

ANALISIS KEKRITISAN LAHAN UNTUK PERENCANAAN REHABILITASI LAHAN DAS SOLO BAGIAN HULU

(Analyses of degraded land for rehabilitation planning in upper Solo Watershed)

Nining Wahyuningrum¹ dan Tyas Mutiara Basuki¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Jl. Jend. Ahmad Yani, Pabelan, PO Box 295, Surakarta- 57102
E-mail: nining0709@yahoo.com

Diterima: 27 Juni 2019 ; Direvisi: 22 Agustus 2019 ; Disetujui: 23 Agustus 2019

ABSTRACT

Water erosion is one of the causes of degraded land and a decrease in land productivity. Improvement of degraded land needs to detect sources of erosion and vulnerability level of the degraded land. The research was conducted to predict the vulnerability of soil erosion and distribution of degraded land in order to support the implementation programme of Land Rehabilitation and Soil Conservation. The research was conducted in upper Solo Watershed. Soil erosion was predicted using Universal Soil Loss Equation (USLE). The analysis of Land Capability Class was undertaken to determine the suitability of current land use with its capability. Analysis of critical land was based on the regulations of the Directorate General of Watershed Management and Social Forestry (BPDAS-PS) Nomor 4/V-SET/2013. The data used were DEM (Digital Elevation Model) Aster (30 m x 30 m), map of the Regional Physical Planning Program for Transmigration (RePPPProT) scale 1: 250,000, map of forest area (1: 50,000) from BPKH (Forest Zone Determination Center), land cover map from BPKH (1: 50,000), Google Earth imagery, rainfall data from 93 rain stations and field surveys. The results show that the upper Solo Watershed is dominated by land categorized as potentially degraded (54%), followed by slightly degraded (35%), while land which is classified as degraded occupied 7% of the total watershed. The dominant land capability is categorized as Vth class and limited by soil erosion (89%). Dry land agriculture areas were found at land capability VIth and VIIth which should not be utilized for agricultural activities. Implementation of agroforestry and terracing are alternatives to prevent further land degradation and to improve the current condition.

Keywords: degraded; land; planning; watershed; rehabilitation

ABSTRAK

Erosi oleh air merupakan salah satu penyebab terjadinya degradasi dan penurunan produktivitas lahan yang mengakibatkan lahan kritis. Upaya perbaikan lahan-lahan kritis perlu mendeteksi sumber-sumber penyebab erosi dan tingkat kekritisan lahan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat erosi dan distribusi lahan kritis dengan tujuan agar penerapan program Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah dapat tepat

asaran dan lahan berfungsi optimal. Penelitian dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Solo bagian hulu. Besarnya erosi tanah diprediksi dengan *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Analisis KPL (Kemampuan Penggunaan Lahan) dilakukan untuk mengetahui kesesuaian penggunaan lahan dengan kemampuannya. Analisis lahan kritis didasarkan pada peraturan Ditjen Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial (BPDAS-PS) No.4/V-SET/2013. Data yang digunakan berasal dari analisis DEM (*Digital Elevation Model*) Aster ukuran 30 m x 30 m, peta *Regional Physical Planning Program for Transmigration* (RePPPOT) skala 1: 250.000, peta kawasan hutan skala 1: 50.000 dari BPKH (Balai Penetapan Kawasan Hutan), peta penutupan lahan BPKH skala 1: 50.000, Citra *Google Earth*, data hujan dari 93 stasiun hujan dan survey lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DAS Solo bagian Hulu didominasi lahan yang potensial kritis (54%), diikuti agak kritis (35%), dan yang kritis 7%. Kemampuan Penggunaan Lahan (KPL) yang dominan adalah kelas V dengan pembatas utama erosi (89%). Dijumpai areal tegalan pada lahan dengan KPL VI dan VII yang seharusnya tidak sesuai untuk pertanian. Upaya yang dilakukan untuk tetap mempertahankan areal yang belum kritis dan memperbaiki areal yang sudah kritis adalah penerapan agroforestri dan terasering.

Kata kunci: degradasi; lahan; perencanaan; DAS; rehabilitasi

I. PENDAHULUAN

Penurunan produktivitas lahan yang terjadi di Indonesia umumnya disebabkan oleh erosi (Kurnia, Sutrisno, & Sungkawa, 2010), khususnya erosi tanah oleh air hujan terutama pada lahan pertanian tanaman pangan yang diusahakan pada lahan yang berlereng (Sutrisno & Heryani, 2013). Erosi yang dipercepat (*accelerated*) akibat aktivitas manusia menyebabkan terjadinya degradasi lahan (Thomas, Yoseph, & Thrivikramji, 2018) yang ditandai adanya penurunan kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah, berkurangnya hasil tanaman, serta hilangnya bahan organik dan unsur-unsur hara tanah yang hanyut terbawa aliran permukaan (Baker & Miller, 2013; Kurnia, *et al.*, 2010; Pham, Degener, & Kappas, 2018).

Degradasi tersebut berakibat pada penurunan fungsi lahan untuk dapat memproduksi secara lestari, dengan kata lain akan menyebabkan terjadinya lahan

kritis (Haregeweyn *et al.*, 2017; Kayet, Pathak, Chakrabarty, & Sahoo, 2018). Menurut Pratiwi (2007), lahan kritis terjadi karena pemanfaatan sumberdaya alam melebihi kapasitas produksinya tanpa diimbangi dengan rehabilitasi lahan. Pengelolaan lahan yang tidak memperhatikan konservasi tanah dan air akan mendatangkan lahan kurang produktif yang kondisinya akan terus menerus menurun sampai mencapai tingkat kritis. Erosi dan lahan kritis bukanlah masalah yang bersifat setempat namun merupakan masalah yang menyangkut DAS (Daerah Aliran Sungai) secara menyeluruh (Tadesse, Suryabaghavan, Shridar, & Legesse, 2018). Hal ini karena hasil erosi akan terangkut ke bagian hilir DAS yang menimbulkan masalah sedimentasi (Ji, Velleux, Julien, & Hwang, 2014; Paryono, Damar, Susilo, Dahuri, & Suseno, 2017; Wahyuningrum & Putra, 2018).

Lahan kritis di Indonesia menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mengalami penurunan luas tahun 2011-2013 yaitu dari 27.294.842 ha menjadi 24.303.294 ha (KLHK, 2015). Menurut KLHK (2015) di Jawa Timur lahan kritis menjadi semakin luas, sedangkan di Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) terjadi sebaliknya. Tabel 1 memperlihatkan sebaran lahan kritis dari tahun 2011-2013 di Jawa Tengah, Jawa Timur dan DIY. Lahan kritis antara lain ditandai oleh adanya erosi pada tingkat erosi sangat berat (>480 ton/ha/th), lereng sangat curam (>40%) dan penutupan lahan yang sangat buruk (<20%) (Kementerian Kehutanan, 2013).

Kecenderungan kenaikan jumlah penduduk di beberapa kabupaten yang ada di DAS Solo bagian hulu, menyiratkan akan adanya peningkatan kebutuhan sumber daya alam, seperti lahan dan air. Sumber daya tersebut jumlahnya terbatas sehingga diperlukan pengelolaan yang tepat agar penggunaannya dapat terus berkelanjutan.

Di Jawa Tengah, walaupun telah terjadi pengurangan luas areal lahan kritis, masih tersisa areal yang masih kritis tetapi diiringi kenaikan jumlah penduduk. Oleh karena itu mutlak

diperlukan upaya rehabilitasi lahan dan konservasi tanah (RLKT) pada areal yang kritis. Disamping itu juga diperlukan upaya-upaya untuk mempertahankan dan meningkatkan kondisi lahan yang masih baik produktivitasnya agar dapat berfungsi secara optimal, baik sebagai unsur produksi, media pengatur tata air, maupun sebagai unsur perlindungan alam lingkungan.

Upaya perbaikan kondisi lahan kritis melalui program RLKT akan dapat terlaksana dengan baik apabila informasi obyektif kondisi lahan sasaran rehabilitasi dapat teridentifikasi secara menyeluruh. Penyediaan data dan informasi tersebut sangat diperlukan terutama dalam menunjang formulasi strategi rehabilitasi lahan yang berdayaguna, agar dapat digunakan sebagai acuan dalam pengalokasian sumberdaya secara proporsional. Hal ini perlu dilakukan mengingat DAS merupakan sistem yang kompleks. Sumber daya yang ada di dalam DAS digunakan oleh banyak pihak dengan berbagai kepentingan. Tindakan yang dilakukan oleh salah satu pihak berdampak pada pihak yang lain, tidak hanya ditempat yang sama melainkan berdampak ke tempat-tempat yang lebih hilir.

Tabel (Table) 1. Perubahan luas lahan kritis (*The change of degraded land area*) 2011-2013

Provinsi (<i>Province</i>)	2011	2013	Perubahan (<i>Change</i>) (Ha)
Jawa Tengah	159.853	110.843	-49.010
Jawa Timur	608.913	1.221.919	613.006
DIY	33.559	26.117	-7.442

Sumber (*Source*): KLHK (2015); Kurnia *et al.* (2010)

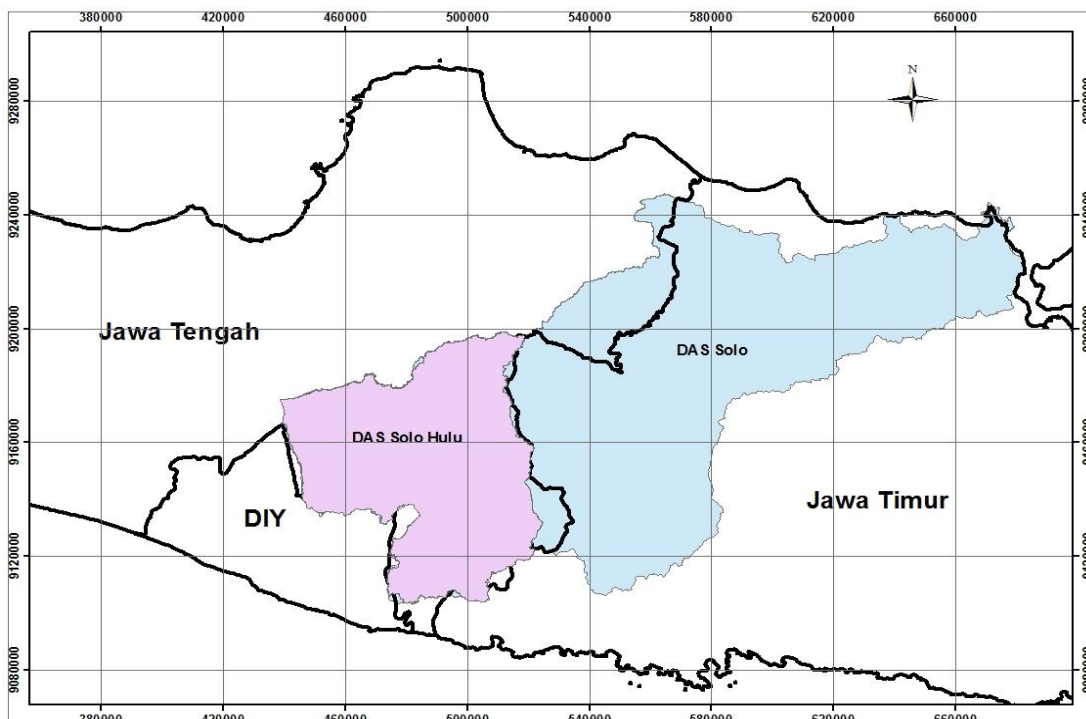
Berdasarkan permasalahan seperti yang diuraikan di atas, yakni dari sisi pemanfaatan lahan oleh berbagai pihak dan dari sisi kondisi biofisik yang bervariasi, serta agar upaya rehabilitasi lahan berhasil maka perlu diketahui sumber-sumber erosi. Informasi penyebaran tingkat erosi selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan skala prioritas areal yang akan direhabilitasi sehingga penanganannya sesuai dengan tingkat bahaya erosi dan kondisi setempat. Untuk itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat erosi dan distribusi lahan kritis di Daerah Aliran Sungai Solo Hulu agar penerapan program Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah

dapat tepat sasaran dan lahan berfungsi optimal.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian dilakukan pada Tahun 2013 di DAS Solo bagian hulu (Gambar 1). Lokasi ini dipilih karena DAS Solo termasuk pada salah satu DAS prioritas yang harus dipulihkan. Secara administratif DAS ini terbentang di 3 provinsi yaitu Provinsi Jawa Tengah, Jawa Timur dan Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Secara geografis, lokasi penelitian terletak antara $7^{\circ}14'$ - $8^{\circ}06'$ lintang Selatan dan $110^{\circ}26'$ - $111^{\circ}27'$ bujur Timur. Titik outlet DAS yang diteliti terletak di Kabupaten Ngawi.



Gambar (Figure) 1. Lokasi studi, DAS Solo bagian hulu (*Study area, upper Solo Watershed*)

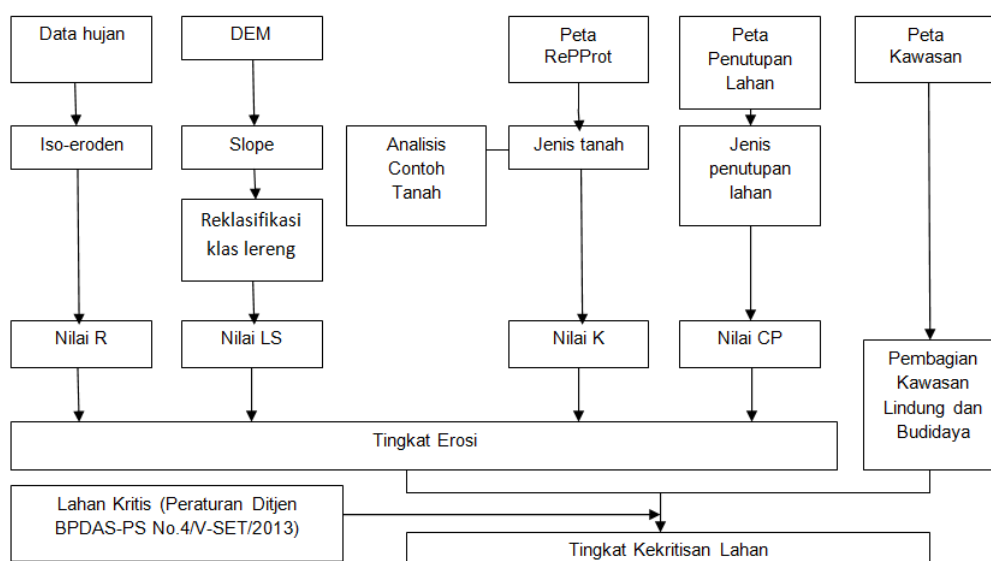
B. Bahan dan Alat

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah DEM (*Digital Elevation Model*) Aster ukuran 30 m x 30 m, peta *Regional Physical Planning Program for Transmigration* (RePPProT) skala 1: 250.000, peta kawasan hutan skala 1: 50.000 dari Balai Penetapan Kawasan Hutan (BPKH), peta penutupan lahan BPKH skala 1: 50.000, Citra *Google Earth*, data hujan dari 93 stasiun hujan yang berada di Kabupaten Boyolali, Sukoharjo, Sragen, Wonogiri, Klaten, Karanganyar, dan Ngawi yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Solo tahun 1991-2011.

C. Metode Penelitian

Penetapan lahan kritis didasarkan pada peraturan Ditjen Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial (BPDAS-PS) Nomor 4/V-SET/2013 tentang Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis (Kementerian Kehutanan, 2013). Alur analisis kekritisian lahan disajikan dalam Gambar 2.

Berdasarkan peraturan Ditjen BPDAS-PS tersebut, kriteria yang digunakan dalam penentuan lahan kritis dibedakan untuk areal yang termasuk kawasan hutan lindung, kawasan budidaya, dan kawasan lindung di luar kawasan hutan. Klasifikasi penutupan lahan dilakukan dengan menggunakan citra *Quickbird* tahun 2011 dengan digitasi pada layar (*onscreen digitizing*) dan analisis secara visual dengan menggunakan *ArcMap 9.3*. Klasifikasi didasarkan pada hasil pengecekan lapangan dan informasi yang didapat dari *Google Earth*. Kemiringan lahan diperoleh dari analisis DEM dengan menggunakan *ArcMap 9.3*. Kemiringan lahan dikelaskan menjadi kelas 0-8% (datar), 8-15% (landai), 16-25% (agak curam), 26-45% (curam) dan >45% (sangat curam) (Kementerian Kehutanan, 2013). Skala analisis yang digunakan adalah mengikuti skala peta terkecil yaitu 1: 250.000.



Gambar (Figure) 2. Alur analisis keritisan lahan (Flowchart of degraded land analyses)

Tingkat erosi merupakan salah satu parameter untuk penentuan tingkat kekritisan lahan. Menurut Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis (Kementerian Kehutanan, 2013) jumlah erosi yang dimaksud dapat diprediksi dengan menggunakan rumus *Universal Soil Loss Equation* (USLE) (Weischmeier & Smith, 1978) sebagai berikut:

$$A = R K L S C P \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan (*Remarks*):

A = Banyaknya tanah tererosi (*The amount of eroded soil*)(ton/ha/tahun)

R = Indeks erosivitas hujan (*Rainfall erosivity index*)

K = Indeks erodibilitas tanah (*Soil erodibility index*)

LS = Indeks panjang dan kemiringan lereng (*Slope length index*)

C = Indeks pengelolaan tanaman (*Plant management index*)

P = Indeks upaya konservasi tanah (*Soil conservation index*)

Indeks erosivitas hujan (R) dihitung dengan cara membuat peta iso-eroden dari 93 titik stasiun pengamatan hujan. Iso-eroden ini menghubungkan daerah-daerah yang mempunyai curah hujan dan erosivitas hujan yang sama. Erosivitas hujan (R) dihitung berdasarkan rumus Bols sebagai berikut (Asdak, 2010):

$$R_m = 2,21 \cdot P_m^{1,36} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan (*Remarks*):

R_m = Erosivitas bulanan (*Monthly erosivity*) (cm)

P_m = Curah hujan bulanan (*Monthly rainfall*) (cm)

Indeks erodibilitas tanah (K) diperoleh dari peta RePPPProT skala 1: 250.000 dengan melihat parameter jenis tanah

sesuai dengan yang digunakan Dariah *et al.*, (2004). Dari hasil analisis contoh tanah di laboratorium diperoleh data tekstur, bahan organik dan permeabilitas sebagai dasar perhitungan nilai erodibilitas tanah. Struktur tanah diukur langsung di lapangan. Untuk lokasi yang tidak diambil contoh tanahnya, erodibilitas tanah didekati dengan jenis tanah ataupun tekstur tanah (Kurnia, *et al.*, 2010). Erodibilitas dihitung dengan menggunakan rumus (Weischmeier & Smith, 1978):

$$100K = 1,292[2,1M^{1,14}(10^{-4})(12-a)+3,25(b-2)+2,5(c-3)] \dots\dots\dots(3)$$

Dalam hal ini :

$$M = (\%debu+\%pasir\ sangat\ halus)(100-\%liat) \\ = (\%dust+\% \ very\ fine\ sand)(100-\%Clay)$$

a = Bahan organik (*Organic matter*)

b = Kode struktur tanah (*Soil structure code*), dimana 1 : granular sangat halus (*very fine granular*), 2 : granular halus (*fine granular*), 3 : granular sedang sampai kasar (*medium-coarse granular*), 4 : blok, masiv (*block, masive*)

c = Kelas permeabilitas (*Permeability class*), dimana 1 : cepat (*fast*), 2 : sedang-cepat (*medium-fast*), 3 : sedang (*medium*), 4: lambat – sedang (*slow-medium*), 5 : lambat (*slow*), 6 : sangat lambat (*very slow*)

Indeks panjang dan kemiringan lereng dihitung dengan rumus (Paningbatan Jr., 2001), nilai lereng citra diambil dari DEM.

$$LS = 0,2 S^{1,33} + 0,1 \dots\dots\dots(4)$$

Dalam hal ini:

LS = Indeks panjang lereng (*Slope length index*)
S = Lereng (*Slope*) (%)

Indeks pengelolaan tanaman dan konservasi tanah digabung menjadi nilai CP yang diperoleh dari tabel CP publikasi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2012) yang digunakan untuk memprediksi erosi di

pulau Jawa dengan rumus USLE. Perhitungan erosi dan klasifikasi lahan kritis dilakukan dengan mendayagunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan perangkat lunak ArcMap 9.3. Perhitungan dilakukan dengan tumpang susun peta-peta seperti yang terlihat pada Gambar 2 tentang prosedur kerja perhitungan kekritisan lahan.

Hasil prediksi erosi selanjutnya diklasifikasikan seperti pada Tabel 2. Dari tingkat erosi dan kondisi kedalaman tanah, dapat diketahui tingkat bahaya erosi (TBE) pada lokasi yang bersangkutan dengan menggunakan klasifikasi seperti yang tertera dalam Tabel 3.

Tabel (Table) 2. Klasifikasi tingkat erosi (*Erosion classes*)

Erosi (<i>Erosion</i>) (ton/ha/th) (ton/ha/yr)	Tingkat erosi (<i>Soil erosion level</i>)
< 15	Sangat ringan (<i>Very slight</i>) (I)
15-60	Ringan (<i>Slight</i>) (II)
60-180	Sedang (<i>Moderate</i>) (III)
180-480	Berat (<i>Severe</i>) (IV)
>480	Sangat berat (<i>Very severe</i>) (V)

Sumber (*Source*) : (Kementerian Kehutanan, 2013)

Tabel (Table) 3. Klasifikasi tingkat bahaya erosi (*Vulnerability of erosion classes*)

Kedalaman Tanah (<i>soil depth</i>) (cm)	Tingkat Erosi (<i>soil erosion level</i>)				
	I	II	III	IV	V
>90	SR	R	S	B	SB
60-90	R	S	B	SB	SB
60-30	S	B	SB	SB	SB
<30	B	SB	SB	SB	SB

Sumber (*Source*): (Kementerian Kehutanan, 2013)

Keterangan (*Remarks*): SR = Sangat Ringan (*Very slight*), R = Ringan (*Slight*), S = Sedang (*Moderate*), B = Berat (*Severe*), SB = Sangat Berat (*Very severe*)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Erosi

Tanah DAS Solo bagian hulu bervariasi, ada yang termasuk kedalam ordo Inceptisols, Ultisols, Vertisols, maupun Molisols. Hasil analisis tanah di laboratorium menunjukkan contoh-contoh tanah Inceptisols yang diambil dari beberapa lokasi di Kabupaten Karanganyar seperti di Tawangmangu dan Ngunut umumnya mempunyai permeabilitas yang termasuk sangat cepat dengan kandungan bahan organik tergolong sedang. Kondisi demikian tidak terjadi pada tanah-tanah yang tergolong ordo Vertisols yang mempunyai kandungan liat tipe 2:1. Tanah-tanah yang diambil contohnya dari daerah Ngawi umumnya mempunyai kandungan liat (*clay*) yang tergolong tinggi sampai 64%.

Tekstur tanah sangat bervariasi dari yang halus (*clay, silty clay*), sedang (*clay loam, silty clay loam, loam*), sampai yang tergolong kasar seperti *sandy loam*. Penyebaran tekstur tanah juga bervariasi pada lahan yang digunakan untuk tegalan, sawah, kebun campur, hutan dijumpai tanah yang bertekstur *clay*. Hasil analisis dan pengamatan lapangan juga menunjukkan bahwa tanah-tanah di daerah vulkan seperti di Tawangmangu dan Cepogo mempunyai kandungan fraksi debu termasuk tinggi. Kedalaman solum tanah juga sangat bervariasi. Tanah Inceptisols umumnya dijumpai di Kabupaten Karanganyar dan Ultisols dengan solum yang dalam dijumpai di beberapa kecamatan di Kabupaten

Wonogiri. Tanah dengan solum dangkal dijumpai pada batas sub DAS yang terletak di Kabupaten Klaten dengan Kabupaten Gunung Kidul, selain itu juga beberapa lokasi di Kabupaten Wonogiri.

Hasil analisis DEM menunjukkan bahwa areal DAS Solo Hulu didominasi daerah datar (0-8%) yaitu sebesar 56%, diikuti areal landai (8-15%) sebesar 20%, agak curam (16-25%) sebesar 9%, curam (26-26%) seluas 10%, dan lahan dengan kemiringan lebih dari 45% hanya menempati 4% dari wilayah. Data dari peta RePPPProT menunjukkan bahwa daerah penelitian didominasi oleh sistem lahan dataran. Sistem lahan perbukitan dan pegunungan hanya terdapat di batas DAS dan di daerah pegunungan seperti Pegunungan Merapi, Merbabu, dan Lawu. Lahan dengan kemiringan yang curam tersebut umumnya digunakan untuk hutan produksi. Namun demikian, hutan produksi juga diusahakan pada daerah-daerah datar seperti di Kabupaten Ngawi dan Sragen. Untuk keseluruhan wilayah, areal yang digunakan untuk hutan produksi seluas 11%. Areal terluas digunakan untuk tegalan yang mencapai 38%, diikuti oleh sawah 33%, dan pemukiman 15% (Tabel 5). Dari 94 stasiun hujan diperoleh data erosivitas hujan terkecil adalah <400 mm dan terbesar >1.200 mm.

Hasil perkalian erosivitas hujan, erodibilitas tanah, variabel panjang dan kemiringan lereng, serta faktor CP pada setiap unit lahan menunjukkan besarnya prediksi erosi yang terjadi. Tegalan merupakan penyumbang erosi terbesar

dan juga menempati areal terluas yang menyumbang 86% dari total erosi yang terjadi (Tabel 5). Erosi berat dan sangat berat terbanyak berasal dari tegal dan diikuti oleh erosi yang berasal dari hutan produksi (4,7%). Erosi yang masih terjadi di hutan produksi dapat disebabkan oleh faktor topografi, karena lokasi hutan kebanyakan di tempat berlereng curam. Karena faktor

kemiringan lahan inilah, meskipun sudah tertutup oleh vegetasi permanen, lokasi ini dapat menyumbang erosi. Untuk memperbaiki kondisi ini maka konservasi tanah harus diaplikasikan. Selain pada lahan hutan, sawah, dan tegal juga masih mengalami erosi meskipun teras bangku dan teras gulud sudah secara luas diaplikasikan.

Tabel (Table) 5. Tingkat bahaya erosi pada tiap jenis penutupan lahan (*Erosion vulnerability classes at each cover type*).

Jenis Penutupan Lahan (<i>Land cover types</i>)	Tingkat Bahaya Erosi (<i>Erosion vulnerability classes</i>)										Jumlah (<i>Total</i>)	
	SR		R		S		B		SB			
	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%
Hutan produksi (<i>Production forest</i>)	9.472	2	9.724	2	13.745	2	10.159	2	17.345	3	60.445	10
Perkebunan (<i>Estate</i>)	994	0	374	0	2.026	0	887	0	681	0	4.961	1
Permukiman (<i>Rural Settlement</i>)	77.143	13	130	0	75	0	163	0	0	0	77.511	13
Permukiman perkotaan (<i>Urban settlement</i>)	11.656	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11.656	2
Sawah (<i>Paddy field</i>)	191.407	33	789	0	548	0	1.085	0	0	0	193.829	33
Semak/belukar (<i>Shrub/bush</i>)	2.092	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.092	0
Tanah terbuka (<i>Bare land</i>)	781	0	0	0	0	0	0	0	0	0	781	0
Tegal (<i>Dry field</i>)	140.268	24	16.672	3	1.930	0	10.577	2	53.084	9	222.531	38
Tubuh air (<i>Water body</i>)	7.071	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7.071	1
Jumlah (<i>Total</i>)	440.883	76	27.688	5	18.324	3	22.871	4	71.110	12	580.876	100

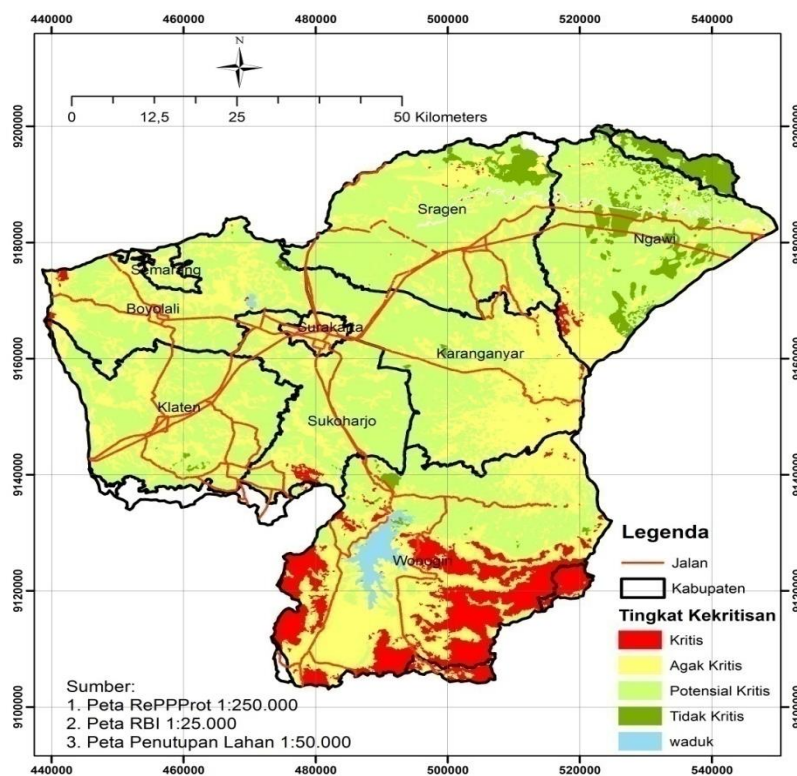
Sumber (*Source*): Analisis data (*Data analyses*) (2017)

Keterangan (*Remarks*): SR = Sangat Ringan (*Very slight*), R = Ringan (*Slight*), S = Sedang (*Moderate*), B = Berat (*Severe*), SB = Sangat Berat (*Very severe*)

B. Kekritisan Lahan

Secara keseluruhan DAS Solo bagian hulu lebih didominasi oleh lahan dengan tingkat kekritisan potensial kritis (54%) dan agak kritis (35%) (Tabel 6). Di lokasi potensial kritis dan agak kritis tersebut lebih banyak disebabkan oleh bahaya erosi pada tingkat sangat ringan (72%), sedangkan bahaya erosi pada tingkat berat dan sangat berat hanya berkontribusi 11% saja. Meskipun lahan kritis hanya seluas 7% namun demikian perlu dilakukan perlindungan pada lokasi-lokasi yang lain agar tidak berubah

menjadi kritis. Hasil analisis Basuki, Wijaya, & Wahyuningrum (2016) bahwa DAS Solo bagian hulu 55,1% area mempunyai kerentanan lahan terhadap degradasi pada tingkat sedang; 35,7% sangat rentan; 7,7% tingkat rendah; dan 1,4% sangat rendah. Distribusi tingkat kekritisan dapat dilihat pada Gambar 3. Pada Gambar 3 tersebut terlihat bahwa keseluruhan lahan kritis yang ada, kurang lebih (90%) berada di Kabupaten Wonogiri. Pada lokasi tersebut kemiringan lahan umumnya curam dengan solum tanah dangkal.



Gambar (Figure) 3. Distribusi kekritisan lahan DAS Solo bagian hulu (*Distribution of degraded land at upper Solo watershed*)

.Tabel (Table) 6. Tingkat keritisan lahan dan tingkat bahaya erosi (*Degraded land and erosion vulnerability classes*)

Tingkat Kekritisan Lahan (<i>Degraded land classes</i>)	Tingkat Bahaya Erosi (<i>Erosion vulnerability classes</i>)											
	SR		R		S		B		SB		Jumlah	
	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%
Tidak Kritis (<i>Not degraded</i>)	16.761	3	4.125	1	1.632	0	497	0	0	0	23.016	4
Potensial Kritis (<i>Potentially degraded</i>)	280.867	48	10.891	2	8.467	1	6.761	1	3.807	1	310.792	54
Agak Kritis (<i>Rather degraded</i>)	138.916	24	2.836	0	10.280	2	14.370	2	37.191	6	203.592	35
Kritis (<i>Degraded</i>)	4.324	1	472	0	2.493	0	6.061	1	30.112	5	43.461	7
Tubuh Air (<i>Water body</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
Jumlah	440.868	76	18.324	3	22.871	4	27.688	5	71.110	12	580.876	100

Sumber (Source): Analisis data (*Data analyses*) (2017)

Keterangan (Remarks): SR = Sangat Ringan (*Very slight*), R = Ringan (*Slight*), S = Sedang (*Moderate*), B = Berat (*Severe*), SB = Sangat Berat (*Very severe*)

Lahan agak kritis dan kritis kebanyakan mempunyai tingkat erosi berat dan sangat berat (Tabel 6) dan sebaliknya lahan tidak kritis dan potensial kritis lebih banyak mengalami erosi ringan dan sangat ringan. Faktor lereng sangat berpengaruh terhadap besarnya erosi ini (Price, 2011; Widiatmaka & Soeka, 2012). Selain faktor lereng, jenis penutupan lahan juga dapat menjadi pemicu adanya erosi dan degradasi lahan (Nunes, de Almeida, & Coelho, 2011; Panagos, Borrelli, Meusburger, Alewell, Lugato, & Montanarella, 2015).

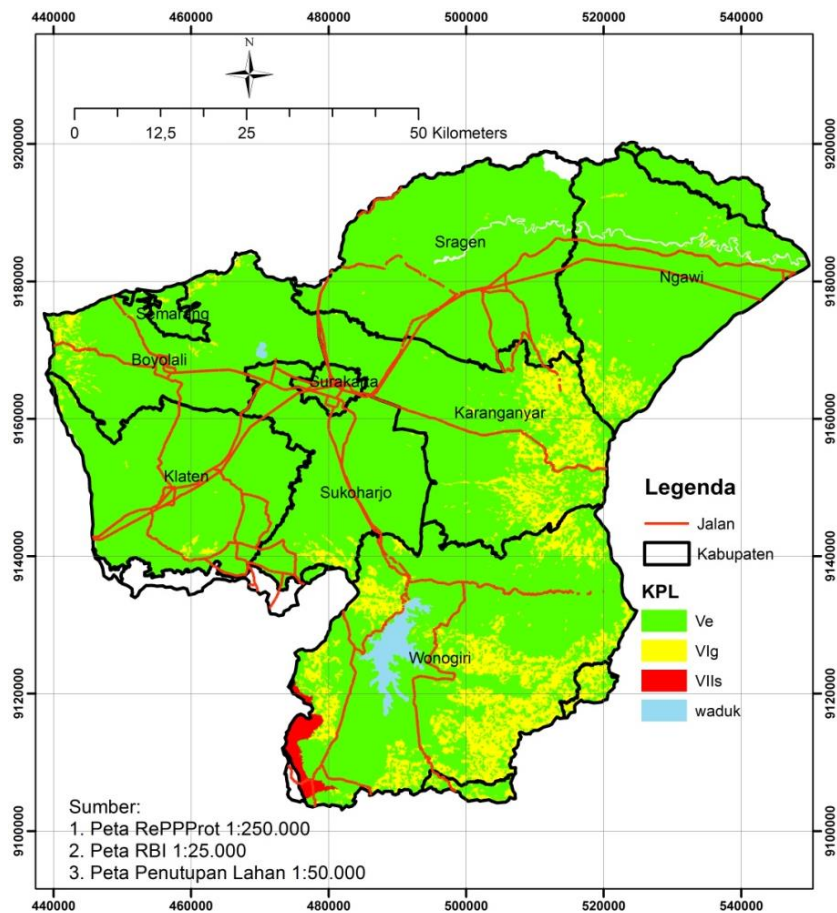
Kekritisan lahan dapat terjadi karena penggunaan lahan yang melebihi kapasitasnya (Wahyuningrum & Basuki,

2014; Wahyuningrum & Savitri, 2015). Dari analisis kelas KPL yang dilakukan oleh Basuki, *et al.* (2016) terlihat bahwa penggunaan lahan tegal, sawah, dan semak belukar masih dijumpai pada kelas KPL VI dan VII. Pada KPL VI seharusnya hanya digunakan untuk agroforestri yang mengkombinasikan tanaman semusim dengan tanaman tahunan serta hutan. Kelas VII hanya sesuai untuk tanaman tahunan saja. Distribusi kelas KPL dapat dilihat pada Gambar 4. Dari Gambar 3 dan Gambar 4 tersebut terlihat bahwa sebagian besar lahan dengan kondisi kritis mempunyai kelas KPL VIg dan VIIs. Kelas pembatas e (erosi) dan g (kemiringan lahan) menunjukkan bahwa kondisi kemiringan

lahan yang menyebabkan erosi menjadi pembatas untuk jenis penggunaan lahan tertentu dalam hal ini adalah tegal dan sawah. Selain itu, lahan dengan potensial kritis dan agak kritis juga terdapat pada kelas KPL VIg dan VIIs ini. Pemulihan dan perlindungan lahan semestinya diprioritaskan di lokasi-lokasi ini yaitu di Kabupaten Wonogiri, Karanganyar dan Ngawi.

Penggunaan lahan merupakan faktor antropogenik yang bisa dikendalikan oleh manusia dalam kaitannya dengan pengendalian erosi dan degradasi lahan. Pemilihan jenis penggunaan dapat disesuaikan dengan

kondisi lahan dalam hal ini adalah kelas KPL. Untuk perlindungan dan perbaikan kondisi lahan di DAS Solo bagian hulu ini terutama adalah menyesuaikan penggunaan lahan tegal dan sawah yang terletak pada kelas KPL VIg dan VIIs (Gambar 4). Karena umumnya lahan-lahan tersebut merupakan milik masyarakat maka kompromi-kompromi harus dilakukan, terutama untuk menyeimbangkan antara tuntutan ekonomi dan konservasi. Pendapatan pemilik lahan harus tetap terpenuhi demikian dengan kepentingan konservasi sehingga kelestarian produktivitas lahan dapat terjamin.



Gambar (Figure) 4. Distribusi kelas KPL di DAS Solo bagian hulu (*Land capability class distribution at upper Solo Watershed*) (Basuki, et al., 2016)

Agroforestri merupakan salah satu alternatif yang bisa dipilih untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Agroforestri merupakan salah satu alternatif bentuk penggunaan lahan yang terdiri dari campuran pepohonan, semak dengan atau tanpa tanaman semusim dan ternak dalam satu bidang lahan. Agroforestri merupakan salah satu bentuk pengelolaan lahan yang dapat berfungsi menyerupai hutan dalam pengendalian erosi (Noordwijk *et al.*, 2004) karena selain berfungsi produksi juga memiliki fungsi lindung (Diniyati, Achmad, & Santoso, 2013; Premono & Lestari, 2013). Di dalam agroforestri terdapat unsur penutupan tajuk yang berstratifikasi. Stratifikasi tajuk ini dapat memberikan perlindungan bertingkat terhadap energi kinetik hujan (Asdak, 2010).

Secara ekonomi agroforestri juga menguntungkan, seperti hasil penelitian Diniyati, *et al.* (2013) yang menggunakan 3 (tiga) kombinasi, yaitu (1) tanaman Sengon, perkebunan, buah dan tanaman bawah (kapulaga); (2) tanaman Sengon, perkebunan, buah, tanaman bawah (kapulaga), dan tanaman pangan (singkong); (3) tanaman Sengon, buah, dan tanaman bawah (kapulaga). Pengembangan hutan rakyat dengan sistem agroforestri tersebut secara finansial layak bila mempunyai luasan antara 0,26-0,50 ha dan 0,16-0,25 ha, namun bila kepemilikan lahan kurang dari itu maka jenis tanaman harus lebih bervariasi (Diniyati *et al.* 2013).

Pada lahan hutan yang terjal dimana tidak memungkinkan pembuatan teras bangku maka dapat dibuat teras gulud. Teras gulud merupakan salah satu teknik KTA mekanik yang efektif dalam mengendalikan erosi pada lahan kering berlereng curam. Teras akan terbentuk karena adanya barisan guludan yang ditanami rumput penguat teras yang dapat menahan partikel tanah yang hanyut karena terbawa aliran permukaan. Teras gulud yang diperkuat dengan strip rumput vetiver dapat menurunkan erosi tanah dari 52,6 ton/ha menjadi 8,80 ton/ha atau efektivitasnya mencapai hampir 400% (Xu Xu, G., Lu, K., Li, Z., Li, P., Wang, T., & Yang, Y., 2015). Selain mengurangi kecepatan aliran permukaan, pembuatan teras tersebut juga akan meningkatkan karbon organik tanah (Xu *et al.*, 2015).

Pada lahan hutan dapat dilakukan penutupan lahan dengan mulsa. Hasil penelitian Pratiwi & Narendra (2012) menunjukkan bahwa mulsa vertikal dapat mengendalikan erosi dan aliran permukaan pada hutan Mahoni di Jawa Barat. Teknik mulsa vertikal ini memanfaatkan limbah organik, baik yang berasal dari serasah gulma, cabang, ranting, batang maupun daun-daun bekas tebangan atau pembersihan lahan. Bahan-bahan ini dimasukkan ke dalam saluran atau alur yang dibuat sejajar kontur pada bidang tanah yang diusahakan. Menurut Irawan & Nurida (2014), mulsa yang dikombinasikan dengan strip rumput dan barisan

tanaman *Gliricidia* sp. mampu mengurangi erosi sebesar 74,1-74,4% pada lahan kering berlereng 10-20%.

Untuk menangkap sedimen dan menghambat kecepatan aliran permukaan dapat dibuat rorak. Menurut Pratiwi & Salim (2013) rorak ini mampu mengendalikan kehilangan unsur hara, mengurangi laju erosi dan aliran permukaan. Pada lahan tegal dengan bidang olah yang terbatas dapat diterapkan kombinasi teknik pengolahan lahan dengan mulsa. Teknik ini selain tidak mengurangi bidang olah juga efektif mengendalikan erosi. Liu, Liu, Y., Gao, M., Wu, W., Tanveer, S. K., Wen, X., & Liao, Y (2013) mendapatkan bahwa kombinasi mulsa dengan teknik pengolahan lahan dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kapasitas penyimpanan air oleh tanah (*water holding capacity*). Teknik tersebut adalah dengan mengolah lapisan tanah bawah (*sub soil*) dikombinasi dengan mulsa jerami dan teknik tanpa olah lahan dikombinasi dengan mulsa. Pemberian mulsa juga dapat mengontrol erosi di dalam kawasan hutan terutama di jalan-jalan inspeksi (Foltz, 2012).

IV. KESIMPULAN

Secara umum DAS Solo bagian hulu hanya sedikit sekali yang dalam kondisi kritis, sebagian besar pada kondisi potensial kritis 54% dan agak kritis 35%. Namun demikian kondisi kritis tersebut sebagian besar berada di Kabupaten Wonogiri. Kondisi tersebut umumnya terjadi karena penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kelas kemampuannya. Oleh sebab itu maka

prioritas perbaikan dan perlindungan harus dilakukan di lokasi-lokasi tersebut agar tidak menjadi kritis. Pemilihan jenis penggunaan lahan yang sesuai merupakan salah satu jalan yang dapat dilakukan selain dengan menggunakan beberapa teknik konservasi tanah. Agroforestri merupakan salah satu jenis kompromi yang dapat memenuhi tujuan perlindungan dan tujuan ekonomi. Mengingat variasi kondisi biofisik dan sosial yang sangat besar yang ada di DAS Solo hulu, maka ke depan perlu dilakukan penelitian kesesuaian jenis yang digunakan untuk rehabilitasi yang disesuaikan dengan kondisi setempat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan kepada BPPTPDAS Solo, Badan Litbang dan Inovasi LHK atas dukungan biaya penelitian, Sudarso dan Wahyu Wisnu Wijaya yang sudah membantu dalam pengumpulan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (Ed.). (2010). *Hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Baker, T. J., & Miller, S. N. (2013). Using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) to assess land use impact on water resources in an East African watershed. *Journal of Hydrology* 486, 100-111.
- Basuki, T. M., Wijaya, W. W., & Wahyuningrum, N. (2016). Spatial distribution of land susceptibility to degradation and recommendation for its

- improvement: a case study in the upper Solo Sub-Watershed. *Journal of Degraded and Mining Land Management*, 4(1), 671-674.
- Dariah, A., Subagyo, H., Tafakresnanto, C., & Marwanto, S. (2004). Kepekaan tanah terhadap erosi konservasi tanah pada lahan kering berlereng. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Diniyati, D., Achmad, B., & Santoso, H. B. (2013). Analisis finansial agroforestry sengon di Kabupaten Ciamis (Studi kasus di Desa Ciomas Kecamatan Panjalu). *Jurnal Penelitian Agroforestry*, 1(1), 13-30.
- Foltz, R. B. (2012). A comparison of Three erosion control mulches on decommissioned forest road corridors in the northern Rocky Mountains, United States. *Journal of Soil & Water Conservation*, 6 (6), 536-544.
- Haregeweyn, N., Tsunekawa, A., Poesen, J., Tsubo, M., Meshesha, D. T., Ayele Almaw Fenta, A.A. et al. (2017). Comprehensive assessment of soil erosion risk for better land use planning in river basins: Case study of the Upper Blue Nile River. *Science of the Total Environment* 574, 95–108
- Irawan, & Nurida, N. L. (2014). Valuasi ekonomi aplikasi teknik konservasi tanah. In F. Agus, D. Subardja & Y. Soelaeman (Eds.), *Konservasi tanah menghadapi perubahan iklim*. Jakarta: IAARD Press, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Ji, U., Velleux, M., Julien, P. Y., & Hwang, M. (2014). Risk assessment of watershed erosion at Naesung Stream, South Korea. *Journal of Environmental Management* 136, 16-26.
- Kayet, N, Pathak, K., Chakrabarty, A., & Sahoo, S. (2018). Evaluation of soil loss estimation using the RUSLE model and SCS-CN method in hillslope mining areas. *International Soil and Water Conservation Research* 6, 31–42
- Kementerian Kehutanan. (2013). *Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor P. 4/V-SET/2013, Petunjuk Teknis Penyusunan data Spasial Lahan Kritis*.
- KLHK. (2015). *Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2014*. Jakarta: Pusat Data dan Informasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2012). *Java erosion model – USLE 30m, Application of the Universal Soil Loss Equation*. Jakarta.
- Kurnia, U., Sutrisno, N., & Sungkawa, I. (2010). Perkembangan lahan kritis. In K. Suradisastra, S. M. Pasaribu, B. Sayaka, A. Dariah, I. Las, Haryono & E. Pasandaran (Eds.), *Membalik Kecenderungan degradasi sumber daya lahan dan air* (pp. 143-160). Bogor: IPB Press.
- Liu, Y., Gao, M., Wu, W., Tanveer, S. K., Wen, X., & Liao, Y. (2013). The

- effects of conservation tillage practices on the soil water-holding capacity of a non-irrigated apple orchard in the Loess Plateau, China. *Soil and Tillage Research*, 130, 7-12.
- Noordwijk, M. v., Agus, F., Suprayogo, D., Hairiah, K., Pasya, G., Verbist, B., *et al.* (2004). Peranan agroforestri dalam mempertahankan fungsi hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS). *Agrivita*, 26 (1), 1-8.
- Nunes, A.D., de Almeida, A.C., & Coelho, C.O.A. (2010). Impacts of landuse and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. *Applied Geography*, 31, 687-699
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., & Montanarella, L. (2015). Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. *Land Use Policy*, 48, 38-50
- Paryono, Damar, A., Susilo, S.B., Dahuri, R. and Suseno, H. (2017). Sedimentasi di delta Sungai Citarum, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi. *Jurnal Penelitian Pengelolaan DAS*, 1(1), 15-26
- Pham, T.G., Degener, J., & Kappas, M. (2018). Integrated Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A Sap basin: Central Vietnam. *International Soil and Water Conservation Researc* 6, 99–110
- Pratiwi. (2007). Laju aliran permukaan dan erosi di berbagai hutan tanaman dan beberapa alternatif upaya perbaikannya. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, IV (3), 267-277.
- Pratiwi, & Narendra, B. H. (2012). Pengaruh Penerapan teknik konsevasi tanah terhadap pertumbuhan pertanaman Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) di Hutan Penelitian Carita, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9 (2), 139-150.
- Pratiwi, & Salim, A. G. (2013). Aplikasi teknik konservasi tanah dengan sistem rorak pada tanaman Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) di KHDTK Carita, Banten *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 10 (3), 273-382.
- Premono, B. T., & Lestari, S. (2013). Analisis finansial agroforest Kayu Bawang (*Dysoxylum Mollissimum* Blume) dan kebutuhan lahan minimum di Provinsi Bengkulu. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 10 (4), 211-223.
- Price, K. (2011). Effects of Watershed topography, soils, land use, and climate on baseflow hydrology in humid regions: A Review. *Progress in Physical Geography*, 35, No 4, 465-492.
- Sutrisno, N., & Heryani, N. (2013). Teknologi konservasi tanah dan air untuk mencegah degradasi lahan pertanian berlereng. *Jurnal Litbang Pertanian*, 32 (3), 122-130.
- Tadesse, L., Suryabhadgavan, K.V., Sridhar, G., & Legesse, G. (2017). Land use and land cover changes and soil erosion in Yezat Watershed, North Western

- Ethiopia. *International Soil and Water Conservation Research* 5, 85–94
- Thomas, J., Joseph, S., & Thrivikramji, K.P. (2018). Assessment of soil erosion in a tropical mountain river basin of the southern Western Ghats, India using RUSLE and GIS. *Geoscience Frontiers* 9, 893-906
- Wahyuningrum, N., & Basuki, T. M. (2014). Evaluasi kemampuan penggunaan lahan bersolum dangkal. *Forest Rehabilitation Journal*, 2 (1), 1-15.
- Wahyuningrum, N., & Putra., P.B. 2018. Evaluasi lahan untuk menilai kinerja Sub Daerah Aliran Sungai Rawakawuk. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* 2(1): 1-16
- Wahyuningrum, N., & Savitri, E. (2015). Evaluasi daya dukung lahan daerah aliran sungai untuk menentukan arah pembangunan wilayah yang berkelanjutan. Paper presented at the Seminar Nasional Geografi UMS 2015 Peran Geograf dan Peneliti dalam Menghasilkan Penelitian dan Pengabdian yang Berdayaguna Bagi Masyarakat, Surakarta.
- Weischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses; A Guide to Conservation Planning. *Agriculture Handbook*, 537, 1-59.
- Widiatmaka, & Soeka, B. D. G. (2012). Distribusi spasial besaran erosi untuk perencanaan penggunaan lahan lestasi: Studi kasus Unit Pemukiman Transmigrasi (UPT) Rantau Pandan SP-1, Provinsi Jambi. *Globe* 14 (1), 60-69.
- Xu, G., Lu, K., Li, Z., Li, P., Wang, T., & Yang, Y. (2015). Impact of soil and water conservation on soil organic carbon content in a catchment of the middle Han River, China. *Environ Earth Sci*, Vol. 74, 6503-6510.

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong.