh penggunaan lahan dan umur kopi, tetapi juga oleh variasi pola hujan dan sifat tanah. Akan tetapi '*trend*' erosi yang didapatkan Widianto *et al.* (2004) sejalan dengan hasil yang didapatkan oleh Pujiyanto (2001) (Tabel 3).

Di Kecamatan Sumberjaya, Lampung Barat, Dariah *et al.* (2004) mencatat erosi yang juga sangat kecil (kurang dari 2 t ha⁻¹ thun⁻¹) pada kebun kopi umur 3 tahun dengan curah hujan tahunan sebanyak 2400 mm

dan lereng 50-60%. Dalam keadaan demikian teknik konservasi yang diuji tidak memberikan pengaruh nyata. Dua dekade sebelumnya, Gintings (1982) mengukur erosi pada kecamatan yang sama selama enam bulan dengan curah hujan sebanyak 1338 mm dengan lereng lahan hampir 60%. Erosi selama enam bulan tersebut adalah 1,9; 1,6; 1,3; dan 0,3 t/ha berturut-turut untuk lahan yang ditanami kopi berumur 1, 2, dan 16 tahun serta pada hutan alam. Erosi satu tahun diperkirakan tidak akan lebih dari dua kali nilai ini karena curah hujan tahunan rata-rata adalah 2400 mm.

Hasil penelitian ini secara konsisten menunjukkan bahwa tanaman pohon-pohonan efektif dalam mengendalikan erosi. Kasus kopi dan rambutan seperti telah diuraikan, memberikan contoh suatu sistem yang tidak saja aman ditinjau dari aspek lingkungan, tetapi juga menjanjikan keuntungan finansial.

Sawah sebagai penyaring sedimen

Pengukuran erosi pada sawah bertingkat di Ungaran, Jawa Tengah, dengan lereng makro 25% memperlihatkan bahwa sedimen yang keluar dari sistem sawah sangat kecil ($<1.5 \text{ ton ha}^{-1}$ per musim tanam) dan lebih dari 50% erosi terjadi selama dan sesaat sesudah pengolahan tanah (Tabel 4). Pada saat pengamatan erosi, lumpur (butir tunggal dan agregat yang tersuspensi selama pengolahan tanah) terangkut ke beberapa (3 sampai 4) petakan di bawah petakan yang diolah. Ini berarti bahwa lumpur yang mencapai sungai hanya berasal dari beberapa petakan di kiri kanan sungai. Aliran air terjadi dari satu petak ke petak lain jika tinggi genangan melebihi tinggi genangan normal yaitu 5 cm selama periode vegetatif. Jika tinggi genangan air selama dan beberapa saat sesudah pengolahan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak ada atau sedikit sekali terjadi aliran air, maka erosi dapat dikendalikan menjadi lebih rendah. Tabel 4 juga memperlihatkan terjadinya penumpukan sedimen pada lahan sawah. Ini berarti bahwa sawah berfungsi sebagai penjerap (filter) sedimen.

Retensi air

Agus *et al.* (2001) menduga kapasitas retensi air beberapa penggunaan lahan di DAS Citarum Jawa Barat dan Agus *et al.* (2003) mengevaluasi fungsi mitigasi banjir lahan sawah pada lokasi penelitian yang sama dengan menggunakan *replacement cost method* dan *travel cost method*. Kapasitas retensi air (disebut juga kapasitas buffer, *BP*) adalah kapasitas DAS dalam menyerap dan menahan sementara air hujan. Aliran permukaan selama dan sesaat sesudah peristiwa hujan terjadi hanya jika

Tabel 4. Jumlah sedimen yang memasuki dan meninggalkan 18 petak (teras) sawah (dengan ukuran berkisar antara 12 to 358 m², luas total 2515 m²), selama dua musim tanam (pertama 31 Oktober 2001 sampai 31 January 2002 dan kedua dari tanggal 16 Maret sampai 1 July 2002).

Variabel	Musim tanam	
	Pertama	Kedua
Lama pengamatan (hari)	62	69
Budget Sediment:		
Jumlah total sedimen yang memasuki sistem sawah dari saluran irigasi (Mg ha ⁻¹)	3.4	6.2
Jumlah total sedimen yang keluar dari sawah ke sungai (Mg ha ⁻¹)	1.4	0.8
Jumlah total sedimen yang keluar dari sawah selama pengolahan tanah (Mg ha ⁻¹)	0.7	0.6
Jumlah sedimen dari saluran irigasi yang terdeposisi (mengendap) di sawah (Mg ha ⁻¹)	2	5.4

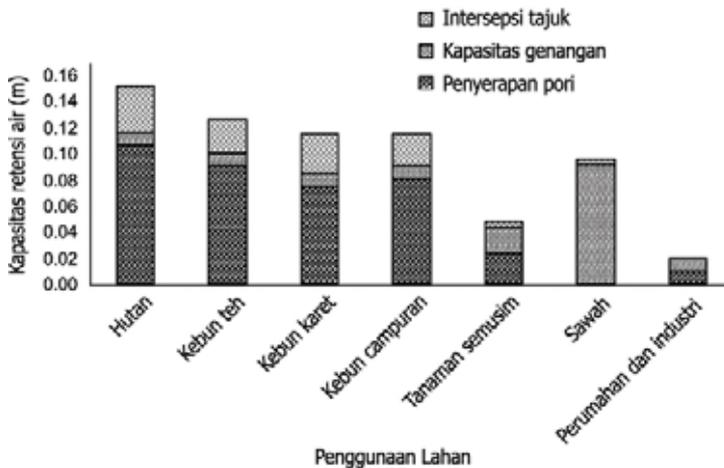
Sumber: Diolah dari Kundarto *et al.* (2002).

curah hujan melebihi kapasitas retensi (Nishio, 1999). Kapasitas retensi air merupakan jumlah air yang dapat diserap oleh pori tanah, air yang tertahan sebagai genangan pada permukaan tanah, air yang tergenang pada sawah, dam, dan sebagainya, serta air yang tertahan (terintersepsi) pada tajuk tanaman. Pada dasarnya, sifat ini merupakan cerminan dari kapasitas mitigasi banjir dari setiap sistem penggunaan lahan.

Agus *et al.* (2003) menemukan bahwa sistem penggunaan lahan berbasis tanaman pohon-pohonan mampu mempertahankan kapasitas mitigasi banjir mendekati kapasitas hutan. Sawah, dengan teras dan pematangannya, berperilaku sebagai gabungan dari dam kecil sehingga nilai retensi airnya mendekati nilai pada sistem pertanian berbasis tanaman pohon-pohonan (Gambar 2).

Selanjutnya Agus *et al.* (2003) mengemukakan bahwa beras atau gabah yang dipasarkan merupakan hasil dari sawah seluas 157,000 ha di DAS Citarum adalah sekitar \$181 juta per tahun (luas total lahannya 696,000 ha), sedangkan nilai fungsi mitigasi banjir pada total luas sawah di DAS tersebut adalah sekitar 10% dari nilai produk yang dapat dipasarkan (sekitar \$18 juta per tahun). Jumlah total replacement cost nilai mitigasi banjir, pendaaur-ulangan air, pengendalian erosi, pendaaur-ulangan sampah organik, daya pikat pedesaan, dan mitigasi peningkatan suhu udara adalah sekitar 51% dari harga beras atau padi yang dapat dipasarkan atau sekitar \$92 juta per tahun. Sistem pasar yang berlaku sekarang hanya

mengenal beras sebagai produk lahan sawah dan mengesampingkan hasil sampingan (eksternalitas) ini.



Gambar 2. Kapasitas retensi (kapasitas lahan untuk menahan air sementara sebelum terjadi aliran permukaan) dari beberapa sistem penggunaan lahan di DAS Citarum (Agus *et al.*, 2003).

Penambatan karbon dan keanekaragaman hayati

Sumber utama emisi CO₂ di Indonesia adalah alih guna hutan yang pada umumnya terjadi dengan sistem tebas bakar. Di Indonesia, emisi CO₂ yang berasal dari alih guna hutan lebih besar dibandingkan dengan yang berasal dari pembakaran bahan bakar minyak dan gas bumi (Ministry of Environment, 1999).

Dari berbagai penggunaan lahan untuk pertanian, sistem berbasis pohon-pohonan mempunyai simpanan karbon tertinggi sedangkan sistem tanaman semusim mempunyai simpanan karbon terendah (Tabel 5). Usaha untuk meningkatkan simpanan karbon antara lain ditempuh melalui diversifikasi tanaman pangan dengan tanaman pohon-pohonan atau dengan menerapkan sistem agroforestry. Untuk sistem pertanaman kopi di Lampung, Sumatra, penambahan simpanan karbon tahunan dari sistem kopi campuran adalah sekitar 1.9 Mg ha⁻¹ tahun⁻¹ selama siklus produksinya, sementara untuk sistem monokultur adalah sekitar 1.0 Mg ha⁻¹ tahun⁻¹ (Tomich *et al.*, 2001; van Noordwijk *et al.*, 2002). Gabungan antara berbagai tanaman dalam sistem agroforestri kompleks sering dijumpai di kalangan petani kecil, tidak saja di Sumatra dan Kalimantan, tetapi juga di Jawa di mana tanaman semusim ditanam di sela berbagai tanaman tahunan. Di Sumatra dan Kalimantan banyak terdapat "agroforestri karet" atau "hutan karet".

Di pinggir hutan di Sumatra, jumlah species tanaman pada lahan yang ditanami dengan cara agroforestri tradisional hampir sama dengan yang ada di hutan. Dengan semakin intensifnya sistem pertanian, maka sistem pertanian cenderung lebih berbentuk monokultur, sehingga dalam banyak hal mempunyai dampak negatif terhadap keanekaragaman hayati (Tabel 5).

Tabel 5. Penambahan karbon dan keanekaragaman hayati di pinggiran hutan di Sumatra (dari Murdiyarto *et al.*, 2002)

Penggunaan lahan	Penambahan karbon	Keanekaragaman hayati
	Rata-rata simpanan karbon	Jumlah species
	Mg ha ⁻¹	tanaman/ petak
Hutan alam	254	120
Hutan yang dikelola masyarakat	176	100
Hutan bekas penebangan komersial	150	90
Agroforestry karet	116	90
Agroforestry karet yang ditanam dengan klon	103	60
Karet monokultur	97	25
Sawit monokultur	91	25
Rotasi padi gogo dengan bera	74	45
Singkong yang mengalami degradasi menuju alang-alang	39	15

Praktek pertanian yang pantas mendapat imbalan dan mekanisme pemilihan teknologi

Sistem penggunaan lahan yang berbeda memberikan jasa lingkungan yang berbeda pula tergantung pada sistem itu sendiri dan cara pengelolaannya. Praktek yang pantas mendapat imbalan adalah yang memberikan jasa terhadap masyarakat luas. Misalnya, bila banjir merupakan masalah yang sering terjadi dan intensitasnya semakin meningkat di hilir suatu DAS, maka petani yang melakukan upaya dalam meningkatkan kapasitas retensi air pada DAS tersebut pantas mendapatkan imbalan. Dalam hal ini, menganalisis hubungan antara masalah yang ada dengan kegiatan petani yang dapat mempertahankan atau meningkatkan jasa lingkungan merupakan proses yang sangat penting. Proses tersebut antara lain adalah identifikasi masalah spesifik DAS, identifikasi tindakan yang dapat dilakukan petani atau kelompok tani dalam mengatasi atau mengurangi masalah, pemilihan praktek yang paling layak dilaksanakan, dan memfasilitasi bimbingan dan penyediaan

insentif untuk penerapan praktek baru. Solusi berdasarkan pada lokasi tertentu yang dikembangkan oleh petani, baik dengan maupun tanpa dukungan dari luar lebih baik dibandingkan dengan rekomendasi konvensional yang seragam untuk seluruh lokasi. Tantangan bagi kalangan penyuluh adalah bagaimana memfasilitasi dan mempercepat proses pembelajaran lokal.

PRA (*participatory rural appraisal*) adalah suatu teknik survei di mana petani dengan penyuluh berkomunikasi dua arah tentang sistem usaha tani, termasuk peluang dan kendala dalam berusaha. Metode PRA sudah merupakan prosedur standar yang resmi dalam proses pemilihan teknologi pada berbagai proyek pembangunan di Indonesia. Namun dalam pelaksanaannya, rekomendasi yang ditemukan pada berbagai plot demonstrasi (demplot) belum mencerminkan keragaman biofisik dan sosial ekonomi petani tetapi rekomendasi standar masih mendominasi di lapangan. Sebagai contoh, lereng masih digunakan sebagai kriteria utama dalam penentuan jumlah pohon yang harus ditanam pada luasan tertentu. Lahan dengan lereng <25%, antara 25 sampai 40%, dan >40% direkomendasikan untuk ditanamai dengan 100, 200 dan 400 pohon ha⁻¹ agar terjadi penutupan tajuk tanaman berturut-turut 25%, 50% dan 100% (RTL-RLKT, 1996, tidak dipublikasi). Masalah yang lebih penting seperti jumlah pohon yang sudah ada di lapangan, usaha tani yang subsisten (yang hanya berorientasi kebutuhan pangan untuk dikonsumsi sendiri), ketidak-pastian dan ketidak-amanan penguasaan lahan yang memaksa petani berinvestasi hanya untuk menanam tanaman umur pendek, tidak banyak diperhatikan dalam pemilihan teknologi. Sebenarnya penanaman pohon-pohonan cukup disukai petani asalkan tidak megorbankan tanaman semusim yang biasa mereka tanam. Untuk petani dengan penguasaan lahan yang tidak aman, yang mereka utamakan adalah bagaimana supaya modal dan keuntungan dapat mereka peroleh kembali dengan cepat (Agus, 2001).

Pilihan pengelolaan lahan harus mempertimbangkan masalah utama dan harus dimulai dengan analisis yang mendalam tentang hubungan sebab-akibat. Hubungan tersebut harus berorientasi kepada kebutuhan dasar petani. Dengan demikian penting sekali untuk mengadakan dialog terbuka dan transparan atau bernegosiasi antara stakeholders untuk menganalisis masalah, kemungkinan penyebabnya, dan pemilihan cara penanganan atau pengurangannya (van Noordwijk *et al.*, 2004; dalam buku ini). Contoh hubungan masalah DAS, penyebab, dan pemilihan cara pengelolaan diberikan pada Tabel 6. Terlihat dalam tabel tersebut bahwa beberapa penyebab masalah merupakan faktor alami yang lebih sulit

Tabel 6. Beberapa contoh masalah DAS, penyebab dan pilihan cara penanganannya.

Masalah	Kemungkinan penyebab	Pilihan cara mengatasi atau mengurangnya
Penurunan volume atau muka air danau secara nyata	Kemarau panjang	Penerapan langkah-langkah untuk mitigasi kekeringan (<i>back-up systems</i>) Penghematan penggunaan???
	Pengaliran air dari danau secara artifisial seperti melalui pengerukan dasar sungai atau sodetan danau untuk pembangkit listrik, industri, dan irigasi.	Peningkatan aliran air ke danau dengan cara mengurangi evapotranspirasi pada daerah tampungan air danau (DTA). Penghematan penggunaan air
Berkurangnya kapasitas danau dan dam (dalam menampung air)	Erosi (termasuk erosi tebing sungai) dan sedimentasi.	Perbaikan penutupan tanah dengan tanaman pada DTA. Strip rumput Pembuatan sabuk hijau di sepanjang sungai dan sekeliling danau Pengamanan tebing sungai yang labil.
Banjir	Hujan berlebihan	Pembuatan bangunan yang dapat mengurangi banjir seperti dam dan kanal banjir.
	Menurunnya kapasitas menahan air dan kapasitas infiltrasi daerah aliran sungai (DAS) atau DTA	Peningkatan infiltrasi dan perkolasi melalui pembangunan kolam-kolam penampung air dan rorak. Peningkatan konsumsi air di DAS, misalnya melalui penanaman pohon. Melindungi tanah dari kehancuran agregat, misalnya dengan penggunaan mulsa, tanaman penutup tanah, dan pemeliharaan seresah di permukaan tanah.
	Tersumbatnya atau tidak cukupnya system drainase	Pemeliharaan saluran drainase dan pembuatan saluran drainase baru
	Sedimentasi	Perbaikan sistem pencegahan erosi melalui penutupan tanah oleh tanaman, pagar hidup, agroforestry, pencetakan sawah dan sebagainya.

ditangani, misalnya kemarau panjang atau curah hujan yang ekstrim tinggi. Namun ada juga berbagai masalah yang disebabkan oleh tindakan manusia seperti pengelolaan lahan yang tidak tepat, intervensi keseimbangan ekosistem secara artifisial seperti peningkatan penyodetan (penyaluran air ke luar danau).

Kesimpulan dan implikasi kebijakan

Tingginya kepadatan dan laju pertumbuhan penduduk yang mencapai 1.6% per tahun menyebabkan semakin kuatnya tekanan terhadap penggunaan lahan melalui intensifikasi maupun ekstensifikasi. Ekstensifikasi pertanian, bahkan sampai ke lahan berlereng curam sebenarnya tidak cocok untuk pertanian penghasil pangan, papan dan serat dalam jumlah yang cukup untuk mendapatkan penghasilan. Sementara itu, lahan juga diperlukan untuk pemukiman, industri, dan pembangunan infrastruktur lainnya. Dengan beralihnya penggunaan lahan dari hutan menjadi lahan pertanian, dan dari lahan pertanian menjadi penggunaan lain di luar pertanian, berbagai jasa lingkungan cenderung menghilang sehingga jasa lingkungan tersebut menjadi semakin berharga.

Sistem pertanian yang berbeda memberikan jasa lingkungan yang berbeda pula. Perkebunan rakyat yang berupa sistem agroforestri kompleks, dapat mempertahankan berbagai jasa lingkungan seperti pengendalian erosi, mitigasi banjir, penambatan karbon, dan penjaga kelestarian keanekaragaman hayati. Pada sistem pohon-pohonan monokultur terjadi kehilangan berbagai spesies, namun masih mampu menyumbang dalam bentuk penambatan karbon, mitigasi banjir, dan pengendalian erosi. Sistem persawahan intensif dapat mengendalikan erosi sampai ke tingkat yang sama rendahnya dengan erosi pada hutan. Sistem berbasis tanaman semusim mempunyai kemampuan yang rendah dalam mengendalikan erosi, mempunyai keanekaragaman hayati dan penambatan karbon yang rendah. Meskipun demikian, masih tersedia cukup banyak cara untuk menjadikan sistem ini menjadi sistem yang ramah lingkungan, walaupun cara tersebut tidak selalu terjangkau oleh petani.

Sistem dan praktek pertanian tradisional pada umumnya dapat menyumbangkan jasa secara signifikan, namun usaha pertanian ini menemui banyak kesulitan berhubungan dengan penyediaan sarana, pemasaran, dan prasarana. Dengan meningkatnya kebutuhan terhadap produk pertanian sekaligus terhadap jasa lingkungan, maka sepantasnya petani yang memberikan jasa tersebut mendapat Imbalan. Masyarakat yang menikmati jasa tersebut seyogyanya berpartisipasi dalam membantu agar penyediaan jasa lingkungan dapat ditingkatkan/dipertahankan. Di samping itu pemerintah patut memberikan bantuan, misalnya dengan menata kembali penggunaan dana Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GNRHL) ke arah yang betul-betul berorientasi pada

pemecahan masalah dan memihak kepada petani sehingga dana tersebut dapat berdampak pada peningkatan mutu lingkungan dan perbaikan kehidupan petani.

Kriteria dan indikator pengelolaan DAS yang digunakan dalam Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GNRHL) di Indonesia

Ahmad Fauzi Mas'ud¹⁾, C. Nugroho, S.P.²⁾, dan Irfan B. Pramono³⁾

¹⁾ Kepala Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam, Bogor, Indonesia

²⁾ Kepala Litbang Teknologi Pengelolaan DAS Indonesia Bagian Barat (BP2TPDAS IBB), Surakarta, Indonesia

³⁾ Researcher in the BP2TPDAS IBB, Surakarta, Indonesia

Banjir dan kekeringan tidak hanya terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang hutannya sudah ditebang, tetapi juga pada DAS yang mempunyai vegetasi penutup hutan, karena hutan mempunyai keterbatasan dalam menyimpan air pada saat terjadi hujan lebat. Apalagi bila hutan dialihgunakan menjadi hutan tanaman, maka berpotensi mengurangi persediaan air di daerah bawahnya terutama pada musim kemarau. Dengan demikian pengelolaan hutan harus terkait dengan pengelolaan DAS.

Dalam menilai keberhasilan pengelolaan hutan maupun DAS diperlukan kriteria dan indikator untuk melaksanakan monitoring dan evaluasinya. Tulisan ini bermaksud memberikan gambaran tentang kriteria dan indikator pengelolaan DAS dan hubungannya dengan kriteria dan indikator pengelolaan hutan lestari serta pengaruh Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) terhadap kinerja DAS.

Ada 3 kriteria yang digunakan dalam monitoring dan evaluasi pengelolaan DAS yaitu lahan, air, dan manusia. Pengelolalaan hutan lestari juga mempunyai 3 kriteria yaitu produksi, lingkungan, dan sosial. Walaupun kriteria dan indikator yang digunakan dalam pengelolaan hutan lestari sudah memasukkan kriteria lingkungan namun belum secara tegas disebutkan satuan pengelolaan dan evaluasinya. Satuan pengelolaan hutan dengan menggunakan satuan DAS akan memudahkan pengelolaan dan monitoring serta evaluasinya. Kriteria dan indikator yang digunakan dalam pengelolaan

hutan terutama yang menyangkut lingkungan sebaiknya juga mengacu kepada kriteria dan indikator yang digunakan dalam pengelolaan DAS. Berdasarkan kriteria dan indikator pengelolaan DAS, secara potensial RHL dapat memperbaiki kinerja DAS sampai 67%.

Pendahuluan

Banjir dan kekeringan terjadi silih berganti tergantung curah hujan dan sifat DAS. Hal ini biasanya menandakan telah terjadi kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS). Pada DAS yang sudah mengalami kerusakan, proporsi air hujan yang menjelma menjadi aliran permukaan semakin tinggi dan hanya sebagian kecil air hujan yang masuk ke dalam tanah. Akibatnya pada musim kemarau air yang bisa dialirkan tinggal sedikit.

Kemampuan DAS dalam menahan air hujan dan mengalirkannya pada musim kemarau tergantung pada kondisi biofisiknya. Salah satu faktor biofisik yang mempengaruhi adalah penutupan lahan. Penutupan lahan hutan dapat menghambat laju aliran permukaan dan meningkatkan infiltrasi, sehingga air yang disimpan di bawah permukaan tanah cukup banyak dan akan dialirkan dengan kecepatan yang sangat lambat. Hal ini menyebabkan kontinuitas aliran terjaga sepanjang tahun.

Akhir-akhir ini banjir juga terjadi di daerah yang hulunya tertutup hutan seperti banjir yang terjadi di Jambi, Bohorok, dan Pacet. Berdasarkan hasil penelitian, ternyata hutan mempunyai keterbatasan dalam mencegah banjir. Jika terjadi hujan yang cukup lama dengan intensitas tinggi maka hutan sudah tidak mampu lagi menyerap air. Menurut Sudjoko *et al.* (1998), jika hujan terjadi dengan durasi 5,5 jam dan intensitas 114 mm jam⁻¹ maka kapasitas hutan sebagai pencegah banjir sudah terlampaui.

Kekeringan juga sering terjadi di daerah yang berhulu hutan seperti di Kebumen, Cilacap, dan Purworejo. Hutan di daerah tersebut merupakan hutan tanaman pinus. Pada umumnya bagian hulu daerah tersebut sebelumnya merupakan hutan jati dan rimba campuran, namun setelah diganti dengan tanaman pinus maka timbul kekurangan air di bagian hilir. Hal ini terjadi karena daerah tersebut mempunyai iklim kering dengan curah hujan di bawah 2000 mm tahun⁻¹ dan ditanami dengan tanaman yang mempunyai tingkat kebutuhan air (evapotranspirasi) tinggi, sehingga air yang tersisa menjadi berkurang. Akibatnya masyarakat di

bagian hilir merasa kekurangan air terutama pada waktu musim kemarau. Keberhasilan pengelolaan DAS dan pengelolaan hutan dapat dilihat dari hasil monitoring dan evaluasi pelaksanaannya melalui kriteria dan indikator yang telah ditetapkan.

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang kriteria dan indikator pengelolaan DAS dan sejauh mana Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) dapat memperbaiki kinerja DAS.

Kriteria dan indikator pengelolaan DAS

Pengelolaan DAS adalah upaya dalam mengendalikan hubungan timbal balik antara Sumber Daya Alam (SDA) dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya. Pengelolaan DAS bertujuan untuk membina kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatkan manfaat sumber daya alam bagi manusia secara berkelanjutan (BTP DAS, 2001). Sumber daya alam yang berupa tanah dan air mempunyai peranan penting dalam kelangsungan hidup manusia, sehingga pemanfaatannya perlu diatur agar optimal dan lestari. Karena DAS merupakan kumpulan dari beberapa satuan lahan untuk mengelola sumber daya alam, maka seluruh fungsi pengelolaan sumber daya alam perlu menggunakan satuan DAS. Tahapan penyelenggaraan pengelolaan DAS mencakup perencanaan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi.

Dalam melakukan monitoring dan evaluasi perlu disusun kriteria-kriteria beserta indikator-indikatornya yang dapat mencerminkan kondisi suatu DAS. Kriteria yang digunakan dalam monitoring dan evaluasi pengelolaan DAS dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) yaitu pengelolaan lahan, pengelolaan air, dan pengelolaan Sumber Daya Manusia (SDM) dalam hubungannya dengan SDA. Pembobotan tiap-tiap kriteria dan indikator tergantung pada tujuan pengelolaan DAS di suatu tempat. Secara umum dapat dibuat pembobotan sebagai berikut: kriteria lahan menempati porsi 40%, kriteria air 40%, dan kriteria SDM 20%. Masing-masing indikator mempunyai kontribusi tertentu dalam skor pembobotannya.

Pengelolaan lahan

Pengelolaan lahan sangat berpengaruh dalam proses yang terjadi di dalam suatu DAS. Kriteria lahan mempunyai bobot 40%. Indikator utama dalam pengelolaan lahan adalah erosi yang terjadi saat ini. Sedangkan kondisi lahan secara keseluruhan akibat dari tindakan konservasi tanah, sistem

dan pola tanam, pengaturan tata ruang yang terdiri dari Indeks Kemampuan Penggunaan Lahan (IKPL) dan Indeks Penutupan Lahan Permanen (IPLM) merupakan faktor tambahan. Bobot masing-masing indikator dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bobot masing-masing indikator pada kriteria lahan

Indikator	Bobot	Bobot total
1. Erosi		25
2. Kondisi lahan		5
a. Tindakan konservasi tanah	2,5	
b. Sistem dan pola tanam	2,5	
3. Tata Ruang		10
a. Indeks kemampuan Penggunaan Lahan (IKPL)	5	
b. Indeks Penutupan Lahan Permanen (IPLM)	5	
Sub Total Kriteria lahan		40

Pengelolaan air

Pengelolaan air dicerminkan oleh output dari suatu DAS. Kriteria air ini mempunyai bobot 40%. Indikator-indikator dalam pengelolaan air meliputi banjir dan kekeringan, sedimentasi, kualitas air, dan fluktuasi muka air tanah. Bobot masing-masing indikator dapat dilihat pada Tabel 2. Koefisien regim sungai (KRS) adalah perbandingan antara debit maksimum dan debit minimum dalam suatu DAS. Makin kecil nilai KRS berarti makin kecil perbedaan debit maksimum dan minimum, sehingga

Tabel 2. Bobot masing-masing indicator pada kriteria air

Indikator	Bobot	Bobot total
1. Banjir dan kekeringan		15
a. Koefisien regim sungai (KRS)	7	
b. Koefisien of Variance (CV)	5	
c. Indeks Penggunaan Air (IPA)	3	
2. Sedimentasi		12
3. Kualitas Air		9
a. Fisika	3	
b. Kimia	3	
c. Biologi	3	
4. Fluktuasi Air Tanah		4
Sub Total Kriteria Air		40

kontinuitas aliran cukup terjaga. Koefisien of variance (CV) adalah perbandingan antara standard deviasi debit tahunan dan debit rata-rata tahunan. Makin kecil nilai CV berarti makin baik kondisi suatu DAS karena variasi debitnya kecil. Indek Penggunaan Air (IPA) adalah perbandingan antara kebutuhan dan persediaan air. Makin kecil nilai IPA berarti kondisi DAS makin baik karena persediaan air masih cukup besar. Sedimentasi diukur di danau atau waduk. Kualitas air diukur dari aspek fisik, kimia dan biologi. Indikator untuk kualitas fisik meliputi warna, total muatan tersuspensi dan kekeruhan. Karakteristik kimia air meliputi pH, Daya Hantar Listrik (DHL), NO_3 , SO_4 , PO_4 , K, Na, dan Ca. Karakteristik biologi meliputi Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD).

Pengelolaan SDM dalam hubungannya dengan SDA

Pengelolaan SDM merupakan salah satu kriteria yang menentukan dalam keberhasilan pengelolaan DAS. Kriteria SDM ini mempunyai bobot 20%. Indikator-indikator dalam pengelolaan SDM ini meliputi ketergantungan terhadap lahan, status kepemilikan lahan, kelembagaan pengelolaan DAS, budaya pengelolaan DAS, dan pendapatan masyarakat. Bobot masing-masing indikator tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bobot masing-masing indikator pada kriteria SDM

Indikator	Bobot	Bobot total
1. Ketergantungan terhadap lahan		5
2. Status kepemilikan lahan		3
3. Kelembagaan Pengelolaan DAS		4
a. Lembaga masyarakat	3	
b. Konflik	1	
4. Budaya		7
a. Norma konservasi	3	
b. Adopsi Teknologi Konservasi	4	
5. Pendapatan Masyarakat		1
Sub Total kriteria SDM		20

Standar Evaluasi

Masing-masing indikator disusun parameternya kemudian dibuat standar evaluasinya. Setelah itu baru ditentukan skornya yaitu baik, sedang atau buruk. Perincian standar evaluasi selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Standar evaluasi dalam monitoring dan evaluasi pengelolaan DAS

Kriteria	Indikator	Parameter	Standar Evaluasi	Skor
Lahan	Erosi	Kelas lereng (%)	< 8	Ringan
			8 – 25	Sedang
			> 25	Berat
		Solum tanah (cm)	> 50	Ringan
			20 – 50	Sedang
			< 20	berat
		Morfoerosi	Tidak ada	Baik
			Sedikit	Sedang
			Banyak	Berat
		Kualitas konservasi tanah	Sesuai standar	Baik
Kurang sesuai			Sedang	
Tidak ada			Buruk	
Tindakan konservasi tanah	Persen luas lahan yang telah dikonservasi	> 70	Baik	
		50 – 70	Sedang	
Sistem dan pola tanam	Kerapatan tanaman (semusim) terhadap penutupan lahan	>80	Baik	
		60 – 80	Sedang	
IKPL	Luas yg sikron dg IKPL dibagi luas kelas KPL (%)	< 60	Buruk	
		>70	Baik	
IPLM	Luas lahan bervegetasi dibagi luas DAS (%)	50 – 70	Sedang	
		< 50	Buruk	
		>40	Baik	
		30 – 40	Sedang	
Air	KRS	Debit maksimum dibagi debit minimum	< 50	Baik
			50 – 120	Sedang
			> 120	Buruk
	CV	Standar deviasi debit tahunan dibagi debit rata-rata tahunan	< 0,1	Baik
			0,1 – 0,3	Sedang
			> 0,3	Buruk
	IPA	Kebutuhan air dibagi persediaan air	< 0,5	Baik
			0,5 – 0,9	Sedang
			> 0,9	Buruk
	Sedimen	Laju sedimentasi (mm tahun ⁻¹)	< 1	Baik
1 – 2			Sedang	
> 2			Buruk	
Kualitas fisik air	TDS (mg l ⁻¹)	< 250	Baik	
		250 – 400	Sedang	
		> 400	Buruk	
Kualitas kimia air	pH	6,5 – 7,5	Baik	
		5-6,5 / 7,5-8,5	Sedang	
		< 5,5 / > 8,5	Buruk	
	DHL (i mhos cm ⁻¹)	< 500	Baik	
		500-2000	Sedang	
		> 2000	Buruk	

Kriteria	Indikator	Parameter	Standar Evaluasi	Skor
	Biologi air	BOD (mg l ⁻¹)	< 5 5 – 10 > 10	Baik Sedang Buruk
	Fluktuasi muka air tanah	Fluktuasi muka air sumur pada musim kemarau dan penghujan (m)	< 5 5 – 10 > 10	Baik Sedang Buruk
Sosial Ekonomi	Ketergantungan terhadap lahan	Kontribusi usaha tani terhadap pendapatan total (%)	< 50 50 – 75 > 75	Baik Sedang Buruk
	Status lahan	Penggarap sebagai pemilik (%)	> 75 25 – 75 < 25	Baik Sedang Buruk
	Lembaga masyarakat	Lembaga dalam RLKT	Berfungsi Tak fungsi Tak ada	Baik Sedang Buruk
	Konflik	Konflik pemanfaatan SDA	Tak ada Teratasi Tak teratasi	Baik Sedang Buruk
	Norma	Norma sosial dalam KTA	berjalan Tak berjalan Tak ada	Baik Sedang Buruk
	Adopsi	Pemahaman dan tindakan petani dalam konservasi	Melaksanakan Tak melaksanakan Tak tahu	Baik Sedang Buruk
	Pendapatan masyarakat	Total pendapatan dibagi standar kemiskinan BPS	> BPS = BPS < BPS	Baik Sedang Buruk

Kriteria dan indikator pengelolaan hutan

Hutan merupakan salah satu jenis penutupan lahan di dalam suatu DAS dan berfungsi sebagai regulator dalam siklus hidrologi. Hutan dapat mencegah terjadinya banjir dan kekeringan. Disamping itu, hutan juga sebagai penghasil kayu yang pada beberapa dekade lalu sempat menyumbang devisa kedua terbesar setelah minyak. Jika dikelola dengan baik hutan dapat mempunyai dua fungsi yaitu sebagai penghasil devisa dan sebagai pengatur tata air. Untuk dapat mengelola hutan dengan baik dibutuhkan beberapa tahapan pengelolaan seperti perencanaan, pemanenan, monitoring dan evaluasi yang nantinya akan dijadikan dasar untuk perencanaan selanjutnya.

Beberapa lembaga baik nasional maupun internasional telah menyusun kriteria dan indikator untuk pengelolaan hutan secara lestari. Pada umumnya dalam pengelolaan hutan lestari terdapat 3 kriteria yaitu kriteria produksi, lingkungan dan sosial ekonomi masyarakat.

Lembaga Ekolabel Indonesia (LEI, 1999) telah mencantumkan kriteria stabilitas ekosistem yang terdiri dari 11 indikator, yaitu :

1. proporsi luas kawasan yang dilindungi berfungsi baik,
2. proporsi luas kawasan yang dilindungi tertata baik,
3. intensitas gangguan terhadap kawasan yang dilindungi,
4. kondisi keanekaragaman spesies flora dan fauna,
5. intensitas kerusakan struktur hutan dan komposisi spesies tumbuhan,
6. intensitas dampak kegiatan kelola produksi terhadap tanah,
7. intensitas dampak kegiatan produksi terhadap air,
8. efektivitas pengelolaan kerusakan struktur dan komposisi tegakan/ hutan,
9. efektivitas teknik pengendalian dampak kegiatan kelola produksi terhadap tanah,
10. efektivitas teknik pengendalian dampak kegiatan kelola produksi terhadap air,
11. efektivitas penyuluhan mengenai pentingnya pelestarian ekosistem.

Sedangkan ITTO telah mencantumkan kriteria kondisi dan kesehatan ekosistem hutan yang terdiri dari 9 indikator yaitu;

1. luas dan prosentase dari total wilayah hutan yang secara khusus diperuntukkan bagi perlindungan tanah dan air
2. luas dan prosentase wilayah hulu yang ditebang dimana daerah tangkapan di luar kawasan tersebut telah ditentukan, didokumentasikan dan dilindungi sebelum penebangan.
3. luas dan prosentase hutan tebangan yang ditentukan sebagai daerah sensitif (sangat curam atau peka terhadap erosi) dan dilindungi sebelum tebangan
4. luas dan prosentase wilayah tebangan dimana sistem drainase/tata airnya telah dibatasi atau ditentukan dengan jelas serta dilindungi sebelum penebangan
5. prosentase panjang sisi sungai, badan air, hutan bakau, dan lahan basah lainnya yang dilindungi dengan jalur penyangga yang sesuai

6. keberadaan dan implementasi prosedur yang mengidentifikasi dan membatasi daerah sensitif terhadap kerusakan untuk perlindungan tanah dan air
7. keberadaan dan implementasi pedoman untuk jaringan dalam hutan termasuk persyaratan sistem tata air, dan konservasi jalur penyangga sepanjang sungai maupun anak sungai
8. keberadaan dan pelaksanaan prosedur pembalakan untuk melindungi tanah dari pemadatan oleh mesin pembalakan dan untuk melindungi tanah dari erosi selama operasi pembalakan dilaksanakan
9. keberadaan dan pelaksanaan prosedur penilaian perubahan kualitas air sungai yang mengalir melalui hutan produksi dibandingkan dengan sungai yang mengalir melalui jenis-jenis hutan yang bebas dari pengaruh manusia.

Dari hal tersebut terlihat bahwa pengelolaan hutan lestari sangat memperhatikan aspek lingkungan khususnya lingkungan DAS. Pengelolaan hutan yang berpengaruh dalam pengelolaan DAS antara lain proporsi luas hutan dalam suatu DAS, distribusi atau penyebaran hutan dalam suatu DAS, dan kesesuaian jenis-jenis hutan tanaman terhadap lingkungan.

Proporsi luas hutan dan distribusinya di dalam suatu DAS

Undang-Undang Kehutanan No. 41 th 1999 pasal 18 menyebutkan bahwa luas hutan minimal dalam suatu DAS adalah 30%. Walaupun penentuan angka ini tidak didukung oleh hasil penelitian di daerah tropis namun untuk sementara angka tersebut dianggap cukup memadai bila kondisi atau kualitas hutannya cukup baik.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil air tahunan berubah ketika jumlah atau tipe vegetasi diubah dalam suatu DAS. Perubahan penggunaan lahan yang menyebabkan pengurangan evapotranspirasi, akan menaikkan hasil air. Evapotranspirasi dapat berkurang dengan berubahnya struktur dan komposisi vegetasi dalam suatu DAS (Brooks *et al.*, 1991) misalnya karena pembukaan hutan. Pengurangan luas hutan akan menaikkan hasil air, demikian juga alih guna lahan dari hutan menjadi lahan pertanian (Bruijnzeel, 1990). Namun demikian, hasil penelitian ini baru menunjukkan total perubahan hasil air tahunan, belum menunjukkan bagaimana pola distribusi hasil air harian maupun bulanan. Jadi luas hutan yang optimal dalam suatu DAS sangat dipengaruhi oleh tujuan pengelolaan DAS di tempat tersebut.

Di samping luas hutan dalam suatu DAS, distribusi atau penyebaran hutan dalam suatu DAS juga menentukan pengaruh hutan dalam melindungi tata air. Fungsi hutan akan efektif bila terletak di daerah yang berlereng curam dan di kiri kanan sungai seperti yang tercantum dalam LEI (1999) dan ITTO (1992).

Kesesuaian jenis tanaman dan tipe hutan dengan lingkungan

Perubahan jenis hutan seringkali menimbulkan masalah terhadap lingkungan khususnya tata air. Perubahan hutan alam menjadi hutan tanaman *Eucalyptus* banyak menimbulkan masalah seperti yang terjadi di India, Thailand, dan Indonesia. Contoh lain, perubahan hutan alam menjadi hutan pinus di daerah Jawa Tengah bagian selatan juga menimbulkan kesulitan air bagi masyarakat di bagian hilir. Masyarakat mengeluh kesulitan air setelah dilakukan penanaman hutan pinus.

Kalau dilihat lebih detail, hutan akan mempengaruhi jalannya air dari hujan ke permukaan tanaman sampai meresap ke dalam tanah dan akhirnya akan keluar ke permukaan melalui mata air dan sungai, seperti terlihat pada Gambar 1. Menurut Priyono dan Siswamartana (2003), pengaruh hutan terhadap hidrologi dapat dikelompokkan menjadi 4 yaitu:

- Pengumpulan oleh tajuk (*intersepsi*), curah antar tajuk (*throughfall*), dan aliran batang (*stemflow*)
- Perubahan lengas tanah dan perubahan air tanah. Dengan adanya hutan maka kadar lengas tanah menjadi lebih tinggi
- Perubahan sifat fisik tanah. Hutan akan meningkatkan infiltrasi air dan memperbaiki struktur tanah sehingga tanah menjadi lebih subur.
- Perubahan watak aliran sungai. Aliran sungai yang keluar dari hutan cenderung mempunyai fluktuasi yang rendah antara debit maksimum dan minimum.

Evapotranspirasi dari berbagai macam jenis tanaman hutan telah diketahui. Dengan demikian dalam melakukan penanaman jenis-jenis tanaman hutan yang baru (*exotic*) secara luas sebaiknya harus memperhatikan kondisi iklim setempat terutama curah hujan. Jika jenis yang akan ditanam mempunyai tingkat evapotranspirasi yang lebih tinggi dari sebelumnya atau yang digantikan maka ada kemungkinan daerah tersebut akan mengalami kekurangan air. Hutan tanaman *Pinus merkusii* sebaiknya ditanam pada daerah-daerah yang mempunyai hujan tahunan > 2000 mm.

Rehabilitasi hutan dan lahan

Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan

Laju kerusakan hutan dan pembentukan lahan kritis di Indonesia semakin mengkhawatirkan. Gambaran umum kondisi kerusakan hutan menunjukkan bahwa dari 105 juta ha kawasan hutan di Indonesia, 57,7 juta ha (55%) diantaranya mengalami kerusakan (Baplan, 2001). Pada tahun 1984 terdapat lahan kritis seluas 9,7 juta ha, kemudian pada tahun 1994 meningkat menjadi 23,2 juta ha, dimana 15,1 juta ha berada di luar kawasan hutan dan sisanya 8,1 juta ha berada di dalam kawasan hutan. Sementara itu, kemampuan dalam merehabilitasi hutan dan lahan kritis hanya 300.000 ha per tahun.

Berpijak pada kondisi tersebut, maka pemerintah mengeluarkan kebijakan Gerakan Nasional Rehabilitasi Lahan dan Hutan (GN RHL). GN RHL tersebut merupakan hasil kerja dari Tim Koordinasi Perbaikan Lingkungan melalui Rehabilitasi dan Reboisasi Nasional. Tim ini dibentuk melalui Surat Keputusan Bersama (SKB) tiga Menko, yaitu Menteri Koordinator Bidang Politik dan Keamanan, Menteri Koordinator Bidang Perekonomian, dan Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat yang ditanda tangani pada tanggal 31 Maret 2003.

GN RHL bertujuan melakukan upaya rehabilitasi hutan dan lahan secara terpadu dan terencana dengan melibatkan semua instansi pemerintah terkait, swasta dan masyarakat, agar kondisi lingkungan hulu sungai kembali berfungsi sebagai daerah resapan air hujan yang baik. Menurut rencana GN RHL akan dilaksanakan selama lima tahun dengan luas sasaran tiga juta ha. Secara rinci sasarannya adalah 300.000 ha (tahun 2003), 500.000 ha (2004), 600.000 ha (2005), 700.000 ha (2006), dan 900.000 ha (2007). GN RHL tersebut akan diimplementasikan pada hutan dan lahan dengan satuan pelaksanaan Daerah Aliran Sungai (DAS), yaitu di 68 DAS kritis di Indonesia.

Strategi yang dilakukan dalam GN RHL adalah:

- 1) memadukan kemampuan pusat, mendayagunakan Pemerintah Daerah, menggerakkan peranserta masyarakat dan swasta dengan kepeloporan TNI di lapangan.
- 2) Diselaraskan dengan upaya penekanan laju kerusakan hutan dan lahan.
- 3) Diprioritaskan pada hutan dan lahan kritis yang menimbulkan daya rusak yang besar.

- 4) Diterapkan sistem monitoring dan evaluasi secara terbuka dan konsisten dengan menggunakan analisis citra satelit.
- 5) Dipilih jenis tanaman yang 'akrab' dengan kehidupan masyarakat setempat.

Secara garis besar GN RHL terdiri dari 2 (dua) kegiatan yaitu:

1. Kegiatan Pengembangan Pembibitan (pengadaan bibit, renovasi dan pembangunan sentra produksi bibit).
2. Kegiatan Penanaman (reboisasi, hutan rakyat, dan penanaman turus jalan) dan pembuatan bangunan konservasi tanah (dam pengendali, dam penahan, sumur resapan, dan *gully plug*).

Bagaimana rehabilitasi hutan dan lahan dapat memperbaiki kondisi DAS

Seperti telah disebutkan, bahwa ada tiga kriteria dan 20 indikator dalam menilai keberhasilan pengelolaan DAS. Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) diharapkan dapat memperbaiki kondisi suatu DAS. Kegiatan RHL tidak hanya menanam pohon saja tetapi juga membuat bangunan-bangunan tehnik konservasi tanah. Tabel 5 mengidentifikasi indikator-indikator pengelolaan DAS yang secara langsung diperbaiki melalui kegiatan RHL. Angka pada kolom 6 Tabel 5 diperoleh dari nilai bobot masing-masing parameter. Pemberian bobot berdasarkan tujuan pengelolaan DAS.

Tabel 5. Potensi pengaruh rehabilitasi hutan dan lahan berdasarkan kriteria dan indikator (Table 4).

Kriteria	Indikator	Parameter	Bobot (%)	Hubungan dengan RHL	Pengaruh RHL terhadap Kondisi DAS (%)
Lahan	Erosi	Kelas lereng (%)	10	Pembuatan teras	10
		Solum tanah (cm)	5	-	
		Morfoerosi	5	Konservasi tanah	5
		Kualitas konservasi tanah	5	Konservasi tanah	5
	Tindakan konservasi tanah	Persen luas lahan yang telah dikonservasi	2,5	Konservasi tanah	2,5
	Sistem dan pola tanam	Kerapatan tanaman (semusim) terhadap penutupan lahan	2,5	Penanaman tanaman tahunan	2,5

Kriteria	Indikator	Parameter	Bobot (%)	Hubungan dengan RHL	Pengaruh RHL terhadap Kondisi DAS (%)
	IKPL	Luas yg sesuai dengan IKPL dibagi luas kelas KPL (%)	5	Penanaman	5
	IPLM	Luas lahan bervegetasi dibagi luas DAS (%)	5	Penanaman tanaman tahunan	5
Air	KRS	Debit maksimum dibagi debit minimum	7	Penanaman & Kontan	7
	CV	Standar deviasi debit tahunan dibagi debit rata-rata tahunan	5	Penanaman & Kontan	5
	IPA	Kebutuhan dibagi persediaan	3	-	
	Sedimen	Laju sedimentasi (mm th^{-1})	12	Penanaman dan Kontan	12
	Kualitas fisik air	TDS (mg l^{-1})	3	Penanaman	3
	Kualitas kimia air	pH	1,5	-	
		DHL (l mhos cm^{-1})	1,5	-	
	Biologi air	BOD (mg l^{-1})	3	-	
	Fluktuasi muka air tanah	Fluktuasi muka air sumur pada musim kemarau dan penghujan (m)	4	Penanaman dan kontan	4
Sosial Ekonomi	Keterangan terhadap lahan	Kontribusi usaha tani terhadap pendapatan total (%)	5	-	
	Status lahan	Penggarap sebagai pemilik	3	-	
	Lembaga masyarakat	Lembaga dalam RLKT	1	-	
	Konflik	Konflik pemanfaatan SDA	3	-	
	Norma	Norma sosial dalam KTA	3	-	
	Adopsi	Pemahaman dan tindakan petani dalam konservasi	4	-	
	Pendapatan masyarakat	Total pendapatan dibagi standar kemiskinan BPS	1	Penanaman	1
Total			100		67

Dari Tabel 5 tersebut terlihat bahwa GN RHL secara potensial dapat memperbaiki kondisi DAS sampai 67%.

Kesimpulan

Kriteria dan indikator yang digunakan dalam pengelolaan hutan lestari sudah memasukkan kriteria lingkungan tetapi belum secara tegas disebutkan satuan pengelolaan dan evaluasinya. Berdasarkan telaah parameter, satuan pengelolaan hutan dengan menggunakan satuan DAS akan memudahkan pengelolaan serta monitoring dan evaluasinya.

Kriteria dan indikator yang digunakan dalam pengelolaan hutan terutama yang menyangkut lingkungan sebaiknya juga mengacu kepada kriteria dan indikator yang digunakan dalam pengelolaan DAS.

Pengakuan dan pemberian imbalan bagi penyediaan jasa daerah aliran sungai (DAS)

Fiona J.C. Chandler dan Suyanto

World Agroforestry Centre (ICRAF Southeast Asia), Bogor P.O. Box 161, Bogor 16001, Indonesia

Meningkatnya kebutuhan akan air yang dibarengi dengan semakin berfluktuasinya kuantitas dan penurunan kualitas air menyebabkan berkurangnya ketersediaan air yang oleh banyak pihak dianggap sebagai hak yang tidak dapat diganggu-gugat (*unalienable right*). Masalah ketersediaan air erat kaitannya dengan perlindungan daerah aliran sungai (DAS) sebagai sumber air. Dengan semakin langkanya air, maka muncullah konflik dan kompetisi untuk memiliki, memanfaatkan dan mengelola sumber air. Untuk mengatasi konflik tersebut, solusi konvensional yang dilakukan adalah menyerahkan pengelolaan air kepada pemerintah. Namun pada kenyataannya, pemerintah tidak selalu mampu menjalankan peran sebagai pengelola terbaik. Solusi lain yang dapat ditempuh adalah dengan menyerahkan sepenuhnya semua pengelolaan air pada kekuatan pasar. Solusi kedua tersebut mempunyai kelemahan karena dapat mengakibatkan munculnya masalah antara lain: ketidakadilan distribusi, salah kelola dan degradasi berbagai atribut lingkungan khususnya air.

Kedua pendekatan tersebut menyebabkan kegagalan pasar (*market failure*) terutama dalam menghitung nilai penuh ekonomis air (nilai ekonomi air baik secara langsung maupun tidak langsung dan nilai guna maupun non-guna harus diperhitungkan dalam total ekonomi air). Memanfaatkan mekanisme pasar dapat melindungi sumber air di daerah aliran sungai (menjaga ketersediaan sekaligus juga memenuhi permintaan air). Dengan demikian, pengembangan mekanisme pasar harus mempertimbangkan penilaian total ekonomi (*total economic valuation*); memastikan adanya pemangku kepentingan (*stakeholders*) yang memiliki kesadaran, pengetahuan, dan kemampuan di dalam proses yang dijalankan; definisi yang jelas tentang hak atas lahan; adanya kebijakan dan institusionalisasi yang mendukung.

Era desentralisasi pengelolaan sumberdaya alam di Indonesia telah membuka pintu bagi pengembangan mekanisme pasar jasa lingkungan DAS. Beberapa mekanisme sudah mulai dicoba tetapi masih banyak mekanisme lain yang masih perlu dieksplorasi guna memperoleh pemahaman lebih mendalam tentang berbagai tantangan yang ada. Pengalaman dari tempat lain, misalnya dari Costa Rica, dimana pembayaran jasa DAS sudah berjalan dan sampai saat ini masih terus dipelajari lebih lanjut akan menjadi pelajaran berharga bagi Indonesia dalam menuju era dimana pengakuan dan imbalan dapat diberikan terhadap mereka yang menjadi penyedia jasa lingkungan DAS.

Jaminan kecukupan dan ketersediaan air bersih

Tahun 2003 dicanangkan sebagai Tahun Air Internasional oleh PBB (*UN International Year of Freshwater*), dengan demikian mencerminkan makin besarnya perhatian terhadap persediaan air bersih bagi penduduk dunia yang terus bertambah. Bila dibandingkan dengan minyak, saat ini air sudah dianggap sebagai sumberdaya yang akan menjadi sangat langka bagi masa depan planet bumi.

Beberapa hal yang berpengaruh terhadap kelangkaan air adalah pertambahan jumlah penduduk, perluasan lahan pertanian, industrialisasi, perluasan hunian, serta berbagai perubahan demografis lainnya. Meningkatnya kebutuhan air bersih dan berkurangnya kuantitas air bersih yang dapat dimanfaatkan akan menyebabkan tekanan terhadap sumber-sumber air dan pada akhirnya akan menjadi penyebab kelangkaan air. Ketika air makin langka maka persaingan untuk memiliki, menguasai, memanfaatkan, dan mengelola air juga akan meningkat. Hal semacam ini seringkali memicu konflik dan menjadi perhatian di tingkat lokal, nasional maupun internasional. Tekanan-tekanan seperti itulah yang pada akhirnya akan dirasakan di daerah aliran sungai sebagai penyedia air dan berbagai jasa lingkungan DAS lainnya.

Berbagai masalah yang berkaitan dengan ketersediaan air dan jasa lingkungan DAS telah mewarnai perdebatan tentang apakah air seharusnya dianggap sebagai hak - artinya, sebagai suatu keharusan dalam hidup dan harus disediakan tanpa syarat atau cuma-cuma, ataukah air seharusnya dianggap sebagai suatu komoditas ekonomi yang pembagiannya harus didasarkan pada mekanisme pasar.

Sebagai respon terhadap perdebatan tersebut, selama ini dikenal dua macam pendekatan atau solusi. Pendekatan pertama adalah berupa intervensi pemerintah, dimana pemerintah dianggap bertanggung jawab terhadap ketentuan mengenai barang dan jasa yang berkaitan dengan air. Pendekatan kedua adalah memperlakukan air sebagai komoditas ekonomi. Dalam hal ini pasar dibiarkan menentukan bagaimana air dan jasa DAS lainnya dimanfaatkan secara efisien dengan harga yang paling tepat yang harus dibayarkan untuk pemanfaatan tersebut.

Pada tahun 2002, Komite PBB untuk Hak Ekonomi, Sosial dan Budaya (*UN Committee on Economic Social and Cultural Rights*) menegaskan hak manusia atas air. Penegasan ini mengharuskan negara (pemerintah) menyediakan akses bagi rakyatnya untuk memperoleh air bersih dalam jumlah yang cukup, terjangkau, dan aman di samping akses terhadap sanitasi yang baik. Bila terdapat rintangan bagi rakyat dalam memperoleh air bersih, pemerintah bertanggung jawab menghilangkan rintangan tersebut dan memastikan semua, tanpa diskriminasi, dapat menikmati akses tersebut.

Di sisi lain, pengelolaan air oleh sektor swasta bukanlah hal baru. Terdapat banyak contoh perusahaan-perusahaan swasta yang mengelola bisnis air di berbagai kota besar di dunia pada abad 19 seperti Buenos Aires, London, Paris, dan Seville. Namun, di kota-kota tersebut, pada umumnya yang mampu memperoleh layanan air bersih hanyalah sebatas wilayah-wilayah yang kaya. Dalam dekade terakhir menunjukkan pertumbuhan signifikan keterlibatan sektor swasta dalam pasar air. Sejak tahun 1987 sampai 2000, sebanyak 183 proyek air dan saluran air dilaksanakan di negara-negara berkembang atas peran serta swasta dengan total investasi sebesar 33 milyar dolar Amerika (Bakkar 2003).

Salah satu bahan perdebatan penting dalam negosiasi tentang 'hak atas air' adalah pendapat yang menganggap bahwa 'air sebagai sumberdaya ekonomi' (ditegaskan dalam *Dublin Principles*). Komite PBB untuk Hak Ekonomi, Sosial dan Budaya menjelaskan bahwa dukungan yang diberikan terhadap pendapat 'hak atas air' bukan berarti bahwa air harus diberikan secara gratis. Hal yang sama terjadi dalam wacana hak tentang ketersediaan makanan, perawatan kesehatan, perumahan, dan layanan sosial lainnya. Tidak ada yang diberikan secara cuma-cuma. Dengan demikian, pengakuan terhadap hak atas air tidaklah bertentangan dengan pemikiran bahwa air termasuk komoditas ekonomi. Perlu ditegaskan bahwa sekarang ini setiap negara berkewajiban menyediakan air untuk keperluan minum dan sanitasi yang dapat dijangkau oleh rakyatnya dan bahwa harga yang

harus dibayarkan tidak akan mengganggu pemenuhan kebutuhan dasar lainnya. Hak atas air berarti bahwa bila terdapat individu atau kelompok yang tidak memperoleh air dalam jumlah cukup maka yang bersangkutan berhak menempuh jalur hukum atau memperoleh kompensasi yang dijamin dengan hukum (Freshwater Action Network, 2004).

Jawaban atas pertanyaan tentang cara/mechanisme distribusi/pembagian keuntungan air yang paling efektif dan efisien terdapat dalam gabungan antara kontrol pemerintah dan penerapan mekanisme pasar.

Apakah pasar mampu menolong?

Banyak yang membenarkan adanya kontrol pemerintah terhadap air karena didasarkan pada pendapat bahwa air sebagai 'hak asasi manusia'. Tetapi kenyataannya, banyak ditemukan bukti bahwa pemerintah tidak mampu menyediakan air bersih bagi rakyat miskin karena keahlian dan pengetahuan masih kurang, insentif yang tidak jelas, birokrasi yang tidak efisien, dan hanya mencari keuntungan semata. Selain itu, ketika harus menekan pengeluaran dan mengurangi defisit anggaran negara, kemampuan pemerintah untuk mengalokasikan dana yang cukup untuk kepentingan umum menjadi sangat kurang. Apalagi jika pemerintah turut campur dalam penentuan harga dan keuntungan, hal ini hanyalah akan menyebabkan terjadinya distorsi pasar.

Selama ini, usaha-usaha untuk menyerahkan tanggung jawab jasa lingkungan kepada sektor swasta didasarkan pada kombinasi regulasi dan pendekatan berbasis pasar. Walaupun demikian di kemudian hari pendekatan berbasis pasarlah yang semakin sering digunakan. Pendekatan pasar bertujuan mengubah insentif-insentif yang dikenakan terhadap pemilik dan pengguna hutan sehingga lebih sesuai dengan kebijakan pemerintah.

Namun, biasanya pasar tidak dapat memberikan kompensasi kepada mereka yang menjadi penyedia *eksternalitas positif* karena tidak adanya hak penguasaan lahan atau persyaratan legal lainnya yang dapat dijadikan acuan bagi setiap pembayaran jasa lingkungan yang akan dilakukan. *Eksternalitas positif* dalam konteks perlindungan hutan misalnya kontrol terhadap erosi, penurunan resiko banjir di daerah hilir dan pemeliharaan kualitas air. Jasa lingkungan DAS dapat dianggap sebagai milik umum (*public good*) bila pengguna/pemanfaat jasa tersebut tidak dapat dihalangi/dilarang untuk menikmati barang atau jasa yang dimaksud, walaupun mereka tidak membayar. Contohnya adalah masyarakat hilir

yang ikut memanfaatkan air yang berkualitas sebagai dampak dari penanaman hutan di daerah hulu (Landell-Mills and Porras, 2002).

Pasar akan dikatakan gagal bila masyarakat yang mampu (atau kaya) menikmati keuntungan dengan menyingkirkan yang miskin. Pandangan ini dikemukakan oleh Byron and Arnold (1997) yang membuktikan bahwa walaupun yang paling tergantung pada hutan adalah masyarakat miskin, namun biasanya golongan masyarakat kayalah yang akan memperoleh manfaat terbesar dari pemanfaatan hutan. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor termasuk besarnya akses yang kaya terhadap aset pendukung (seperti mesin dan keterampilan), pelatihan dan pendidikan yang lebih baik, akses khusus terhadap pasar, atau kesepakatan informal yang memberikan hak atas aset terbaik hutan (misalnya, melalui jalinan koneksi dengan otoritas sumberdaya hutan).

Di masa lalu, pasar tidak berhasil mendistribusikan keuntungan secara merata karena beberapa alasan. Seringkali jasa DAS tidak dapat dibeli atau dijual sehingga pasar tidak memperoleh gambaran jelas tentang persediaan (*supply*) yang ada untuk melakukan distribusi secara adil. Selain itu alasan lain adalah sering muncul campur tangan ke dalam pasar dan penilai terhadap fungsi DAS yang tidak tepat dan tidak lengkap.

Nilai air dan jasa daerah aliran sungai (DAS)

Fungsi-fungsi DAS terkait dengan modalitas alamiah yang tersedia (iklim, geologi, struktur tanah, bentuk lahan) di samping pemanfaatan dan pengelolaan lahan. Pengelolaan lahan terkait dengan kegiatan penjagaan kawasan lindung (*guardianship*) atau kegiatan pengelolaan sumber daya alam (*stewardship*) yang mampu menyediakan penghidupan bagi masyarakat tetapi juga dapat melindungi lingkungan. Walaupun bukan menjadi satu-satunya ekosistem penyedia fungsi DAS, hutan dan wanatani merupakan komponen pokok penyedia fungsi DAS di negara-negara berkembang.

Fungsi DAS tidak dapat disebut sebagai "jasa" kecuali fungsi-fungsi tersebut memiliki nilai ekonomis yang nyata bagi multi pihak (*stakeholder*). Walaupun jasa harus didefinisikan sesuai dengan konteks spesifik masing-masing tempat, umumnya jasa dapat digolongkan ke dalam dua kategori besar yaitu: jasa yang memiliki nilai guna (langsung ataupun tidak langsung) dan nilai bukan penggunaan (*non use*).

Nilai guna langsung dapat berupa kayu (*timber*) atau makanan yang dihasilkannya, sedangkan secara tidak langsung melalui sumbangannya terhadap proses produksi, misalnya: perlindungan lahan pertanian yang lebih baik. Selain itu, nilai fungsi DAS dapat dihubungkan dengan kesempatan di masa yang akan datang (*future opportunity*) dalam bentuk langsung maupun tidak langsung. Nilai bukan guna (*non use*) biasanya tidak dirasakan (*intangible*), contohnya adalah kesempatan (*opportunity*) yang akan dinikmati oleh generasi mendatang (nilai waris) dan nilai keberadaan fungsi DAS (*existence value*). Semua nilai yang dapat diperoleh dari DAS disebut Nilai Ekonomi Total (*Total Economic Value*).

Dalam hampir semua kasus, biaya perlindungan sumber air tidak termasuk kedalam harga yang harus dibayar. Biasanya, harga air secara maksimal hanya dihitung dari biaya penyediaan (*delivery*). Dengan kata lain, keuntungan hidrologis (*hydrological benefits*) yang berarti nilai ekonomis perlindungan DAS, tidak diperhatikan dan tidak terefleksi dalam penentuan harga air. Padahal bila nilai jasa DAS yang tersedia pada suatu ekosistem yang sehat tidak dipahami dengan benar, maka hal ini akan mengakibatkan dipilihnya cara-cara pemanfaatan lahan yang dapat merusak DAS. Dengan kecilnya insentif ekonomi bagi perlindungan ekosistem daerah hulu, maka para pengguna lahan di daerah hulu akan cenderung memilih cara pemanfaatan lahan yang dirasakan paling mampu memberikan keuntungan ekonomis secara langsung dan segera, misalnya, mengubah hutan menjadi padang rumput untuk penggembalaan atau pertanian (The Conservation Alliance, 2003).

Pengalaman menunjukkan, bahwa instrumen berbasis pasar yang dirancang dengan baik akan dapat mencapai tujuan-tujuan lingkungan dengan biaya lebih sedikit dibandingkan dengan pendekatan "perintah dan pengawasan" (*command and control*). Pada saat yang sama hal itu juga akan menciptakan insentif positif bagi munculnya inovasi dan perbaikan yang berkelanjutan (Landell-Mills and Porras, 2002).

Di sektor kehutanan, para pemerintah di seluruh dunia sudah menerapkan saran ini. Mereka mulai bertanggung jawab terhadap hutan yang kaya dengan keanekaragaman hayati, memiliki keindahan alam (*landscape beauty*), dan juga penting bagi fungsi perlindungan DAS. Dalam banyak kasus, pemerintah melakukan pengawasan langsung terhadap perlindungan hutan melalui kepemilikan publik (*public ownership*) dan tidak jarang menerapkan peraturan terhadap kepentingan ekstraksi sumber daya alam.

Menggunakan mekanisme pasar – peluang dan masalah

Para penyokong konservasi hutan mendukung pendekatan pasar karena mereka percaya apabila nilai finansial jasa hutan dapat dipahami dan dimanfaatkan maka hal ini akan mendorong pengelolaan hutan yang bijak sekaligus akan menghambat praktik pemanfaatan hutan dengan cara-cara yang merusak. Pendekatan pasar menjadi semakin penting di tengah frustrasi yang dirasakan dengan pendekatan kebijakan yang sering disebut tidak efisien, mahal dan tidak adil (Forest Trends, 2002).

Perlu dicatat bahwa dalam setiap pasar jasa dan komoditas, terdapat berbagai biaya-biaya yang harus dikeluarkan, misalnya dalam mengidentifikasi mitra potensial, melakukan negosiasi dagang, monitoring dan analisa transaksi penyerahan jasa, dokumentasi dan pencatatan, serta administrasi perdagangan. Biaya-biaya tersebut memang menjadi lebih mahal di dalam pasar perlindungan DAS. Ini disebabkan oleh uniknya jenis produk itu sendiri dan banyaknya pihak yang terlibat di samping belum terbangunnya infrastruktur pasar yang diperlukan.

Banyaknya pemangku kepentingan yang terlibat di dalam pasar DAS, menyebabkan situasi yang lebih kompleks. Perantara membutuhkan seperangkat keterampilan yang tepat agar biaya yang dikeluarkan dapat efektif dan di sisi lain, biaya akan meningkat jika kelompok baru perlu dibentuk dan dilatih. Dalam banyak kasus, yang menjadi hambatan utama dalam penciptaan pasar adalah ketidakpastian penguasaan lahan (*insecure tenure*).

Tabel 1. Potensi Keuntungan dan Kerugian dalam Penerapan Mekanisme Pembayaran Jasa DAS

Potensi Keuntungan	Potensi Kerugian
<ul style="list-style-type: none">• Meningkatkan dan menjaga kualitas air• Pengalokasian suplai air secara lebih efisien• Menjaga atau pengadaan kembali aliran air alami• Mengurangi biaya sekunder yang muncul karena penyaringan atau kontrol endapan/sedimen• Mengurangi biaya kesehatan tambahan (<i>secondary health costs</i>)	<ul style="list-style-type: none">• Kompleksitas permasalahan manajemen DAS menyebabkan kesulitan (atau bahkan tidak mungkin) dalam memperoleh informasi lengkap mengenai sebab dan akibat serta pengukuran dampak• Pengembangan pasar dan pengaturan kelembagaan lainnya merupakan proses yang lambat dan berulang serta memerlukan waktu.

Tabel 1. (Lanjutan)

Potensi Keuntungan	Potensi Kerugian
<ul style="list-style-type: none"> • Akan dapat memberikan layanan yang diperlukan pengguna atau industri dengan cara yang lebih efisien dan lebih murah bila dibandingkan dengan pendekatan kebijakan atau pengawasan • Berpotensi sebagai sumber pendapatan dalam jangka waktu yang lama (berkelanjutan) yang diperlukan untuk melindungi kawasan termasuk ekosistem kritis. • Mendorong makin diakuinya nilai ekonomis dan ekologis DAS • Keuntungan sekaligus biaya jasa DAS dapat tersebar dengan lebih merata • Akan dapat mengurangi jurang perbedaan urban-rural dan meningkatkan pemerataan • Memberikan kesempatan untuk pengembangan mekanisme pengaturan yang lebih partisipatif dan kooperatif yang akan membawa dampak positif yang bersifat sosial yang lebih luas. • Dapat memperbaiki regulasi atau struktur hukum perlindungan air dan DAS • Komunikasi yang lebih baik di antara multi pihak • Penyedia jasa ekosistem memperoleh kompensasi. Ini berarti akan meningkatkan pendapatan masyarakat miskin pedesaan dengan adanya mata pencaharian baru – jika hak mereka diakui dan kepastian kepemilikan lahan meningkat • Peningkatan kapasitas masyarakat pedesaan melalui pengembangan ketrampilan dalam praktik pemanfaatan lahan, manajemen proyek dan dengan adanya kesempatan usaha baru yang mungkin muncul • Peningkatan representasi politik masyarakat miskin pedesaan • Peningkatan pemahaman secara ilmiah (<i>scientific understanding</i>) • Perlindungan warisan budaya/leluhur • Peningkatan kesempatan rekreasi dan kebudayaan • Peningkatan penyediaan jasa DAS • Potensi pasar yang sangat besar untuk jasa hidrologi (<i>hydrological services</i>) 	<p>Tingginya biaya transaksi yang dikaitkan dengan pengembangan pasar yang mungkin berupa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perencanaan & Negosiasi • Pemantauan (<i>Monitoring</i>) & Penerapan • Kesepakatan dan kerjasama di antara pemangku kepentingan multipihak (<i>multiple stakeholder agreements and collaboration</i>) untuk mengatasi masalah <i>free-riding</i> • Pengumpulan informasi ilmiah dan informasi lainnya untuk mendukung pembuatan keputusan • Penjelasan kepada multi pihak dan membuat mereka menyadari kemungkinan ketidakpastian yang muncul sehingga harapan yang tidak realistis dapat dihindarkan • Kejelasan hak atas lahan • Memperkuat kerangka hukum dan perundangan • Pengembangan lembaga perantara <p>Memecahkan permasalahan akses pasar yang dapat berupa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendahnya pendidikan • Isolasi geografis • Kurangnya hak atas lahan • Kekuatan tawar yang tidak merata • Biaya penerapan langkah-langkah perlindungan • Ketidakadilan mungkin akan timbul – ketidakadilan yang memang sudah ada menjadi makin tajam jika tidak secara khusus ditangani dalam rencana inisiatif • Hilangnya biaya peluang (<i>opportunity cost</i>) terhadap pemanfaatan lahan tertentu. Daya beli pemakai air mungkin rendah • Potensi kehilangan hak guna informal (<i>informal use rights</i>) akibat meningkatnya kompetisi dan pemberlakuan berbagai pembatasan • Peliknya prosedur valuasi ekonomi jasa lingkungan.

Sumber: Conservation Alliance 2003 dan sebagiannya diadaptasi dari Landell-Mills and Porras, 2002

Mengapa mekanisme pasar digunakan? Tidak seperti insentif finansial yang tergantung pada subsidi pemerintah, pasar mempersyaratkan pemanfaat jasa lingkungan membayar jasa yang diterimanya. Di sisi lain, pasar menentukan 'harga' dari barang atau jasa berdasarkan permintaan dan penawaran - lebih efisien dibandingkan dengan harga yang ditentukan pemerintah. Pengembangan pasar yang baik akan makin memasyarakatkan nilai ekonomi dan ekologi DAS dan memastikan penyedia jasa DAS memperoleh kompensasi. Kompensasi tersebut akan bermanfaat untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat miskin dengan adanya sumber pendapatan baru (jika hak mereka diakui dan keamanan penguasaan lahan meningkat). Lagipula, akan ada kesempatan untuk mengembangkan kelembagaan yang lebih partisipatif dan kooperatif sehingga akan memberikan dampak sosial yang lebih luas serta mengamankan keberlanjutan sumber pendanaan untuk perlindungan ekosistem kritis. Dengan adanya penghematan dan efisiensi biaya yang diperoleh dipastikan bahwa para pembuat keputusan akan memberikan perhatian terhadap pengembangan pasar tersebut.

Berbagai tipe mekanisme pasar

Konteks ekonomi, sosial, politik dan ekologi yang mempengaruhi ekosistem dan DAS juga akan berpengaruh dalam menentukan mekanisme pasar yang paling cocok untuk diterapkan.

Mekanisme pasar dapat dibedakan menjadi tiga kategori besar: kesepakatan yang diatur sendiri (*self-organized private agreements*), skema pembayaran publik (*public payment schemes*) dan skema pasar terbuka (*open trading schemes*). Dalam setiap kategori ditemukan beragam mekanisme pasar menurut tingkat keterlibatan publik di dalamnya.

Kesepakatan yang diatur sendiri

Transaksi-transaksi yang termasuk di dalam kesepakatan biasanya bersifat tertutup, antar pihak-pihak yang memperoleh manfaat dan yang menjadi penyedia jasa lingkungan. Contohnya adalah skema eko-label atau sertifikasi yang dilakukan sendiri, pembelian lahan secara langsung, dan pembelian hak pengembangan lahan, serta skema pembayaran langsung antara pemanfaat jasa DAS yang berada di luar lokasi (*offsite beneficiaries*) dengan pemilik lahan yang bertanggung jawab terhadap penyediaan jasa tersebut.

Transaksi privat, biasanya terbatas dalam arti jangkauan dan transparansinya, mengambil manfaat dari kejelasan hak kepemilikan dan kontrak yang memiliki dasar hukum, walaupun kedua hal tersebut tidak selalu diperlukan. Biasanya, dalam hal ini, hanya sedikit keterlibatan publik diperlukan.

Kesepakatan kontrak cenderung lebih cocok untuk skala yang lebih kecil. Di sini, negosiasi tatap muka dapat terjadi dan multi pihak dapat mengetahui apa yang akan mereka peroleh. Hal ini dimungkinkan karena keterkaitan antara kegiatan-kegiatan pengelolaan DAS dan dampak positif yang akan diperoleh memang sudah jelas. Dengan skala yang lebih kecil, perjanjian yang lebih kompleks dapat dibuat dan dapat disesuaikan dengan kondisi-kondisi setempat (Conservation Alliance, 2003).

Skema pembayaran publik

Karena jasa DAS seringkali dianggap "barang publik", maka skema pembayaran publik merupakan mekanisme finansial yang paling sering dimanfaatkan untuk melindungi jasa DAS (Conservation Alliance, 2003). Pendekatan ini digunakan bila pemerintah bermaksud menyediakan landasan institusional untuk suatu program dan sekaligus menanamkan investasinya secara langsung (Powell *et al.* 2002).

Dalam skema pembayaran publik, pemerintah atau suatu organisasi sektor publik dapat memperoleh dana melalui beberapa jenis iuran atau pajak. Pemerintah juga dapat menciptakan kesepakatan institusional (*institutional arrangement*) untuk menyediakan atau menjaga keberlangsungan jasa DAS. Hal seperti ini pernah dilakukan melalui berbagai cara: di tingkat departemen (*agency level*) seperti di departemen kehutanan, perikanan, atau lingkungan; kontrak dengan LSM; kerjasama dengan universitas; atau seringkali kombinasi semuanya.

Dalam hampir semua kasus, dirasakan perlunya perubahan atau penambahan regulasi atau kebijakan. Keputusan berkaitan dengan kebijakan seperti ini dapat dilakukan di tingkat lokal, kabupaten, atau regional; tergantung mana yang paling sesuai menurut jangkauan geografis DAS. Contoh kebijakan baru termasuk:

- Penetapan atau peningkatan harga air;
- persetujuan dalam menggunakan iuran air untuk melindungi fungsi DAS secara langsung;
- perangkat untuk memberikan insentif kepada pemilik lahan;

- persetujuan untuk menerapkan dan memberlakukan *environmental easements* hak penggunaan lingkungan
- menciptakan mekanisme pengawasan, pemantauan dan pelaksanaan regulasi
- menerapkan denda bagi pelanggaran atas perjanjian pemanfaatan lahan atau batas pemakaian/ pengaliran air yang dilakukan oleh pengguna ataupun penyedia

Harga yang ditentukan pemerintah seringkali lebih didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan politis dan anggaran daripada perhitungan ekonomi murni. Sama halnya dengan skema swasta, skema pembayaran publik seringkali memerlukan negosiasi hulu-hilir yang intensif untuk menentukan jumlah yang harus dibayarkan oleh pemilik lahan pribadi dan/atau oleh pengelola sumberdaya publik. Pembayaran yang dikumpulkan dapat dimanfaatkan untuk membiayai kegiatan pengelolaan seperti pembelian hak konservasi atau pengembangan lahan, atau untuk membayar pemilik lahan atau pengelola sumberdaya untuk mengubah perilaku pengelolaan lahan (Conservation Alliance, 2003).

Di Cina, degradasi ekologis sudah dianggap sebagai salah satu hambatan besar dalam pembangunan sosial ekonomi negara. Hilangnya hutan dianggap erat kaitannya dengan degradasi ekologis tersebut. Karena itulah konservasi hutan mendapat perhatian serius. Secara khusus, Program Perlindungan Hutan Alam dan Program Konservasi Lahan Pertanian Lereng menandai transisi fundamental dari sekedar penghargaan terhadap keuntungan ekonomis hutan semata menuju penghargaan yang lebih menyeluruh meliputi penghargaan terhadap semua keuntungan ekonomis, sosial, dan ekologis hutan. Dalam konteks semacam itulah Skema Kompensasi Keuntungan Ekologis Hutan di Cina (China 's Forest Ecological Benefit Compensation Scheme) dikembangkan. Skema pembayaran publik ini ditetapkan dengan undang-undang dan memiliki kerangka hukum yang kuat dengan dana khusus pemerintah sebagai sumber modal utama. Dana sebesar 1 milyar Yuan sudah dianggarkan untuk membiayai pelaksanaan pilot proyek yang akan dimulai di 24 cagar alam (di tingkat negara bagian) dan 658 daerah setingkat kabupaten di 11 provinsi (Changjin Sun, and Xiaoqian Chen, 2003)

Di samping komponen dari anggaran pusat, juga terdapat beberapa inisiatif daerah dimana dana diambilkan dari alokasi anggaran daerah (Guangdong) dan iuran/ongkos dikumpulkan dari para pengguna (organisasi, perusahaan, dan individu) keuntungan ekologis hutan

didasarkan pada prinsip siapa yang menikmati harus membayar, seperti di Hubei dan Xinjiang. Skema Kompensasi Keuntungan ini dilaksanakan pada berbagai tingkatan dalam departemen keuangan dan secara khusus dimanfaatkan untuk membangun hutan ekologis dan perlindungan margasatwa (*wildlife*) oleh departemen kehutanan.

Skema pasar terbuka

Skema ini merupakan skema yang paling jarang diterapkan dibandingkan dengan kedua mekanisme lainnya dan cenderung lebih banyak diterapkan di negara-negara yang sudah maju. Pemerintah mendefinisikan dan menentukan batas-batas komoditas jasa yang dapat diperjual-belikan. Lalu dibuat regulasi yang dapat menciptakan munculnya permintaan. Dalam hal ini, diperlukan kerangka regulasi yang kuat. Di sisi lain, setiap sistem perdagangan kredit yang berbasis pasar mempersyaratkan kerangka transparansi, penghitungan yang akurat, dan sistem verifikasi (Powell *et al.* 2002).

Di New South Wales, Australia, pemerintah sedang melaksanakan suatu pilot proposal dalam perdagangan kredit salinitas yang didasarkan pada target salinitas dengan cakupan cekungan DAS (*basin*) yang lebih luas. Di sini, pemerintah menyediakan ijin bagi yang dapat mengurangi salinitas. Ide di belakang pendekatan ini adalah bahwa siapapun dapat menaikkan kuota salinitas jika mereka membeli kredit salinitas dari mereka yang melakukan usaha pengurangan salinitas; yaitu dengan melindungi dan mengelola vegetasi lokal (*native vegetation*). Contoh lainnya adalah hak pengembangan lahan yang dapat diperdagangkan. Ini pertama kali dimulai di daerah urban di Amerika. Selanjutnya adalah perdagangan kredit mitigasi lahan basah dan skema perdagangan nutrisi yang muncul di beberapa negara bagian di Amerika.

Apa yang diperlukan agar mekanisme pasar dapat memberi perlindungan bagi daerah aliran sungai

Sudah disebutkan di atas bahwa seperti pendekatan intervensi pemerintah, pendekatan mekanisme pasar juga akan gagal bila sejumlah faktor tidak diperhitungkan. Dalam merancang proyek "*Rewarding Upland Poor for Environmental Services They Provide*" (RUPES), the World Agroforestry Centre memahami adanya beberapa langkah dan proses

yang harus diambil untuk menciptakan perjanjian jasa DAS yang berhasil. Termasuk di dalamnya adalah mengidentifikasi dan memastikan jasa lingkungan yang akan disediakan berikut penyedia dan penggunanya. Hal ini juga berarti menemukan mekanisme pemberian imbalan yang sesuai - apakah itu bersifat finansial atau tidak, yang mampu menciptakan kerangka kebijakan dan kelembagaan yang dapat mendukung skema transfer lingkungan yang efektif.

Jasa DAS - pemisahan antara fakta dengan fiksi

Membedakan fakta dengan fiksi, dan menyebarkan opini bahwa hutan memainkan peran positif dalam penyediaan jasa DAS harus menjadi titik awal dalam pengembangan pasar. Dalam studi pengalaman Costa Rica (Costa Rica dapat dikatakan sebagai negara yang paling maju dalam mengembangkan pembayaran jasa lingkungan), terlihat bahwa pengembangan pasar dan sistem pembayaran yang didasarkan pada pondasi yang kokoh berpotensi paling besar untuk dikembangkan dan direplika tempat lain. Lalu, pasar yang dikembangkan berdasarkan fakta yang umumnya sudah diterima (*conventional wisdom*) juga memiliki potensi yang bagus.

Bila pasar dan pembayaran dibangun atas dasar estimasi nilai jasa lingkungan yang salah atau tidak dapat dipertanggungjawabkan, maka hal ini tidak hanya menimbulkan kegagalan dan kekecewaan bagi mereka yang terlibat, tetapi juga akan berdampak pada proses yang lebih luas yaitu pasar jasa lingkungan dalam arti luas atau bahkan sesungguhnya akan mendatangkan nilai negatif bagi agenda lingkungan yang lebih luas lagi (Rojas and Aylward, 2003).

Dalam pengembangan lokasi untuk Program RUPES diketahui bahwa hubungan sebab akibat antara pengelolaan/pemanfaatan lahan dan penyediaan jasa lingkungan belum dipahami secara jelas. Membedakan dampak yang ditimbulkan manusia terhadap DAS (penebangan hutan, penggembalaan, pertanian tebang bakar, pemadatan tanah (*soil compaction*), pembangunan jalan, dan berbagai kegiatan konstruksi lainnya) dari kondisi alamiah merupakan tantangan ke depan.

Selain sulit, mengukur semua keterkaitan antara kegiatan pemanfaatan lahan dan dampak jasa DAS yang ditimbulkannya memang tidak diperlukan sepanjang ada kesepakatan antara multi pihak di hulu dan hilir mengenai keterkaitan-keterkaitan mana yang terpenting. Namun, pengguna harus diberi penjelasan adanya variabilitas alamiah dan berbagai ketidakpastian di dalam proses-proses DAS, dan hasilnya

mungkin tidak akan dapat dirasakan dalam waktu segera. Ini diperlukan supaya harapan dapat dibuat tetap realistis. Maka dari itu diperlukan penilaian (*assessment*) yang spesifik sesuai lokasi (*site-specific*) sehingga rencana pengelolaan dibuat berdasarkan pada informasi akurat yang diperoleh dari sumber yang ada (The Conservation Alliance, 2002).

Penyedia jasa

Penyedia jasa DAS biasanya adalah pihak yang menentukan/membuat keputusan tentang bagaimana lahan dimanfaatkan. Ciri khusus para pembuat keputusan ini adalah kemampuan mereka dalam mendukung jasa hidrologis DAS karena keterlibatan mereka dalam kegiatan pengelolaan lahan secara berkelanjutan, atau sebaliknya, menghilangkan/melenyapkan jasa tersebut karena kegiatan mereka yang mengarah pada degradasi lahan (The Conservation Alliance 2003).

Namun, penyedia jasa lingkungan bukanlah kelompok yang homogen. Masing-masing memiliki pandangan berbeda-beda mengenai jasa yang dapat mereka sediakan tergantung pada tingkat taraf hidup, akses terhadap lahan, kepemilikan atau hak atas lahan, dan kemampuan menyediakan jasa lingkungan (yang dipengaruhi oleh kemampuan tanah seperti struktur lahan dan kemiringan). Penting dipastikan agar penyedia menyadari dan mengetahui jasa yang dapat mereka sediakan dan bahwa terdapat pasar untuk jasa tersebut. Supaya pasar dapat dimanfaatkan, para penyedia harus tahu cara menjual jasa (karenanya harus paham tentang pasar dan bagaimana berpartisipasi dalam penciptaan dan pengelolaan pasar supaya berkelanjutan). Mereka juga harus dilibatkan dalam pemantauan fungsi DAS karena tanpa itu hubungan dengan pembeli akan terganggu.

Pengguna jasa

Dalam sebuah kajian mengenai pasar perlindungan DAS, Landell-Mills dan Porras (2002) mencatat bahwa mayoritas pembeli jasa DAS adalah orang-orang yang berasal dari daerah setempat. Hal ini tidak mengherankan mengingat adanya berbagai halangan yang muncul terkait dengan pasar yang secara geografis letaknya menyebar. Di dalam suatu daerah tangkapan yang lebih luas, yang makin merenggang tidak hanya hubungan hidrologis antara kegiatan di daerah hulu dengan dampak di daerah hilir, tetapi juga hubungan yang dirasakan antara pemanfaat dan penyedia. Pada akhirnya, jika masyarakat hilir tidak yakin bahwa mereka telah memperoleh sesuatu dari apa yang dilakukan di hulu, maka mereka

tidak akan mau membayar. Selanjutnya, walaupun keinginan membayar ada, bila DAS melintasi batas-batas politik (misalnya lintas negara ataupun hanya negara bagian), halangan semacam ini juga memungkinkan gagalnya pembayaran.

Permintaan merupakan pendorong di balik penciptaan pasar. Ini dibuktikan dalam lebih dari 50% kasus yang diulas oleh Landell-Mills and Porras. Persepsi bahwa hutan memainkan peran penting dalam menjaga kualitas dan ketersediaan air merupakan faktor penting yang mendasari keinginan/tuntutan agar hutan di daerah tangkapan utama dikelola dengan baik. Kesediaan membayar datang dari kalangan pemerintah dan swasta yang memiliki tanggung jawab menyediakan air bersih dan mengelola pembangkit listrik tenaga air, juga dari masyarakat pertanian di daerah hilir yang mengharapkan air selalu tersedia untuk irigasi mereka, serta kelompok besar pengguna air untuk keperluan domestik dan industri.

Namun, perlu juga dipahami bahwa masing-masing pemangku kepentingan DAS juga memiliki permintaan yang unik atau berbeda-beda. Air untuk kebutuhan domestik, pembangkit listrik, perikanan dan untuk penjagaan ekosistem merupakan beberapa contoh. Masing-masing pengguna mempersyaratkan kualitas dan kuantitas air menurut jenis kebutuhannya. Bahkan untuk kebutuhan pembangkit listrik saja, kebutuhan dan permintaan dapat berbeda-beda. Pembangkit *a run-of-river* tertarik untuk memaksimalkan persediaan air di DAS dan menyediakan aliran yang reguler sepanjang hari - pembangkit peaking dengan fasilitas tampungan harian lebih tertarik untuk memaksimalkan aliran harian dalam musim kering - sementara *an inter-annual storage reservoir* lebih tertarik untuk memaksimalkan aliran total tahunan karena kemampuannya menyimpan air sepanjang waktu (Rojas and Aylward 2003).

Kesimpulannya, pengguna perlu merasa yakin bahwa dana yang dikumpulkan untuk pengelolaan DAS memang digunakan untuk menjaga dan meningkatkan DAS dan kualitas jasa DAS. Mereka perlu tetap yakin bahwa sumber air akan tetap bisa diandalkan dan bahwa organisasi pelaksana melakukan tugasnya secara jujur dan adil.

Kebijakan dan kelembagaan pendukung

Pengembangan skema pengakuan dan pemberian imbalan jasa DAS tergantung pada adanya kerangka regulasi dan hukum yang memadai. Supaya mekanisme transfer jasa lingkungan dapat diterapkan, diperlukan lingkungan kebijakan yang kondusif secara keseluruhan. Supaya transfer

imbalan kepada masyarakat penyedia jasa lingkungan dapat dilaksanakan secara sistematis, maka hambatan yang ada harus diidentifikasi dan ditanggulangi. Hambatan dalam hal ini dapat berupa kurangnya kemauan politis, tidak adanya kerangka hukum yang mendukung, sumber dana yang kurang, dan bahkan juga kurangnya minat dan komitmen masyarakat. Hambatan institusional, seperti adanya kerancuan dan kekacauan yurisdiksi di antara masing-masing lembaga pemerintah yang berbeda-beda berkaitan dengan regulasi jasa lingkungan, perlu pula ditangani.

Pengelolaan DAS di Indonesia dan Filipina merupakan contoh yang tepat. Di sini, beberapa unit atau dinas pemerintah diberi tanggung jawab mengelola dan menjaga jasa lingkungan DAS. Hal ini berpotensi menimbulkan kompleksitas dalam proses negosiasi imbalan. Contoh lainnya adalah potensi biaya peluang (*opportunity costs*) yang harus dikeluarkan oleh beberapa atau semua institusi yang stafnya kadang tergantung pada usaha pengambilan keuntungan semata untuk menambah pendapatan. Lebih buruk lagi bila transparansi kelembagaan dalam pengelolaan imbalan yang bersifat finansial tidak ada. Hal ini akan membuat hilangnya kepercayaan di dalam proses yang dilakukan. Hal lain yang berkaitan dengan isu kelembagaan adalah kurangnya kemampuan lembaga berbasis masyarakat untuk mengelola imbalan dengan cara-cara yang adil dan transparan. Hambatan politis dapat pula muncul dalam bentuk masyarakat yang menerima imbalan jasa lingkungan yang dilakukannya supaya memberikan dukungan politik pada saat pemilihan umum.

Kesepakatan jasa lingkungan yang melibatkan masyarakat pedesaan mungkin akan lebih berhasil bila diciptakan dan dikelola di tingkat yang lebih tinggi daripada desa. Kesimpulan ini didasarkan pada asumsi tingginya biaya transaksi dalam melaksanakan perjanjian yang terpisah-pisah dengan jumlah unit lokal yang banyak. Badan-badan yang dibentuk di tingkat yang tidak sekedar lokal atau bahkan nasional akan efektif dalam mengumpulkan investasi dari pemangku kepentingan nasional maupun lokal. Dana yang dikumpulkan lalu didistribusikan kepada masyarakat dengan mengikuti aturan-aturan di dalam kesepakatan. Pendekatan seperti ini sedang dilaksanakan di Costa Rica.

Perlu pula dicatat bahwa kebijakan seperti itu memerlukan waktu untuk disusun dan perlu dibuat pada berbagai tingkatan.

Pasar jasa DAS di Indonesia

Tahapan pembentukan pasar jasa DAS

Pengembangan pasar jasa hutan dalam banyak hal sama dengan pengembangan pasar baru lainnya. Namun, seperti yang digarisbawahi oleh Powell *et al.* (2002) prosesnya berbeda dalam beberapa aspek pokok. Tidak dapat dipungkiri bahwa kecakapan *entrepreneurship* dengan segenap hambatan dan kesempatan yang ada akan sangat menentukan kecepatan dan luasan pengembangan pasar. Hal ini tidak berbeda dalam konteks pengembangan pasar lainnya. Tetapi karena saat ini hampir semua jasa hutan dianggap sebagai barang publik (gratis), maka pengembangan pasar jasa hutan menjadi berbeda karena erat kaitannya dengan bagaimana merubah barang atau jasa yang sebelumnya dapat diperoleh dengan gratis menjadi komoditas atau properti yang harus dibayar bila ingin mendapatkannya. Tidak dapat dihindarkan lagi bila proses ini merupakan suatu proses politis dimana hak dan tanggung jawab setiap pemangku kepentingan perlu dibicarakan, peraturan baru dibuat, dan wacana baru dikembangkan. Proses ini berlangsung dalam tiga tahapan besar yaitu:

Pada tahapan pertama, keterkaitan antara kegiatan kehutanan dan dampak yang ditimbulkannya mulai terlihat dan menarik perhatian. Biasanya, seorang *entrepreneur* sektor publik ataupun privat, sebagai individu atau kelompok, akan berinisiatif memimpin dan melakukan mobilisasi guna memberi informasi tentang kesempatan dan permasalahan yang ada kepada semua pemangku kepentingan. Langkah ini akan memunculkan keinginan untuk membayar agar terlindungi dari permasalahan dan menjadi dasar bagi pemangku kepentingan yang berminat untuk bernegosiasi.

Pada tahapan kedua, struktur didefinisikan. Proses dan aturan pendukung mulai ada. Kecuali dalam perjanjian atau kesepakatan yang betul-betul bersifat privat, penyusunan regulasi dipastikan memerlukan proses politik. Regulasi inilah yang akan menentukan jasa, menetapkan hak dan kewajiban dari masing-masing pemangku kepentingan yang terlibat dan menjadi dasar untuk negosiasi pembayaran.

Dalam tahapan terakhir, pasar mulai hidup. Transaksi berjalan dan uang berpindah tangan. Kontrak dan kesepakatan jasa dibuat bersamaan dengan kelembagaan yang diperlukan seperti standar akunting, mekanisme pemantauan dan sertifikasi.

Dalam kenyataannya, pola yang sudah jelas seperti itu seringkali terkaburkan karena banyaknya intervensi dari multi pihak dan adanya beragam kegiatan dalam tahapan yang berbeda-beda. Lagipula, prosesnya bersifat berulang, bergerak maju dengan kecepatan yang berbeda-beda dalam konteks yang berbeda-beda, dan dalam kasus lain mengalami kemunduran (Powell *et al.* 2002).

Studi kasus di Indonesia

Dalam suatu tinjauan tentang pasar jasa DAS di Indonesia (Suyanto *et al.*, 2004, draft) diketahui bahwa pengembangan jasa lingkungan di Indonesia masih dalam tahapan awal. Masih sangat sedikit studi kasus yang sudah mengimplementasikan pasar jasa lingkungan. Demikian pula studi-studi yang mengemukakan atau merancang inisiatif pasar jasa lingkungan juga masih sangat kurang. Tetapi, sudah mulai terdapat lebih banyak lagi berbagai inisiatif, proyek, dan penelitian berkaitan dengan pengembangan pasar jasa lingkungan.

Yang turut berpengaruh dalam eksplorasi mekanisme pasar jasa lingkungan di Indonesia adalah perubahan kebijakan nasional di berbagai sektor yang mendorong terciptanya suatu iklim yang mendukung pengelolaan dan pendanaan sumberdaya alam berbasis lokal. Pada bulan April 1999, Pemerintah Indonesia menyusun *Letter of Sector Policy and Policy Reform Matrix*, yang menjadi dasar bagi *Indonesia Water Resources Sector Adjustment Program* (WATSAP) yang sedang dilaksanakan. Reformasi Undang-undang No. 11/1974 tentang sumberdaya air dan berbagai peraturan yang dibuat berdasarkan Undang-undang tersebut diharapkan akan memperkuat kembali peran pemerintah. Yang lebih mendasar lagi, pemberian kewenangan berbagai fungsi pembuatan keputusan dan kontrol anggaran dari pemerintah pusat ke daerah (*Otonomi Daerah*) sejak tahun 2000 merupakan salah satu proses desentralisasi yang paling ambisius yang pernah dilakukan oleh suatu negara (yaitu memfasilitasi kemunculan solusi lokal atas permasalahan pengelolaan sumberdaya alam). Dalam sektor air, proses reformasi kebijakan yang sedang berlangsung berpusat pada tema integrasi pengelolaan air – integrasi di antara semua sektor dan di antara multi pihak. Dalam sektor kehutanan, pemerintah pusat sudah mulai melakukan investasi sebagai perwujudan komitmennya dalam pengelolaan hutan yang berbasis masyarakat (Munawir 2003, draft).

Berikut ini disajikan empat contoh skema pembayaran DAS untuk menunjukkan indikasi perkembangan pasar jasa DAS di Indonesia.

Iuran tahunan PT INALUM kepada Pemerintah Daerah Provinsi Sumatera Utara untuk konservasi lahan di sekitar Danau Toba

PT Indonesia Asahan Alumunium (INALUM) – sebuah perusahaan pengolahan aluminium dan pembangkit energi – adalah perusahaan investasi Jepang di Sumatera Utara, Indonesia. Listrik diproduksi dengan memanfaatkan air dari Danau Toba di PLTA Asahan. Energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk industri aluminium dan dijual ke masyarakat umum (80% dari total produksi di Sumatera Utara). Sejak 1985, INALUM memberikan sumbangan bagi pembiayaan konservasi Danau Toba melalui Dana Konservasi Alam Danau Toba. Dana dari INALUM digunakan untuk merehabilitasi lahan kritis di lima kabupaten dalam kawasan tangkapan Danau Toba dan daerah aliran sungai di Asahan dan Tanjung Balai.

Empat komponen iuran tahunan dipergunakan untuk konservasi Danau Toba. Tiga komponen pertama merupakan iuran tetap sejumlah USD 2.6 juta berupa Pajak Bumi dan Bangunan, Iuran Jasa Air dan pajak lainnya yang disetorkan kepada pemerintah kabupaten maupun provinsi. Komponen keempat merupakan komponen tambahan yang dihitung berdasarkan selisih nilai tukar mata uang Rupiah dan US Dollar dalam penjualan produk PT INALUM.

Pada tahun 2002, iuran tambahan mencapai jumlah 23 milyar rupiah. Dengan demikian, jumlah keseluruhan dana yang diperoleh dari PT INALUM adalah 49 milyar rupiah. Walaupun jumlah ini besar sekali, namun pengukuran untung-biaya riil dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh perusahaan sebenarnya tidak ada, karena biaya yang dikeluarkan untuk air yang digunakan sangatlah murah (Rp. 5.18 per meter kubik) dibandingkan dengan tarif umum antara Rp 75 – Rp 100 per meter kubik. Dalam setahun PLTA Asahan menggunakan sekitar 2,9 milyar meter kubik air.

Ijin pengelolaan lahan negara kepada masyarakat lokal penyedia fungsi DAS di DAS Besay hulu di Sumberjaya, Lampung

Di kawasan ini terdapat empat zone hutan pemerintah yang membentuk ekosistem hulu DAS. Tekanan populasi terhadap areal hutan pemerintah sangat tinggi sebagai akibat perselisihan status lahan, kemiskinan, kurangnya infrastruktur ekonomi, permintaan pasar terhadap komoditi

kopi, dan rasio lahan pertanian-petani. Konversi hutan dianggap salah karena dituding sebagai sumber erosi dan sedimentasi Way Besay yang mempengaruhi PLTA di daerah hilir. Selain itu, terdapat semacam ketidakpercayaan masyarakat setempat terhadap pemerintah sebagai akibat dari kebijakan represif dalam pemindahan penduduk dari hutan di masa lalu.

Pada tahun 2000, ICRAF dan sebuah LSM lokal, Watala, memulai kerjasama untuk membangun kembali kepercayaan antara masyarakat lokal dengan pemerintah dalam rangka menyiapkan modal sosial dan menciptakan ruang untuk dialog, negosiasi, dan kerja sama dalam pengelolaan sumberdaya alam terintegrasi (*Negotiating Support System for Integrated Natural Resource Management*). Program Hutan Kemasyarakatan (HKm) – merupakan program yang dikembangkan oleh pemerintah - digunakan sebagai pintu masuk (*entry point*) untuk mencari pemecahan konflik penguasaan lahan (*land tenure*) yang didasarkan pada rasa saling percaya.

Kebijakan pemerintah yang berkenaan dengan HKm dikeluarkan oleh Departemen Kehutanan dalam bentuk Surat Keputusan No. 31/Kppts-II/2000 yang memberi izin untuk memperoleh HKm (*HKm Initial License*) tahap awal. Dalam kebijakan tersebut diperlukan persyaratan yaitu pembentukan kelompok di antara anggota masyarakat yang menginginkan ijin HKm. Setelah kelompok terbentuk, proses selanjutnya adalah penyusunan aturan dan rencana kerja kelompok. Kelompok-kelompok tersebut lalu menentukan kawasan pengelolaan melalui kegiatan pemetaan secara partisipatoris dan selanjutnya mengajukan proposal ke Departemen Kehutanan.

Dalam pelaksanaan HKm, kendala utama yang dihadapi adalah adanya kebijakan yang berubah-ubah (tidak konsisten) dan keterbatasan sumberdaya. Departemen Kehutanan pusat belum menyetujui wilayah-wilayah hukum HKm yang diajukan oleh pemerintah kabupaten/provinsi. Di samping itu, mereka juga mengakui bahwa saat ini masih kekurangan sumberdaya manusia dan sumberdaya keuangan dalam pengembangan HKm. Dari pihak masyarakat diketahui adanya keluhan mengenai kurangnya sosialisasi kebijakan HKm dan proses pengajuan lisensi yang berbelit-belit, menghabiskan waktu dan tenaga. Dukungan dari pihak luar seperti lembaga penelitian atau LSM masih sangat diperlukan. Dalam hal proses monitoring dan evaluasi HKm, belum ada proses partisipatif yang dilakukan. ICRAF dan mitra kerjanya

sedang bekerja untuk membangun mekanisme proses monitoring dan evaluasi HKm yang partisipatif termasuk kriteria dan indikatornya.

Beberapa inisiatif untuk mendukung pengembangan HKm sudah dilakukan pemerintah (Departemen Kehutanan) dan masyarakat. Pemerintah sudah memulai beberapa langkah sosialisasi HKm dan memberikan dukungan melalui bantuan bibit spesies tanaman multiguna (*multi purpose tree species/MPTS*). Masyarakat merespon langkah pemerintah tersebut dengan ikut aktif dalam rehabilitasi hutan di kawasan HKm menggunakan bibit dari Departemen Kehutanan atau melalui inisiatif pengadaan bibit dalam kelompok masing-masing. Saat ini terdapat 12 kelompok HKm (atau 1035 petani sebagai anggotanya) di bawah dampingan ICRAF dan Watala. Tiga kelompok sudah memperoleh HKm *Initial License* yang berlaku selama 5 tahun, diterbitkan oleh Bupati Lampung Barat dan menjadi kelompok HKm pertama di Indonesia yang diberikan izin oleh Bupati berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 31/Kpts-II/2001.

Menjaga mata air alam dengan penanaman tumbuhan varietas lokal

Di Bandung, Jawa Barat, hampir separuh dari 23 sumber air yang ada lenyap karena polusi air dan eksploitasi serta penggunaan yang berlebihan. Berkurangnya keanekaragaman hayati, rendahnya kualitas dan tingginya polusi air terutama disebabkan oleh bahan kimia untuk pertanian dan limbah domestik. Kerusakan kualitas air saat ini memang sudah berada pada tingkat mengkhawatirkan. Lagipula, tidak ada informasi yang cukup tentang bagaimana menggunakan dan mengelola sumber-sumber air.

Proyek ini bertujuan untuk melakukan konservasi sumber-sumber air dengan melibatkan masyarakat di sekitar sumber air sekaligus sebagai upaya menciptakan pendapatan tambahan bagi mereka. Proyek berupaya meningkatkan kesadaran masyarakat dan menyediakan informasi akan pentingnya konservasi alam. Sebagai indikasi keberhasilan program, sudah ada upaya replikasi di beberapa tempat di Jawa Barat.

Pembeli potensial, dalam hal ini adalah Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan konsumennya dengan memberikan imbalan kepada masyarakat di sekitar sumber air dalam bentuk non-finansial, seperti pelatihan bagaimana meningkatkan pendapatan melalui wanatani dan bagaimana menerapkan teknologi sederhana dalam menjaga lingkungan.

Sembilan kelompok tani (total 125 anggota) sudah dibentuk di lima lokasi proyek. Mereka didorong untuk menanam tanaman tahunan (*perennial*) yang produktif seperti pohon buah-buahan, kopi, coklat dan cengkeh, dikombinasikan dengan tanaman obat-obatan yang tahan naungan dan tanaman pangan, dengan menggunakan pupuk organik. Sistem '*longyam*' (*balong ayam*) yang dikenal sangat efektif yaitu dengan membangun kandang ayam di atas kolam ikan diperkenalkan untuk mengurangi polusi air dari kotoran ayam dan sekaligus mengurangi penguapan kolam yang berlebihan. Kegiatan lain termasuk membangun infrastruktur seperti sanitasi dan sistem air bersih, dan pemurnian limbah cair organik dengan menggunakan metode sederhana. Sejalan dengan kegiatan tersebut, masyarakat juga dilatih untuk tidak membuang sampah di sungai atau kolam air.

Pembelajaran untuk mengembangkan dan menguji transaksi hulu-hilir untuk jasa perlindungan DAS: laporan diagnostik dari DAS Segara, Indonesia

Tujuan utama proyek ini adalah mendorong pemeliharaan jasa air untuk mendukung kehidupan masyarakat lokal. Proyek ini dimaksudkan untuk meningkatkan pemahaman tentang peran potensial pendekatan berbasis pasar dalam mendorong penyediaan jasa DAS untuk peningkatan kehidupan di Indonesia, terutama di DAS Segara, Lombok.

Walaupun hanya pada tataran yang masih awal serta masih sangat sederhana dari sisi informasi hidrologis, mekanisme yang menghubungkan pengguna air di daerah hilir dan para pengelola lahan di hulu DAS Segara sudah ada. Misalnya, sejumlah skema pembayaran untuk pendanaan infrastruktur irigasi (*Sawinih* atau uang irigasi dan iuran operasional) yang dibayarkan oleh petani yang memiliki lahan irigasi dan sudah dikelola oleh enam kelompok pengguna air irigasi. Akan tetapi, masyarakat hulu belum memperoleh apa-apa.

PDAM membayar pajak kepada pemerintah daerah di desa Benteck sebagai kompensasi kepada warga yang lahannya dilalui instalasi pipa air. Bersama dengan Lombok Inter-Rafting Company, sejumlah pembayaran disalurkan untuk pembangunan desa melalui aparat pemerintah desa. Jumlah yang diberikan oleh PDAM adalah Rp 2 juta pada tahun 2001 dan Rp 5 juta pada tahun 2002, sementara Lombok Inter-Rafting Company memberikan sejumlah Rp 600.000/desa/tahun. Umumnya, dana tersebut dimanfaatkan untuk membayar gaji petugas penjaga hutan, penanaman pohon, dan subsidi berbagai kegiatan sosial di desa.

Tradisi masyarakat Bentek menunjukkan bahwa mereka penuh perhatian terhadap perlindungan hutan. Setiap tahun, masyarakat setempat mengadakan perayaan Sedekah Gumi Paer. Perayaan ini bermula dari tradisi adat dan keagamaan yang bertujuan untuk menjaga anggota masyarakat dari bahaya bencana alam dan penyakit. Baik masyarakat Muslim maupun Hindu di Bentek, keduanya berpartisipasi dalam acara tersebut.

Desa Bentek sudah lama menerapkan hukum warisan leluhur mereka sebagai dasar pembuatan hukum adat pengelolaan sumberdaya alam - biasa disebut "*awiq-awiq*" – untuk melindungi DAS. Lebih jauh lagi, usaha ini ditujukan untuk membangun hubungan baik antara masyarakat hulu pengelola hutan dengan masyarakat hilir pengguna air seiring dengan program-program pemerintah daerah, karena selama ini mereka tidak terlibat dalam pengembangan mekanisme yang ada.

Kesimpulan

Peran pasar dan mekanisme pasar dalam menjaga agar distribusi keuntungan dan biaya dapat dilakukan secara adil dan bijaksana akan sangat tergantung pada berbagai faktor. Peran pemerintah dalam mendanai usaha-usaha perlindungan DAS tetap menjadi hal pokok. Berbagai keuntungan sosial lainnya yang disediakan oleh suatu sumber air mungkin tidak akan pernah dapat diatur melalui penerapan mekanisme pasar. Namun, dengan mempertimbangkan berbagai keterbatasan yang dihadapi pemerintah dan kecenderungan desentralisasi pengelolaan sumberdaya alam – termasuk barang dan jasa DAS – yang paling penting adalah jaminan agar semua pemangku kepentingan dilibatkan, dikumpulkan, dan sekaligus memiliki kemampuan dalam proses menemukan mekanisme dan pelembagaan yang paling tepat dan efisien.

Pengembangan kelembagaan pengelolaan sumberdaya air untuk Satuan Wilayah Sungai Ombilin-Singkarak, di Sumatera Barat, Indonesia: Suatu studi tentang pembagian peran dalam pengelolaan wilayah sungai

Rudi Febriamansyah¹⁾, Ifdal²⁾, dan Helmi³⁾

¹⁾ Ketua Program Studi Pembangunan Wilayah Pedesaan, Program Pasca Sarjana, Universitas Andalas (PPS-Unand), Padang, Indonesia.

^{2,3)} Peneliti dan Direktur pada Pusat Studi Irigasi, SDA, Lahan dan Pembangunan (PSI-SDALP), Universitas Andalas, Padang, Indonesia.

Konflik atas air and masalah pengelolaan sumberdaya air lainnya, seperti, banjir, polusi, dan kekeringan adalah masalah umum yang sering terjadi hampir di seluruh wilayah Indonesia. Dalam hubungan ini, pemerintah Indonesia telah mencanangkan suatu reformasi kebijakan dengan mengadopsi konsep "pengelolaan sumberdaya air terpadu" yang memperlakukan wilayah aliran sungai sebagai satu unit pengelolaan. Walaupun demikian, masih menjadi tanda tanya besar, bagaimana menterjemahkan konsep ini ke tingkat praktis. Satu bentuk praktis dari implementasi konsep ini adalah dengan dibentuknya Balai Pengelolaan Sumber Daya Air (BPSDA) pada tingkat Provinsi.

Di Sumatra Barat, dua buah Balai PSDA telah dibentuk pada tahun 2001, dan satu di antaranya adalah BPSDA Kuantan Inderagiri. Masalah utama di wilayah kerja balai ini adalah pembagian peran dalam pengelolaan SDA di sub-DAS Ombilin-Singkarak. Sebagai suatu lembaga baru untuk pengelolaan SDA yang efektif di provinsi ini, masih merupakan suatu pertanyaan besar tentang bagaimana model atau program kerja yang harus dilakukan, dan bagaimana bentuk pembagian peran antar stakeholders yang terkait. Makalah ini akan menjabarkan permasalahan pengelolaan SDA dan pembagian peran pada sub-DAS, serta mengajukan suatu bentuk pengembangan kelembagaan yang akan meningkatkan peran lembaga terkait, seperti Dewan Daerah SDA, Balai atau instansi pemerintah lainnya.

Pendahuluan

Secara fisik, konflik atas air sebagai sumber daya milik umum lebih disebabkan karena kurangnya ketersediaan air dibanding dengan kebutuhan, baik secara kuantitas maupun kualitas. Ketika jumlah air tersedia tidak dapat memenuhi seluruh kebutuhan pengguna, konflik antar pengguna akan terjadi apalagi bila tidak ada aturan yang mengontrol pola pengambilan dan pemanfaatan air. Pengguna yang kuat, dari status sosial ekonominya, akan dengan mudah memanipulasi penggunaan air untuk kepentingannya sendiri, sementara yang lemah mungkin akan mendapat lebih sedikit atau sama sekali tidak memperoleh layanan air.

Dalam kasus pemanfaatan air sungai, konflik penggunaan air dapat terjadi antara pengguna di daerah hulu dan daerah hilir, baik di tingkat internasional, nasional, regional, maupun di tingkat lokal. Di lihat dari sektor pengguna, konflik dapat terjadi antara pemerintah dan petani, antara petani dan petani, atau antara pemerintah, petani, industri dan lingkungan. Permasalahan yang ditemukan dalam suatu pengelolaan wilayah sungai antara lain adalah polusi air, degradasi lahan di daerah tangkapan air, banjir dan juga pemeliharaan infrastruktur sepanjang sungai. Konflik seputar air terkait dengan masalah pengelolaan air yang terutama terjadi karena tidak adanya peraturan yang konsisten, tidak adanya lembaga khusus yang bertanggung jawab serta belum adanya pola pembagian peran (*role sharing*) antar semua stakeholder (Febriamansyah, 2003).

Di Sumatera Barat, Indonesia, upaya memperbaiki pengelolaan sumber daya air di tingkat satuan wilayah sungai (SWS) telah dilakukan dengan menetapkan dua sentra pengelolaan sumber daya air pada tahun 2001, yaitu BPSDA Kuantan Inderagiri dan BPSDA Batang Hari. Lebih lanjut, Dewan Daerah Sumber Daya Air Provinsi (DDSDA) juga telah dibentuk pada Bulan September 2003 yang lalu. Namun kedua lembaga ini belum memiliki model atau program kerja yang nyata dalam pengelolaan SDA di provinsi. Suatu studi telah dilakukan untuk mengeksplorasi berbagai isu-isu aktual menyangkut pengelolaan SDA dan pembagian peran di wilayah Balai PSDA Kuantan Inderagiri. Berdasarkan berbagai masalah yang teridentifikasi di daerah studi dan kapasitas BPSDA sekarang ini, maka rekomendasi utama dari studi ini adalah merasionalisasikan aktifitas BPSDA untuk satu satuan wilayah sungai yaitu SWS Inderagiri.

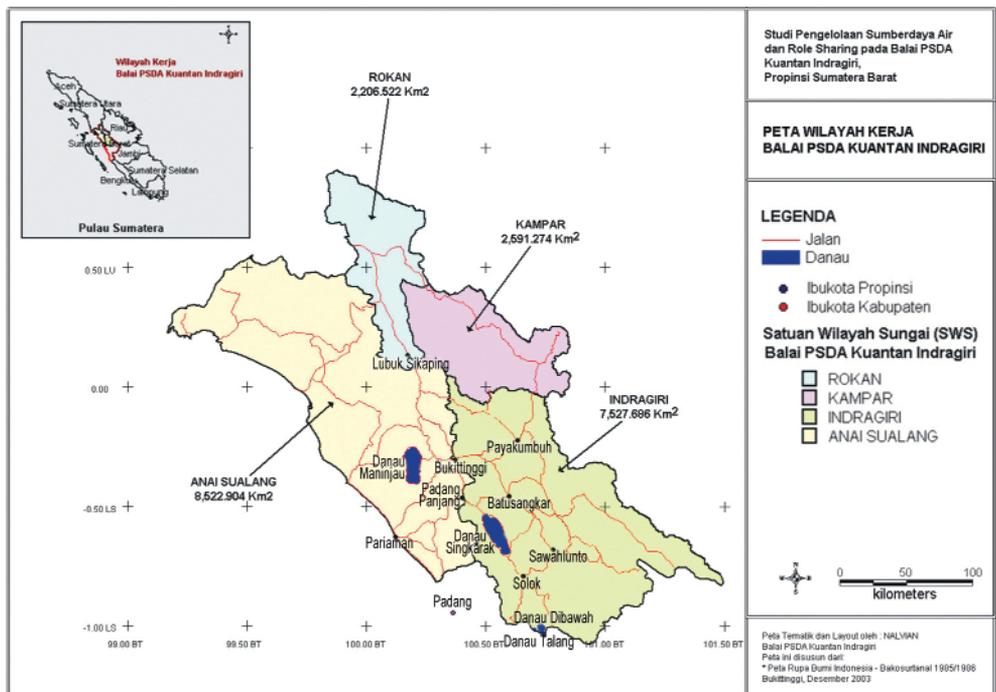
Makalah ini akan menjabarkan berbagai isu pengelolaan SDA dan pembagian peran di satu sub-SWS di wilayah kerja Balai PSDA Kuantan

Inderagiri, yaitu di sub-SWS Ombilin-Singkarak yang termasuk dalam SWS Inderagiri, baik dari hasil studi "Role-Sharing" tahun 2003, maupun dari temuan studi sebelumnya. Pada akhir makalah, diuraikan rekomendasi konsepsi pengembangan kelembagaan yang akan dapat meningkatkan peran DDSDA, Balai PSDA dan lembaga pemerintah terkait lainnya.

Sekilas Tentang Satuan Wilayah Sungai (SWS) Inderagiri

Wilayah Kerja BPSDA Kuantan Inderagiri mencakup empat SWS, Rokan, Kampar, Inderagiri dan Anai Sualang. Meskipun SWS Inderagiri merupakan SWS kedua terluas (> 7.500 km²) SWS ini memiliki satu sungai utama yang mengalir ke provinsi lainnya yaitu Provinsi Riau (Gambar 1).

Satuan Wilayah Sungai (SWS) tersebut melintasi wilayah 10 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat, mencakup; lima kabupaten



Gambar 1. Wilayah Kerja Balai PSDA Kuantan Inderagiri

(Agam, Lima puluh kota, Solok, Sawahlunto/Sijunjung dan Tanah Datar) dan lima kota (Payakumbuh, Bukittinggi, Padang Panjang, Sawahlunto dan Solok).

Demografi dan mata pencaharian

Jumlah penduduk yang bermukim di SWS Inderagiri pada tahun 1997 adalah 662.425 jiwa dengan kepadatan penduduk rata-rata sebanyak 408 orang per km². Rasio penduduk perkotaan dengan perdesaan adalah 0,28. Pada tahun 1997 jumlah kepala keluarga di dalam SWS mempunyai anggota keluarga rata-rata sebanyak 4,59 orang. Diperkirakan hanya sebanyak 12,56% (atau sekitar 18.898) rumah tangga yang mendapatkan fasilitas air dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Selain rumah tangga, juga terdapat industri, perkantoran, dan fasilitas sosial yang dilayani oleh PDAM.

Sekitar 68% (94.508 dari 139.831) dari rumah tangga dikategorikan sebagai rumah tangga tani pada tahun 1993. Pada tahun 1997 jumlah rumah tangga tani menjadi 98.000. Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar penduduk mempunyai mata pencaharian sebagai petani. Dengan demikian, beralasan jika diperkirakan bahwa permintaan akan air untuk kegiatan yang terkait dengan pertanian merupakan salah satu isu utama di dalam SWS ini.

Wilayah SWS Inderagiri

Hulu sungai dari SWS Inderagiri berada di dataran tinggi Sumatra Barat, yang mengalir ke pantai timur Pulau Sumatra. Wilayah hulu sungai dari SWS Inderagiri ini mencakup 3 (tiga) sungai utama; Lembang/Sumani, Sumpur dan Ombilin, dan 2 (dua) danau; Danau Dibawah dan Danau Singkarak (Gambar 2). Titik elevasi terendah di SWS ini adalah 164 m dpl dekat pertemuan Batang Ombilin dan Sinamar, dan titik elevasi tertinggi adalah 1.200 m dpl di hulu Batang Lembang. Air dari hulu Batang Lembang dan Sumpur bermuara ke Danau Singkarak, kemudian mengalir ke Batang Ombilin, dan selanjutnya ke arah timur ke Teluk Kuantan, Riau.

Luas wilayah hulu SWS Inderagiri ini atau disebut sub-SWS Ombilin-Singkarak mencapai 3.060 km², yang mencakup 400 desa dalam tiga wilayah kabupaten dan tiga wilayah kota. Dilihat dari segi penyebaran di setiap wilayah sungai; 43% merupakan sub-sub SWS Batang Lembang, 14% sub-sub SWS Batang Sumpur dan 43% sub-sub SWS Ombilin-Singkarak.

Iklm

Wilayah sungai ini pada umumnya mempunyai iklim tropis basah. Curah hujan tahunan rata-rata adalah 2.026 mm. Sub DAS Sumpur merupakan wilayah yang paling basah dengan curah hujan tahunan rata-rata sebanyak 2.484 mm. Jumlah ini sedikit lebih tinggi dari curah hujan Sub DAS Lembang/Sumani yang curah hujan tahunannya 2.201 mm. Sub DAS Ombilin merupakan SubDAS paling kering dengan curah hujan rata-rata tahunan 1.789 mm (Oldemann *et al.*, 1978). Akan tetapi iklim di daerah tangkapan air (DTA) Danau Singkarak, berbeda dengan kawasan barat Indonesia pada umumnya, adalah semi arid tropis (agak kering) (Boer, dalam buku ini).

Permasalahan dalam pengelolaan sumber daya air

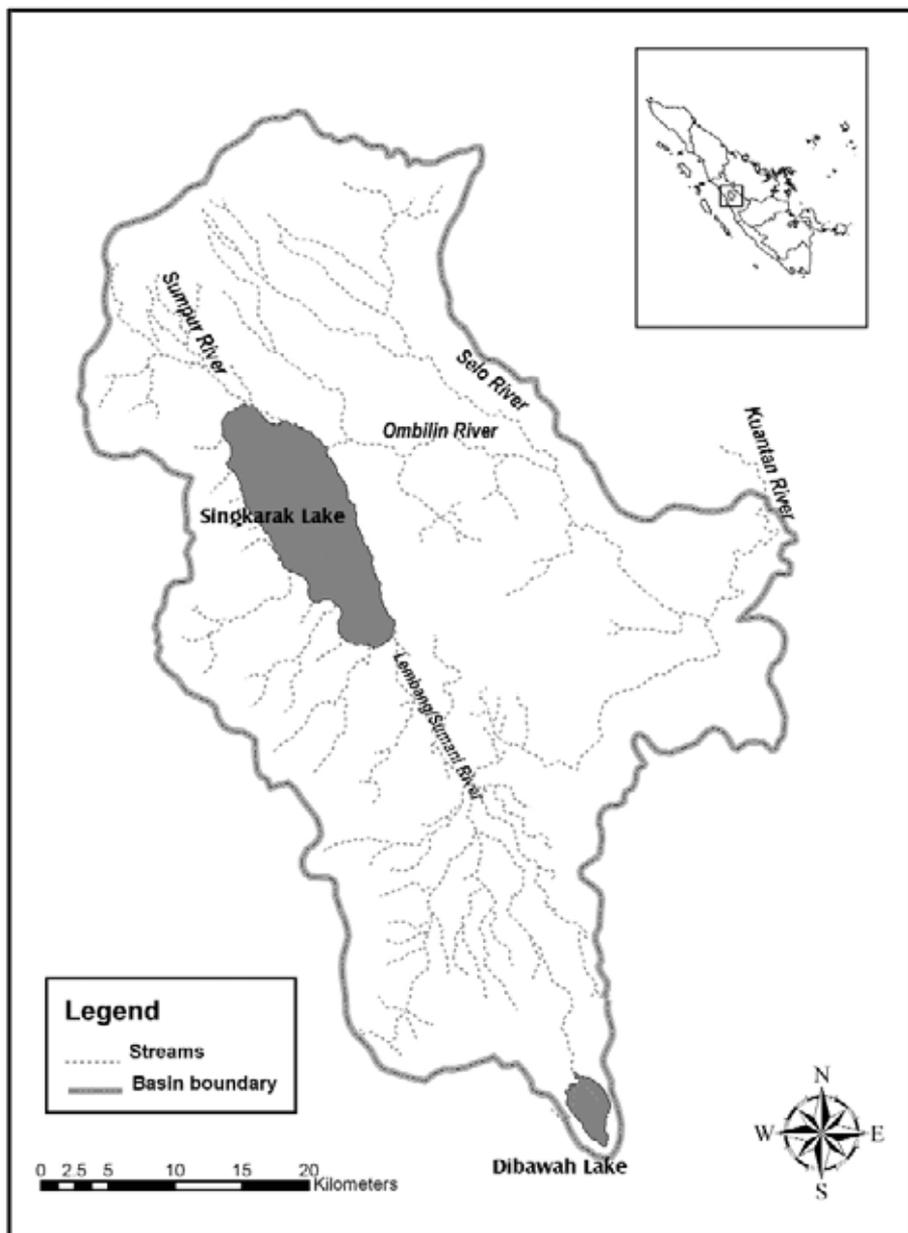
Pada tahun 1997, konstruksi bendung PLTA Singkarak selesai dibangun dan mulai dioperasikan. Air dari Danau Singkarak dialirkan ke Batang Anai, yang mengalir ke pantai barat Sumatra, agar memperoleh ketinggian muka air yang cukup untuk menghasilkan tenaga listrik. Wilayah SWS Anai, mempunyai ketinggian cuma sekitar 10 m dpl. Pemindahan aliran ini akhirnya mempengaruhi pola pasokan air ke Batang Ombilin.

Dalam upaya memenuhi kebutuhan air untuk menghasilkan tenaga listrik, besarnya debit aliran ke Batang Ombilin harus diatur antara 2 - 6 m³ per detik. Hal ini merupakan angka penurunan yang signifikan bagi para pengguna air di sepanjang aliran Batang Ombilin yang sebelumnya mengalirkan air rata-rata 49 m³ detik⁻¹. Di sepanjang sungai sekitar 70 km, air digunakan untuk irigasi, industri, tenaga listrik dan air bersih. Dampak utama dari beroperasinya PLTA ini adalah konflik penggunaan air antara pengguna di sepanjang aliran Ombilin dengan PLTA Singkarak.

Sehubungan dengan hal tersebut, ada tiga isu utama yang akan dibahas dalam makalah ini: a) pengalihan aliran antar DAS, b) dampak PLTA terhadap pertanian beririgasi, dan c) dampak PLTA terhadap pengguna lainnya.

Masalah pengalihan aliran antar DAS

Seperti disampaikan di muka, SDA Danau Singkarak digunakan oleh PLTA dengan mengalihkan aliran air ke Batang Anai di pantai barat



Gambar 2. Sub Satuan Wilayah Sungai Ombilin

Sumatra. Pengalihan aliran ini telah mengurangi pasokan air ke aliran Batang Ombilin. Terpecah-belahnya tanggung jawab pengelolaan SDA diantara banyak instansi pemerintah membuat koordinasi menjadi suatu kendala utama. Kecenderungan yang ada sekarang ini adalah apabila satu instansi melakukan upaya pembangunan atau pemanfaatan SDA, maka instansi tersebut bertanggung jawab dalam pengawasannya secara menyeluruh. Sementara pengguna lain diharapkan dapat melakukan penyesuaian berkenaan dengan adanya perubahan ketersediaan air.

Dampak beroperasinya PLTA Singkarak

Pengurangan jumlah irigasi kincir dan luas areal sawah beririgasi

Akibat berkurangnya debit aliran Batang Ombilin, maka kondisi irigasi di daerah tersebut yang paling terpengaruh. Jumlah kincir, areal yang diairi, serta jumlah petani yang selama ini memanfaatkan air Batang Ombilin, telah berkurang jauh setelah beroperasinya PLTA Singkarak. Dibanding tahun 1996, pada tahun 2000, jumlah kincir telah berkurang separuhnya, sementara luas areal yang diairi telah berkurang sekitar 61%. Tabel 1. di bawah ini menunjukkan perubahan kondisi irigasi dan luas areal sawahnya selama periode 5 tahun terakhir sejak beroperasinya PLTA Singkarak (1996-2000).

Tabel 1. Jumlah kincir, areal sawah, and jumlah petani di sub-SWS Ombilin, 1996-2000

Tahun	Jumlah kincir	Areal Sawah total	Jumlah Petani total
1996	366	549	729
1997	296	470	621
1998	237	405	556
1999	195	343	478
2000	184	333	463

umber: PSI-SDALP, 2000

Kenaikan biaya operasi dan pemeliharaan sistem irigasi kincir air

Disamping berdampak terhadap pengurangan jumlah kincir, beroperasinya PLTA juga telah meningkatkan biaya *O&M* dari sistem irigasi kincir. Fluktuasi muka air sejak beroperasinya PLTA meningkatkan kerusakan bendung tradisional dan kincir air sepanjang aliran sungai. Peningkatan kerusakan ini berarti membutuhkan lebih banyak tenaga

kerja dan bahan untuk memperbaikinya. Hasil survei sosial ekonomi menunjukkan bahwa setiap musim tanam secara rata-rata telah terjadi peningkatan biaya O&M sebesar 2,5 kali lipat (lihat Tabel 2).

Tabel 2. Intensitas kerusakan, biaya perbaikan kincir air dan bendungan, sebelum dan sesudah operasi PLTA

	Sebelum PLTA	Sesudah PLTA	% kenaikan
Frekuensi kerusakan (jumlah kali per musim tanam)			
Kincir Air	1	2,5	150
Bendung tradisional	1	4,5	350
Biaya Perbaikan permusim			
Kincir Air	Rp 150.000	Rp 1.100.000	633
Bendungan tradisional	Rp 50.000	Rp 425.000	750

Berkurangnya kontinuitas aliran dan menurunnya hasil padi

Akibat makin tingginya intensitas kerusakan kincir dan bendung, sistem pasokan air ke areal sawah menjadi terganggu. Pasokan air ke sawah yang tidak sesuai membuat pertumbuhan tanaman padi tidak normal, sehingga produksi padi secara rata-rata telah menurun drastis, dari 4,2 Mg per hektar (di tahun 1996) menjadi sekitar 3,1 Mg per hektar (di tahun 1999).

Berkurangnya kinerja pertanian beririgasi

Penilaian kinerja pertanian beririgasi menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan yang mencakup 7 (tujuh) indikator kinerja, yaitu: (1) produksi per unit lahan yang diolah, (2) produksi per unit lahan beririgasi, (3) produksi per unit air irigasi, (4) produksi per unit air tersedia, (5) pasokan air relatif (*relative water supply*), (6) pasokan air irigasi relatif (*relative irrigation supply*), dan (7) kemandirian keuangan. Kondisi ini berkaitan dengan ketiadaan lembaga pengelolaan sumberdaya air yang efektif di sub-SWS Ombilin yang mampu mengantisipasi kompetisi penggunaan air yang semakin tinggi. Apabila dilihat dari sistim teknologi irigasi, masalah utamanya mungkin karena sistem irigasi kincir sekarang ini tidak lagi sesuai dengan perubahan kondisi air yang makin langka di aliran Batang Ombilin.

Dampak terhadap industri dan pasokan air bersih

Penurunan kualitas air di Batang Ombilin telah berpengaruh terhadap produksi air bersih yang dihasilkan oleh PDAM. Penurunan kualitas air

ini pertama terjadi karena volume sedimen yang dibawa oleh Batang Selo yang masuk ke Batang Ombilin jauh lebih besar dari debit aliran Batang Ombilin sendiri. Penyebab kedua adalah pencemaran air oleh penambangan batu bara yang membuang air pencuciannya ke Batang Ombilin. Penurunan kualitas air ini selain dapat ditunjukkan oleh peningkatan konduktivitas listriknya (*electric conductivity*), juga ditunjukkan oleh beberapa faktor, antara lain: material padat meningkat dari 104 mg per liter menjadi 176 mg per liter, pH meningkat dari 7,2 menjadi 8,4, kandungan nitrat meningkat dari 0,26 mg per liter to 0,35 mg per liter, kandungan klorida dari 4,62 mg ke 8,4 mg per liter, dan sulfat dari tidak terdeteksi menjadi 10,3 mg per liter.

Penurunan kualitas air ini telah meningkatkan biaya produksi PDAM sekitar 100%. Hanya saja, apabila kondisi kualitas air sangat buruk, PDAM tidak melakukan pengolahan air secara kimiawi, tetapi langsung mendistribusikan. Hal ini karena pemakaian bahan kimia tidak akan berpengaruh banyak terhadap kualitas air yang buruk tersebut.

Masalah pembagian peran dalam pengelolaan sumberdaya air

Konflik kepentingan antar stakeholder dalam pengelolaan sumberdaya air pada satu wilayah sungai terkait dengan keberadaan peraturan, kelembagaan dan pola pembagian peran antar pihak terkait. Pada dasarnya pemikiran untuk membangun satu sistem pengelolaan pada satu unit sungai telah digalakkan secara nasional. Sehubungan dengan itu, paradigma baru untuk merubah pola pembangunan dari sistem sentralistik menjadi desentralistik telah dapat diterima dan dideklarasikan secara legal melalui Undang-Undang No. 22/1999. Saat ini, meskipun rancangan undang-undang pengelolaan sumber daya air yang sedang dibahas belum disahkan secara formal, beberapa point penting yang terkait dengan sistem pengelolaan satuan wilayah sungai telah disepakati oleh seluruh fraksi di DPR RI.

Berlandaskan pada paradigma desentralisasi, keberadaan Balai PSDA Kuantan Inderagiri sebagai unit teknis dari Dinas PSDA Provinsi Sumatera Barat (**Lembaga tingkat provinsi dalam pengelolaan sumberdaya air dibawah Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah**) yang dibentuk pada tahun 2001 atas dasar Keputusan Menteri Dalam Negeri No.179/1996, telah diusulkan untuk dikembangkan menjadi lebih utuh

dalam pengelolaan sumber daya air di tingkat provinsi. Walaupun demikian, terjadinya konflik kepentingan tidak dapat dihindari sejalan dengan proses desentralisasi dari tingkat provinsi ke tingkat daerah. Jika mengacu kepada Kepmendagri No. 179/1999, peranan Balai PSDA meliputi 9 aspek pengelolaan sumberdaya air yaitu: pengelolaan irigasi antar daerah dalam satuan wilayah sungai, distribusi air kepada seluruh pengguna, pengelolaan sungai, danau, reservoir dan mata air, kontrol terhadap banjir dan kekeringan, daerah rawa, kontrol terhadap polusi air, daerah pesisir, delta dan muara sungai. Kesembilan aspek ini dinilai terlalu luas untuk institusi baru seperti Balai PSDA yang masih kekurangan SDM sehingga sulit diharapkan untuk mampu bekerja dengan baik pada seluruh aspek dalam jangka pendek.

Dalam hal konflik kepentingan antar stakeholder di kawasan aliran sungai, studi ini telah mengidentifikasi konflik kepentingan antar stakeholder. Tabel 3 memperlihatkan konflik kepentingan yang sering muncul antar stakeholder di SWS Inderagiri.

Berdasarkan identifikasi masalah konflik kepentingan tersebut di atas, studi ini merekomendasikan upaya untuk mengembangkan kelembagaan khususnya pada SWS Inderagiri dengan melakukan rasionalisasi peranan Balai PSDA dan memperkuat peran Dewan Daerah Sumberdaya Air Provinsi (DDSDA Provinsi) menuju pengembangan kelembagaan secara terpadu.

Pengembangan Kelembagaan Pengelolaan SWS Inderagiri

Pada dasarnya konsep *role sharing* dalam pengelolaan sumber daya air merupakan konsep praktis dari *water governance*. Berdasarkan laporan dari UNDP (2001) dan GWP (2002), secara konseptual *water governance* merupakan kerangka bagi otoritas ekonomi, politik dan pemerintahan dalam mengelola semua urusan negara pada tiap tingkatan. Di sini konsep negara jauh lebih utama dibanding konsep pemerintahan sebagai entiti dari pembuat keputusan di bidang politik. Keputusan ini berisikan mekanisme pengembangan, proses, dan pelembagaan melalui warga negara dan kelompoknya yang diterjemahkan berdasarkan kepentingan mereka, sehingga mereka dapat memperoleh hak formal, menunaikan kewajiban dan memperkecil jurang perbedaan.

Tabel 3. Konflik kepentingan pengelolaan sumberdaya air di SWS Inderagiri

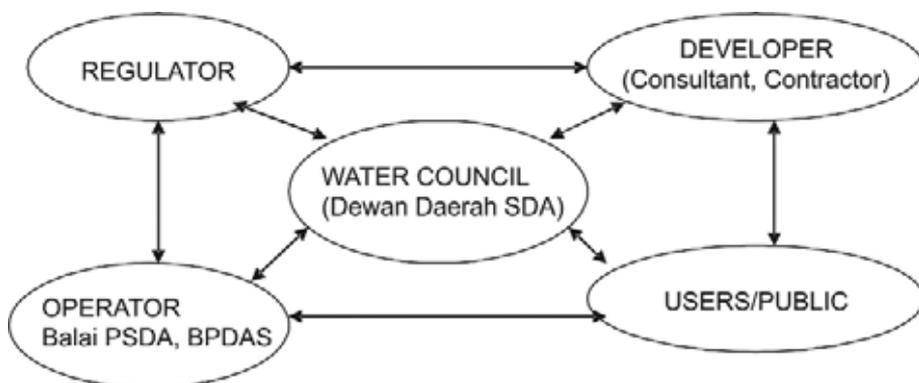
No	Ruang lingkup	Konflik Kepentingan
1	Pengelolaan irigasi antar daerah	Peraturan yang ada (Kepmendagri 22/2003) telah mengatur pembagian wewenang antara P3A, dinas terkait di tingkat provinsi dan tingkat kabupaten/kota, tetapi belum ada point yang mengatur bagaimana peran Balai PSDA sebagai operasional dari Dinas PSDA Provinsi
2	Alokasi air	Kebijakan nasional tentang pengelolaan sumber daya air yang baru dideklarasikan menggunakan konsep <i>satu sungai satu pengelolaan</i> . Namun belum teridentifikasi institusi yang bertanggung jawab untuk pengaturan distribusi air di sepanjang aliran sungai. Pengelolaan air tanah dan eksploitasinya masih dibawah kewenangan Dep. Pertambangan dan Energi.
3	Pengelolaan data hidrologi	Ada empat (4) institusi yang mengumpulkan data hidrologi yaitu BMG, Pertanian, Kimpraswil dan PLN, ternyata belum ada pola koordinasi antar mereka. Kegiatan pengumpulan dan pengelolaan data masih untuk kepentingan instansi masing-masing, bukan untuk kepentingan peningkatan pengelolaan sumber daya air dalam satu wilayah sungai
4	Sungai	Peraturan terbaru tentang pengelolaan sungai diatur dalam PP No. 35/1991, belum menjelaskan tentang <i>'role sharing'</i> antara pemerintahan provinsi maupun kabupaten/kota
5	Pengelolaan daerah tangkapan air	BP-DAS sebagai lembaga dibawah departemen kehutanan bertanggung jawab terhadap pengelolaan daerah tangkapan air, sedangkan Balai PSDA, sebagai lembaga dibawah departemen Kimpraswil bertanggung jawab terhadap pengelolaan air permukaan dan air tanah, dari hulu hingga ke hilir
6	Pengontrolan polusi air	Adanya konflik peran antara Balai PSDA, Badan Pengendalian Dampak Lingkungan tingkat Daerah (Bapedalda), dan Dinas Kesehatan. Belum ada pendekatan terpadu dalam menangani masalah polusi air antar insitusi tersebut. Setiap institusi mengumpulkan data kualitas air demi kepentingan institusi mereka, bukan untuk pengelolaan sumber daya air secara umum.

Berdasarkan konsepsi *water governance* ini, setidaknya ada tiga point penting yang dibutuhkan dalam rangka pengembangan kelembagaan di sub-SWS Ombilin-Singkarak, yaitu:

- a. Adanya jalinan kerjasama antar stakeholder dalam pengelolaan sumberdaya air
- b. Perlunya rasionalisasi peranan Balai PSDA
- c. Dibangunnya prinsip-prinsip pembagian peran (*role sharing*) antar pihak terkait dalam pengelolaan sumberdaya air di wilayah sungai

Jalinan kerjasama antar stakeholder dalam pengelolaan sumberdaya air

Konsep kebijakan terbaru tentang sumberdaya air secara jelas mengeksplorasi satu program khusus yang disebut Water Sector Adjustment Program (WATSAP) yang pada dasarnya sejalan dengan konsep Integrated Water Resource Management (IWRM) (lihat Sudarta 2002 dan Anshori, 2003). Konsepsi kerangka kelembagaan pengelolaan sumber daya air tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kerangka kelembagaan pengelolaan sumberdaya air di tingkat provinsi

Sesuai dengan kerangka kelembagaan tersebut, kebijakan nasional merupakan bahan acuan penting bagi pengembangan kelembagaan di tiap provinsi. Dewan Daerah Sumberdaya Air Provinsi atau DDSDA Provinsi harus menunjukkan eksistensinya dengan memfasilitasi seluruh stakeholder yang mencakup pengguna, developer, regulator dan operator dalam proses pengambilan kebijakan sebelum dewan mengeluarkan rekomendasi formal kepada regulator, yaitu Gubernur, Bupati/Walikota dan kepala dinas PSDA. Balai PSDA hanya bertindak sebagai operator dari setiap peraturan yang ditetapkan oleh regulator.

Oleh karena itu, khusus untuk SWS Inderagiri, aktifitas pengembangan kelembagaan mengharuskan pemerintah daerah/provinsi untuk bertindak secara efektif dalam membangun *good water governance*, yaitu dengan:

- Membangun Dewan Daerah di tingkat SWS atau yang disebut dengan Dewan Daerah Wilayah Sungai yang akan memfasilitasi seluruh

stakeholder di wilayah sungai dalam proses pengambilan kebijakan yang terkait dengan pengelolaan sumber daya dan pengembangannya.

- Karena kawasan SWS ini demikian luas maka forum-forum stakeholders dapat dibentuk di setiap *hot-spot issue* pada sub-sub SWS. Forum tersebut dapat menunjuk perwakilan anggota untuk duduk di Dewan Daerah Wilayah Sungai
- Pemerintahan kabupaten/kota pada wilayah sungai perlu didorong untuk menyusun peraturan daerahnya sendiri tentang pengembangan kelembagaan pengelolaan SDA ini.

Rasionalisasi peran Balai PSDA

Seperti telah dijelaskan di muka, Balai PSDA sekarang ini tidak akan dapat berfungsi secara efektif pada seluruh bidang tanggung jawab seperti yang tertulis dalam Kepmendagri 179/1996. Berdasarkan pada masalah yang berkembang dalam pengelolaan sumber daya air di kawasan tersebut dan ketersediaan sumberdaya manusia, maka untuk jangka pendek, Balai PSDA harus memprioritaskan kegiatannya kepada 3 (tiga) aspek berikut:

- a. Pengelolaan sistem irigasi antar daerah
- b. Pengelolaan alokasi air di sepanjang aliran sungai
- c. Pengelolaan data hidrologi

Rasionalisasi kegiatan ini juga telah dibahas dalam lokakarya yang diselenggarakan oleh Direktorat Jendral Sumberdaya Air, Departemen Kimpraswil di Bogor tanggal 13 Desember 2003. Lokakarya tersebut telah menghasilkan kesimpulan tentang fungsi Balai PSDA sebagai berikut:

- a. Pusat informasi sumberdaya air
- b. Penggerak utama dari koordinasi antar stakeholder
- c. Pusat pelayanan umum pengelolaan sumberdaya air

Prinsip-prinsip pembagian peran dalam pengelolaan sumber daya air

Secara umum ada dua hal yang sangat prinsipil dalam upaya mengefektifkan *water governance* (lihat Helmi, 2003), yaitu:

- a. *Dari sisi pendakatar*: harus transparan, inklusif dan komunikatif, koheren dan integral, adil dan etis.
- b. *Dari sisi operasional*: dapat dipertanggungjawabkan (eksekutif dan legislatif), efisien (secara ekonomi, politik, sosial, dan lingkungan), responsif, dan berkelanjutan.

Kedua prinsip ini merupakan rujukan dalam mempertimbangkan konsepsi praktis pada pengelolaan SDA di sub-SWS ini, seperti dijabarkan berikut ini.

1. Konsep *Role Sharing* dalam Pengelolaan Irigasi Antar-Daerah Kabupaten/Kota
 - a. Balai PSDA memiliki tanggung jawab mengeluarkan rekomendasi teknis dalam upaya pengembangan irigasi antar daerah kabupaten/kota yang akan berdampak pada perubahan kondisi pasokan dan permintaan air, kondisi kualitas air dan perubahan infrastruktur sungai.
 - b. Meskipun kewenangan pengembangan infrastruktur sistem irigasi antar daerah kabupaten/kota berada di tingkat provinsi (PSDA), implementasi teknis sebaiknya diberikan kepada lembaga yang relevan di tingkat kabupaten/kota. Sedangkan Dinas PSDA dapat bertindak sebagai koordinator implementasi teknis tersebut.
 - c. Perijinan resmi untuk eksploitasi air irigasi dikeluarkan setelah memperoleh rekomendasi teknis dari Balai PSDA. Lembaga pemerintah yang relevan di tingkat daerah (kabupaten/kota) perlu mempersiapkan dokumen untuk bahan pertimbangan.
 - d. Dalam hal alokasi dan pengelolaan air irigasi akan dikontrol oleh balai PSDA, termasuk mencatat pola pengambilan air pada bangunan induk irigasi.
2. Konsep *Role Sharing* dalam Sistem Alokasi Air
 - a. Balai PSDA adalah penggerak utama dalam memfasilitasi pembentukan forum-forum stakeholders dalam satu satuan wilayah sungai.
 - b. Dinas PSDA bertanggung jawab membantu setiap usaha yang dilaksanakan Balai PSDA dalam hal memfasilitasi penyusunan peraturan daerah di tingkat kabupaten/kota.
 - c. Pengeluaran ijin untuk mengeksploitasi sumberdaya air baru dari sungai atau sumberdaya air lainnya di wilayah sungai diberikan setelah mendapatkan rekomendasi teknis dari Balai PSDA dan Badan Pengelola DAS (BP-DAS, Departemen Kehutanan).
3. Konsep *Role Sharing* dalam Pengelolaan Data Hidrologi
 - a. Balai PSDA sebagai unit teknis yang berada pada dinas PSDA harus diberi tanggung jawab penuh untuk mengelola data hidrologi

- b. Balai PSDA harus difungsikan pula sebagai pusat informasi sumberdaya air di tingkat SWS dan tingkat provinsi.

Agenda ke Depan

Setelah mempertimbangkan setiap kondisi yang ada di Balai PSDA Kuantan Inderagiri yang berperan sebagai institusi pusat dan nantinya akan mempromosikan strategi pengelolaan sumber daya air secara terpadu, ada beberapa agenda khusus untuk studi lebih lanjut dalam membantu kinerja Balai PSDA, yaitu:

- a. Perlu penelitian aksi untuk pengembangan kelembagaan, khususnya dalam menyusun peraturan daerah dalam rangka membangun konsensus *role sharing* antar stakeholder dalam satuan wilayah sungai dan memfasilitasi pembentukan sub-sub komite dari Dewan Daerah Sumberdaya Air.
- b. Perlu model sistem alokasi air dalam satuan wilayah sungai. Studi ini harus dilaksanakan dalam bentuk kerja kolaboratif dengan anggota Balai PSDA dalam pola *proses pembelajaran*. Kegiatan tersebut meliputi pengelolaan database, analisa hidrologi untuk berbagai kepentingan, dan membuat program komputer untuk model alokasi air.
- c. Studi nilai ekonomi sumberdaya air untuk mendukung perspektif ekonomi dari pengelolaan sumber daya air dalam satuan wilayah sungai.

Ucapan terimakasih

Makalah ini disusun dari dua studi utama yang dilakukan oleh Tim Peneliti di Pusat Studi Irigasi, Sumberdaya Air, Lahan dan Pembangunan (PSI-SDALP) Universitas Andalas. Studi yang pertama dilakukan atas kerjasama dengan IWMI, Sri Lanka, dan yang kedua atas kerjasama dengan Balai PSDA Kuantan Inderagiri. Penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua lembaga tersebut atas kepercayaannya kepada PSI-SDALP untuk melakukan studi, serta kepada seluruh anggota Tim Peneliti yang terlibat dalam kedua studi ini.

Tantangan dan peluang pelaksanaan program RUPES di daerah tampungan air Danau Singkarak

Rizaldi Boer¹⁾, Abubakar Bulek²⁾, dan Alimin Djisbar³⁾

¹⁾ Institut Pertanian Bogor

²⁾ Wali Nagari Panninggahan

³⁾ Induk Koperasi Peningkatan Teknologi dan Kesejahteraan Masyarakat Pertanian Kehutanan.

E-mail: rboer@fmipa.ipb.ac.id

Danau Singkarak, berlokasi di Provinsi Sumatera Barat bagian tengah, sangat berarti tidak hanya untuk penduduk yang tinggal di sekitaran danau tetapi juga untuk penduduk yang tinggal di luar daerah tangkapan danau. Fungsi Danau Singkarak sebagai pembangkit tenaga listrik dan penyedia air irigasi semakin menurun, dan hal ini dianggap (oleh berbagai kalangan) sebagai salah satu efek dari meningkatnya laju degradasi hutan dan lahan yang ada di sekitar danau. Selama musim kemarau, ketinggian air danau bisa menurun sampai 2 meter sehingga dapat melumpuhkan PLTA dan menyebabkan kekeringan di lahan pertanian irigasi. Selama musim hujan, ketinggian muka air danau bisa naik dan seringkali menyebabkan banjir di daerah hilir. Pemerintah daerah dan penduduk setempat saat ini sedang mencoba merehabilitasi lahan yang rusak di sekitar danau guna mengurangi kondisi yang tidak menguntungkan ini. Namun, karena kekurangan dana dan insentif kepada penduduk miskin di daerah hulu untuk merehabilitasi lahan, maka program ini berjalan sangat lambat.

Rewarding the upland poor for the environmental services that they provide (RUPES, pemberian imbalan kepada petani miskin untuk jasa lingkungan yang mereka hasilkan) akan mendorong petani untuk melestarikan sumberdaya alamnya dan membantu mereka dalam mempercepat program rehabilitasi. Namun, sistem pemberian imbalan seperti ini dan mekanisme kelembagaan untuk penyebaran imbalan tersebut belum ada di Singkarak. Inisiatif untuk mengembangkan sistem ini sekarang sedang berjalan, tidak hanya di Singkarak tetapi juga di provinsi lain, misalnya di Provinsi Banten. Adapun tantangan-tantangannya adalah: (i) bagaimana mengembangkan kemampun

multi pihak (*stakeholder*) setempat untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang potensial menyediakan jasa-jasa lingkungan; (ii) peraturan-peraturan apa saja yang harus dibuat untuk memfasilitasi proses pemberian imbalan penduduk miskin di daerah hulu atas jasa-jasa lingkungan yang mereka hasilkan; (iii) sistem kelembagaan apa yang harus ada di lokasi; dan (iv) bagaimana lembaga lokal dapat dihubungkan dengan lembaga tingkat nasional yang memfasilitasi dan mengatur program jasa lingkungan. "Wali Nagari" Paninggahan, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat bekerja sama dengan Institut Pertanian Bogor, Induk Koperasi Peningkatan Teknologi dan Kesejahteraan Masyarakat Pertanian Kehutanan, serta para stakeholder lokal lainnya (Universitas Andalas, WARSI, BPDAS-Dinas Kehutanan) sedang menjalankan proyek RUPES (2004-2007). Tujuannya adalah untuk: (i) mengidentifikasi macam-macam jasa lingkungan dan metode atau pendekatan untuk mengukur jasa-jasa lingkungan serta hambatan-hambatan menerapkan RUPES; (ii) mengusulkan susunan kelembagaan yang tepat untuk pemberian imbalan; dan (iii) mengkompilasi dan menyebarkan praktek-praktek terbaik dan pelajaran-pelajaran berharga dari proyek-proyek ini untuk meningkatkan kesadaran multi pihak tentang bagaimana memberikan imbalan bagi penyediaan jasa-jasa lingkungan agar dapat menguntungkan masyarakat di daerah hulu.

Pendahuluan

Masalah utama yang dihadapi oleh pemerintah daerah saat ini dan di masa yang akan datang adalah bagaimana mengentaskan kemiskinan dan pengangguran. Kemiskinan mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan karena terjadinya peningkatan eksploitasi hutan oleh penduduk. Menurut Bapeda (2000), jumlah peladang berpindah di daerah tampungan air (DRA) Danau Singkarak berjumlah sekitar 4.559 kepala keluarga dengan total luas ladang berpindah sekitar 10.624 ha. Pengaruh langsung dari berkurangnya tutupan hutan yang dirasakan oleh berbagai pihak adalah melimpahnya persediaan air dan meningkatnya risiko banjir di musim hujan serta menyusutnya persediaan air pada musim kemarau yang dapat meningkatkan risiko kekeringan.

Satu mekanisme yang disebut "*rewarding upland poor for the environmental services that they provide* (RUPES)" atau 'pemberian imbalan kepada petani miskin lahan kering untuk jasa lingkungan yang mereka

hasilkan' boleh jadi merupakan suatu cara yang efektif untuk meningkatkan peranserta penduduk dalam melestarikan sumberdaya alamnya dan meningkatkan luasan tutupan hutan. Adanya sistem perdagangan karbon (*global carbon market*) adalah salah satu dari mekanisme pemberian imbalan untuk penduduk miskin di daerah hulu seperti rehabilitasi lahan dan hutan yang terdegradasi. Tetapi, sampai saat ini mekanisme kelembagaan untuk mendistribusikan imbalan ini belum berkembang. Terdapat sejumlah tantangan dan peluang untuk mengembangkan sistem ini.

Tulisan ini membahas masalah-masalah lingkungan di sekitar Danau Singkarak serta peluang dan tantangan untuk melaksanakan RUPES.

Kondisi daerah tangkapan air (DTA) dan danau

Danau Singkarak berlokasi di Provinsi Sumatera Barat bagian tengah yang pada zaman dahulu merupakan jantung Kerajaan Minangkabau. Luas danau sekitar 13.665 ha dengan panjang sekitar 21 km, lebar 16 km, dan kedalaman sekitar 160 m. Luas DTA sekitar 129.000 ha dan sekitar 39.000 ha atau 30%-nya ditumbuhi alang-alang. DTA berlokasi pada 0°14'LS - 0°45'LS dan 100°19'BT - 100°51'BT dan pada ketinggian berkisar antara 360 dan 1.500 m di atas permukaan laut. Iklim di daerah ini adalah semi arid tropis (iklim yang dijumpai di wilayah Indonesia bagian barat umumnya iklim basah). Curah hujan tahunan berkisar antara 1.660 mm hingga 1.860 mm dengan tiga bulan kering (bulan dengan curah hujan bulanan kurang dari 100 mm). Bulan-bulan lainnya mempunyai curah hujan lebih dari 100 mm (Oldeman *et al.*, 1979).

Bagian selatan DTA termasuk wilayah Kabupaten Solok, dan bagian utara termasuk wilayah Kabupaten Tanah Datar. Luasan sub-DTA sekitar Danau Singkarak meliputi lebih kurang 58.460 ha (Kusuma *et al.*, 1990). Dari luasan tersebut, sekitar 32%-nya adalah lahan kritis (umumnya ditumbuhi alang-alang) sementara daerah lainnya digunakan untuk sawah (21%), palawija (17%), dan penggunaan-penggunaan lainnya (30%). Kebanyakan lahan kritis dan 9.773 ha daerah hulu merupakan milik *Ulayat Kaum* dan *Ulayat Nagari*. Hanya bagian kecil (kurang dari 2.000 ha) milik pemerintah. Sekitar 90% DTA mempunyai kemiringan lereng berkisar antara 26% hingga 75%.

Air Danau Singkarak berasal dari sedikitnya 5 sungai utama. Dari daerah barat danau (Kabupaten Tanah Datar), air berasal dari Batang

Malalo, sementara dari bagian selatan (Kabupaten Solok), air berasal dari Batang Ondoh, Batang Paninggahan, Batang Saning Bakar dan Batang Sumani. Air dari danau Singkarak mengalir melalui Batang Ombilin. Di samping aliran ke luar (*outlet*) alami, PLTA membangun saluran buatan. Air dari Sungai Ombilin adalah sumber air irigasi lahan pesawahan di empat kabupaten di daerah hilir, yaitu Kabupaten Solok, Padang Pariaman, Tanah Datar, dan Sawahlunto Sinjunjung. Sementara itu, arus air dari saluran buatan digunakan untuk pembangkit tenaga listrik yang melayani Provinsi Sumatera Barat dan Riau, dan air ini mengalir ke pantai barat Sumatera. Kapasitas PLTA Singkarak adalah 175 MW (Ahmad, 2004).

Penduduk dan kelembagaan

Jumlah penduduk yang tinggal di DTA Danau Singkarak adalah sekitar 400.000 jiwa dengan kepadatan 205 jiwa per km². Sekitar 42% berumur antara 18 dan 55 tahun (BPS, 1999). Sekitar 10% dari penduduk hidup di bawah garis kemiskinan dan sekitar 4.559 KK merupakan peladang berpindah dengan luas area 10.624 ha (Bapeda, 2000).

Masyarakat biasanya membuka lahan hutan tanpa mengikuti teknik konservasi tanah dan air yang tepat, seperti penerapan sistem pertanaman lorong, teras (Yunizar, 1996) dan penanaman pohon. Multi pihak (*stakeholders*) setempat menganggap bahwa praktek pembukaan hutan yang dilakukan masyarakat sebagai penyebab terbentuknya lahan kritis, seperti alang-alang, khususnya di daerah berlereng curam

Setelah reformasi, sistem pemerintahan di Indonesia telah berubah dari sistem sentralisasi ke sistem desentralisasi. Peraturan daerah tentang pelaksanaan sistem otonomi telah dibuat. Pemerintah Provinsi Sumatera Barat mengeluarkan PERDA No. 9 tahun 2000 tentang Pemerintahan Nagari. Dengan peraturan ini, pemerintah kabupaten, kecamatan dan nagari mempunyai otonomi untuk mengelola sumberdaya yang dimilikinya dan membuat peraturan-peraturan dalam mengelola sumber daya alamnya. Setelah aturan ini dikeluarkan, peran pemimpin informal atau sistem adat menjadi dominan.

Sistem adat mempunyai hirarki. Tingkatan terbawah yang disebut Kaum, dipimpin oleh *Datuak* (*Ninik Mamak*). Antara empat atau lima kaum akan membentuk 'Suduik'. Suduik dipimpin oleh *Datuak Tuo*. Tiga dan empat 'Suduik' akan membentuk 'Suku', yang dikoordinasi oleh 'Datuak

Pucuk. Suatu badan yang mewakili sejumlah Suku disebut KAN (*Kerapatan Adat Nagari*), dipimpin oleh *Ketua KAN*. Anggota *KAN* tidak hanya *Ninik Mamak* tetapi juga cendekiawan dan para pemimpin agama. Masalah-masalah lahan biasanya diselesaikan menggunakan sistem "*adat*", namun dahulu sistem "*adat*" ini tidak digunakan dengan tepat (tetapi lebih pada pendekatan represif). Sebenarnya, *tanah ulayat* telah diakui oleh hukum sejak dulu, tetapi sebelum reformasi hukum ini dikesampingkan.

Terdapat tiga tipe sistem kepemilikan lahan yaitu: (i) Tanah Ulayat Nagari yang berada di bawah tanggung jawab KAN; (ii) Tanah Ulayat Suku yang berada di bawah tanggung jawab semua datuk di bawah koordinasi datuk pucuk dan; (iii) Tanah Ulayat Kaum yang berada di bawah tanggung jawab anggota Kaum dan dikoordinasikan oleh Datuk. Orang lain dapat mengolah lahan ini secara bagi hasil dengan pemilik lahan (*Nagari, Suku* atau *Kaum*).

Isu-isu lingkungan

Karena penggundulan hutan, luas lahan kritis di DTA Danau Singkarak meningkat dari waktu ke waktu. Kondisi ini bisa mengurangi kualitas jasa lingkungan yang diberikan oleh DTA Singkarak. Jasa lingkungan yang dipengaruhi oleh penggundulan hutan antara lain:

1. Aliran sungai. Ketinggian air Danau Singkarak selama musim kemarau bisa turun sampai 2 meter dibandingkan dengan ketinggian air rata-rata pada kondisi normal. Dengan kondisi seperti ini, generator listrik PLTA Singkarak lumpuh dan banyak lahan sawah tidak menerima air irigasi, sehingga menimbulkan masalah besar tidak hanya bagi para pelanggan listrik tetapi juga para pengguna air di daerah hilir Sungai Ombilin (*lihat* Febriamansyah *et al.*, buku ini). Danau Singkarak yang mengalirkan airnya melalui Sungai Ombilin, telah dan senantiasa menyediakan air irigasi untuk lahan pesawahan di Kabupaten Solok, Padang Pariaman, Tanah Datar dan Sawahlunto Sijunjung. Sejak dibangun pada tahun 1997, PLTA Singkarak telah menyediakan kebutuhan listrik untuk Sumatera Barat dan Riau pada umumnya (dengan kapasitas sekitar 175 MW). Sebaliknya, selama musim hujan, ketinggian air Danau Singkarak naik dan menyebabkan banjir khususnya di lahan pesawahan. Dengan rehabilitasi lahan kritis di sekitar danau diharapkan debit air maksimum dapat diturunkan dan aliran dasar (*base flow*) dapat sedikit dinaikkan.

2. Kualitas air. Berdasarkan kajian sebelumnya, erosi dari bagian lahan yang curam di DTA Singkarak telah berubah ke lahan pertanian. Perubahan yang terjadi diperkirakan sebesar 471 hingga 530 Mg ha⁻¹ tahun⁻¹ (Hermanto *et al.*, 1996). Tingkat potensi erosi ini tergolong sangat tinggi dan dapat menyebabkan pendangkalan sungai dan danau. Selama musim kemarau, PLTA menutup aliran air ke Sungai Ombilin untuk mempertahankan muka air danau. Dengan ditutupnya aliran, tidak hanya kuantitas tetapi juga kualitas air sungai menurun karena kekurangan tambahan air dari danau dan tingginya penggunaan air (untuk mandi dan mencuci) sepanjang sungai. Masyarakat setempat berpendapat bahwa dengan merehabilitasi DTA, volume air selama musim kemarau dapat dinaikkan, sehingga kualitas air yang baik dan kuantitas air yang cukup masih dapat disediakan untuk para pengguna air di daerah hilir.
3. Pelestarian habitat perairan. Sumber utama pendapatan (yang melibatkan 76,5% tenaga kerja) penduduk sekitar Danau Singkarak adalah pertanian dan perikanan. Ikan utama untuk dikonsumsi dan dijual adalah ikan lokal yang disebut '*ikan bilih*'. Populasi '*ikan bilih*' sekarang berkurang sebagai akibat tingginya laju penangkapan ikan dan (mungkin juga) karena menurunnya kualitas air.

Intervensi mitigasi yang mungkin dilakukan

Pemerintah dan para multi pihak lokal sekarang sadar akan pentingnya mempertahankan dan meningkatkan tutupan hutan di DTA Danau Singkarak. Diyakini bahwa dengan meningkatkan tutupan hutan di sekitar danau akan mengurangi masalah-masalah lingkungan yang ada. Saat ini ada sejumlah inisiatif dari pemerintah dan penduduk setempat untuk menghutankan kembali lahan dan hutan yang kritis. Contohnya, pemerintah telah menyelenggarakan program Penanaman Sejuta Pohon. Program ini dimulai bulan Februari 2003 di Kecamatan Junung Sirih, Kenagarian Paninggahan. Ditargetkan bahwa sekitar 540 ha lahan kritis dapat direhabilitasi setiap tahun melalui program ini. Penduduk lokal dengan biaya sendiri telah melakukan rehabilitasi skala kecil menggunakan sistem agroforestri di bawah koordinasi Wali Nagari (kepala desa). Sampai awal 2004 total lahan yang telah direhabilitasi oleh penduduk dengan menggunakan biaya sendiri hanya sekitar 30 sampai 40 ha. Tanpa dukungan biaya dari sumber yang lain nampaknya penduduk lokal akan kesulitan merehabilitasi semua lahan kritis.

RUPES akan mendorong penduduk lokal dalam melestarikan sumberdaya alamnya dan membantu mereka mempercepat program rehabilitasi. Tetapi, sistem imbalan seperti ini belum berkembang. Saat ini, peraturan-peraturan yang berhubungan dengan masalah pemberian imbalan adalah Undang-Undang Nomor 34 tahun 2000 tentang pajak air permukaan dan air bawah tanah dan Peraturan Pemerintah Nomor 65 tahun 2001 tentang Pajak Daerah. Untuk menerapkan aturan ini, pemerintahan setempat telah mengeluarkan PERDA Nomor 4 tahun 2002 tentang Pajak Pemanfaatan Air Permukaan dan Bawah Tanah. Menurut PERDA ini, alokasi uang pajak adalah 30% untuk pemerintahan provinsi, 35% untuk kabupaten penghasil pajak, dan 35% untuk kabupaten-kabupaten lain di Provinsi Sumatera Barat. Tetapi, aturan lebih lanjut tentang bagaimana pajak ini seharusnya digunakan atau dibagikan kepada penduduk belum tersedia. Untuk tahun ini, pajak air yang dikumpulkan dari PLTA Singkarak adalah sekitar 2,2 milyar rupiah (250 juta US\$) dan sekitar 777 juta rupiah (88,3 ribu US\$) telah dibagikan ke Kabupaten Solok dan Tanah Datar. Namun demikian, belum ada dasar yang menentukan jumlah pajak yang seharusnya dibayar oleh PLTA dalam kaitannya dengan fungsi-fungsi DTA, dan saat ini belum ada kriteria yang disepakati tentang bagaimana memonitor tingkat jasa DTA.

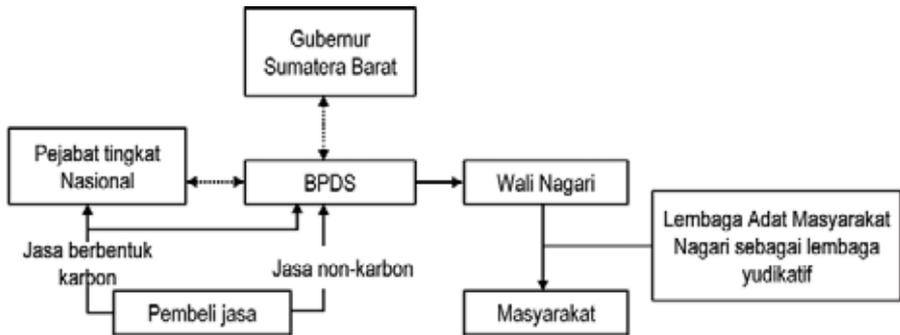
Di sisi lain, pasar karbon global (*the global carbon market*) sekarang ini tumbuh baik melalui CDM (*clean development mechanism*, mekanisme pembangunan bersih, Protokol Kyoto) atau mekanisme non-Kyoto (seperti Bio Carbon Fund). Dalam mekanisme-mekanisme ini, negara-negara maju dapat membeli karbon (C) yang dihasilkan oleh proyek-proyek yang mengurangi emisi karbon atau meningkatkan penambatan karbon dan/atau melestarikan cadangan karbon di hutan. Penduduk yang berperan serta dalam proyek seperti ini berhak mendapatkan penghasilan dari menjual karbon. Di tingkat nasional, kajian-kajian strategis tentang CDM telah dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (2003). Danau Singkarak telah diidentifikasi sebagai salah satu dari lokasi yang berpotensi untuk pelaksanaan proyek-proyek karbon hutan. Mekanisme pemberian imbalan ini dapat menjadi salah satu sumber dana potensial untuk mempercepat program rehabilitasi lahan/hutan yang terdegradasi. Tantangannya adalah bagaimana mengembangkan kemampuan multi pihak lokal (sumber daya manusia dan kemampuan kelembagaan) untuk berperanserta di dalam mekanisme ini.

Usulan mekanisme pemberian imbalan

Ketersediaan peraturan perundang-undangan sangat penting dalam mengembangkan mekanisme pemberian imbalan untuk penduduk miskin di daerah hulu yang menyediakan jasa-jasa lingkungan. Namun, hukum dan peraturan yang ada tidak menyebutkan secara khusus tentang pemberian imbalan terhadap penduduk miskin di daerah hulu. Tetapi, terdapat sejumlah peraturan yang relevan dengan isu tersebut, antara lain UU No. 34 tahun 2000 tentang Amandemen UU No. 18 tahun 1997 mengenai pajak dan pendapatan pemerintahan daerah, PP No. 25 tahun 2002 yang berhubungan dengan dana rehabilitasi, PERDA No. 4 tahun 2002 yang berhubungan dengan jasa-jasa air, and PP no. 34 tahun 2002 yang berhubungan dengan jasa-jasa karbon.

Berkaitan dengan pajak air permukaan dan bawah tanah (PERDA Nomor 4/2002), tidak ada sistem distribusi pajak air permukaan yang disetujui dari pemerintah ke penduduk lokal. Para Wali Nagari (Kepala Desa) mengharapkan bahwa sebagian besar uang pajak diberikan langsung kepada penduduk lokal melalui Nagari. Oleh karena itu, penduduk meminta pemerintah kabupaten untuk mengeluarkan peraturan tentang distribusi uang pajak. Para multi pihak lokal sepakat untuk membentuk Badan Pengelola Danau Singkarak (BPDS). Badan ini diharapkan dapat berperan penting dalam menetapkan sistem imbalan bagi penduduk miskin di hulu yang menghasilkan jasa lingkungan.

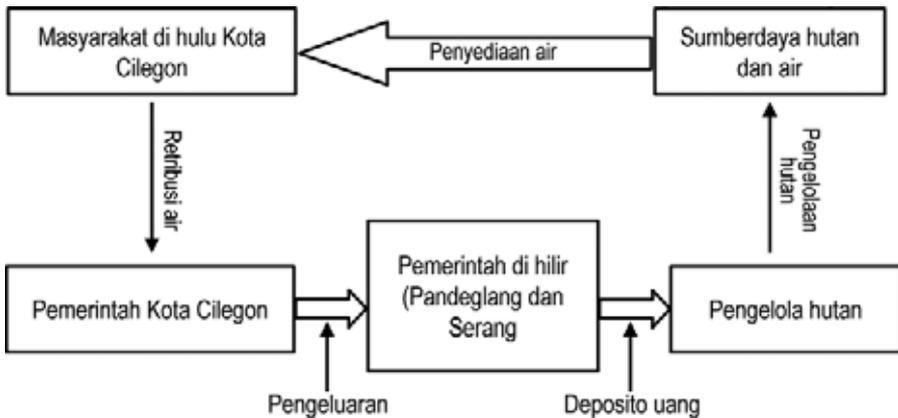
BPDS seharusnya mewakili semua multi pihak dari dua kabupaten (Solok dan Tanah Datar) termasuk dewan perwakilan rakyat, bupati kedua kabupaten, Wali Nagari, para pemimpin penduduk lainnya, dan perwakilan dari para pembeli jasa. Badan ini bisa terdiri dari 2 komponen, yaitu Panitia Pengarah (*Steering Committee*) dan Sekretariat. Panitia Pengarah bertindak sebagai *Focal Point* dan penghubung dengan gubernur dan instansi pusat berkenaan dengan jasa lingkungan. Badan ini menyediakan masukan-masukan pada pemerintah setempat tentang kebijakan politik dan penetapan peraturan baru yang diperlukan yang berkaitan dengan sistem pemberian imbalan. Sementara itu, Sekretariat akan mengurus kegiatan harian badan yaitu menyelenggarakan dan mengkoordinasi rapat-rapat Panitia Pengarah, menetapkan mekanisme pemberian imbalan mengikuti kebijakan yang dirumuskan oleh Panitia Pengarah, dan mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan-kegiatan jasa lingkungan sekitar danau. Susunan kelembagaan yang diusulkan disajikan pada Gambar 1



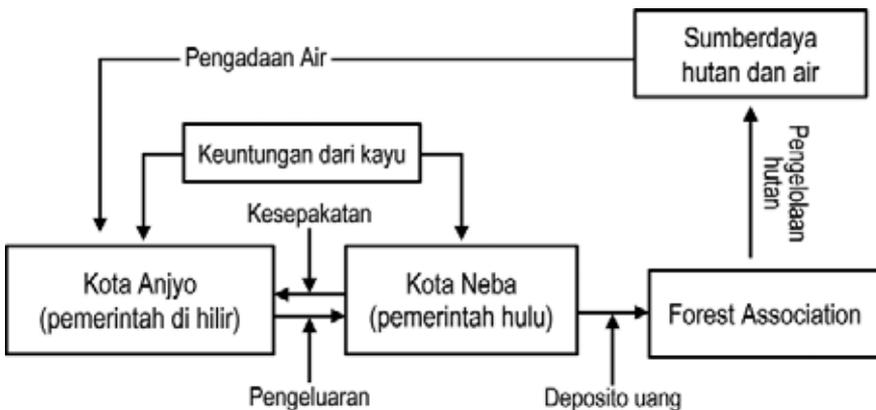
Gambar 1. Susunan lembaga untuk pembayaran jasa lingkungan di Danau Singkarak.

Sebagai perbandingan, di Provinsi Banten, mekanisme kelembagaan untuk mendistribusikan imbalan kepada pengelola hutan telah ditetapkan (Gambar 2). Masyarakat di daerah hilir membayar iuran air kepada pemerintah Kota Cilegon dan uang iuran diberikan kepada pemerintah daerah di daerah hulu (Kabupaten Pandenglang dan Serang). Pemerintah daerah di hulu memberikan dana iuran kepada pengelola hutan untuk mengelola daerah aliran sungai (DAS). Di Jepang, sistem yang sama telah diterapkan. Sistem bagi keuntungan dikembangkan melalui persetujuan antara otoritas kota yang ada di hulu dan yang ada di hilir (Gambar 3). Manfaat dari kayu-kayuan dibagi antara 2 kota dan kemudian kota di hilir membayar sejumlah dana kepada kota di hulu, seperti yang disetujui dalam perundingan, untuk mengelola hutan di DAS bagian hulu. Dana tersebut dikelola oleh asosiasi kehutanan.

Memperhatikan aspek-aspek di atas, tantangan untuk menerapkan program RUPES adalah (i) bagaimana mengembangkan kemampuan multi pihak lokal untuk mengidentifikasi kegiatan yang berpotensi menyediakan jasa-jasa lingkungan dan bagaimana cara mengkuantifikasi jasa-jasa lingkungan yang disediakan oleh penduduk miskin di daerah hulu; (ii) Peraturan-peraturan apa saja yang harus dibuat untuk memfasilitasi proses pemberian imbalan penduduk di daerah hulu atas jasa-jasa lingkungan yang disediakan, (iii) sistem kelembagaan apa yang harus ada pada tingkat lokal untuk memfasilitasi seluruh proses termasuk distribusi imbalan, dan (iv) bagaimana lembaga lokal dapat dikaitkan dengan sistim nasional yang memfasilitasi dan mengatur program-program jasa-jasa lingkungan.



Gambar 2. Mekanisme keuangan untuk mengelola DAS Cidanau di Provinsi Banten (Santoso, 2004)



Gambar 3. Pengelolaan daerah aliran sungai dengan sistem bagi keuntungan di Jepang (Santoso, 2004)

Proyek RUPES di Singkarak

Wali Nagari Paninggahan, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat berkerjasama dengan IPB, Induk Koperasi Peningkatan Teknologi dan Kesejahteraan Masyarakat Pertanian Kehutanan serta para multi pihak lainnya (Universitas Andalas, WARSI, BPDAS dan Dinas Kehutanan) sedang melaksanakan proyek RUPES (2004-2007). Proyek ini bertujuan

untuk (i) mengidentifikasi jasa-jasa lingkungan dan metode atau pendekatan untuk mengukur jasa-jasa lingkungan serta hambatan dalam pelaksanaan RUPES, (ii) menetapkan susunan kelembagaan yang tepat untuk penyaluran imbalan, persetujuan, sistem pengawasan dan mekanisme pemberlakuan imbalan yang cocok dengan proses yang sekarang berlaku di lokasi, dan (iii) mengkompilasi dan menyebarkan praktek-praktek terbaik dan pelajaran-pelajaran berharga dari proyek ini untuk meningkatkan kesadaran semua kalangan tentang bagaimana imbalan atas penyediaan jasa-jasa lingkungan dapat menguntungkan masyarakat di hulu.

Keluaran jangka pendek yang diharapkan dari proyek ini adalah (i) pengembangan informasi dan kemampuan dalam arti meningkatnya kesadaran para multi pihak lokal tentang: peluang-peluang untuk mendapat keuntungan ekonomi dari jasa-jasa lingkungan yang disediakan; pengetahuan dalam mengenal dan menilai jasa-jasa lingkungan; dan konsep-konsep pengembangan proyek yang berkaitan dengan jasa-jasa lingkungan seperti proyek penambatan karbon (*carbon-sink projects*), dan (ii) model yang cocok untuk keberhasilan pelaksanaan RUPES berkaitan dengan susunan lembaga yang tepat untuk pengaturan pemberian imbalan, persetujuan, sistem pengawasan dan mekanisme pemberlakuannya.

Keluaran jangka panjang yang diharapkan adalah (i) meningkatnya kemampuan lokal, regional, nasional, dan internasional untuk menerapkan jasa-jasa lingkungan dengan efektif, (ii) meningkatnya pengelolaan sumberdaya alam di daerah hulu, (iii) meningkatnya kehidupan penduduk daerah hulu yang miskin, dan (iv) adanya program-program lain yang dapat diajukan dalam rangka mempromosikan pemberian imbalan untuk jasa lingkungan yang menjamin disalurkannya pembayaran tersebut kepada penduduk miskin di hulu.

Pengambil manfaat langsung dari proyek ini adalah semua penduduk di *Nagari* sekitar Danau Singkarak. Dengan mempunyai susunan kelembagaan yang berkelanjutan untuk menyediakan imbalan bagi masyarakat miskin di daerah hulu, dan kemampuan multi pihak untuk melaksanakan program yang menghasilkan jasa lingkungan seperti proyek penambatan karbon, diharapkan degradasi lahan dan hutan di DTA Singkarak dapat diperlambat atau bahkan ditiadakan, sementara kehidupan masyarakat lokal dapat ditingkatkan. Pembeli utama yang potensial untuk jasa-jasa lingkungan adalah PLTA untuk fungsi DTA dan investor internasional dari negara maju untuk jasa-jasa karbon.

Kesimpulan

Rewarding Upland Poor for Environmental Services that they Provide (RUPES) berpotensi menjadi cara yang efektif untuk menurunkan laju degradasi lahan sekitar Danau Singkarak. Akan tetapi terdapat sejumlah tantangan untuk melaksanakan mekanisme ini. Tantangan-tantangan utama adalah (i) bagaimana mengembangkan kemampuan para pihak (*stakeholder*) lokal untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang potensial menyediakan jasa lingkungan serta pendekatan-pendekatan untuk mengkuantifikasi jasa lingkungan yang disediakan oleh masyarakat miskin di hulu, (ii) aturan pemerintah apa saja yang harus dibuat untuk memfasilitasi proses pemberian imbalan masyarakat miskin di hulu atas jasa-jasa lingkungan yang diberikan, (iii) sistem kelembagaan apa yang harus ada di tingkat lokal untuk memfasilitasi semua proses termasuk distribusi imbalan; dan (iv) bagaimana lembaga lokal dapat dikaitkan dengan sistem nasional yang memfasilitasi dan mengatur program jasa lingkungan.

Dewasa ini, terdapat sejumlah inisiatif untuk mengembangkan mekanisme ini. Contohnya, Jepang telah mengembangkan pengelolaan DAS dengan sistem bagi keuntungan, sementara Provinsi Banten telah dan sedang menggunakan iuran air dari masyarakat hilir untuk mendukung pengelolaan hutan di daerah hulu. Pengalaman-pengalaman dari lokasi-lokasi lain, dengan kelebihan dan kekurangannya, dapat menjadi pelajaran yang baik untuk Singkarak guna mengembagkan sistem pemberian imbalan.

Laporan singkat kelompok diskusi

Kriteria dan indikator fungsi daerah aliran sungai (DAS) dan mekanisme pemberian imbalan kepada petani untuk jasa hidrologi

Sesudah serangkaian presentasi dan diskusi meja bundar yang membahas beberapa makalah sebagai latar belakang, peserta dikelompokkan menjadi 3 kelompok diskusi (kelompok kerja) untuk memfokuskan pembahasan pada kriteria dan indikator fungsi DAS yang dapat diterima berbagai kalangan, serta bagaimana meningkatkan pemahaman multi pihak (stakeholders) terhadap jasa hidrologi (tata air). Tiga kelompok ini membahas tema sebagai berikut:

- Kriteria dan indikator permasalahan DAS dari sudut pandang kebijakan dan penelitian
- Praktek-praktek petani yang ramah lingkungan dan pengetahuan tentang ekologi lokal, dan
- Mekanisme dan kendala untuk pemberian imbalan kepada para petani atas jasa hidrologi yang dihasilkannya.

Laporan singkat atas diskusi-diskusi ini adalah sebagai berikut:

Kelompok 1.

Kriteria dan indikator masalah DAS dari sudut pandang kebijakan dan penelitian

Dalam menentukan kriteria dan indikator fungsi DAS, terlebih dahulu perlu ditetapkan tujuan dari penggunaan kriteria dan indikator tersebut. Tujuan penggunaan kriteria dan indikator tersebut antara lain adalah untuk: (i) keberlanjutan kualitas sumberdaya DAS; (ii) keragaan pengelolaan DAS; dan (iii) penegakan hukum.

Berdasarkan tujuan tersebut, Kelompok 1 mengomentari kriteria dan indikator yang berbeda-beda yang dihasilkan berbagai sumber. Beberapa modifikasi dan tambahan disarankan untuk 5 fungsi hidrologi DAS yang disajikan oleh van Noordwijk et al. (buku ini), yaitu fungsi di luar

hidrologi seperti keragaman hayati, aspek sosial ekonomi, dan aspek kelembagaan. Kriteria yang diusulkan menjadi:

1. transmisi air (termasuk fungsi pengumpulan dan pendistribusian)
2. penyimpanan air (fungsi infiltrasi dan penyangga)
3. kualitas air
4. erosi, sedimentasi, dan longsor
5. keanekaragaman hayati
6. aspek sosial, ekonomi, budaya, dan kelembagaan (termasuk pengetahuan lokal penduduk).

Seperti terlihat pada butir kriteria di atas, Kelompok Diskusi 1 mengusulkan pengelompokan 5 kriteria hidrologi dalam van Noordwijk *et al.* (buku ini, Tabel 2) dikelompokkan kembali menjadi 4 kriteria (kriteria 1 sampai 4), sementara itu kriteria yang non hidrologi perlu ditambahkan (yaitu kriteria 5 dan 6).

Dalam penilaian sumberdaya DAS, Departemen Kehutanan (Mas'ud *et al.*, buku ini), membagi DAS ke dalam 3 komponen sumberdaya:

1. Sumberdaya lahan
2. Sumberdaya air
3. Sumberdaya manusia

Kriteria dalam Table 5 (Mas'ud *et al.* buku ini) cukup mewakili ketiga komponen tersebut, tetapi faktor pembobotan yang digunakan dalam proses pemberian prioritas memerlukan peninjauan ulang secara lebih cermat.

Berdasarkan fungsi lahan seperti yang digunakan dalam evaluasi Rencana Umum Tata Ruang/Wilayah (RUTR/W) fungsi lahan dapat dibedakan atas:

1. Lahan lindung
2. Lahan budidaya
3. Lahan penyangga

Menurut Balai PSDA, Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Kimpraswil), lima kriteria yang digunakan untuk mendiagnosis masalah DAS adalah:

1. Areal drainase (DTA/DAS)
2. Kegiatan penambangan

3. Zone dataran banjir (sempadan sungai)
4. Kapasitas penyimpanan air dan kualitas air
5. Neraca air

Kelompok Diskusi ini mencatat beberapa tumpang-tindih antara kriteria dari berbagai sumber yang berbeda-beda, tetapi kelompok juga mengakui bahwa kriteria ini digunakan untuk tujuan yang berbeda-beda antara lain untuk indentifikasi prioritas intervensi, fase diagnosis pilihan teknik pengelolaan DAS, atau di dalam monitoring kegiatan perbaikan DAS.

Sejumlah kondisi yang diperlukan, diidentifikasi untuk keberhasilan rehabilitasi lahan seperti misalnya pada progam GNRHL:

1. Penyatuan persepsi para pihak akan hubungan antara curah hujan, tutupan lahan, tanah, kondisi *terrain*, dan aliran air.
2. Jaminan akan adanya perawatan pohon setelah penanaman untuk menjamin pertumbuhan pohon tersebut
3. Pendidikan penduduk sejak dini mulai dari tingkat sekolah dasar
4. Penguatan kelembagaan di tingkat lokal dan petani
5. Pemberlakuan pendekatan partisipatif dengan dukungan LSM dan para peneliti, termasuk pemberdayaan masyarakat lokal dalam mengakses dan menggunakan sumberdaya di daerahnya. Tidak ada lagi pendekatan proyek karena pendekatan ini akan menciptakan ketergantungan pada sumberdaya dan penetapan prioritas dari luar.

Para pihak (*stakeholder*) penting telah diidentifikasi untuk kesuksesan rehabilitasi lahan seperti GNRHL:

- Pemerintah (BPSDA, BPDAS, Bappeda, Balitbangda, Bapedalda, badan-badan di tingkat kabupaten yang relevan)
- Masyarakat (para petani)
- Perusahaan swasta
- LSM (Lembaga swadaya masyarakat)
- Para peneliti/para ilmuwan/universitas

Analisis terhadap pandangan multi pihak tentang berbagai indikator fungsi DAS menghasilkan:

Indikator	Pemerintah	Masyarakat tani	Perusahaan swasta	LSM	Ilmuwan/peneliti
Transmisi air	√	√	√		
Penyimpanan air	√	√	√		
Kualitas air		√	√	√	√
Erosi/sedimentasi/longsor		√	√	√	√
Keanekaragaman hayati				√	√
Aspek sosial, ekonomi, budaya, politik	√	√		√	

Kesimpulan dari Pokja I adalah:

1. Diperlukan pembahasan lebih lanjut tentang pemilihan kumpulan kriteria dan indikator minimum fungsi DAS untuk tujuan praktis yang sesuai dengan sudut pandang multi pihak.
2. Dari diskusi panel, disarankan bahwa penggunaan kriteria dan indikator harus mengindikasikan pada skala mana kriteria dan indikator ini dapat diterapkan; kriteria yang ada saat ini mungkin cocok pada DAS seluas 10.000 ha; untuk areal yang lebih sempit atau lebih luas, unsur lain yang mungkin mempengaruhi, perlu diperhatikan.
3. Kendatipun ada dukungan yang luas terhadap GNRHL, asumsi dasar pendekatan GNRHL perlu diperjelas dan cara pelaksanaannya perlu ditingkatkan. Bila konflik dan faktor sosial digunakan sebagai pertimbangan dalam memprioritaskan pengelolaan DAS, maka diperlukan adanya komponen non teknis karena sejauh ini terdapat masalah yang serius dalam faktor-faktor non teknis yang berkaitan dengan pejawantahan konsep GNRHL.

Kelompok 2.

Praktek-praktek para petani yang ramah lingkungan dan pengetahuan lokal tentang lingkungan

Kelompok Diskusi 2 membahas contoh-contoh praktek yang ramah lingkungan dan pengetahuan lokal tentang lingkungan. Pokja ini memusatkan pada alasan-alasan petani menerapkan praktek tertentu dan juga hubungan-hubungan sebab akibat pada hidrologi berkenaan dengan penerapan praktek tertentu.

Pertama, kelompok membahas tentang karakteristik biofisik dan menghasilkan kriteria fungsi DAS dari sudut pandang pengguna. Tabel berikut juga memaparkan indikator fungsi DAS.

Karena DAS melewati air, harus ada suatu kondisi dimana air dapat ditahan atau dibebaskan di dalam dan ke luar DAS. Ketersediaan air yang berkesinambungan adalah suatu indikator yang harus diukur karena sangat penting untuk masyarakat yang tinggal di daerah hilir. Adalah penting untuk memahami berapa cepat air mengalir ke alur sungai setelah hujan karena ini menentukan keseriusan (mendadaknya) banjir, selain total volume air yang mengalir ke hilir. Jalur aliran air (aliran permukaan, aliran bawah tanah cepat atau 'aliran pipa' atau drainase pori makro yang lebih lambat) ke saluran air perlu dibedakan untuk menjawab pertanyaan bagaimana air hujan menciptakan arus sungai. Sejauh ini, keanekaragaman jalur-jalur hidrologis yang menciptakan arus sungai masih diperdebatkan. Selain itu, seperti yang dilaporkan Sidle *et al.* (2000), bahwa tampungan (*catchment*) di hulu merupakan sumber sediment, nutrisi, dan makhluk hayati untuk sungai (arus) yang lebih besar, tetapi jalur hidrologis yang membawa materi-materi ini masih tidak jelas, karena terdapatnya sistem penyimpanan air dan filter dengan daya yang berbeda-beda.

Karakteristik biofisik	Fungsi DAS	Pengguna	Indikator
Curah hujan	Transmisi air	Pengguna di hilir	Ketersediaan air
Landform (bentukan lahan)	Penurunan debit puncak	Masyarakat dataran banjir	Ketinggian/volume air
Tipe tanah	Infiltrasi dan pelepasan air secara lambat	Masyarakat hilir yang menggunakan air sumur	Ketinggian air di dalam sumur
	Kualitas air	PLTA Masyarakat di dataran rendah, petani, nelayan, PLTA	Ketersediaan air minum
Kedalaman perakaran vegetasi alami	Pencegahan longsor	Petani dan turis	Intensitas longsor
	Pengendalian erosi		Ketebalan serasah tanaman, ketebalan topsoil, dan keanekaragaman jenis ikan
	Stabilitasi iklim mikro		Suhu dan kelembaban

Pembahasan juga berpusat pada apa yang dapat dilakukan petani untuk melestarikan sumberdaya air dan tanah. Suatu sintesis tindakan konservasi tanah dibahas (lihat tabel berikut).

Teknik konservasi tanah	Manfaat
Strip rumput (dan seresah)	Pakan ternak, pengendalian erosi dan aliran permukaan, pendapatan petani
Sistem pertanaman lorong	Pakan ternak, kayu bakar, kesuburan tanah, pengendalian erosi dan aliran permukaan, pendapatan petani
Kebun campuran	Pendapatan petani, barang kebutuhan sehari-hari, diversifikasi, pengendalian erosi dan aliran permukaan, naungan
Pagar hidup permanen	Keamanan, batas kepemilikan, sumber pendapatan, pakan ternak, kayu bakar, pengendalian erosi dan aliran permukaan, bahan kompos/seresah
Teras	Meningkatkan infiltrasi, menurunkan laju erosi dan aliran permukaan

Banyak teknologi konservasi telah dirancang, tetapi penerapannya masih belum berhasil. Seringkali, adopsi teknologi terjadi hanya selama dalam pengawasan proyek. Para petani tidak dapat mempertahankan teknologi jika tidak ada insentif dari proyek, karena kebanyakan teknik menghendaki pengorbanan penggunaan lahan atau tenaga kerja produktif. Sementara itu, mempertahankan atau menanam strip rumput sebagai tindakan erosi tanah diketahui secara luas di Indoneisa dan teknik ini diketahui menurunkan erosi secara signifikan (Abujamin *et al.*, 1983). Namun, teknik-teknik seperti ini mengurangi luas areal budidaya dari lahan pertanian sehingga susah diterapkan oleh para petani dengan lahan pertanian yang sempit (Dariah *et al.*, 1998). Mengintegrasikan tindakan konservasi tanah secara vegetatif seperti menanam rumput dengan penggembukan ternak memiliki prospek yang baik sebagai tindakan konservasi tanah yang berkelanjutan dan menguntungkan. Menanam komoditas pohon yang bernilai ekonomi tinggi juga memiliki prospek yang baik. Pelaksanaan pada tahap awal mungkin sulit karena penghasilan baru mulai diperoleh setelah beberapa tahun. Karena itu bantuan dari luar berupa bibit dan biaya tenaga kerja dapat dipandang sebagai investasi dalam penyediaan jasa lingkungan masa depan.

Kelompok 3

Mekansime dan kemungkinan kendala pemberian imbalan kepada petani atas jasa hidrologis aktual

Kelompok 3 membahas kriteria dan indikator fungsi DAS berdasarkan sudut pandang multi pihak, khususnya yang berkenaan dengan mekanisme dan kendala (*pitfall*) untuk memberikan imbalan atas jasa lingkungan. Kelompok berpendapat bahwa di antara berbagai macam jasa, yang paling layak untuk diberi imbalan adalah jasa fungsi hidrologis meskipun terdapat fungsi lain seperti keindahan lansekap (*landscape*), keanekaragaman hayati, iklim mikro dan lain-lain.

Pengguna air sebagai multi pihak kunci dikelompokkan menjadi rumah tangga, pertanian, dan Industri, yang selanjutnya dibagi menjadi hilir, tengah, dan hulu sebagai berikut:

Posisi di DAS	Para pihak (stakeholder)		
	Rumah tangga	Pertanian	Industri
Hilir			
Penyedia jasa	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Pengambil manfaat	Rumah tangga, industri kecil	Irigasi, perikanan, peternakan	PDAM, PLTA, pariwisata
Tengah			
Penyedia	Rumah tangga petani	Petani	Tidak ada
Pengambil manfaat	Rumah tangga	Petani, perikanan	PDAM, industri air, PLTA, pabrik, pulp/kertas
Hulu			
Penyedia	Rumah tangga	Petani	Tidak ada
Pengambil manfaat	Rumah tangga	Perikanan	Pabrik

Mekanisme dan kendala untuk memberikan imbalan kepada para petani atas layanan fungsi hidrologis berdasarkan perpesktif pengambil manfaat (*beneficiaries*) dan penyedia jasa adalah sebagai berikut:

Mekanisme:

- Transaksi langsung
- Melalui LSM, pemerintah atau keduanya

- Transaksi gabungan (*pooled transaction*)
- Kombinasi dari ketiga mekanisme tersebut

Kendala yang mungkin terjadi:

- Kesadaran yang rendah
- Tidak adanya dukungan kebijakan, kelembagaan, atau keduanya
- Tidak adanya dukungan latar belakang keilmuan
- Tidak adanya pemahaman yang sama di antara para multi pihak

Diskusi Pleno

Pembahasan pleno menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Fungsi DAS dan proses bagaimana 'pembangunan' mempengaruhinya, banyak diperdebatkan dan merupakan perhatian hampir semua orang...
2. namun sesungguhnya terdapat berbagai cara untuk memecahkan masalah DAS yaitu melalui kombinasi hutan, agroforestri dan pertanian lahan kering...
3. asalkan kita mempunyai persepsi yang sama (kriteria dan indikator) dari masalah yang dihadapi.
4. Sebagai contoh, cara GNRHL mencapai tujuan melindungi lingkungan bisa saja melewatkan kesempatan membangun partisipasi daerah...
5. untuk mendukung berbagai cara pengelolaan lahan yang tepat dengan penanaman pepohonan yang dapat menyediakan manfaat lingkungan di tingkat lokal dan nasional,
6. sekaligus memastikan bahwa para multi pihak luar (yang tidak langsung terkait dengan pertanian dan kehutanan) memberikan pengakuan dan imbalan dengan cara yang transparan, efektif dan dan memihak petani miskin.

Program nasional Indonesia di bidang penghijauan dan rehabilitasi lahan ditujukan untuk mengatasi masalah besar tentang degradasi DAS, melalui program yang menargetkan penanaman X juta pohon per tahun di 500.000 hektar lahan kritis. Asumsi-asumsi yang harus dipenuhi agar program ini berhasil adalah:

1. Penyamaan persepsi para multi pihak akan pengetahuan dasar berkenaan dengan apa yang sesungguhnya dapat disediakan pepohonan untuk lingkungan dan masyarakat

2. Kesesuaian dan sinergi penyediaan bibit pohon dengan kondisi agro-ekosistem setempat
3. Adanya jaminan diterima dan dipeliharanya tanaman oleh petani untuk memastikan tanaman tersebut bisa tumbuh baik
4. Adanya jaminan bahwa dengan penanaman pohon-pohonan tersebut tatanan kehidupan lokal tidak terganggu sehubungan dengan perubahan dalam sistem penggunaan lahan
5. Pendidikan masyarakat sejak dini mulai dari sekolah dasar, yang berbasis ilmu pengetahuan, bukan berbasis mitos, tentang hubungan sistem penggunaan lahan, lingkungan serta kondisi sosial ekonomi
6. Penguatan kelembagaan pada tingkat lokal/petani
7. Penerapan pendekatan partisipatif (sebagai pengganti pendekatan proyek) dengan pendampingan oleh LSM dan para peneliti, termasuk pemberdayaan masyarakat lokal dalam mengakses dan menggunakan sumberdaya pohon dan lahan di daerahnya.

Cara baru untuk membangun hubungan hulu-hilir yang dapat memenuhi kepentingan setiap orang, akan menuntut cara-cara untuk berbagi keuntungan yang dinikmati masyarakat hilir dari sumberdaya air yang dilindungi secara efektif, cara-cara untuk meningkatkan pengakuan dan penghargaan terhadap masyarakat hulu dan kemampuan mereka untuk memonitor dan memecahkan masalah, serta cara untuk mengentaskan kemiskinan. Kombinasi imbalan dan pembayaran oleh pemerintah dan swasta sangat mungkin berhasil dalam pengelolaan DAS. Percobaan untuk pendekatan baru 'Rewarding the Upland Pooors for the Environmental Services that they Provide (RUPES)' ini berlokasi antara lain di Singkarak (Sumatra Barat) dan Sumberjaya (Lampung Barat).

Pesan utama kami adalah :

Kita perlu membangun kembali komunikasi yang efektif untuk mempertemukan persepsi lokal, ilmu pengetahuan (sains), dan publik/kebijakan dan meningkatkan pengetahuan tentang masalah-masalah potensial yang dapat ditimbulkan pembangunan terhadap 'fungsi DAS' serta mencoba mencari solusi dengan menggunakan sumberdaya serta peluang lokal secara partisipatif, bukan dengan cara *blue-print* dengan solusi standar untuk semua masalah.

Kunjungan lapangan ke Danau Singkarak dan Danau Maninjau



Selamat datang di Nagari Paningahan, Danau Singkarak. Pak Abu Bakar Bulek, Wali Nagari, memimpin pertemuan dan memaparkan kondisi umum desa, lahan yang dikuasai oleh penduduk, zone hutan pemerintah dan desa-desa yang ada di dalam wilayah hutan lindung.



Nagari ini telah mengembangkan 2 jenis alpukat yang sekarang dikenal sebagai komoditas unggulan nasional-- kami berkesempatan untuk mencicipinya.

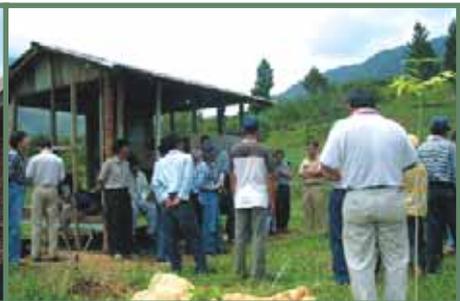




Danau Singkarak (luas 106 km², kedalaman 160 m, ketinggian 360 m di atas permukaan laut) dikelilingi oleh sawah dan kebun kelapa yang merupakan sumber dari dua komponen utama makanan penduduk setempat.



Kaki-kaki bukit dan lereng bawah mempunyai kebun pepohonan campuran, tanaman pangan (jagung, kacang-kacangan, dan umbi-umbian) dan lahan kosong yang luas, didominasi oleh *Imperata cylindrica* (alang-alang), dengan padang gembala berintensitas rendah dan sering terjadi kebakaran. Rehabilitasi lahan di wilayah ini merupakan prioritas penduduk. Jalan yang baru dibangun memungkinkan kelompok-kelompok kecil keluarga tani untuk mengembangkan kebun pepohonan campuran secara bersama-sama.





Satu kebun bibit desa menyediakan berbagai bibit tanaman termasuk alpukat khusus.



Arus air yang berasal dari sub-DTA Paningahan (batas-batas nagari sekitar danau pada dasarnya sama dengan batas sub-DTA) masih bersih dan mempunyai aliran yang reguler. Bersih dan teratur nya aliran disebabkan karena sebagian daerah tersebut terdapat areal batu kapur yang memungkinkan infiltrasi tinggi dan selanjutnya air mengalir secara perlahan ke berbagai mata air. Air bersih juga disebabkan karena kondisi vegetasinya masih bagus.



Ikan bilih, ikan endemik Danau Singkarak yang dijala secara intensif (bahkan secara berlebihan...) memerlukan arus air yang bersih di atas dasar sungai yang berpasir untuk berkembang biak. Nagari Paningahan telah mencadangkan suatu sektor sungai untuk reproduksi ikan tersebut. Dr. Bustanul Arifin, salah seorang peneliti dari kegiatan analisis kelembagaan RUPES, melakukan wawancara untuk mendapatkan keterangan rinci tentang areal yang dicadangkan tersebut.



Proyek pembangkit listrik tenaga air yang dioperasikan oleh PLTA Singkarak telah memodifikasi rejim danau: pada inletnya PLTA menargetkan penggunaan air sebanyak $49 \text{ m}^3 \text{ detik}^{-1}$ (menyebabkan penyusutan air danau sedalam 3 cm per hari jika tidak ada air masuk), target ini tidak dapat dipenuhi selama periode kering.

Aliran air yang keluar dari danau menuju ke Sungai Ombilin telah diatur. Sebelum proyek PLTA, Sungai Ombilin mempunyai aliran rata-rata $40 \text{ m}^3 \text{ detik}^{-1}$ namun sekarang hanya menerima kelebihan air (overflow) bila air yang dite-rima danau melebihi kapasitas. Untuk menghindari masalah polusi air karena penggunaan air untuk keperluan rumah tangga, suatu aliran sanitari seba-nyak $3 \text{ m}^3 \text{ detik}^{-1}$ dipertahankan sebagai aliran dasar.

Perubahan rejim sungai ini mempunyai konsekuensi untuk sistem irigasi tradisional dengan kincir air di lembah sungai



Danau Maninjau – suatu danau kawah vulkanis; PLTA di sini menggunakan aliran masuk (*inflow*) dekat dengan aliran keluar (*outflow*) alami dan mengembalikan air ke sungai yang sama.



Monyet berekor panjang mengawasi jalan berliku menurun ke arah danau.

Hanya dijumpai sedikit aliran yang mengalir ke danau – sebagian besar air kemungkinan mencapai danau melalui aliran bawah tanah.





Agroforest atau wanatani (campuran pohon kayu-kayuan dengan durian, suren, pohon kayu-kayuan lainnya, kopi, kayu manis, dan kapulaga (*cardamom*) sebagai pohon bawah) merupakan penutupan lahan yang dominan pada lahan berlereng di sekitar Danau Maninjau, dengan sawah di lembah sekitar danau.



Mekansime pembagian keuntungan lokal dalam penyediaan air.



Perbandingan Danau Singkarak dan Danau Maninjau

Kesamaan: danau alam berasal dari proses vulkanis, lahan subur, curah hujan tinggi, lereng curam, keduanya digunakan untuk PLTA, kerapatan penduduk di sekitar danau tinggi.

Perbedaan: Danau Singkarak mempunyai zone alang-alang yang luas di hutan masyarakat ditambah dengan banyaknya lahan gundul, keberhasilan penghijauan masa lalu rendah. Lereng Danau Maninjau didominasi oleh agroforestri sistem pepohonan campuran dengan pohon utama durian, kayu manis, dan buah-buahan lainnya.



Hipotesis tentang perbedaan sistem kepemilikan lahan: lahan yang dikuasai kaum (suku) di Danau Singkarak memberikan sedikit insentif untuk konversi ke sistem pertanian berbasis pohon-pohonan; evolusi penguasaan lahan dari yang dikuasai kaum ke penguasaan perorangan di Maninjau, menghasilkan sistem kopi dibawah tutupan hutan.

Peluang untuk studi silang: wanatani di Maninjau dapat mencontohkan arah penggunaan lahan yang mungkin ditiru oleh warga Desa Singkarak.





Pertemuan dengan warga desa mendiskusikan isu yang muncul dari pelaksanaan GNHRL :
"Mengapa pegawai kehutanan tidak mau menggunakan bibit pohon dari kebun bibit lokal? Kami mempunyai bibit suren, pohon kayu yang paling kami sukai - tetapi kehutanan datang dengan benih tanaman yang menurut kami tidak cocok."



Daftar Pustaka

- Abujamin S and Kurnia U. 1983. Permanent grass strips as one of soil conservation methods. *Pembr. Pen. Tanah Dan Pupuk* 1:16 20.
- Achyar E, Dendi A and Fairhurst T. 1995 Constraints and Opportunities of Utilization of Clan Land within the Framework of Critical Land Rehabilitation in West Sumatra. In: *Third Meeting of the Asian-Pacific Working Group on Farming Systems Development*. Bukittinggi, Indonesia, 1-6 May 1995, pp.5. Hanging; PPI Library, Singapore; 11.1; #5237
- Agus F and Manikmas IMO. 2003. Environmental roles of agriculture in Indonesia. Disajikan pada *Roles of Agriculture in Development Symposium, 25th Conference of the International Association of Agricultural Economists*, August 17-22, 2003, Durban, South Africa.
- Agus F, Wahyunto and Tala'ohu SH. 2001. Multifunctional roles of paddy fields in case watersheds in Java, Indonesia. Presented at *International seminar on the Multi-function of Agriculture*, Tsukuba, Japan 17-19 Oktober 2001
- Agus F. 2001. Selection of soil conservation measures in Indonesian greening program. p. 198-202 dalam Stott JP, Mohtar RH, and Steinhardt GC (eds.). *Sustaining the Global Farm: Selected Papers from the 10th International Soil Conservation Organization (ISCO) Conference*, May 24-29, Purdue University. Purdue University Press. Purdue, USA.
- Agus F, Vadar T, Sukristiyonubowo, Hermianto B, Bricquet JP and Maglinao A. 2002. Catchment Size and Land Management Systems Affect Water and Sediment Yields. *Proceedings, 12th ISCO Conference* 26-30 May 2002, Beijing, China. pp. 469-475.
- Agus F, Vadari T, Watung RL, Sukristiyonubowo, Valentin C, Ilao R, Toan TD and Boonsaner A. 2003. The Effect of Catchment Size and Land Management Systems on Water and Sediment Yield: A Case Study From Several Micro Catchments in Southeast Asia. In: *Penning de Vries F and Valentin C (eds.) Proceedings Management of the 7th MSEC Assembly*, Vientiane 2-7 December 2002. *International Water Management Institute*, Sri Langka (in press).
- Ahmad F. 2004. Kebijakan pemerintah propinsi Sumatera Barat dalam mewujudkan visa dan misi Sumatera Barat sebagai propinsi

- penghasil energi berbasis air. Presented in "Deklarasi Forum Pengelolaan DAS Multi Pihak Sumatera Barat" and a Workshop "Mengurai Benang Kusut Jeratan Krisis Energi Air dan Listrik Karena Kerusakan DAS". when, where? (Pak Rizaldi).
- Anonymous. 2000. Nuansa dan Harapan Reformasi Kehutanan dan Perkebunan: Perjalanan 250 hari Menuju Pengelolaan Sumber Daya Alam Yang Berkelanjutan dan Berkeadilan, Departemen Kehutanan dan Perkebunan, Jakarta.
- Anshori I. 2003. "Tugas dan Fungsi Balai PSDA dalam Pengelolaan Sumberdaya Air". Makalah dipresentasikan dalam Sosialisasi Kelembagaan Balai PSDA di Sumatera Barat. Padang 14 Oktober 2003.
- Bapeda. 2000. Usulan Teknis Rencana Pengelolaan DAS Terpadu DTA Danau Singkarak Kabupaten Tanah Datar. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Tanah Datar. Batusangkar.
- Bakker K. 2003. From Commons to Commodity? Privatizing and regulating water in England and Wales, Oxford University Press
- BPS. 1999. Tanah Datar Dalam Angka. BPS Kabupaten Tanah Datar dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. Tanah Datar.
- BPS (Biro Pusat Statistik), 2004. Statistics Indonesia. BPS, Jakarta. (www.bps.go.id).
- Braak C. 1929. The Climate of the Netherlands Indies. Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia, Verhandelingen No. 8
- Brooks KN, Ffolliot PF, Gregersen HM and Thames JL. 1991. Hydrology and the Management of Watersheds. Iowa State Univeristy Press.
- Bruijnzeel LA. 1988a. (De)Forestation and dry season flow in the tropics: a closer look. *Journal of Tropical Forest Science* 1 (3): 229-243.
- Bruijnzeel LA. 1988b. Environmental impacts of (de) forestation in the humid tropics. A watershed perspective. Department of Hydrogeology & Geographical Hydrology. Institute of Earth Sciences, Free University Amsterdam.
- Bruijnzeel LA. 1990. Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: a State of Knowledge Review. Humid Tropics Programme of the International Hydrological Programme of UNESCO, Paris, and Vrije Universiteit Amsterdam, 224 pp.

- Bruijnzeel LA and Critchley WRS. 1994. Environmental impacts of logging moist tropical forests. IHP Humid Tropics Programme Series no. 7, UNESCO, Paris, 49 pp.
- Bruijnzeel LA. 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 104(1): 185-228
- BTP DAS. 2001. Rencana Program 2001-2010. Balai Teknologi Pengelolaan DAS, Surakarta.
- Byron N and Arnold M. 1997. What Futures for the People of the Tropical Forests? CIFOR Working Paper No 19, CIFOR, Bogor, Indonesia
- Changjin Sun, and Xiaoqian Chen, 2003. A Policy Analysis of the China Forest Ecological Benefit Compensation Fund/Scheme, Proceedings of the Workshop on Payment Schemes for Environmental Service, Beijing, April 22-23, 2003.
- Coster C. 1938. Naschrift: herbebossching op Java (Postscript: reforestation on Java) Tectona 32: 602 605.
- Critchley WRS, Bruijnzeel LA. 1994. Environmental impacts of logging most tropical forests. Water-related issues and problems of the humid tropics and other warm humid regions. IHP Humid Tropics Programme Series no.7. UNESCO, Paris.
- Critchley WRS and Bruijnzeel LA. 1996. Environmental impacts of converting moist tropical forest to agriculture and plantations. IHP Humid Tropics Programme Series no. 10, UNESCO, Paris, 49 pp.
- Dariah A, Agus F, Arsyad S, Sudarsono and Maswar. 2004. Erosi dan aliran permukaan pada lahan pertanian berbasis tanaman kopi di Sumberjaya, Lampung Barat. Agrivita 26: 52-60.
- De Haan JH. 1936. Overwegingen in verband met boschreserveering (Considerations concerning forest reservation). Het Bosch 4: 1-28.
- Dephutbun, 2000. Nuansa dan Harapan reformasi kehutanan dan perkebunan: perjalanan 250 hari menuju pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan dan berkeadilan, Jakarta.
- Farida and Van Noordwijk M. 2004. Analisis Debit Sungai Akibat Alih Guna Lahan dan Aplikasi Model Genriver pada DAS Way Besai, Sumberjaya. Agrivita 26, 39-47

- Febriamansyah R. 2003. "An Integrated Approach for Water Allocation in a Small River Basin". PhD Dissertation, The University of Melbourne, Australia.
- Forest Trends, 2002. www.cbnrm.net/pdf/white_a_001_foresttenure.pdf
- Freshwater Action Network, 2004. Right to Water, <http://www.freshwateraction.net/resources/thematic/rights.asp>
- Gintings AN. 1982. Aliran permukaan dan erosi tanah yang tertutup tanaman kopi dan hutan alam di Sumberjaya, Lampung Utara. Balai Penelitian Hutan. Bogor.
- Grove RH. 1995. Green Imperialism: Colonial Expansion, Tropical Island Edens and the Origins of Environmentalism, 1600-1860.. Cambridge University Press, Cambridge (UK), 540 pp
- Hamilton LS, Bruijnzeel LA. 2000. Saatnya kita bertindak untuk melestarikan hutan berawan. Water-related issues and problems of the humid tropics and other warm humid regions. IHP Humid Tropics Programme Series no.13. Penerbit, Tempat Terbit
- Helmi 2003. "Role Sharing dalam Pengelolaan Sumberdaya Air". Makalah dipresentasikan dalam Sosialisasi Kelembagaan Balai PSDA di Sumatera Barat. Padang 14 Oktober 2003.
- Heringa PK. 1939. De Boschspoons Theory? (The Forest Sponge Theory?) *Tectona* 32: 239-246.
- Hermanto, Surmaini E, Emmyzar, Rosmeilisa P dan Kusuma I. 1996. Pendugaan erosi model budidaya lorong terpadu tanaman rempah dan industri pada lahan kritis di sekitar danau Singkarak. *In* Prosiding Teknologi Konservasi Air berwawasan agribisnis pada ekosistem wilayah Sumatera Barat. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, pp: 116-130.
- ITTO. 1992. Criteria for measurement of sustainable tropical forest management. ITTO Policy Document Series No. 3. Yokohama. Japan
- Joshi L, Schalenbourg W, Johansson L, Khasanah N, Stefanus E, Fagerstrom M and Van Noordwijk M. 2004. Soil and water movement: combining local ecological knowledge with that of modellers when scaling up from plot to landscape level. In: M. van Noordwijk, G. Cadisch and C.K. Ong (Eds.) *Belowground Interactions in Tropical Agroecosystems*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 349-362

- Kaimuddin. 2000. Dampak perubahan iklim dan tataguna lahan terhadap keseimbangan air wilayah Sulawesi Selatan. PhD thesis, Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
- Kartasubrata J. 1981. Pre-war concepts concerning land use in Java in particular related to forest conservation. Presented at symposium on forest land use planning, Gajah Mada university, Yogyakarta. Reprinted in: Kartasubrata, J. (ed.) 2003. Social Forestry and Agroforestry in Asia, Book 2. Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University, Bogor, Indonesia. pp 3 - 11.
- Khasanah N, Lusiana B and Van Noordwijk M. 2004. Simulasi Limpasan Permukaan dan Kehilangan Tanah pada Berbagai Umur Kebun Kopi: Studi Kasus di Sumberjaya, Lampung Barat. *Agrivita* 26: 81-89
- Kundarto M, Agus F, Maas A and Sunarminto BH. 2002. Neraca air, erosi tanah dan transport lateral hara N, P, dan K pada sistem persawahan di Sub DAS Kali Babon, Semarang. Paper presented at Preliminary Seminar of Multifunctionality of Paddy Field, Bogor 2, October 2002.
- Kusuma I, Dasawir, Hasan Z dan Zamarel. 1990. Evaluasi dan peluang pengembangan lahan sekitar danau Singkarak untuk tanaman industri dan perkebunan. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Solok.
- Landell-Mills N and Porras I. 2002. "Silver Bullet or Fools' Gold? A Global Review of Markets for Forest Environmental Services and their Impact on the Poor" IIED, London. Munawir, 2003. Action-learning to develop and test market-based financing for watershed protection services: a diagnostic report from Segara River basin, Indonesia. PSDAL-LP3ES, Jakarta and IIED, London (unpublished draft)
- LEI. 1999. Sistem Sertifikasi Pengelolaan Hutan Produksi Lestari. Lembaga Ekolabel Indonesia. Jakarta.
- Messerli B, Ives JD. 1997. Mountains of the World. A Global Priority. The Parthenon Publishing Group, New York/London
- Ministry of Environment. 2003. National Strategy Study (NSS) on CDM for Forestry Component. Ministry of Environment, Republic of Indonesia, Jakarta.
- Murdiyarto D, van Noordwijk M, Wasrin UR, Tomich TP and Gillison AN. 2002. Environmental benefits and sustainable land-use options in the Jambi transect, Sumatra, Indonesia. *Journal of Vegetation Science* 13: 429-438

- Nishio M, 1999. Multifunction Character of Paddy Farming. Second Group Meeting on the Interchange of Agricultural Technology Information between ASEAN Member Countries and Japan, 16-18 February, 1999, Jakarta.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) (Ed.) (2001): Multifunctionality: Towards an Analytical Framework. Paris.
- Oldeman LR, Las I and Darwin SN. 1978. An agroclimatic map of Sumatra. Central Research Institute for Agriculture, Bogor.
- Pasya G, Fay C and Van Noordwijk M. 2004. Sistem Pendukung Negosiasi Multi Tataran dalam Pengelolaan Sumberdaya Alam Secara Terpadu: dari Konsep Hingga Praktek. *Agrivita* 26: 8-19
- Powell I, White A and Landell-Mills N. 2002 Developing Markets for the Ecosystem Services of Forests. *Forest Trends*.
- Priyono CNS, Siswamartana S. 2003. Hutan Pinus dan Hasil Air. Ekstrasi Hasil-hasil Penelitian. Pusat Pengembangan Hutan Perum Perhutani, Cepu.
- Pujiyanto A, Wibawa and Winaryo. 2001. Pengaruh teras dan tanaman penguat teras terhadap erosi dan produktivitas kopi arabica. *Pelita Perkebunan* 2001, 17(1):18-29.
- Purwanto E. 1999. Erosion, Sediment Delivery and Soil Conservation in an Upland Agricultural Catchment in West Java, Indonesia. A hydrological approach in a socio-economic context. PhD thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Roessel BWP. 1939. Herbebossching op Java (Reforestation on Java) - *Tectona* 32: 230 238.
- Rojas M and B Aylward. 2003. What are we learning from experiences with markets for environmental services in Costa Rica? A review and critique of the literature. Environmental Economics Programme, IIED.
- Santosa H. 2004. Kebijakan konservasi dan rehabilitasi DAS untuk pelestarian hutan dan lahan serta penataan ruang wilayah. Presented in "Deklarasi Forum Pengelolaan DAS Multi Pihak Sumatera Barat" and Lokakarya "Mengurai Benang Kusut Jeratan Krisis Energi Air dan Listrik Karena Kerusakan DAS". when? Padang.
- Sidle RC, Tsuboyama Y, Noguchi S, Hosoda I, Fujieda M, Shimizu T. 2000. Streamflow generation in steep headwaters: A linked hydro-geomorphic paradigm. *Hydrological Processes* 14: 369-385.

- Soedjoko SA, Suyono, Darmadi. 1998. Kajian Neraca Air di Hutan Pinus, di KPH Banyumas Timur. Laporan final hasil kerjasama antara Perum Perhutani dengan Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.
- Sudharta H. 2002. "Pembaharuan Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Air di Indonesia." Makalah di presentasikan pada Seminar Nasional Kelembagaan Efektif dalam Pengelolaan Sumberdaya Air, di Bukit Tinggi, 5-7 Mei 2002.
- Sutono S, Tala'ohu SH, Sopandi O and Agus F. 2003. Erosi pada berbagai penggunaan lahan di Das Citarum. Prosiding Seminar Nasional Multifungsi dan Konversi Lahan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor. pp. 113-133
- Suyanto DA, van Noordwijk M and Lusiana B. 2004. Respon Petani Kopi Terhadap Gejolak Pasar dan Konsekuensinya Terhadap Fungsi Tata Air: Suatu Pendekatan Pemodelan. *Agrivita* 26: 118-130
- Suyanto S, Leimona B, Permana RP and Chandler FJC. 2004. Review of the Development of Environmental Services Markets in Indonesia, ICRAF, Bogor (unpublished draft).
- The Conservation Finance Alliance, 2003. Conservation Finance Guide, <http://guide.conservationfinance.org/index.cfm>
- Thomas D, Weyerhaeuser H and Saipothong P. 2003. 'Improved Tools for Managing Agroforestry Landscapes in Northern Thailand: Pilot Application of Spatial Analysis and Negotiation Support Systems. In: Jianchu, X. and Mikesell, S. (eds) Landscapes of Diversity: Indigenous Knowledge, Sustainable Livelihoods and Resource Governance in Montane Mainland Southeast Asia. Proceedings of the III Symposium on MMSEA 25-28 August 2002, Lijiang, P.R. China. Kunming: Yunnan Science and Technology Press. pp: 381-400.
- Tomich TP, Van Noordwijk M, Budidarseno S, Gillison A, Kusumanto T, Murdiyarso D, Stolle F and Fagi AM. 2001. Agricultural intensification, deforestation, and the environment: assessing tradeoffs in Sumatra, Indonesia. In: Lee D.R. and Barrett, C.B. (eds.) Tradeoffs or Synergies? Agricultural Intensification, Economic Development and the Environment. CAB-International, Wallingford, pp. 221-244
- Van Dijk AIJM. 2002. Water and Sediment Dynamics in Bench-terraced Agricultural Steeplands in West-Java, Indonesia. PhD-thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, Netherland. 363p.

- Van Noordwijk M, Subekti R, Kurniatun H, Wulan YC, Farida A and Verbist B. 2002 Carbon stock assessment for a forest-to-coffee conversion landscape in Sumber-Jaya (Lampung, Indonesia): from allometric equations to land use change analysis. *Science in China (Series C)* Vol 45 Supp.75-86.
- Widianto, Hairiah K, Suprayogo D, Agus F and van Noordwijk M. 2003. Kesenjangan teknologi dan implementasi sistem pengelolaan lahan di daerah tangkapan air danau dan waduk. *Proceedings (CD format), Kongres Nasional Himpunan Ilmu Tanah Indonesia, Padang, 21-23 Juli 2003.*
- Widianto, Suprayogo D, Noveras H, Widodo RH, Purnomosidhi P and van Noordwijk M. 2004. Konversi Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Apakah fungsi hidrologis hutan dapat digantikan system kopi monokultur? *Agrivita* 26: 47-52
- Yunizar. 1996. Karakteristik dan biofisik danau Singkarak untuk pengembangan komoditas. In *Prosiding Teknologi Konservasi Air berwawasan agribisnis pada ekosistem wilayah Sumatera Barat. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Solok.* pp: 188-196.

Daftar Peserta

Dr. Abdullah Bamualim
BPTP West Sumatra (Padang)
Jl. Lintas Sumatera Madang Solok
Km 40 Sukarami
Ph: (0755) 21054, 31122
Fax : 0755- 31138
Email: bptp-
sukarami@padang.wasantara.net.id;
sumbar-bptp@yahoo.com

Ir. Abu Bakar Bulek
RUPES-Singkarak
rumah : Kompleks ATIP no 12
Simpang Tabing Padang 25171
Ph: (07555) 380004, (0751) 55009,
HP: 0813 634 66 099

Dr. Achmad Fauzi Mas'ud
FNCRDC Bogor
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor

Dr. Afandi
Lampung University, Fakultas
Pertanian
Jl. Soemantri Brojonegoro no 1
Bandar Lampung
Email:afandiunila@telkom.net &
andi_2002@hotmail.com

Ir. Afriadi Laudin
Bappeda Sumbar
BAPPEDA West Sumatra
Jl. Khatib Sulaiman No 1 Padang
Ph: 0751 - 54555

Dr. A.M. Fagi
AARD
Jl. Kumbang No 29 Bogor
Email: amfagi@cbn.net.id

Ir. Aswandi Idris MS
Jambi University, Fakultas Pertanian
Jl. Raya Jambi - Ma.Bulian Km 15.
Mendalo Darat Jambi
Ph/Fax : (0741) 583051, (0741) 583111
Email: aswandi_unja@yahoo.com

Ms. Atiek Widayati
ICRAF Southeast Asia
Email: a.widayati@cgiar.org

Ir. Azwar
Dinas Pertanian & Kehutanan Kab
Agam, Lubuk Basung
Jl. Kota Padang Baru Lubuk Basung
Ph: (0752) 76315, 66188
Fax: (0752) 66188

Ms. Beria Leimona
ICRAF Southeast Asia
Email: l.beria@cgiar.org

Dr. Bustanul Arifin
Lampung University
ICRAF Southeast Asia
Email: b.arifin@cgiar.org

Dr. Bujang Ruswan
Soil Science Department
Andalas University
Padang

Ms. Dagmar Timmer
ICRAF HQ
Nairobi, Kenya
d.timmer@cgiar.org

Dr. Damrong Pipatwattanukul
ICRAF Southeast Asia
Email: d.pipatwattanukul@cgiar.org

Ir. Darma Suardi, MPd
Bappedalda Sumbar
Jl. Khatib Sulaiman No 22 Padang
Ph: 0751 - 55231
Fax : 0751-445232

Dr. Didik Suprayogo
Brawijaya University
Jl. Veteran, Malang
Email: didik.suprayogo@telkom.net

Dr. Fahmuiddin Agus
Balai Penelitian Tanah
Jl. Ir. H. Juanda 98, Bogor
Email: f.agus@cgiar.org

Ms. Farida
ICRAF Southeast Asia
Email: farida@cgiar.org

Ms. Fiona Chandler
ICRAF Southeast Asia
Email: f.chandler@cgiar.org

Ir. Gadis
Solok

Mr. Hary Subakti
Balit Buah (Sumani)
Jl. Raya Solok Aripa km 8
PO BOX 5 Solok 27532,
Ph: (0755) 20137, Fax: (0755) 20592
Email: rif@balitbu.go.id

Dr. Hermansyah
Andalas University
PSI-SDALP
Jl. Musa Enda Kampus Unand Air
Tawar 25131, Padang.
Ph/Fax: 0751 - 443660
Email: psi-ua@indosat.net.id

Dr. Hidayat Pawitan
Bogor Agricultural Institute
Email: hpawitan@indo.net.id

Dr. Kasdi Subagyono
Balai Penelitian Tanah
Jl. Ir. H. Juanda 98, Bogor
Email: kasdi_s@yahoo.com

Prof. Dr. Kurniatum Khairiah
Universitas Brawijaya, Soil Science
Dept.
Jl. Veteran, Malang
Email: Khairiah@cgiar.org

Dr. Laxman Joshi
ICRAF Southeast Asia
Email: l.joshi@cgiar.org

Mr. Mahendra Taher
WARSI
Jambi

Dr. Meine van Noordwijk
ICRAF Southeast Asia
Email: m.van-noordwijk@cgiar.org

Ms. Ni'matul Khasanah
ICRAF Southeast Asia
Email: n.khasanah@cgiar.org

Mr. Rahardian
Bukittinggi

Mr. Rama Hendra
WARSI
Sumatera Barat

Mr. Reyfano
Bukittinggi

Dr. Rizaldi Boer
Bogor Agricultural Institute
Email: rboer@fmipa.ipb.ac.id

Dr. Rudy Febriamansyah
Andalas University
PSI-SDALP
Jl. Musa Enda. Kampus Air Tawar
25131, Padang.
Ph/Fax: 0751 - 443660
Email: helmi@indosat.net.id

Rusdi Rustam
Balai Penelitian dan Pengembangan
Teknologi Pengelolaan DAS Agam
Kuantan
Jl. Khatib Sulaiman No. 46 Padang
Ph: 0751-55864, 53001
Email: bayu1688@yahoo.com

Dr. Tom Tomich
ICRAF HQ
Nairobi, Kenya
t.tomich@cgiar.org

Ir. Zuwendra
Dinas Kehutanan West Sumatera
Jl. Khatib Sulaiman No 46 Padang,
Ph: (0751) 53343, 51535
Fax. (0751) 59511

Mr. Syahrial Syam
Universitas Andalas

