

TEKNOLOGI KONSERVASI TANAH DAN AIR UNTUK MENCEGAH DEGRADASI LAHAN PERTANIAN BERLERENG

Land and Water Conservation Technology for Controlling Agricultural Land Degradation on Sloping Area

Nono Sutrisno dan Nani Heryani

Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi
Jalan Tentara Pelajar No. 1A, Bogor 16111

Telp. ((0251) 8312760, Faks. (0251) 8323909

E-mail: balitklimat@litbang.deptan.go.id, ns_saad@yahoo.com, heryani_nani@yahoo.com

Diajukan: 22 Maret 2013; Disetujui: 22 Juli 2013

ABSTRAK

Degradasi atau penurunan kualitas lahan merupakan isu global utama pada abad ke-20 dan masih menjadi isu penting dalam agenda internasional pada abad ke-21. Erosi tanah, kelangkaan air, energi, dan keanekaragaman hayati menjadi permasalahan lingkungan global sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Erosi tanah menyebabkan degradasi lahan karena dapat menurunkan kualitas tanah serta produktivitas alami lahan pertanian dan ekosistem hutan. Di Indonesia, laju erosi tanah pada lahan pertanian dengan lereng 3–30% tergolong tinggi, berkisar antara 60–625 t/ha/tahun, padahal banyak lahan pertanian yang berlereng lebih dari 15%, bahkan lebih dari 100% sehingga erosi tanah tergolong sangat tinggi. Konservasi tanah dan air mengarah kepada terciptanya sistem pertanian berkelanjutan yang didukung oleh teknologi dan kelembagaan serta mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan melestarikan sumber daya lahan serta lingkungan. Upaya untuk mengurangi degradasi lahan dapat dilakukan melalui: 1) penerapan pola usaha tani konservasi seperti agroforestri, tumpang sari, dan pertanian terpadu, 2) penerapan pola pertanian organik ramah lingkungan, dan 3) peningkatan peran serta kelembagaan petani.

Kata kunci: Lahan pertanian, degradasi lahan, erosi, usaha tani konservasi

ABSTRACT

Land degradation defined as a decline in land quality has become a major global issue during the 20th century and remained a priority issue on the international agenda in the 21st century. Soil erosion, water supply, energy crisis, and loss of biodiversity ranked as the prime global environmental problems in line with the increasing human population. Soil erosion is one of the most serious environmental problems which is able to induce land degradation as it diminishes soil quality and reduces the natural productivity of agricultural and forest ecosystems. Soil erosion in sloping farmland (3–30%) in Indonesia ranged from 60–625 t/ha/year. There were sloping land of more than 15%, and also more than 100%, it's cause erosion are very high. Application of soil conservation leads to sustainable agricultural system supported by technology and institutions as well as to improve public welfare and to conserve soil resources and environment. Appropriate technologies and policies

required to avoid land degradation included: 1) implementation of conservation farming systems such as agroforestry, intercropping and integrated farming system, 2) application of eco-friendly organic farming systems to maintain soil fertility, and 3) increasing the participation of farmers institutions.

Keywords: Agricultural lands, soil degradation, erosion, conservation, farming system

PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk telah menimbulkan kesenjangan antara produksi dan permintaan terhadap pangan, sehingga mendorong pemerintah untuk melakukan impor beberapa komoditas pangan. Peningkatan impor pangan akan mengancam ketahanan pangan nasional, sehingga upaya peningkatan produksi pangan di dalam negeri perlu mendapat perhatian khusus dalam upaya mencegah kerawanan pangan. Sehubungan dengan hal itu, upaya peningkatan produksi pangan terus dilakukan antara lain dengan mengoptimalkan pemanfaatan lahan kering berlereng.

Pemanfaatan lahan kering berlereng untuk produksi pangan memerlukan penerapan teknologi konservasi tanah dan air yang tepat untuk meningkatkan produktivitas lahan secara berkelanjutan dan menjaga kelestarian lingkungan. Konservasi tanah dan air melalui pendekatan agroekosistem dapat meningkatkan keuntungan usaha tani, memperbaiki ketahanan pangan, dan meningkatkan produktivitas lahan secara berkelanjutan (FAO 2011). Upaya lain yang dapat dilakukan yaitu menerapkan secara simultan tiga prinsip konservasi tanah dan air, yaitu olah tanah minimum, penggunaan penutup tanah permanen berupa residu tanaman dan/atau tanaman penutup tanah (*cover crop*), serta rotasi tanaman (FAO 2010).

Aspek penting dalam konservasi tanah dan air pada lahan kering terdegradasi di daerah tropis ialah penutup tanah organik karena dapat memengaruhi neraca air tanah,

aktivitas biologi tanah, serta peningkatan bahan organik dan kesuburan tanah (Lahmar *et al.* 2011). Residu tanaman dapat menahan partikel tanah dan memelihara kandungan hara dalam tanah dari bahaya erosi (Reicosky 2009; Varvel dan Wilhelm 2011). Dalam jangka panjang, konservasi tanah dan air bermanfaat dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan degradasi lahan (Marongwe *et al.* 2011).

Memasuki abad ke-21, degradasi lahan akibat aktivitas manusia telah menyebabkan terjadinya krisis air global akibat perubahan sistem tata air alamiah serta pencemaran sungai, air tanah, laut pesisir bahkan laut terbuka, selain meningkatkan risiko banjir, kekeringan, dan salinitas. Manusia menggunakan lebih dari separuh ketersediaan air tawar, termasuk air tanah yang saat ini dieksploitasi di berbagai bagian dunia, termasuk di Indonesia (Seckler *et al.* 1999; UNEP dan IWMI 2011).

Erosi tanah menimbulkan kerusakan yang sangat luas dan mahal, baik di tempat kejadian erosi maupun di tempat pengendapan sedimen. Kerusakan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah di tempat kejadian erosi dapat berupa penurunan kapasitas infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air (*water holding capacity*), peningkatan kepadatan dan ketahanan penetrasi tanah, penurunan kualitas struktur tanah, serta pengurangan ketersediaan bahan organik dan organisme tanah seperti cacing karena terbawa aliran permukaan (Suardjo 1981; Arsyad 1989). Pada tanah yang mengalami erosi 47,6 t/ha, unsur hara N yang terangkut mencapai 104,2 kg/ha, P 32,3 kg/ha, dan K 358,7 kg/ha, dan pada aliran permukaan 3.320 m³, unsur hara N yang terangkut mencapai 1,02 kg/ha, P 0,28 kg/ha, dan K 14,3 kg/ha (Phommasack *et al.* 1996 dalam Hashim *et al.* 1998).

Kerusakan tanah akibat erosi secara menyeluruh dikemukakan oleh Lal dan Stewart (1998). Pengaruh erosi di tempat kejadian dapat dibedakan menjadi pengaruh langsung (jangka pendek) dan pengaruh tidak langsung (jangka panjang). Pengaruh langsung berupa gangguan terhadap pertumbuhan tanaman dan pemupukan yang tidak efisien, karena sebagian besar pupuk terbawa aliran permukaan, sedangkan pengaruh tidak langsung adalah penurunan kualitas tanah, meliputi penurunan kedalaman perakaran efektif, kapasitas air tersedia, dan C organik tanah serta timbulnya sifat fisik tanah yang tidak baik pada lapisan bawah tanah. Menurut Arsyad (1989) dan Lal dan Stewart (1998), kerusakan akibat erosi tanah di tempat pengendapan berupa penimbunan lahan pertanian, pelumpuran dan pendangkalan waduk yang memperpendek umur guna waduk, pendangkalan sungai, saluran dan badan air lainnya, banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau, kerusakan ekosistem perairan, kerusakan mata air dan penurunan kualitas air, serta kerusakan lingkungan lainnya. Tulisan ini membahas penyebab dan dampak erosi serta pengelolaan lahan melalui penerapan teknologi konservasi yang dapat diterima petani untuk mencegah dan memperlambat degradasi lahan.

PERKEMBANGAN DEGRADASI SUMBER DAYA ALAM DI INDONESIA

Degradasi sumber daya alam tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga di seluruh dunia. Sampai saat ini sekitar 40% lahan pertanian telah mengalami degradasi yang menyebabkan penurunan produktivitas lahan secara signifikan. Sekitar 9% lahan pertanian yang terdegradasi tidak dapat dipulihkan melalui upaya perbaikan di tingkat usaha tani. Degradasi lahan pertanian yang parah terjadi di Afrika, yakni sekitar 68% dari lahan pertanian di benua ini mengalami kerusakan, diikuti oleh Amerika Latin 51% dan Asia 38% (Bossio *et al.* 2009 dalam Pasandaran *et al.* 2011).

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya degradasi sumber daya alam (Pasandaran *et al.* 2011). Pertama, politik pengelolaan sumber daya tanah dan air. Manuver politik sering digunakan untuk memperoleh akses terhadap sumber daya lahan dan air. Kejadian krisis air yang sering dikaitkan dengan *crisis of governance* menunjukkan bahwa masalah air tidak semata terkait dengan pengelolaan sumber daya air atau operasional dan pemeliharaan infrastruktur sumber daya air, tetapi juga terkait dengan struktur sosial politik. Kedua, peningkatan populasi penduduk yang menyebabkan tekanan pemanfaatan lahan makin tinggi. Di Jawa, hal tersebut mulai dirasakan pada akhir abad ke-19, terutama akibat pemanfaatan lahan kering di lereng-lereng pegunungan. Eksploitasi sumber daya alam (SDA) pada masa kolonial merupakan salah satu instrumen politik untuk menunjang kepentingan perdagangan pemerintah kolonial. Ketiga, konspirasi antara pengusaha dan penguasa. Penjarahan hutan secara sistematis di Jawa dimulai oleh Perusahaan Dagang Hindia Belanda (VOC) pada tahun 1611, ketika perusahaan tersebut memperoleh izin dari Raja Mataram untuk menebang pohon bagi keperluan usaha. Di luar Jawa, kondisi hutan masih relatif utuh dan dikuasai oleh lembaga adat, masyarakat setempat maupun kesultanan. Keempat, kebijakan yang merefleksikan kepentingan politik dan birokrasi. Tidak semua produk kebijakan bersifat eksploitatif terhadap SDA. Kebijakan pemerintah pada era Orde Lama yang menonjol ialah Undang-undang Nomor 5 tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-pokok Agraria (UUPA) yang cakupannya memerhatikan prinsip-prinsip pengelolaan sumber daya lahan dan air secara berkelanjutan. Walaupun pelaksanaan undang-undang ini dinilai tidak efektif, dinamika politik yang menekankan pada *nation building* pada pemerintahan Orde Lama telah menurunkan tekanan terhadap penjarahan hutan (Suradisatra *et al.* 2010, Thijse 1982, Nababan 2003 dalam Pasandaran *et al.* 2011).

Degradasi lahan akibat erosi, terutama di Pulau Jawa menyebabkan kerugian US\$341–406 juta/tahun (Margrath dan Arens 1989 dalam Adimihardja 2008). Selama periode 1998–2004, terjadi 402 kali banjir dan 294 kali longsor di

Indonesia, yang mengakibatkan kerugian materi sebagai *tangible products* senilai Rp668 miliar (Kartodihardjo 2006 dalam Adimihardja 2008). Nilai *intangible products* yang hilang sulit dikuantifikasi, seperti aspek ekologis, lingkungan maupun sosial dan budaya. Namun dapat dipastikan nilai *intangible products* tersebut sangat besar, baik secara material maupun nonmaterial.

Lahan kritis atau lahan yang terdegradasi makin meluas dari waktu ke waktu. Pada awal tahun 2000, luas lahan kritis di Indonesia baru mencapai 23,25 juta ha dan pada tahun 2007 meningkat tiga kali lipat lebih menjadi 77,8 juta ha (Anwar 2007 dalam Kurnia *et al.* 2010). Peningkatan luas lahan kritis yang sangat besar tersebut menunjukkan bahwa laju kerusakan sumber daya lahan makin mengkhawatirkan akibat pengelolaan yang kurang terkendali.

Hasil penelitian Suganda *et al.* (1997) pada Andisols Pacet-Cianjur, Jawa Barat, menunjukkan dalam 65,1–66,5 ton tanah yang tererosi (sekitar 0,8 cm lapisan tanah) terbawa 241 kg N, 80 kg P₂O₅, dan 18 kg K₂O/ha/tahun, atau setara dengan 524 kg urea, 211 kg SP-36, dan 36 kg KCl, suatu jumlah kehilangan hara yang cukup besar, khususnya N dan P. Tanpa upaya pencegahan erosi, jumlah hara dan C-organik tanah yang hilang dari lahan pertanian akan terus bertambah, dan apabila dibiarkan akan mempercepat kemunduran produktivitas lahan dan lama kelamaan lahan pertanian tersebut menjadi kritis.

PENYEBAB DAN DAMPAK DEGRADASI LAHAN

Di Indonesia, penyebab utama degradasi lahan ialah erosi yang melebihi ambang toleransi. Degradasi lahan yang disebabkan oleh penurunan sifat fisik dan kimia tanah terjadi akibat pemadatan tanah karena penggunaan alat-alat berat dan mesin pertanian atau proses eluviasi, banjir, dan genangan. Sementara itu, degradasi lahan yang disebabkan oleh kemunduran sifat kimia antara lain disebabkan oleh proses penggaraman (*salinization*), pemasaman (*acidification*), dan pencemaran (*pollution*) bahan agrokimia.

Kehilangan lapisan permukaan tanah (*top soil*) dapat menimbulkan pengaruh buruk terhadap produktivitas tanah, meski kadang-kadang dapat memperbaiki produktivitas tanah atau bahkan tidak merugikan (Wolman 1985 dalam Obalum *et al.* 2012). Hal ini terjadi karena munculnya kembali permukaan tanah produktif yang tertimbun (*burried*) bersamaan dengan terjadinya erosi (Meyer *et al.* 1985 dalam Obalum *et al.* 2012). Kondisi seperti ini dijumpai pada tanah Andisols dan Inceptisols, tetapi hampir tidak terjadi pada lapisan tanah yang relatif dangkal pada tanah Alfisols (Voaje *et al.* 1998), Ultisols, dan Oxisols terutama di daerah tropik, di mana unsur hara terkonsentrasi di lapisan permukaan (Mbagwu dalam Obalum *et al.* 2012). Selain disebabkan oleh erosi, degradasi atau kerusakan lahan semakin nyata dan meluas

ditandai oleh kejadian banjir, kekeringan, dan longsor yang semakin sering.

Philor (2011) menyatakan kedalaman tanah sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Biota tanah memerlukan tanah yang cukup untuk tumbuh dan menyediakan hara bagi tanaman. Kehilangan tanah olah di daerah dataran tinggi dapat mencapai 300 t/ha/tahun, sehingga di beberapa area di dataran tinggi terjadi penurunan kedalaman tanah kurang dari 40 cm.

Degradasi lahan tidak hanya menurunkan produktivitas lahan, tetapi juga merusak atau mengganggu fungsi lahan atau infrastruktur pertanian. Menurut Adimihardja (2008), Agus dan Husen (2004) dalam Adimihardja (2008), dan Subagyono *et al.* (2003), degradasi lahan dapat menurunkan produksi dan mutu hasil pertanian karena erosi tanah menurunkan produktivitas melalui penurunan kesuburan tanah.

Pimentel (2003) dalam Philor (2011) menyatakan erosi dapat menurunkan produksi tanaman 30%. Langdale *et al.* (1979) dan Lal (1985) dalam Adimihardja (2008) menyatakan hasil jagung menurun 0,07–0,15 t/ha setiap kehilangan tanah setebal 1 cm. Hal ini terjadi karena tanah lapisan atas memiliki tingkat kesuburan paling tinggi dan menurun pada lapisan di bawahnya, karena kadar bahan organik dan hara tanah makin menurun, tekstur bertambah berat, dan struktur tanah makin padat.

Pengelolaan lahan pertanian yang tidak tepat akan mempercepat degradasi lahan akibat erosi dan aliran permukaan dengan intensitas yang tinggi. Budi daya sayuran di dataran tinggi umumnya dilakukan secara intensif sepanjang tahun tanpa menerapkan teknik konservasi tanah untuk mengendalikan erosi. Padahal lahan sayuran terletak pada topografi bergelombang, berbukit sampai bergunung, sehingga tanahnya mudah tererosi. Hal ini diindikasikan oleh besarnya kandungan sedimen tanah dalam air sungai seperti di Sungai Serayu, Citanduy, dan Citarum (Puslitbang Pengairan 1995 dalam Kurnia *et al.* 2004).

Mengubah kebiasaan petani agar berusaha tani dengan menerapkan kaidah konservasi tanah dan air bukan hal yang mudah, sehingga diperlukan berbagai upaya diseminasi agar petani dapat menerima dan menerapkannya. Petani menilai pembuatan bedengan tegak lurus lereng menyebabkan drainase kurang baik, sehingga hasil tanaman menurun. Oleh karena itu, petani membuat bedengan searah lereng agar drainase baik dan hasil tinggi, meskipun cara ini menyebabkan erosi menjadi sangat tinggi dan tanah cepat terdegradasi.

Hasil penelitian Sutrisno (2002) menunjukkan erosi di kawasan sub-DAS Ciliwung hulu I dengan pola penggunaan lahan untuk hutan, perkebunan teh pada lereng atas dan tengah, serta vila dan permukiman memiliki nilai terendah, yaitu 71,14 kg/ha. Demikian pula sedimen yang masuk ke sungai juga paling rendah, yakni 24,59 kg/ha. Erosi permukaan paling tinggi (1.285,57 kg/ha) terjadi pada penggunaan lahan tanaman pangan dan sayuran. Tanaman pangan umumnya ditanam searah lereng pada

lereng bagian tengah dan atas, serta pada hutan, lahan terbuka, dan lahan yang diberakan. Lahan bera di sub-DAS Ciliwung hulu 4 kemudian ditanami tanaman pangan dan dilakukan penterasan dengan teras petani. Sedimen paling tinggi yang masuk ke sungai yaitu 671,88 kg/ha. Hasil pengamatan erosi lahan dan sedimen sungai pada berbagai penggunaan lahan di sub-DAS Ciliwung hulu disajikan pada Tabel 1.

UPAYA MENGATASI DEGRADASI LAHAN

Teknologi pengelolaan lahan di daerah aliran sungai (DAS) dapat ditetapkan melalui evaluasi kesesuaian lahan untuk komoditas tertentu dan pendugaan erosi untuk setiap satuan lahan berdasarkan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) (Wischmeier dan Smith 1978). Metode ini selain sederhana juga sangat baik diterapkan di daerah-daerah yang faktor utama penyebab erosi ialah hujan dan aliran permukaan. Namun, kelemahannya metode ini tidak mempertimbangkan keragaman spasial

dalam suatu DAS, karena nilai parameter yang diperlukan merupakan nilai rata-rata yang dianggap homogen dalam suatu satuan lahan. Metode USLE dirancang untuk memprediksi rata-rata jumlah erosi jangka panjang dan tanah yang hilang akibat erosi dan diendapkan pada bagian tengah dan hilir DAS. Metode ini menghasilkan rekomendasi perubahan sistem pengelolaan lahan saat ini (eksisting) ke arah pengelolaan lahan berdasarkan kesesuaian lahan dan tindakan konservasi yang dibutuhkan.

Sunarti *et al.* (2008) mengemukakan bahwa perbedaan tipe penggunaan lahan dan kemiringan lereng menghasilkan aliran permukaan dan erosi tanah yang berbeda. Aliran permukaan dan erosi pada tutupan hutan sekunder lebih kecil dibandingkan pada lahan usaha tani karet dan kelapa sawit. Aliran permukaan dan erosi paling tinggi terjadi pada lahan usaha tani monokultur karet I (KR-1). Aliran permukaan dan erosi pada lahan yang ditanami kelapa sawit secara monokultur atau tumpang sari dengan pisang tidak menunjukkan perbedaan (Tabel 2). Tutupan permukaan lahan pada sistem tanam polikultur (campuran) dan pada lahan usaha tani karet dan

Tabel 1. Erosi tanah dan sedimen sungai di sub-DAS Ciliwung Hulu selama 10 hari hujan pada berbagai penggunaan lahan, Januari 2001.

Sub-DAS	Penggunaan lahan	Erosi tanah (kg/ha)	Sedimen sungai (kg/ha)
Ciliwung Hulu 1	Hutan, tanaman teh pada lereng atas dan tengah, vila, dan permukiman	71,14	24,59
Ciliwung Hulu 2	Tanaman pangan, sebagian besar ditanam searah lereng pada lereng tengah dan atas, hutan, vila, dan permukiman	786,75	502,67
Ciliwung Hulu 3	Kebun campuran yang dteras, tanaman pangan sebagian besar ditanam searah lereng pada lereng tengah dan atas, hutan, vila, dan permukiman	618,17	186,39
Ciliwung Hulu 4	Tanaman pangan dan sayuran sebagian besar ditanam searah lereng pada lereng tengah dan atas, hutan, lahan terbuka dan lahan diberakan kemudian ditanami tanaman pangan dan di teras	1285,57	671,88
Ciliwung Hulu 5	Kebun campuran yang dteras, tanaman pangan sebagian besar ditanam searah lereng pada lereng tengah dan atas, hutan, sayuran di teras kebun teh pada lereng atas dan tengah, vila, dan permukiman	262,50	60,28
Ciliwung Hulu 6	Kebun campuran yang di teras, tanaman pangan sebagian besar ditanam searah lereng pada lereng tengah dan atas, hutan, sayuran di teras pada lereng bawah, pertanaman teh pada lereng atas dan tengah, vila, dan permukiman	244,48	47,48
Ciliwung Hulu 7	Pertanaman teh pada lereng atas, tengah, dan bawah, terdapat tanaman pangan dan sayuran, kebun campuran yang di teras, tanaman pangan sebagian besar ditanam searah lereng pada lereng tengah dan atas, hutan, sayuran di teras, tanaman pangan pada lereng bawah, terdapat lahan terbuka, lahan diberakan kemudian ditanami tanaman pangan dan di teras petani, vila, dan Permukiman	444,78	212,92

Curah hujan: 210,40 mm (10 hari hujan). EI30: 105,96 Ek (Energi kinetik) = ton-m/ha/cm.
Sumber: Sutrisno (2002).

Tabel 2. Aliran permukaan dan erosi tanah di DAS Batang Pelepat, Jambi pada beberapa tipe penggunaan lahan, Oktober-Desember 2006.

Tipe penggunaan lahan	Aliran permukaan (mm)	Koefisien aliran permukaan (%)	Erosi (kg/ha)
Monokultur karet I	70,70	7,67	36,19
Monokultur karet II	37,61	4,07	14,32
Sesap karet*	17,63	1,91	6,62
Monokultur kelapa sawit	53,58	5,80	27,99
Tumpang sari kelapa sawit+pisang	51,16	5,54	30,20
Hutan sekunder	0,43	0,05	1,72

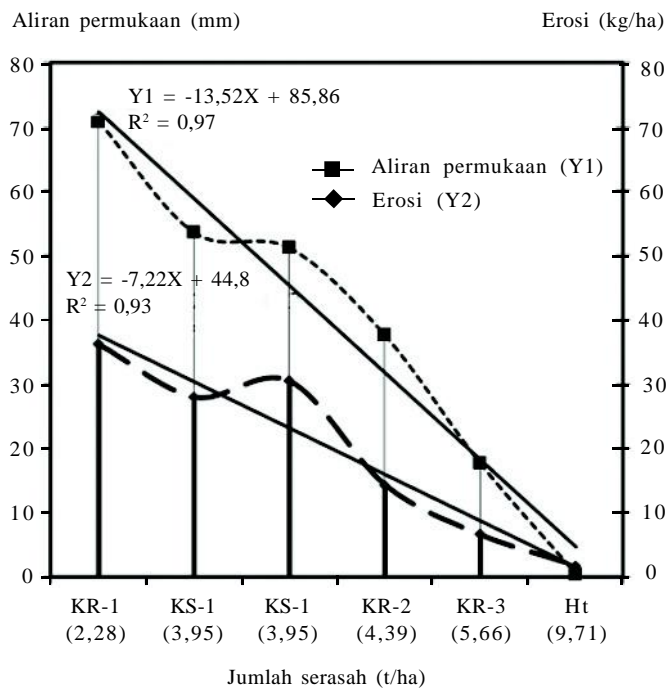
*Sesap karet adalah area yang terdiri campuran antara karet dengan tanaman hutan (sejenis agroforestri).

kelapa sawit serta hutan menghasilkan serasah yang lebih banyak sehingga aliran permukaan dan erosi lebih kecil karena serasah sebagai sumber bahan organik mempunyai kapasitas memegang air yang relatif tinggi (Gambar 1).

Penelitian Haryati *et al.* (2012) di Desa Talun Berasap, Kecamatan Gunung Tujuh, Kabupaten Kerinci, Jambi menunjukkan bahwa teknik konservasi tanah berpengaruh terhadap erosi dan aliran permukaan (Tabel 3). Sementara itu, hasil penelitian Pratiwi dan Narendra (2012) tentang penerapan teknik konservasi tanah pada pertanaman mahoni dan jagung menunjukkan penerapan mulsa vertikal dengan jarak saluran 6 m dan 12 m mampu mengendalikan aliran permukaan dan erosi. Perlakuan mulsa vertikal dengan jarak saluran 6 m dapat menekan aliran permukaan dan erosi masing-masing 55% dan 46%

dibandingkan kontrol. Pada jarak saluran 12 m, aliran permukaan dan erosi menurun masing-masing 43% dan 32% dibanding kontrol. Perlakuan mulsa vertikal dengan jarak saluran 6 m dan 12 m mampu meningkatkan hasil jagung masing-masing 47% dan 20% dibanding kontrol (Tabel 4).

Beberapa alternatif teknologi pengelolaan DAS melalui pengelolaan pertanaman dan konservasi tanah telah dilakukan di DAS mikro Cakardipa, Ciliwung hulu, Jawa Barat, DAS mikro Kretek, Wonosobo, Jawa Tengah, DAS mikro Selopamiro, Bantul, DI Yogyakarta, dan DAS mikro Bunder, Gunung Kidul, DI Yogyakarta. Teknologi pengelolaan lahan ditetapkan berdasarkan beberapa alternatif teknologi yang memiliki laju erosi lebih kecil atau sama dengan erosi yang dapat ditoleransi. Hasil penelitian



Gambar 1. Pengaruh jumlah serasah terhadap aliran permukaan dan erosi tanah di DAS Batang Pelepat, Jambi (Sunarti *et al.* 2008).

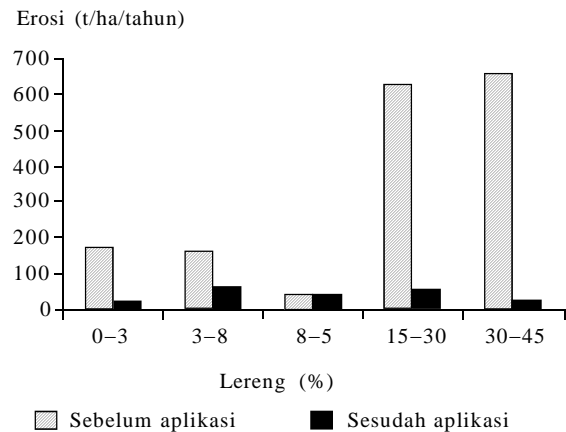
Tabel 3. Erosi dan aliran permukaan pada penerapan beberapa teknik konservasi, Desa Talun Berasap, Gunung Tujuh, Kerinci, Jambi, November 2011>Maret 2012.

Teknik	Erosi (t/ha)	Aliran permukaan	
		(m ³ /ha)	(% CH)
KTA-1	14,7	1.518,6	9,5
KTA-2	11,3	1.219,6	7,7
KTA-3	10,9	1.176,7	7,4
KTA-4	12,7	1.411,1	8,9

KTA-1 = kontrol (cara petani), KTA-2 = kontrol diperbaiki, dipotong gulud setiap 5 m, KTA-3 = KTA-2 ditambah rorak, KTA-4 = tanaman/bedengan searah kontur.

Curah hujan = 1.591 mm, Hari hujan = 64 hari.

TSL metoda Thompson (1975) dalam Arsyad (2000) = 13,46 t/ha/tahun.

**Gambar 2.** Erosi di DAS mikro Kretek, Wonosobo, Jawa Tengah, sebelum dan sesudah aplikasi teknologi konservasi lahan.**Tabel 4. Aliran permukaan, erosi, dan hasil jagung pada pola tanam mahoni dan jagung.**

Perlakuan	Aliran permukaan (mm/ha/tahun)	Erosi (t/ha/tahun)	Hasil jagung (kg/ha/tahun)
Mahoni + jagung + tanpa mulsa vertikal (kontrol)	1.975,67	5,7	394
Mahoni + jagung + mulsa vertikal berjarak 6 m	895,57	3,1	581
Mahoni + jagung + mulsa vertikal berjarak 12 m	1.125,10	3,9	473

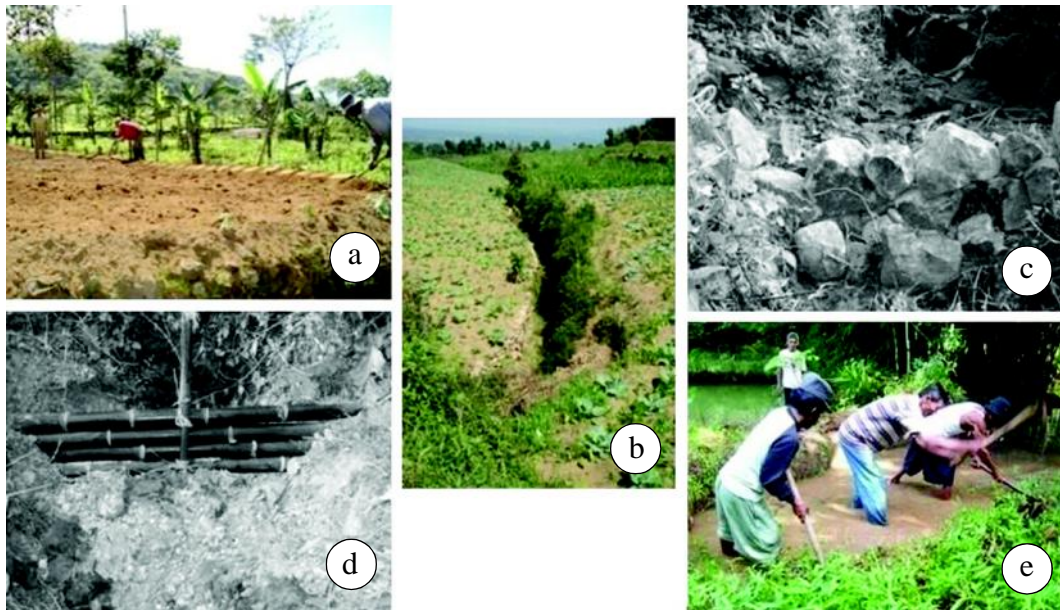
Sumber: Pratiwi dan Narendra (2012).

Heryani *et al.* (2007, 2008) menunjukkan bahwa pengelolaan DAS harus berorientasi pada kaidah-kaidah konservasi tanah dan air dengan mengembangkan pola usaha tani eksisting. Introduksi teknologi pengelolaan lahan diperkenalkan secara bertahap sesuai dengan kondisi sosial-budaya masyarakat untuk memperoleh model usaha tani spesifik lokasi. Berdasarkan analisis prediksi erosi dengan metode USLE, sistem pertanian tumpang sari tanaman pangan dan sayuran dengan pemberian mulsa serasah disertai perbaikan teras pada lereng 0–3% dan 3–8% di DAS mikro Kretek dapat menekan erosi berturut-turut 87% dan 61% (Gambar 2). Pada area dengan lereng 15–30% yang termasuk kelas S₃eh (lahan sesuai marginal dengan faktor pembatas bahaya erosi), dapat diterapkan sistem tanam secara tumpang sari tegak lurus kontur dan pembuatan teras bangku. Area yang memiliki bentuk wilayah agak terjal dengan lereng 30–45% tidak sesuai untuk budi daya pertanian karena mudah longsor. Erodibilitas tanah (K) di DAS mikro Kretek (jenis tanah Typic Hapludans) tergolong tinggi (0,46). Hasil penelitian Yusmandhany (2002) menunjukkan tanah grup Hapludans memiliki erodibilitas antara 0,03–0,50. Area yang memiliki bentuk

wilayah agak terjal dapat digunakan untuk pertanaman teh dengan teras bangku.

Hasil pengamatan di DAS mikro Kretek pada area dengan lereng 8–15% yang ditanami kubis, jagung, dan cabai menunjukkan erosi rata-rata 19 t/ha/tahun. Sementara itu area dengan lereng 20%, yang mewakili area dengan kelas lereng 15–30%, yang ditanami cabai dan jagung menunjukkan erosi 24 t/ha/tahun. Penurunan erosi 32–66% dicapai melalui penerapan teknologi konservasi tanah dan air dengan melibatkan petani (*on farm research*), yang meliputi: 1) perbaikan bidang olah dan teras, 2) pembuatan bangunan terjunan air (*drop structure*) dengan bambu dan batu, dan perbaikan saluran pembuangan air, dan 3) penanaman rumput penguat teras (Heryani *et al.* 2008) (Gambar 3). Di DAS mikro Bunder, selain diterapkan teknologi konservasi seperti di DAS mikro Kretek, juga dilakukan pengerukan sedimen pada alur sungai untuk meningkatkan kapasitas tampung air.

Penerapan teknik konservasi tanah tidak hanya ditujukan untuk mengendalikan erosi, tetapi juga untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas tanah yang terdegradasi (Dariah *et al.* 2004). Strip rumput sangat baik dikombinasikan dengan usaha peternakan. Penelitian



Gambar 3. Pengelolaan lahan di DAS mikro Kretek Wonosobo dan Bunder Gunung Kidul melalui perbaikan teras dan bidang olah serta penanaman rumput penguat teras (a dan b), serta pembuatan terjunan air (*drop structure*) dari batu dan bambu (c dan d) dan pengerukan sedimen di alur sungai (e).

Watung *et al.* (2003) dan Subagyono *et al.* (2004) di sub-DAS Babon, Ungaran, Jawa Tengah, menunjukkan integrasi penanaman rumput secara strip maupun pada sebagian bidang olah dengan penggemukan sapi merupakan alternatif teknologi konservasi yang berkelanjutan.

Hasil penelitian serupa yang dilakukan Erfandi *et al.* (2002) pada tanah Andic Eutrodepts di Kecamatan Campaka, Kabupaten Cianjur menunjukkan bahwa bedengan dengan panjang 5 m searah lereng yang dipotong teras gulud, dan bedengan yang dibuat searah kontur mampu mengurangi jumlah aliran permukaan dan erosi sangat nyata dibandingkan dengan bedengan searah lereng. Besarnya erosi berkurang 50–70% pada bedengan 5 m searah lereng dan 90–95% pada bedengan searah kontur (Tabel 5). Selain itu, sifat fisik tanah pada kedua bedengan tersebut membaik (Tabel 6), yaitu berat isi tanah pada bedengan panjang 5 m searah lereng dan

bedengan searah kontur lebih rendah dibandingkan dengan berat isi tanah pada bedengan lainnya. Demikian juga pori aerasi dan pori air tersedia pada kedua bedengan tersebut lebih baik.

KESIMPULAN

Erosi menimbulkan dampak yang luas berupa penurunan produktivitas tanah di tempat terjadi erosi, dan penurunan ekosistem pada bagian hilir akibat banjir, kekeringan, serta pendangkalan sungai dan danau. Laju erosi tanah pada lahan pertanian dengan lereng antara 3–30% tergolong tinggi, berkisar antara 60–625 t/ha/tahun. Untuk mengurangi degradasi lahan dapat dilakukan: 1) penerapan pola usaha tani konservasi seperti agroforestri, tumpang sari, dan pertanian terpadu, 2) penerapan pola pertanian organik ramah lingkungan untuk menjaga

Tabel 5. Pengaruh bedengan terhadap aliran permukaan dan erosi pada dua musim tanam di Desa Campaka, Kecamatan Campaka, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat.

Perlakuan konservasi tanah	MT 1999		MT 2000	
	Aliran permukaan (m ³ /ha)	Erosi (t/ha)	Aliran permukaan (m ³ /ha)	Erosi (t/ha)
Tanah terbuka	625,18	143,45	554,08	133,46
Bedengan searah lereng	374,24	39,65	284,76	41,59
Bedengan 5 m searah lereng	176,75	20,20	105,58	10,60
Bedengan searah kontur	78,29	3,55	47,26	2,31

Sumber: Erfandi *et al.* (2002).

Tabel 6. Sifat-sifat fisik tanah pada beberapa cara konservasi tanah pada lahan sayuran dataran tinggi di Desa Campaka, Kecamatan Campaka, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat.

Perlakuan konservasi tanah	MT 1999			MT 2000		
	Berat isi (g/cm)	Pori aerasi (% vol)	Air tersedia (% vol)	Berat isi (g/cm)	Pori aerasi (% vol)	Air tersedia (% vol)
Tanah terbuka	0,69	30,9	12,4	0,71	29,7	12,1
Bedengan searah lereng	0,65	32,9	14,3	0,67	32,5	12,8
Bedengan 5 m searah lereng	0,65	36,1	16,1	0,68	35,2	14,7
Bedengan searah kontur	0,67	37,5	19,5	0,68	36,2	18,5

Sumber: Erfandi *et al.* (2002).

kesuburan tanah, dan 3) peningkatan peran serta kelembagaan petani. Usaha tani konservasi terbaik yaitu kombinasi teknologi konservasi tanah dengan mengurangi panjang lereng dan pengelolaan tanaman karena dapat menurunkan erosi dan aliran permukaan. Agar dapat diadopsi masyarakat, teknologi konservasi tanah dan air harus sederhana dan merupakan hasil perbaikan dari teknik konservasi yang biasa diterapkan petani setempat.

Pemberlakuan Undang-Undang Nomor 5 tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-pokok Agraria secara efektif dan berkelanjutan dapat mencegah eksploitasi sumber daya tanah dan air. Koordinasi di antara para pemangku kepentingan dan instansi terkait diperlukan untuk pengembangan teknologi konservasi tanah dan air dalam sistem usaha tani yang berkelanjutan. Penyuluhan dan peningkatan peran serta masyarakat dalam penerapan konservasi tanah dan air dapat meningkatkan pemahaman petani terhadap teknologi konservasi tanah dan air dan menerapkan sistem usaha tani konservasi secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimihardja, A. 2008. Teknologi dan strategi konservasi tanah dalam kerangka revitalisasi pertanian. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 1(2): 105–124.
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi Baru. Penerbit IPB (IPB Press), Bogor.
- Dariah, A., A. Rachman, dan U. Kurnia. 2004. Erosi dan degradasi lahan kering di Indonesia. *Dalam* U. Kurnia, A. Rachman, dan A. Dariah (Ed.). *Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Erfandi, D., U. Kurnia, dan O. Sopandi. 2002. Pengendalian erosi dan perubahan sifat fisik tanah pada lahan sayuran berlereng hlm. 277–286. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Pupuk, Cisarua, Bogor, 30–31 Oktober 2001. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor. Buku II.
- FAO. 2010. What is conservation agriculture? <http://www.fao.org/ag/ca>. [Retrieved 14th August 2010].
- FAO. 2011. Socio-economic analysis of conservation agriculture in Southern Africa. REOSA Network Paper 02. Johannesburg, South Africa.
- Haryati, U.D. Erfandi, dan Y. Soelaeman. 2012. Alternatif teknik konservasi tanah untuk pertanaman kubis di dataran tinggi Kerinci. hlm. 427–440. *Dalam* Wigena *et al.* (Ed.). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi*, Bogor, 29–30 Juni 2012. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Hashim, G.M., K.J. Coughlan, and J.K. Syers. 1998. On-site nutrient depletion: an effect and a cause of soil erosion. pp. 207–221. *In* P.D. Vries, F. Agus, and J. Kerr (Eds.). *Soil Erosion at Multiple Scales. Principles and Methods for Assessing Causes and Impacts*. CABI Publishing.
- Heryani, N., B. Kartiwa, K. Subagyo, dan H. Sosiawan. 2007. Analisis fungsi hidrologi berbagai penggunaan lahan di DAS mikro. Laporan Penelitian. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
- Heryani, N., B. Kartiwa, Nasrullah, dan G. Jayanto. 2008. Analisis fungsi hidrologi berbagai penggunaan lahan di DAS mikro. Laporan Penelitian. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
- Kurnia, U., N. Sutrisno, dan I. Sungkawa. 2010. Perkembangan lahan kritis. *Dalam* K. Suradisastra, S.M. Pasaribu, B. Sayaka, A. Dariah, I. Las, Haryono, dan E. Pasandaran (Eds.). *Membalik Kecenderungan Degradasi Sumber Daya Lahan dan Air*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Kurnia, U., H. Suganda, D. Erandi, dan H. Kusnadi. 2004. Teknologi konservasi tanah pada budi daya sayuran dataran tinggi. *Dalam* U. Kurnia, A. Rachman, dan A. Dariah (Ed.). *Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Lahmar, R., B.A. Bationo, N. Lamso, Y. Guéro, dan P. Tittone. 2011. Tailoring conservation agriculture technologies to West Africa Semi-Arid Zones: Building on traditional local practices for soil restoration. *Field Crops Research*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2011.09.013>
- Lal, R. dan B.A. Stewart. 1998. *Soil Degradation*. Springer-Verlag, New York.
- Marongwe, L.S., K. Kwazira, M. Jenrich, C. Thierfelder, A. Kassam, and T. Friedrich. 2011. An African success: The case of conservation agriculture in Zimbabwe. *Int'l. J. Agric. Sustainability* 9(1): 153–161. <http://dx.doi.org/10.3763/ijas.2010.0556>

- Obalum, S.E., M.M. Buri, J.C. Nwite, Hermansah, Y. Watanabe, C.A. Igwe, and T. Wakatsuki. 2012. Soil degradation-induced decline in productivity of Sub-Saharan African soils: The prospects of looking downwards the lowlands with the sawah ecotechnology (Review). *Appl. Environ. Soil Sci.* 10 p.
- Pasandaran, E., M. Syam, dan I. Las. 2011. Degradasi sumber daya alam: Ancaman bagi kemandirian pangan nasional. *Dalam* Konversi dan Fragmentasi Lahan Ancaman terhadap Kemandirian Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Philor, L. 2011. Erosion impacts on soil and environmental quality: Vertisols in the Highlands Region of Ethiopia, Soil and Water Science Department, University of Florida.
- Pratiwi dan B.H. Narendra. 2012. Pengaruh penerapan teknik konservasi tanah terhadap pertumbuhan pertanaman mahoni (*Swietenia macrophylla* king) di hutan penelitian Carita, Jawa Barat. *J. Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 9(2): 139–150.
- Reicosky, D.C. 2009. Role of carbon in ecosystem services from conservation agriculture. Paper presented at the 4th World Congress on Conservation Agriculture, New Delhi, India.
- Seckler, D., D. Molden, and R. Barker. 1999. Water Scarcity in the Twenty-First Century, IWMI Water Brief 1.
- Subagyono, K., Marwanto, dan U. Kurnia 2003. Teknik konservasi tanah secara vegetatif. Balai Penelitian Tanah, Bogor. 61 hlm.
- Subagyono, K., T. Vadari, Sukristiyonubowo, R.L. Watung, and F. Agus. 2004. Land management for controlling soil erosion at micro catchment scale in Indonesia. pp. 39–81. *In* A.R. Maglinao and C. Valentin (Eds.) Community-Based Land and Water Management Systems for Sustainable Upland Development in Asia: MSEC Phase 2. 2003 Annual Report. International Water Management Institute (IWMI) Southeast Asia Regional Office, Bangkok, Thailand.
- Suganda, H., M.S. Djunaedi, D. Santoso, dan S. Sukmana. 1997. Pengaruh cara pengendalian erosi terhadap aliran permukaan, tanah tererosi, dan produksi sayuran pada Andisol. *J. Tanah dan Iklim* 15: 38–50.
- Sunarti, N. Sinukaban, B. Sanim, dan S.D. Tarigan. 2008. Konversi hutan menjadi lahan usaha tani karet dan kelapa sawit serta pengaruhnya terhadap aliran permukaan dan erosi tanah di DAS Batang Pelepat. *J. Tanah Tropika* 13(3): 253–260.
- Suradisastra, K., I. Las, dan E. Pasandaran. 2010. Membalik kecenderungan degradasi: Pengelolaan air melalui pengelolaan lahan. *Dalam* Membalik Kecenderungan Degradasi Sumber Daya Lahan dan Air. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Sutrisno, N. 2002. Pendugaan erosi skala daerah aliran sungai berdasarkan erosi pada lahan. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Suwardjo. 1981. Peranan sisa-sisa tanaman dalam konservasi tanah dan air pada usaha tani tanaman semusim. Disertasi. Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- UNEP and IWMI. 2011. Ecosystems for Water and Food Security. Scientific Editor: Eline Boelee, IWMI.
- Varvel, G.E. and W.W. Wilhelm. 2011. No-tillage increases soil profile, carbon and nitrogen under long-term rainfed cropping systems. *Soil and Tillage Research*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2011.03.005>.
- Voaje, P.I., B.R. Singh, and R. Lal. 1998. Erosional effects on soil properties and maize yield on a volcanic ash soil in Kilimanjaro region, Tanzania. *J. Sustainable Agric.* 12(4): 39–53.
- Watung, R.L., T. Vadari, Sukristiyonubowo, Subiharta, and F. Agus. 2003. Managing soil erosion in Kaligarang catchment of Java, Indonesia. Phase 1 Project Completion Report. International Water Management Institute (IWMI) Southeast Asia Regional Office, Bangkok, Thailand.
- Wischmeier, W. and D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses: A guide to conservation planning (Handbook 537). US Department of Agriculture, Washington, DC, USA.
- Yusmandhany, E.S. 2002. Pengukuran tingkat bahaya erosi sub-DAS Cipamingkis, Kabupaten Bogor. *Buletin Teknik Pertanian* 7(2): 44–47.