

Kajian Kerusakan Lahan Sub DAS Keduang Di Gunung Kendeng Di Desa Ngadipiro, Kecamatan Nguntoronadi, Kabupaten Wonogiri.

Oleh :

Joko Winarno

Staf Pengajar Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret

ABSTRACT

The study site is administratively located at Ngadipiro village, Nguntoronadi subdistrict, Wonogiri regency with the total area of 663.61 ha. The coordinate of the study site lies at latitude of 7°52'00" - 7°54'15" S and longitude of 110°57'45" - 111°60'45" E and the altitude of 196 - 427 m a.s.l. According to geomorphologic, the study site is a denudation hilly area, which severely scraped, with the type of primary land use is rainfed, which occupied by annual crops and seasonal crops. This research were aimed at : 1) identify the physical problems and soil cultivation that have caused the land degradation; 2) obtain the alternative solutions for land degradation, which is suitable with the land physical condition. The type of this research is phenomenology description, with the method of surveying. Land mapping technique used the overlay of three maps, i.e : slope map, soil depth map and land use map, which is obtained from the interpretation of topographic map with the scale of 1:25,000. The obtained land unit was used for analysis unit. The land evaluation was carried out based on : 1) observations of land degradation indicators (land cover, outcrop, soil erosion, soil slide, bench erosion and soil depth); 2) soil erosion analysis with USLE formula, which described by soil hazard class. The alternative solution were based on the land degradation types, the threat levels of land degradation and the land management by farmers. Conclusions : Physical problems found are : 1) the climate conditions promoted physical and chemical rocks weathering; 2) The volume of eroded soil corresponded to slope, which shaped "S"; Soil management problem found are : 1) land management by farmers also could drive the land degradation, 2) the low level of farmers economical condition resisted the adoption of technology innovation by farmers economical condition resisted the adoption of technology innovation by farmers. The alternative solution offered are minimum soil tillage (TOT) at 9, 10, 11 and 12 land units. On the other hand, the land units of 2, 3, 6, 7, 9, 10 and 12 required the terraces construction and the planting of cover crops and annual crops periodically.

Key words : land unit, soil hazard class, soil degradation, land degradation

PENDAHULUAN

Hujan yang terjadi pada tanggal 26 - 27 Desember 2007 di daerah Wonogiri, Solo dan sekitarnya, telah mengakibatkan sungai Bengawan Solo bagian hulu hingga hilir meluap. Yang sangat memprihatinkan yaitu, semua sungai yang berada di atas waduk Serbaguna Gajah Mungkur ini membawa sedimen dalam jumlah yang besar dan berbagai benda yang terbawa oleh aliran air. Menurut Suwartono (Kepala Divisi Air Sumber Air Perum Jasa Tirta Wilayah Bengawan Solo) di Jakarta (Jum'at, 4 Januari 2008) kepada Rizky Andriati Pohan (wartawan Jurnal Nasional <http://www.jurnalnasional.com> diunduh pada tanggal 26 Februari 2008), cabang-cabang sungai itu menyumbang sedimentasi sekitar 2-3 juta meter kubik per tahun ke dalam waduk.

Keprihatinan Bupati Wonogiri tentang dampak banjir di wilayah hilir sungai Bengawan solo seperti telah diutarakan kepada Widjajadi (Wartawan Media Indonesia) pada hari kamis tanggal 7 Februari 2008;

"Kalau saja pemerintah pusat bersedia menyetujui usulan pembangunan 22 cekdam di tiga aliran sungai wilayah hulu yang pernah diajukan Pemkab Wonogiri sejak 2003 silam, saya yakin banjir akhir Desember lalu tidak perlu terjadi. Tapi sudahlah, saya kini mencoba membujuk para bupati yang ada di wilayah hilir untuk kepentingan pembangunan waduk di bagian hulu. Dan syukurlah, Bupati Karanganyar dan Sragen langsung menyatakan kesediaan," ungkap Begug kepada Media Indonesia, Kamis (7/2).

<http://www.mediaindo.co.id/> diunduh pada tanggal 26 Februari 2008

Sedimen yang masuk Waduk Wonogiri terutama berasal dari sungai-sungai Keduang, Tirtomoyo, Temon, Solo dan Alang. Sistem sungai Keduang merupakan penyumbang sedimen terbesar

diantara sistem sungai yang lain (Tabel 1). Disamping itu, "outlet" sungai Keduang, berada tepat dibagian atas dari pembangkit listrik, sehingga sedimen yang dibawa sangat mengganggu fungsi generator.

Khususnya kondisi di lokasi penelitian, sejak tahun 1998 mulai terjadi penurunan penutupan

lahan yang besar-besaran, menyebabkan terjadinya erosi permukaan dana di bawah permukaan melalui "interface" yang dapat diamati pada bagian tampingan teras. Dampak langsung dari peristiwa tersebut yaitu: terjadinya penurunan jumlah mata air dan penurunan kedalaman tanah dan menurunkan kapasitas tanah dalam menahan air.

Tabel 1. Produksi sedimen tahunan dalam Waduk Wonogiri berdasarkan sumber dan anak sungai

Sistem Sungai	Jumlah dan sumber erosi (m ³ tahun ⁻¹)					Total
	Jurang	Longsor	Tebing Sungai	Tebing jalan	Permukaan tanah	
Keduang	67.880	2.930	9.780	3.690	1.134.300	1.218.580
Tirtomoyo	90	11.730	19.760	2.480	469.700	503.760
Temon	30	0	11.350	600	61.000	72.980
Solo	220	440	11.040	1.990	591.300	604.990
Alang	7.330	0	66.620	730	326.600	401.280
Lain-lain	0	0	11.850	1.170	363.900	376.920
Total	75.550	15.100	130.400	10.660	2.946.800	3.178.510

Sumber: Tim Studi (2007: S-11)

Tujuan untuk melakukan identifikasi secara mendalam permasalahan fisik dan pengelolaan tanah yang telah mengakibatkan terjadinya kerusakan lahan dan memperoleh alternatif penanganan atau penanggulangan kerusakan tanah yang sesuai dengan kondisi fisik

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berjenis deskriptif fenomenologi (Moleong, 2004: 15), sedangkan metode penelitiannya yaitu survai (Effendi, 1989: 16). Pemetaan lahan dengan menggunakan tumpang susun peta Peta Kemiringan Lereng, Peta Kedalaman Tanah dan Peta Jenis Penggunaan Lahan yang diperoleh dari hasil interpretasi Peta Rupa Bumi skala 1:25.000. Satuan lahan yang diperoleh dipergunakan untuk satuan analisis. Sampel tanah ditentukan secara *purposive* (Mantra, dkk., 1989: 169) diperoleh secara komposit pada masing-masing satuan lahan.

Analisis kerusakan tanah dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan perhitungan erosi dengan rumus USLE yaitu $A = RKLSCP$ (Wischmeier, 1977; 6-11 dan Arsyad, 1989: 249). Untuk mengetahui sejauh mana erosi yang terjadi akan membahayakan kelestarian produktivitas tanah didasarkan pada Indeks Bahaya erosi (Hardjowigeno, dkk, 1995: 25). Verifikasi data dilakukan dengan metode Tri Angulasi Sumber (Kriyantono, 2006: 70). Alternatif penanganan kerusakan lahan dilakukan dengan pertimbangan:

interaksi tanaman dan tanah, permasalahan yang dominan serta kebutuhan, keinginan dan kebiasaan petani setempat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah penelitian terletak diantara 180 – 427 m.dpl yang memiliki rentang suhu udara 22,6 °C hingga 25,2 °C (rumus Braak dalam Arsyad, 1989: 223). Oleh karenanya, secara umum berdasar klasifikasi Koppen (Wisnubroto, dkk., 1983: 70) termasuk dalam tipe iklim A yang dicirikan oleh temperatur udara terdingin lebih besar dari 18 °C. Daerah penelitian termasuk dalam tipe iklim ipe Aw ini dicirikan oleh jumlah bulan-bulan basah tidak dapat mengimbangi kekurangan hujan yang terjadi pada bulan kering.

Berdasar klasifikasi Smith dan Ferguson (Wisnubroto, 1983: 75) daerah penelitian dicirikan dengan jumlah bulan basah (5,6) dan bulan kering (5,0), sehingga termasuk kedalam tipe iklim D (sedang). Adapun berdasar klasifikasi Oldeman daerah penelitian memiliki jumlah bulan basah 2,3 dan bulan kering 6,1 yaitu termasuk dalam tipe iklim E4. Tipe iklim ini tergolong terlalu kering, sehingga untuk tanaman palawija hanya dapat dilakukan satu kali dalam setahun, khususnya pada saat musim hujan.

Berdasar tumpang susun 3 Peta yang telah disebut, maka daerah penelitian dapat dibedakan menjadi 12 satuan lahan sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Satuan Lahan

SPL	Simbol	Pemerian	Luas (Ha)
1	$\frac{Sp. 3/Sd. 2}{Lu. 2}$	Kemiringan lereng 15 – 25 %, Kedalaman Tanah 25 – 50 cm, Lahan tegal didominasi jati monokultur	45.12
2	$\frac{Sp. 3/Sd. 3}{Lu. 1}$	Kemiringan lereng 15 – 25 %, Kedalaman Tanah 50 – 90 cm, Sawah tadah hujan	147.62
3	$\frac{Sp. 2/Sd. 3}{Lu. 1}$	Kemiringan lereng 8 – 15 %, Kedalaman Tanah $X > 90$ cm, Sawah tadah hujan	151.55
4	$\frac{Sp. 1/Sd. 4}{Lu. 1}$	Kemiringan lereng 0 – 4 %, Kedalaman Tanah $x > 90$ cm, Sawah tadah hujan	72.06
5	$\frac{Sp. 1/Sd. 4}{Lu. 2}$	Kemiringan lereng 0 – 4 %, Kedalaman Tanah > 90 cm, Lahan tegal didominasi jati monokultur	3.87
6	$\frac{Sp. 2/Sd. 3}{Lu. 3}$	Kemiringan lereng 8 – 15 %, Kedalaman Tanah 50 – 90 cm, Lahan tegal (tumpang Sari) Komposisi 30% tanaman jati dan 70% tanaman polowijo	28.85
7	$\frac{Sp. 3/Sd. 2}{Lu. 4}$	Kemiringan lereng 15 – 25 %, Kedalaman Tanah 25 – 50 cm, Lahan tegal (tumpang Sari) Komposisi 70% tanaman jati dan 30% tanaman polowijo	46.67
8	$\frac{Sp. 2/Sd. 3}{Lu. 2}$	Kemiringan lereng 8 – 15 %, Kedalaman Tanah 50 – 90 cm, Lahan tegal didominasi jati monokultur	7.98
9	$\frac{Sp. 4/Sd. 1}{Lu. 2}$	Kemiringan lereng > 25 %, Kedalaman Tanah 0 – 25 cm, Lahan tegal didominasi jati monokultur	94.78
10	$\frac{Sp. 3/Sd. 2}{Lu. 3}$	Kemiringan lereng 15 – 25 %, Kedalaman Tanah 25 – 50 cm, Lahan tegal (tumpang Sari) Komposisi 30% tanaman jati dan 70% tanaman polowijo	12.32
11	$\frac{Sp. 4/Sd. 1}{Lu. 6}$	Kemiringan lereng > 25 %, Kedalaman Tanah 0 – 25 cm, Lahan tidak diperuntukan	14.74
12	$\frac{Sp. 4/Sd. 2}{Lu. 4}$	Kemiringan lereng > 25 %, Kedalaman Tanah 25 – 50 cm, Lahan tegal (tumpang Sari) Komposisi 70% tanaman jati dan 30% tanaman polowijo	38.04

Sumber: Kompilasi 3 Peta yang telah disebutkan pada bagian metode penelitian

Pada dasarnya jumlah klasifikasi antara kemiringan lereng dengan kedalaman tanah memiliki kesamaan yaitu 4 kelas. Namun demikian, karena variasinya kondisi jenis penggunaan lahan maka satuan lahan di daerah penelitian dapat dibedakan menjadi 12 kelas.

Dari hasil analisis antara kemiringan lereng dengan kedalaman tanah ternyata memiliki kemiripan dengan Model Hepotitis Hubungan antara proses geomorfologi pada permukaan lahan Thornbury (1966), yaitu seperti kurva huruf "S" (Gambar 1). Pada bagian "interfluve" kejadian

erosinya relatif kecil, sebab pada bagian ini jika terdapat air hujan relatif akan terjadi pembagian volume air yaitu sebagian meresap ke dalam tanah sebagai air perkolasi dan lainnya berada di permukaan atau sebagai aliran permukaan tanah. Pada bagian lereng dibawahnya merupakan bagian terjunan yang didominasi oleh proses "Fall, Slide" dan pelapukan fisika dan kimia, sedangkan bagian lereng tengah merupakan bagian transportasi yang didominasi oleh "mass movement". Adapun pada lereng kaki didominasi oleh proses pengendapan.

Namun demikian, ketika dilakukan kompilasi dengan jenis penggunaan lahannya, maka terlihat dengan jelas bahwa tidak ada kesesuaian

signifikakan antara kemiringan lereng, kedalaman tanah, jenis penggunaan lahan dan besarnya

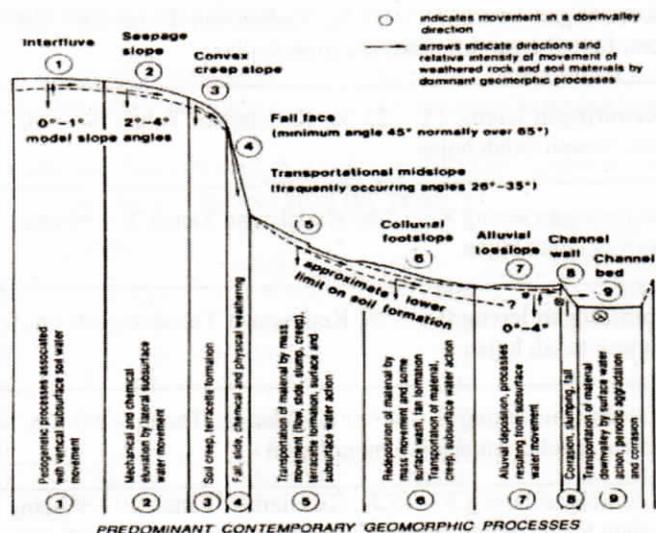


Figure 2.4 Hypothetical nine-unit landsurface model (from Dalrymple et al., 1968).

Gambar 1. Model Hepotitis Hubungan antara proses geomorfologi pada permukaan lahan

erosi. Artinya ada faktor lain yang lebih mempengaruhi besarnya erosi. Dari hasil pengamatan di lapang secara jelas dapat diketahui bahwa pengelolaan lahan dan pengolahan tanah oleh petani sangat mempengaruhi rusak dan tidaknya lahan. Mengingat sempitnya kepemilikan lahan, maka petani setempat berupaya memanfaatkan lahan tersebut secara maksimal. Hal inilah yang mengakibatkan kaidah-kaidah konservasi menjadi diabaikan.

Berdasar hasil wawancara dengan petani setempat, secara jelas diperoleh informasi bahwa petani memiliki pengetahuan tentang konservasi. Namun karena pertimbangan kepemilikan lahan sempit dan biaya perawatan, maka kepentingan konservasi menjadi dinomor duakan. Rogers,dkk (1962: 51) menjelaskan bahwa dalam proses keputusan inovasi sangat dipengaruhi oleh sosial dan budaya masyarakat (individu dan kelompok). Pada kelompok individu / kelompok yang memiliki keterbatasan lahan maupun modal dicirikan oleh tidak beraninya menanggung resiko kegagalan, untuk itu mereka umumnya cenderung melakukan usaha sesuai dengan kebutuhan, keinginan dan kebiasaannya. Implikasi kedepan, untuk menyelamatkan sumberdaya lahan mala pada kelompok masyarakat tersebut perlu ditingkatkan kapasitasnya.

Berdasar analisis indeks bahaya erosi dan tingkat bahaya erosi (Tabel 2), telah semakin jelas bahwa besarnya erosi aktual (USLE) jauh melebihi

erosi yang diperbolehkan. Dengan kata lain bahwa daerah penelitian memang sangat mengawatirkan jika tidak dilakukan penanganan secara khusus. Sitorus (1985: 45) telah menyebutkan pertanyaan penting yang harus mampu dijawab oleh semua pihak yang bermaksud melakukan evaluasi lahan yaitu bagaimana pengelolaan lahan sekarang dan apa yang akan terjadi jika tindakan pengelolaan lahan sekarang tetap tidak berubah?. Kondisi tersebut akan diperparah jika ditambah dengan tekanan pertambahan penduduk, maka jawabannya adalah akan semakin terjadi penurunan kualitas tanah maupun lahan.

Permasalahan Fisik, adanya batas tegas antar bulan basah dan bulan kering, mengakibatkan proses pelapukan batuan (secara fisik) berjalan lebih intensif. Kenampakan ini sangat jelas terutama pada bagian lereng yang menghadap ke Timur dan ke Barat. Sebagaimana diketahui bahwa aspek lereng ini sangat berpengaruh terhadap tingkat pelapukan batuan. Kondisi pelapukan fisik ini terjadi merata di daerah penelitian. Kejadian erosi di bawah permukaan tanah, disebabkan karena sifat fisik tanah yang kasar, permeabilitas tinggi dan lereng datar, memungkinkan air masuk ke dalam tanah. Air perkolasi ini berhenti pada "interface" dan kemudian mengalir mengikuti arah kelereng hingga mencapai dasar teras. Air yang berada di atas bahan impermeabel ini keluar melalui celah-celah batuan penguat teras.

Tabel 2. Tingkat bahaya erosi dan erosi yang diperbolehkan

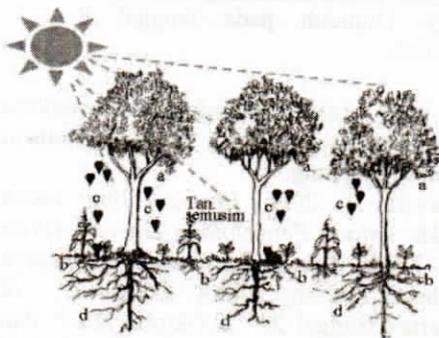
SP L	Erosi yang diperbolehkan / T		Erosi aktual* (USLE)	Indeks Bahaya Erosi	Tingkat Bahaya Erosi	Luas (Ha)
	mm/tahun**	Ton/ha/tahun** *	Ton/ha/tahun			
1	0,93	12,09	431,32	ST	Sangat Berat (IV)	45.12
2	1,75	22,75	129,66	T	Berat (III)	147.62
3	2,25	29,25	79,12	S	Berat (III)	151.55
4	2,25	29,25	31,26	S	Sedang (II)	72.06
5	2,25	29,25	137,44	T	Berat (III)	3.87
6	1,75	22,75	179,90	T	Berat (III)	28.85
7	0,93	12,09	323,36	ST	Sangat Berat (IV)	46.67
8	1,75	22,75	270,11	ST	Sangat Berat (IV)	7.98
9	0,31	4,03	2135,90	ST	Sangat Berat (V)	94.78
10	0,93	12,09	308,46	ST	Sangat Berat (IV)	12.32
11	0,31	4,03	2421,17	ST	Sangat Berat (V)	14.74
12	0,93	12,09	1409,65	ST	Sangat Berat (IV)	45.12

Keterangan ST = Sangat Tinggi; T = Tinggi; S = Sedang;

Salah satu penanggulangan erosi yaitu penanaman jenis tanaman yang mampu memperbaiki sifat fisik tanah. Idjudin,dkk (2006: 329-331) menyebutkan penerapan teknik konservasi vegetatif dengan satu jalur rumput (raja, setaria, gliriside) dapat memperbaiki sifat fisik tanah dan berbeda nyata dengan kontrol. Peran perakaran rumput (raja dan setaria) dan gliriside yang lebih banyak dan lebih aktif dalam proses

pembentukan mikro dan makro agregat tanah serta memacu aktivitas mikro dan makro organism tanah.

Untuk memperkuat bangunan teras bangku, perlu kombinasi penggunaan tanaman tahunan tertentu cukup efektif sebagai penguat teras (Gambar 2). Tanaman kedondong (*Spondias purpurea*), disamping memiliki nilai ekonomi cukup tinggi, secara agronomi cukup cocok untuk digunakan sebagai penguat teras, karena memiliki sifat adaptif (Friday,dkk., 2000: 171).



Keterangan:

Gambar. 2. Kombinasi tegakan tanaman pohon dan semusim

- Tanaman naungan
- Kompetisi serapan air dan hara antara pohon dan tanaman semusim
- Daun gugur / seresah
- Perakaran dalam

Sumber: Hairiah,dkk (? : 22)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Permasalahan fisik dan pengelolaan tanah / lahan
 - a. Permasalahan fisik: 1). Kondisi iklim sangat mendorong terjadinya proses pelapukan fisika dan kimia pada masa batuan, 2). Besarnya erosi yang terjadi bersesuaian dengan kemiringan lereng dan letaknya pada bagian lereng tersebut yang mengikuti Model huruf "S"
 - b. Pengelolaan tanah / lahan: 1). Pengelolaan tanah dan lahan yang dilakukan oleh petani menjadi faktor penyebab utama terjadinya kerusakan lahan, 2). Keterbatasan ekonomi petani sangat menghambat adopsi inovasi
2. Alternatif penanganan dan penanggulangan kerusakan tanah
 - a. Pada SPL: 9; 10; 11 dan 12 perlu pengolahan tanah minimal (TOT).
 - b. Diperlukan pembuatan rorak / saluran buntu (SPL: 2; 3; 6; 7; 9; 10 dan 12).
 - c. Diperlukan penanaman jenis tanaman penutup tanah dan pohon penguat teras yang sekaligus dapat dimanfaatkan hasil dan kayunya.

Saran

1. Perawatan teras bangku, guludan dan pembuatan rorak secara bertahap perlu diupayakan terus menerus,
2. Penanaman tanaman dan pohon penutup tanah dan penguat teras (yang sekaligus dapat dimanfaatkan hasil dan kayunya) perlu diupayakan secara bertahap.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
- Effendi, S. 1989. *Proses Penelitian Survei*. Dalam Singarimbun, M., Sofian Effendi. (Ed). 1989. *Metode Penelitian Survei*. LP3ES. Jakarta.
- Friday, Kathleen S., M.Elmo Driling, Dennis P. Garrity. 2000. *Rehabilitasi Padang Aalang-Alang Menggunakan Agroforestri dan Pemeliharaan Permudaan Alam*. International Centre For Research In Agroforestry. Universitas Brawijaya. Fakultas Pertanian. Malang.
- Hairiah., K., Didik Suprayogo, Meine Van Noordwijk. ?. *Interaksi Antara Pohon-Tanah-Tanaman Semusim: Kunci Keberhasilan Atau Kegagalan Dalam Sistem Agroforestri*. Bahan Ajar 2. <http://www.worldagroforestry.org/>. diunduh pada tanggal 19 September 2008.
- Hardjowigeno, S., Soleh Sukmana. 1995. *Menentukan Tingkat Bahaya Erosi*. Centre For Soil and Agroclimate Research. Bogor.
- Idjudin, A.A., T. Notohadiprawiro, M. Dradjad, B.H. Sunarminto. 2006. *Dampak Penerapan Teknik Konservasi Tanah Di Lahan Kering Terhadap Sifat Fisik Tanah*. AGROSAINS 19 (3), Juli 2006:325-335. ISSN 1411-6170. Berkala Penelitian Pascasarjana Ilmu-Ilmu Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- JICA. 2007. *Studi Penanganan Sedimentasi Waduk Serbaguna Wonogiri. Laporan Akhir Sementara*. Volume II. Nippon Koei and Yachiyo Engineering Co. Ltd.
- Kirkby, M.J., R.P.C. Morgan. 1980. *Soil Erosion*. John Wiley & Sons. New York.
- Kriyantono, R. 2006. *Teknik Praktis Riset Komunikasi*. KENCANA PRENADA MEDIA GROUP. Jakarta.
- Lubis, Darwinsyah., Teguh Prasetyo, Bambang Rahmanto, Elan Masbulan, A. Abdurachman. 1993. *Penelitian Pengembangan Usahatani Konservasi Di Daerah Aliran Sungai Bagian Hulu (Proses Perencanaan dan Pelaksananya)*. Departemen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan Tanah dan Air. Salatiga.
- Mangunsukardjo, K. 1985. *Interpretasi Citra Untuk Inventarisasi Sumberdaya Lahan*. Puspics. UGM-Bakosurtanal. Yogyakarta.
- Mantra, I.B., Kasto. 1989. *Penentuan Sampel*. Dalam Singarimbun, M., Sofian Effendi. (Ed). 1989. *Metode Penelitian Survei*. LP3ES. Jakarta.
- Marwah, S. 2001. *Daerah Aliran Sungai (DAS) Sebagai Satu Kesatuan Unit Perencanaan Pembangunan Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan*. *Makalah Ilmiah*. Program Pasca Sarjana (S3) IPB. Nopember 2001. Bogor. http://rudyet.250x.com/sem1_012/siti_marwah.htm. Diunduh pada tanggal 8 Januari 2005.
- Moleong, L.J. 2004. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Edisi Revisi. PT. Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Notohadiprawiro, T. 2006. *Peranan Ilmu tanah Dalam Menunjang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Telah disampaikan pada Lokakarya Pengelolaan Daerah Aliran Sungai di Yogyakarta tanggal 2 - 5 Oktober 1985 dan Direpro oleh Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada tahun 2006. <http://soil.faperta.ugm.ac.id/tj/>. Diunduh pada tanggal 11 Agustus 2008.
- Notohadiprawiro, T. 1999. *Diagnosis Fisik, Kimia dan Hayati Kerusakan Lahan*. *Makalah Ilmiah*.

- Telah dipresentasikan pada Seminar Penyusunan Kriteria Kerusakan Tanah / Lahan. Di Bapedal. Yogyakarta pada Tanggal 1-3 Juli 1999. Yogyakarta.
- Notohadiprawiro, T. 1996. *Lahan Kritis dan Bincangan Pelestarian Hidup*. Makalah Ilmiah Telah disampaikan pada Seminar Nasional Penanganan Lahan Kritis Di Indonesia pada Tanggal 7-8 Nopember 1996. Di INAGRO (PT. Intidaya Agrolestari. Parung. Bogor. <http://soil.faperta.ugm.ac.id/tj/.pdf> Diunduh pada tanggal 17 Juli 2008
- Pringadi, BH. 2004. *Pengendalian Kerusakan Lahan Hutan dan Air*. INFOMATEK Vol 6 Nomor 1 Maret 2004. <http://www.unpas.ac.id/Download> tanggal 11 Maret 2008.
- Rizky Andriati Pohan. 2008. DAS Butuh Dukungan Tanaman Keras. *Jurnal Nasional*, 4 Januari 2008. <http://www.jurnalnasional.com/>. diunduh pada tanggal 26 Februari 2008
- Rogers, E.M., F. Floyd Shoemaker. 1962. *Communication of Innovations. A Cross-Cultural Approach*. Edisi ke 2. The Free Press. New York.
- Suharyadi. 2003. *Efektivitas Vegetatif Dalam Konservasi Tanah Dan Air Pada Suatu DAS*. Makalah Ilmiah. Program Pasca Sarjana / S3 Institut Pertanian Bogor.
- Thornbury, W.D. 1966. *Principle of Geomorphology*. Wiley. New York.
- Widjajadi. 2008 . Bupati Wonogiri Ajak Bupati Wilayah Hilir Bantu Bangun Cekdam. *Media Indonesia*, Jum'at 4 Januari 2008. <http://www.media-indonesia.com/>. diunduh pada tanggal 26 Februari 2008.
- Wischmeier, W.H (ED). 1977. *Soil Erosion: Prediction and Control. R K L S C P*. Soil Conservation Society of America. Library of Congress Catalog Card Number: 77:74183. IOWA.
- Wisnubroto, S., Siti Lela Aminah. S, Mulyono Nitisapto. 1983. *Asas-Asas Meteorologi Pertanian*. GHALIA INDONESIA. Jakarta.