

PENURUNAN KUALITAS LAHAN DI DAS BRANTAS HULU JAWA TIMUR

Aida Kurniawati *)

***Abstrak** : Tujuan makalah ini adalah menelaah kajian penurunan kualitas lahan di DAS Brantas dengan mengkaji erosi di DAS Brantas. Upaya pengelolaan DAS Brantas telah dilakukan namun kondisinya belum membaik. Dari bencana banjir, tanah longsor, sedimentasi bahkan kekeringan Laju erosi yang tinggi di DAS Brantas bagian hulu (terutama Sub DAS Bantas Hulu, Amprong, Lesti dan Genteng). Laju erosi yang tercatat di Waduk Sutami tahun 1988 sekitar 6.93 juta m³/tahun. Setelah dibangun Waduk Sengguruh dibangun, maka tingkat sedimentasi di Waduk Sutami turun menjadi 1.79 juta m³/tahun. Sejak 1988 -2003, Waduk Sutami dan Sengguruh mengalami Sedimentasi sekitar 5,4 juta m³/tahun. Waduk Sutami setelah beroperasi 31 tahun mengalami kehilangan tampungan efektif sekitar 43,6% (dari 253 juta m³ menjadi 145.2 juta m³) dengan total sedimen yang masuk waduk sebesar 167,4 juta m³ (Tim, 2011)*

Kata kunci : lahan, erosi, kerusakan DAS

PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan hidup muncul karena banyak faktor yang mempengaruhi, salah satunya adalah jumlah penduduk yang terus bertambah. Jumlah penduduk yang besar mempengaruhi kebutuhan akan sandang, pangan dan papan. Indonesia sampai saat ini masih tergolong negara dengan tingkat pertumbuhan penduduknya tergolong tinggi. Data terakhir tahun 2001 menunjukkan sebesar 1,72% per tahun, sampai tahun 2026 diperkirakan jumlah penduduk bertambah sebanyak 3,5 juta orang/tahun sehingga perlu tambahan lahan seluas 450 ha/tahun untuk pemukiman (Sutikno, 2001).

Akibat dari fenomena tersebut meningkatnya persaingan penggunaan lahan, sehingga banyak penggunaan lahan yang

tidak sesuai dengan peruntukannya. Lahan hutan banyak dialihgunakan untuk lahan garapan. Kerusakan hutan diperkirakan 4000 ha/hari atau seluas 1,46 juta ha/tahun, kondisi hutan di Indonesia saat ini tinggal 28%, adanya tingkat kerusakan yang tinggi tersebut cukup mengkhawatirkan keberadaan sumberdaya hutan, serta sumberdaya lain misalnya sumberdaya air, tanah, dan vegetasi (Sutikno, 2001). Semua itu menimbulkan penurunan kualitas lahan baik fisik maupun kimia.

Memasuki era otonomi daerah, salah satu persiapan Pemerintah Daerah adalah mengetahui kualitas sumberdaya alam di daerah masing-masing. Sumberdaya alam tersebut tidak hanya yang produktif, melainkan juga sumberdaya alam yang tidak produktif, sehingga dibutuhkan penanganan

*) Dosen Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Surabaya

prioritas untuk mencegah meluasnya kerusakan lahan.

DAS Brantas mempunyai peran strategis dan vital dalam kehidupan masyarakat Jawa Timur (Tim, 2011). Sebagian besar masyarakat di Jawa Timur bergantung hidupnya pada DAS Brantas ini. mencakup 25% luas propinsi Jawa Timur yang meliputi 9 Kabupaten dan 6 kota telah menjadi urat nadi kehidupan masyarakat baik dari sisi ekonomi, sosial budaya dan lingkungan sejak jaman kerajaan sampai dengan saat ini. Ketahanan pangan dan energi propinsi Jawa Timur sangat tergantung pada infrastruktur yang telah dibangun di sepanjang DAS Brantas. Aliran-aliran sungai yang terdapat dalam DAS ini dimanfaatkan sebagai penyedia air baku untuk berbagai kebutuhan seperti sumber tenaga pada PLTA, PDAM, irigasi, industri dan lain-lain.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Data utama dalam penelitian ini adalah Citra multi temporal dan *multistage approach*. Data tersebut berasal dari citra satelit resolusi menengah, data citra dari satelit resolusi tinggi dan data lapangan. Lapangan (plot) sebagai *ground truth*.
- Citra SRTM (*Shuttle Radar Thematic Mapper*) digunakan sebagai data dasar pembentukan DEM. Data DEM ini

selanjutnya digunakan sebagai dasar perolehan parameter morfologi daerah penelitian.

- Peta topografi skala 1:30.000 tahun 1924 untuk membantu pembuatan batas DAS.
- Data *total solid*, tahun 2003, tahun 2006, tahun 2009, tahun 2012 dan tahun 2013
- Data debit tahun 2003, 2006, 2009, 2012 dan tahun 2013.

Alat-alat Penelitian

Alat dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi dua yaitu alat perlengkapan survei dan perlengkapan kerja laboratorium. Alat-alat yang dimaksud adalah sebagai berikut.

- a. Perlengkapan lapangan
 - Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000 tahun 2001. Peta RBI ini digunakan untuk memandu kerja lapangan.
 - GPS eTrex Vista HCx, untuk pengukuran data lapangan.
 - Kamera digital digunakan untuk merekam kondisi dan lingkungan daerah sampel
 - Teodolit merek Topcon, untuk mengukur beda tinggi dan jarak sebagai dasar menghitung kemiringan lereng, panjang lereng, dan tinggi lereng.
 - Meteran, digunakan untuk mengukur morfometri medan dan profil tanah.
 - Kamera, digunakan untuk dokumentasi visual.

- Daftar isian, digunakan untuk mencatat pengukuran dan observasi lapangan.
 - Alat tulis menulis untuk mencatat data lapangan.
- b. Peralatan Pengolahan citra, SIG dan keperluan penyusunan Laporan
- Laptop digunakan untuk penyimpanan, pengolahan data dan pembuatan laporan penelitian. Alat ini dipilih karena alasan kepraktisan dalam operasional penelitian
 - Hardisk eksternal digunakan untuk penyimpanan data. Perangkat ini dipilih dengan alasan kepraktisan dalam operasional perolehan data penelitian yang bersifat digital.
 - Software ENVI 3.6 digunakan untuk pengolahan data citra
 - Software arc GIS
 - Software MS Word digunakan untuk pembuatan dokumen laporan.

Tahap Penelitian

Penelitian terdiri dari 3 tahap sebagai berikut ini.

a. Penelitian Tahap I

Tahap ini dilakukan untuk mempersiapkan landasan teori penelitian, pemahaman kondisi dan situasi lokasi penelitian melalui prasarvei, perijinan, penyiapan peralatan dan bahan penelitian, dan berbagai keperluan pendukung penelitian. Penyiapan teori dan pustaka pendukung didapat dari studi literatur, jurnal,

seminar, kuliah dan konsultasi mendalam dengan promotor dan ko-promotor atau nara sumber lain yang kompeten. Prasarvei lokasi dilakukan untuk pengenalan awal kondisi medan lokasi penelitian sehingga diketahui gambaran umum kondisi yang akan dijadikan daerah penelitian. Sedangkan perijinan dilakukan kepada instansi yang berwenang yang terkait dengan pemberian ijin dilokasi penelitian.

Tahap I juga untuk mendapatkan parameter untuk menyusun . Kajian akan menghasilkan metode yang memuat kebutuhan data dan cara perhitungan parameter baru untuk indikator erosi. Selain untuk memperoleh metode untuk indikator erosi juga untuk mendapatkan konsep persamaan struktural untuk mengetahui penggunaan lahan terhadap erosi.

b. Penelitian Tahap II

Penelitian pada tahap II ini adalah untuk membangun model pengendalian erosi dengan pengaturan jenis tanaman. Adapun penelitian tahap II ini terdiri dari kegiatan berikut ini. Pertama, membangun unit analisis yaitu menentukan batas-batas DAS. Batas DAS dalam penelitian ini dibagi batas DAS luar yaitu mencakup seluruh DAS Brantas dari hulu sampai hilir, sedangkan batas DAS bagian dalam adalah batas DAS dari masing-masing unit analisis yang hanya mencakup wilayah yang ada titik pemantauannya.

Kedua, setelah unit analisis terbentuk kemudian melakukan interpretasi dan delineasi berbagai penggunaan lahan diantaranya penggunaan lahan pertanian dengan melihat lebih cermat jenis tanamannya, kemudian juga menginterpretasi penggunaan lahan bukan lahan pertanian seperti pemukiman, jalan, tanah terbuka, dan interpretasi penggunaan lahan penyumbang erosi non pertanian seperti contohnya hutan.

- Langkah berikutnya adalah uji hubungan antar parameter dan variabel model pengendalian erosi dengan pengaturan pola tanam. Kemudian membangun model pengendalian erosi dengan pengaturan pola tanam.

c. Penelitian Tahap III

Penelitian tahap III ini melakukan observasi untuk tujuan kalibrasi dari hasil konstruksi model persamaan struktural pengendalian erosi dengan pengaturan pola tanam yang dihasilkan dari penelitian tahap II.

PEMBAHASAN

Fisiografi DAS Brantas

Secara *geografis* DAS Brantas terletak antara garis bujur 111035'58" BT – 112056'03" BT dan garis lintang 7015'03" LS – 8015'07" LS; jika ditinjau batas fisik *topografi* wilayah DAS Brantas pada sebelah utara dibatasi oleh pegunungan kapur Tengah/ Kendeng, sebelah timur dibatasi oleh gugusan Gunung Bromo dan Gunung Semeru, sebelah selatan dibatasi oleh

gugusan pegunungan kapur selatan dan sebelah barat dibatasi oleh Gunung Wilis. Luas DAS Brantas sebesar 1.118.559 Ha, terbagi kedalam DAS Bagian Hulu seluas 238.148 Ha, DAS Bagian Tengah seluas 606.290 Ha dan DAS Bagian Hilir seluas 344.121 Ha.

Secara morfologi DAS Brantas Bentuk pola drainase (*drainage pattern*) dipengaruhi oleh formasi dan kondisi sungai yang mengalir pada suatu DAS/ Sub DAS, selain hal tersebut formasi pegunungan dan topografi wilayah serta batuannya juga berpengaruh terhadap bentuk pola drainase (*drainage pattern*) wilayah DAS Brantas. Pada wilayah DAS Brantas pola drainase/ aliran sebagian besar adalah dendritik halus dan sebagian dendritik medium, formasi pola aliran DAS Brantas dipengaruhi oleh formasi pola aliran di tiap Subdas. Keunikan bentuk DAS Brantas dimana sungai utamanya arah alirannya mengarah ke selatan dan berbelok ke barat selanjutnya pada wilayah bagian Tengah mulai mengarah ke barat berbelok ke utara selanjutnya berbelok ke timur dan terakhir pada DAS Brantas Bagian Hilir mulai mengarah ke timur hingga menuju *outlet*-nya mengarah ke timur laut. Adapun pola drainase/aliran pada masing-masing Sub DAS secara umum berbentuk dendritik halus dan medium atau sebaliknya serta berbentuk paralel dari dendritik halus dan medium.

Debit sungai pada Sungai Brantas yang diambil dari Stasiun Pening diketahui bahwa debit maksimum 486 m³/detik dan

debit minimum 112 m³/detik dengan rata-rata sebesar 254 m³/detik, sedangkan di hulu debit maksimum 1.582 m³/detik (Stasiun Gondang). Berdasarkan data debit tersebut dapat diketahui Koefisien Rejim Sungai (KRS) masing-masing sungai utamanya, dimana KRS yang tertinggi adalah Sungai Brangkal sebesar 213,33 sedangkan KRS yang terkecil terdapat pada Sungai Metro sebesar 2,80. Pada Sungai Brantas sendiri koefisien rejim sungainya sebesar 4,34. (pada Stasiun Pening). Keadaan debit sungai yang ada pada subdas-subdas Brantas dapat diketahui bahwa debit sungai terbesar pada Sungai Ngrowo 1.771 m³/detik sedangkan debit sungai minimum paling kecil pada Sungai Lahor 0,43 m³/detik.

Indikator Erosi dengan *Total Solid*

Indikator terjadinya erosi dapat dilihat dari kualitas air pada badan air yaitu pada outlet sungai (Steegeen A et al, 2000). Salah satu untuk menilai kualitas air yaitu dengan menggunakan nilai *Total solid*. Total solid pada badan air merupakan total padatan tersuspensi dan total larutan (Alaerts. G, and Santika S.S, 1984). *Total solid* merupakan akumulasi di badan air yang terdiri dari larutan tersuspensi (*suspended solid*) (SS) dan zat terlarut *Total dissolve solid* (TDS) (Gericke. A dan Venohr. M, 2012). Gericke. A dan Venohr. M, 2012, telah melakukan penelitian di DAS di Australia Selatan dengan menghitung estimasi erosi dari kualitas air yaitu TSS.

Erosi tanah merupakan sumber utama dari *total solid* (Habersack et al., 2008). *Total solid* sendiri merupakan akumulasi pada badan air yang berupa zat terlarut dan zat padatan (Alaerts. G, et al 1984, APHA. 1992) yang dihasilkan dari kegiatan erosi dilahan pertanian (Shih-Kai Chen, et al., 2012, Ciampalini, R et al 2012, Nacinovic, et al., 2014)., erosi non lahan pertanian, aktivitas antropogenik (Akay, A E et al 2007, Arnáez. J, Larrea. V, Ortigosa, 2004), dan proses yang terjadi pada badan air itu sendiri yang berupa resuspensi atau pengadukan. Lebih rinci *total solid* dipengaruhi adanya erosi pada lahan non pertanian, yaitu pada badan jalan, lahan terbuka, dan hutan. Penyumbang total solid lain berasal dari limbah domestik (Ducharne A, et al 2007). Mouri, G. Et al 2011, dalam penelitiannya membedakan larutan tersuspensi dari wilayah pedesaan, perkotaan dan hutan. Lebih rinci menurut Gyawali et.al 2013, kualitas air pada sungai akan berbeda tergantung zona (lokasi) dan musim, zona yang dimaksud adalah daerah aliran sungai (DAS). Kualitas air khususnya parameter *total solid* (satuan mg/liter) signifikan dengan aktivitas atau jenis penggunaan lahan yang berada di daerah aliran sungai (Gericke dan Venohr ,2012). Menurut Gericke dan Venohr (2012), *total solid* pada badan air berasal dari erosi dan non erosi, yang terjadi pada daerah aliran sungai (DAS) juga pelarutan pada badan sungai. Selain pengolahan lahan pertanian, perubahan penggunaan lahan juga

mempunyai hubungan yang signifikan terhadap besarnya erosi disuatu lahan (Minwer, et al, 2013). Perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu pemicu terjadinya erosi (Charmaine M. et al, 2012, Hugo V. et al, 2012, Pheerawat, et al 2013). Beberapa jenis tanaman diusahakan untuk memperkecil tingginya erosi (Grossi, Justino, E., Andrade, Santos, 2013. Menurut (Wei Wei, et al, 2010) lahan yang miskin vegetasi akan mempengaruhi tingkat erosi disuatu lahan. Dari beberapa pendapat tersebut dapat dipastikan bahwa erosi sangat dipengaruhi bagaimana kondisi tutupan lahan dan bagaimana perlakuan lahan tersebut.

Penggunaan dan penutupan lahan

Di dalam pengelolaan DAS, salah satu faktor biofisik yang dapat dimanipulasi/dikelola adalah pola pemanfaatan lahan. Di banyak kasus, pola pemanfaatan lahan di dalam suatu DAS telah menjadi parameter kunci bagi kondisi, kinerja dan kualitas DAS. Identifikasi tentang penutupan lahan dalam dokumen rencana tindak ini menggunakan data hasil interpretasi citra satelit Landsat tahun 2003 dan 2011.

Perubahan penutupan lahan yang terjadi di DAS Brantas menunjukkan terjadi kenaikan jumlah penutupan lahan yang terbesar adalah untuk areal terbangun (pemukiman, industry, fasilitas umum, perkantoran dan lainnya). diketahui bahwa lahan terbangun bertambah dari 172.1 ribu Ha menjadi 244.1 ribu Ha atau naik sekitar

29% dari 2003 s.d 2011. Beberapa jenis penutupan lahan mengalami penurunan luas seperti hutan, pertanian lahan kering dan sawah. Penurunan luas penutupan lahan yang paling besar adalah pertanian lahan kering dan areal persawahan. Penurunan luasan areal pertanian lahan kering ini sebagian menjadi pemukiman, hutan, areal persawahan, perkebunan dan semak belukar.

Limpasan Permukaan

Nilai limpasan permukaan merupakan air curah hujan yang menjadi aliran permukaan dan tidak dapat diinfiltrasikan dengan faktor yang mempengaruhi adalah permeabilitas jenis tanah dan penutupan lahannya. Berdasarkan pada kondisi curah hujan, jenis tanah dan penutupan lahan dapat diketahui bahwa jumlah limpasan permukaan DAS Brantas di bagian Hulu rata-rata lebih rendah dibandingkan dengan di bagian Tengah dan Hilir. Hulu Brantas yang berada di pegunungan Tengger dan di kompleks Kawi-Arjuna dan Welirang, rata-rata mempunyai jumlah limpasan permukaan yang lebih rendah, karena di wilayah tersebut masih mempunyai jenis tutupan lahan yang berhutan. Sedangkan bagian hulu subdas yang berada di lereng gunung Wilis mempunyai jumlah limpasan yang lebih besar.

Analisis limpasan permukaan dengan menggunakan data penutupan lahan menunjukkan kondisi yang buruk dengan koefisien limpasan¹ adalah 66.5% untuk

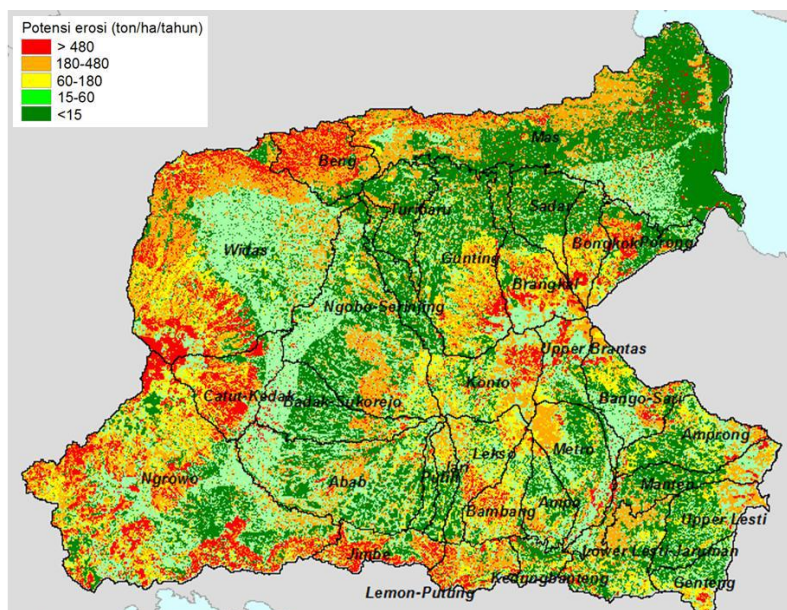
seluruh DAS Brantas. Menurut pedoman pengelolaan DAS-Kementerian Kehutanan, nilai tersebut menunjukkan kondisi limpasan yang jelek (>50%). Dari rata-rata koefisien limpasan permukaan tersebut, hanya terdapat 2 subdas yang menunjukkan kondisi sedang, yaitu subdas Manten dan Amprong yang berada di bagian hulu DAS Brantas. Nilai koefisien limpasan permukaan di kedua subdas tersebut lebih dipengaruhi oleh jenis tanahnya daripada oleh jenis penutupan lahannya. Untuk koefisien limpasan permukaan yang paling tinggi ditunjukkan oleh subdas Mas di bagian hilir.

Potensi Bahaya Erosi

Di dalam RPDAS Brantas terpadu (2011) disebut bahwa rata-rata erosi 66,24 ton/ha/tahun dimana angka tersebut berada pada batas ambang toleransi dan Indeks Erosi (IE) pada DAS Brantas adalah 4 (Jelek). Perhitungan nilai erosi yang lebih detail dalam rencana tindak dengan menggunakan data penutupan lahan tahun 2011 justru

menunjukkan nilai rata-rata erosi sebesar 194 ton/ha/tahun dengan luas area pada tingkat bahaya erosi berat dan sangat berat mencapai 33.1% dari seluruh luas wilayah DAS Brantas. Sedangkan pada tingkat bahaya erosi sedang adalah 10.6%. Gambar 1 menyajikan potensi erosi DAS Brantas.

Prosentase luasan tingkat bahaya erosi dalam analisis yang dilakukan dalam penyusunan rencana tindak ini berbeda dengan yang ada di dalam dokumen RPDAS terpadu lebih disebabkan oleh perbedaan penggunaan data penutupan lahan³. Di dalam RPDAS Brantas terpadu tahun 2011 disebutkan bahwa tingkat bahaya erosi yang perlu perhatian seluas 268.261,93 ha atau 22,57% yang tersebar paling banyak pada wilayah Brantas bagian hulu dan tengah dengan rincian Tingkat bahaya erosi ‘‘Sedang’’ sebesar 105.388,96 ha (8,87%); Tingkat bahaya erosi ‘‘Berat’’ sebesar 90.212,76 ha (7,59%) dan Tingkat bahaya erosi ‘‘Sangat Berat’’ sebesar 72.660,61 ha (6,11%).



Gambar 1. Potensi Erosi DAS Brantas
(Sumber : BP DAS Brantas tahun 2011)

KESIMPULAN DAN SARAN

Erosi Dampak erosi adalah menurunnya kemampuan lahan karena tanah bagian atas yang subur menjadi tipis bahkan hilang, sehingga produktifitas pertanian menurun (Lorenz, 2013). Penurunan produktifitas pertanian juga disebabkan adanya degradasi lahan yang pada umumnya disebabkan oleh erosi air (Dariah, et al, 2002). Jika erosi tidak segera dicarikan jalan

keluar maka erosi merupakan ancaman ketidak tercapainya program pertanian berkelanjutan (Vanwalleghem,T. et al, 2011) Program pertanian berkelanjutan (*Sustainable Agriculture*) yaitu terwujudnya kontinuitas produk pertanian tanpa menurunkan kualitas lingkungan (terjaganya kualitas tanah) yang dapat mengganggu kontinuitas produksi pertanian.

January 2007; accepted 26 January 2007

DAFTAR PUSTAKA

Akay EA, Erdas O, Reis M, Yuksel A, 2007 *Estimating sediment yield from a forest road network by using sediment prediction model and GIS techniques. Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kahramanmaras Sutcu Imam University, 46100 Kahramanmaras, Turkey Received 4 May 2006; received in revised form 17*

Alaerts. G, Santika S.S, 1984, *Standard methods for Examination of water and wastewater, 16 th edition American public health asosiasi America water work association water pollution control federation, American public health association*

Arnaez, J, T. Lasanta, P. Ruiz-Flaño, L. Ortigosa. 2007 *Factors affecting*

- runoff and erosion under simulated rainfall in Mediterranean vineyards* *Soil and Tillage Research*, Volume 93, Issue 2, April 2007, Pages 324-334
- Charmaine. M, Mchunu, Vincent, Chaplot, 2012. *Land degradation impact on soil carbon losses through water erosion and CO₂ emissions*. *Geoderma*, Volumes 177–178, May 2012, Pages 72-79
- Ducharne A, Baubion, M. Benoit, Billen et al 2007 *Long term prospective of the Seine River system: Confronting climatic and direct anthropogenic changes* *Dijurnal Science of The Total Environment* Volume 375, Issues 1–3, 1 April 2007, Pages 292–311
- Gericke. A, Venohr. M, 2012. *Improving the estimation of erosion-related suspended solid yields in mountainous, non-alpine river catchments*, *Environmental Modelling & Software*, Volume 37, November 2012, Pages 30-40
- Gyawali S, Kuaanan Techato, Chumpol Yuangyai, Charongpun Musikavong, 2013. *Assessment of Relationship between Land uses of Riparian Zone and Water Quality of River for Sustainable Development of River Basin, A Case Study of U-Tapao River Basin, Thailand*. *Procedia Environmental Sciences*, Volume 17, 2013, Pages 291-297
- Hugo. V, 2013. *Implications of land-cover types for soil erosion on semiarid mountain slopes: Towards sustainable land use in problematic landscapes*, *Acta Ecologica Sinica*, Volume 33, Issue 5, October 2013, Pages 272-281
- Pheerawat P. Mukand S. Roberto. S. Clemente. Sangam Shrestha and Nitin K T, 2013. *Simulating the impact of future land use and climate change on soil erosion and deposition in the mae Nam Nan Sub Catchment, Thailand*. *Sustainability* 5(8), 3244-3274; doi:10.3390/su5083244
- Minwer. M, Alkharabsheh, T.K. Alexandridis, G. Bilas, N. Misopolinos, N. Silleos. 2013 *Impact of Land Cover Change on Soil Erosion Hazard in Northern Jordan Using Remote Sensing and GIS*. *Procedia Environmental Sciences*, Volume 19, 2013, Pages 912-921
- Steegen A, Gerard Govers, Jeroen Nachtergaele, Ingrid Takken, Laurent Beuselinck, Jean Poesen, 2000. *Sediment export by water from an agricultural catchment in the Loam Belt of central Belgium*. *Geomorphology*, Volume 33, Issues 1–2, May 2000, Pages 25-36
- Sutikno, 2001. *Pengelolaan Potensi Sumberdaya Alam dalam Mendukung Otonomi Daerah: Makalah Dalam Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Geografi Indonesia*.
- Shih-Kai Chen, Chen-Wuing Liu, Yi-Ron Chen, 2012. *Assessing soil erosion in a terraced paddy field using experimental measurements and universal soil loss equation*. *CATENA*, Volume 95, August 2012, Pages 131-141