

## **DAMPAK KETIDAKSESUAIAN JENIS PENUTUPAN LAHAN DENGAN KELAS KEMAMPUAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP EROSI**

### *The Impact of Unsuitability between Land Cover Type and Land Suitability Classes on Erosion*

**Nining Wahyuningrum<sup>1</sup>, Putu Sudira<sup>2</sup>, Haryono Supriyo<sup>3</sup>, Sambas Sabarnurdin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Pasca Sarjana Program Studi Ilmu Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta <sup>2</sup> Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta <sup>3</sup> Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

### **ABSTRACT**

*Land is a natural resource with a limited number so that the utilization of this resource should consider its ability to be able to produce sustainably. Inappropriate use may result in land degradation as indicated by the amount of erosion. This study aims to (1) evaluate the land use capability (LUC) classes and their conformity with the actual land use, (2) determine the impact of mismatches between the LUC classes and actual land use on erosion. Study was conducted in Tapan and Ngunut I Sub-Sub-watershed, Karanganyar District, Central Java. Universal Soil Loss Equation (USLE) was used to predict the potential erosion on the area while modified FAO method was used to analyze LUC. The results showed that the percentage of disagreement between LUC class and with actual land use in Tapan was 23% while in Ngunut was only 0.02%. The percentages of those disagreements have no effect on the magnitude of the annual erosion. Annual erosion in Tapan (15.12 tonnes / ha) is still smaller than in Ngunut I (25.63 tonnes / ha). Composition of land cover types and land management affect the amount of erosion. Cultivation of crops at dry land and land tillage during growing season in accordance with the rainy season has great contribution on erosion.*

**Keywords :** *Unsustainability, land covers, LUC, erosion*

### **PENDAHULUAN**

Lahan merupakan sumberdaya alam yang ketersediannya sangat terbatas. Pertambahan jumlah penduduk dan kebutuhan pangan menyebabkan meningkatnya eksploitasi sumberdaya lahan secara intensif. Pemanfaatan lahan yang tidak memerhatikan aspek konservasi tanah menyebabkan kualitas lahan akan cenderung semakin menurun. Oleh sebab itu perencanaan penggunaan lahan sangat diperlukan, sehingga lahan dapat dimanfaatkan secara optimal dan lestari. Selain itu lahan merupakan sumberdaya alam yang sangat penting untuk pengembangan usaha pertanian. Seiring dengan pertambahan penduduk maka kebutuhan lahan pertanian akan meningkat pula. Namun demikian, ketersediaan lahan yang sesuai untuk kegiatan pertanian juga semakin berkurang akibat

konversi lahan pertanian menjadi lahan pemukiman, seperti halnya yang terjadi di Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah.

Luas wilayah Kabupaten Karanganyar adalah 77.378,64 ha, yang terdiri dari luas tanah sawah 22.465,11 ha dan luas tanah kering 54.912,53 ha. Tanah sawah terdiri dari irigasi teknis 12.922,74 ha, non teknis 7.586,76 ha, dan tidak berpengairan 1.955,61 ha. Sementara itu luas tanah untuk pekarangan/bangunan 21.197,69 ha. Sawah di Kabupaten Karanganyar pada tahun 2010 mengalami penyusutan sekitar 9,8 ha dari tahun sebelumnya. Sedangkan untuk luas tanah kering mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya yakni sebesar 9,8 ha dan peningkatan penggunaan lahan untuk pekarangan/ bangunan naik sebesar 25,72 ha (Anonymous, 2010). Perubahan penggunaan lahan ini berpotensi memberi dampak negatif bagi lahan. Menurut Munibah dkk. (2010), perubahan penggunaan lahan terutama dari hutan menjadi tanaman tahunan dan semak belukar serta dari tanaman tahunan menjadi tanaman pangan lahan kering cenderung meningkatkan erosi tanah. Selain itu proses erosi yang berkepanjangan dapat menurunkan produktivitas lahan yang ditunjukkan oleh menurunnya hasil pertanian (Okoba dan Sterk, 2006).

Dari aspek pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) terutama dalam pengelolaan lahan, perubahan penggunaan lahan ini perlu dievaluasi apakah berpotensi menimbulkan dampak penurunan kualitas lahan yang diindikasikan oleh besarnya erosi. Evaluasi lahan perlu dilakukan terutama untuk mengevaluasi kesesuaian penggunaan lahan aktual dengan tingkat/kelas kemampuannya.

Evaluasi lahan dapat dilakukan dengan analisis klasifikasi Kemampuan Penggunaan Lahan (KPL) (*Land Use Capability Classification*) metode FAO (FAO, 1976). Metode ini telah dipergunakan secara luas di berbagai negara dengan berbagai penyesuaian (Beek, 1978; Wahyuningrum dkk., 2003; Gool dkk., 2005; Ahmed dkk., 2010; Beles, 2012; Murphy dkk., 2012).

Tujuan studi ini adalah (1) melakukan evaluasi lahan dengan menentukan kelas KPL serta melihat kesesuaiannya dengan penggunaan lahan aktual, (2) mengetahui dampak ketidak sesuaian antara kelas KPL dengan penggunaan lahan aktual terhadap erosi.

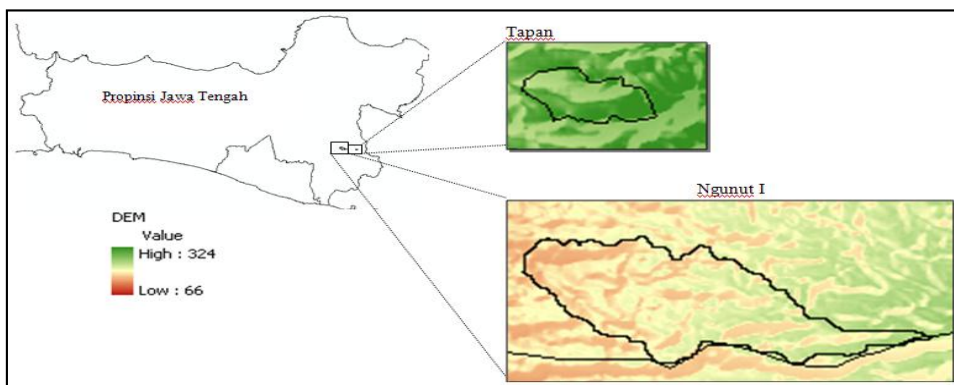
## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilakukan di 2 Sub-sub DAS yaitu Tapan dan Ngunut I. Kedua Sub-sub DAS ini bermuara di Sub DAS Samin yang akhirnya bergabung ke DAS Bengawan Solo. Lokasi ini dipilih karena mewakili DAS dengan kondisi topografi yang kontras yaitu

dominasi kelas lereng relatif landai (Ngunut I) dan relatif tinggi (Tapan). Deskripsi dan lokasi masing-masing sub-sub DAS dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Deskripsi lokasi penelitian

No	DAS	Letak ( <i>Position</i> )		Formasi Geologi	Luas (ha)
		Geografis	Administratif		
1	Tapan	7°40'30,41"-7°41'1,16" LS 110°6'1,82"-111°7'2,68" BT	Ds. Sepanjang Kec. Tawangmangu Kab. Karanganyar	Vulkan Lawu	146
2	Ngunut I	7°39'31,22"-7°40'30,2" LS 110°59'2,07"-111°1'0,85" BT	Ds. Ngunut Kec. Jumantono Kab. Karanganyar	Vulkan Lawu	761



Gambar 1. Lokasi penelitian

Bahan dan peralatan yang digunakan adalah: (1) SPAS (Stasiun Pengamatan Arus Sungai), (2) ARR (*Automatic Rainfall Recorder*), (3) GPS (*Global Positioning System*), (4) Peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) skala 1:25.000, (5) Peta tanah 1:50.000, (6) DEM (*Digital Elevation Model*) Aster 30 m x 30 m, (7) Citra *Quickbird* tahun 2011, (8) *Softwarwer*: ArcMap 9.3, MAPDAS V2.0, *Google-earth-4.2.0196-Beta*, *GE\_jpg-extractor* dan *GEsticher*, MSOffice: Excel, Word

Data yang diperlukan dikumpulkan dengan cara:

- a. Pengumpulan data curah hujan bulanan tahun 2011 melalui stasiun hujan pada masing-masing SPAS yaitu SPAS Tapan dan Ngunut I dan stasiun hujan kecamatan-kecamatan yang ada di sekitarnya.
- b. Pengumpulan data lahan: jenis tanah, jenis penutupan lahan, tekstur dan struktur tanah, kelerengan dan jenis konservasi tanah melalui survey lapangan berdasar peta-peta yang tersedia.

- c. Pengambilan sampel tanah pada beberapa jenis penutupan lahan, analisis tekstur tanah 3 fraksi.

Data yang terkumpul, masing-masing dianalisis dengan cara:

- a. Klasifikasi penutupan lahan dilakukan dengan menggunakan citra *Quickbird* tahun 2011 secara *onscreen digitizing* dan analisis secara visual dengan menggunakan ArcMap 9.3. Klasifikasi didasarkan pada hasil pengecekan lapangan dan informasi yang didapat dari *Google Earth*.
- b. Kelerengan lahan diperoleh dari analisis DEM dengan menggunakan ArcMap 9.3. Lereng dikelaskan menjadi kelas 0-8%, 8-15%, 15-25%, 25-45% dan > 45%
- c. Tingkat erosi, diprediksi dengan menggunakan rumus *Univerasl Soil Loss Equation* (USLE) yang dikemukakan oleh Weischmeier dan Smith (1978) adalah sebagai berikut:

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

Keterangan :

A = Banyaknya tanah tererosi (ton/ha/tahun)

R = Indeks erosivitas hujan

K = Indeks erodibilitas tanah

LS = Indeks panjang dan kemiringan lereng

C = Indeks pengelolaan tanaman

P = Indeks upaya konservasi tanah

- d. Erosivitas hujan dihitung berdasarkan rumus Bols *dalam* Asdak (1995) sebagai berikut:

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

Keterangan :

$R_m$  = Erosivitas hujan bulanan

$P_m$  = Curah hujan bulanan (cm)

- e. Indeks panjang dan kemiringan lereng dihitung dengan rumus Paningbatan, Jr (2001) dalam Herawati (2010) :

$$LS = 0,2 S^{1,33} + 0,1 \quad (3)$$

Keterangan :

LS = indeks panjang lereng

S = lereng (%)

f. Nilai K dihitung dengan rumus Erodibilitas: (Weischmeier dan Smith, 1978)

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

(4) Keterangan :

M = (%debu+%pasir sangat halus)(100-% clay)

a = bahan organik

b = kode struktur tanah, dimana 1 : granular sangat halus, 2 : granular halus,

3 : granular sedang sampai kasar, 4 : blok, masif

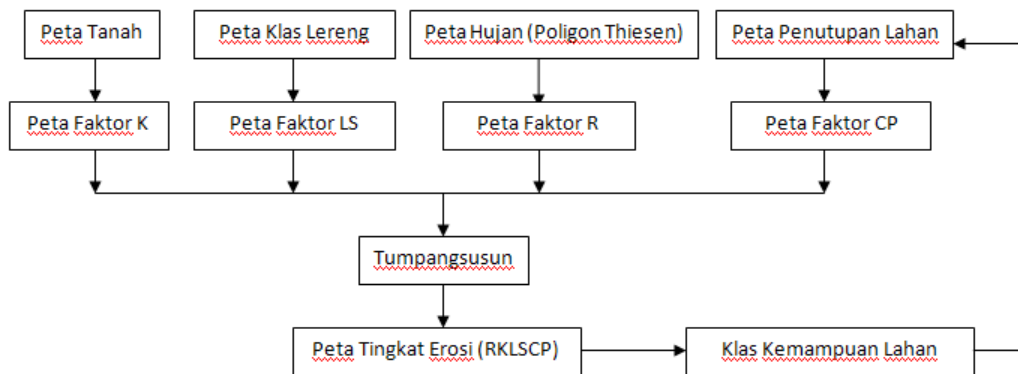
c = kelas permeabilitas, dimana 1 : cepat, 2 : sedang-cepat, 3 : sedang,

4 : lambat – sedang, 5 : lambat, 6 : sangat lambat

g. Nilai pengelolaan tanaman C dan tindakan konservasi tanah (P) yang digunakan Lembaga Penelitian Tanah *dalam* (Munibah dkk., 2010).

h. Kelas KPL ditentukan berdasar tabel kriteria KPL(Wahyuningrum dkk., 2003).

i. Analisis erosi dan kelas KPL dilakukan untuk setiap unit lahan yang terbentuk dari tumpang susun peta-peta dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Tahapan analisis secara skematis dijelaskan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Prosedur perhitungan erosi dan evaluasi KPL

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis DEM menunjukkan bahwa Sub DAS Tapan lebih didominasi oleh lereng-lereng terjal bila dibandingkan dengan Sub DAS Ngunut I (Tabel 2).

Tabel 2. Distribusi kelas lereng pada lokasi penelitian

Kelas Lereng (%)	Ngunut I		Tapan	
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
0-8	435,00	57,10	4,14	2,83
8-15	295,94	38,85	13,74	9,41
15-25	30,67	4,03	34,94	23,92
25-45	0,18	0,02	69,06	47,28
>45	0,00	0,00	24,19	16,56
Jumlah	761,80	100,00	146,06	100,00

Dari aspek penutupan lahan, dibandingkan dengan Sub DAS Ngunut I, Sub DAS Tapan lebih banyak didominasi oleh hutan dan kebun campur (51 % dan 27%) (Tabel 3).

Menurut Wahyuningrum dkk.(2003), secara umum kelas I-IV adalah kelas KPL suatu bentang lahan yang sesuai untuk digunakan untuk sawah, tegalan atau tumpang sari, kelas V untuk tegalan atau tumpang sari dengan tindakan konservasi tanah, kelas VI untuk hutan produksi, kelas VII untuk hutan produksi terbatas dan kelas VIII untuk hutan lindung. Adapun e (erosi), w (drainase), s (tanah), c (iklim) dan g (kelerengan) adalah merupakan faktor penghambat yang ada dalam suatu kelas.

Tabel 3. Distribusi jenis penutupan lahan pada lokasi penelitian

Jenis penutupan lahan	Ngunut I		Tapan	
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
Hutan	0,00	0,00	74,59	51,07
Kebun campur	206,88	27,16	40,32	27,60
Pemukiman	185,87	24,40	11,58	7,93
Sawah	101,94	13,38	0,45	0,31
Semak	0,00	0,00	0,42	0,29
Tegalan	267,12	35,06	8,30	5,69
Tegalan/Sawah	0,00	0,00	10,41	7,13
Jumlah	761,80	100,00	146,06	100,00

Evaluasi KPL memperlihatkan bahwa ada beberapa jenis penutupan lahan yang tidak sesuai dengan kelas KPL nya. Di Sub DAS Tapan 23% lahan dengan kelas VIg yang seharusnya diperuntukkan hutan produksi digunakan untuk kebun campur, pemukiman, tegalan dan tegalan/sawah dan 2,84 % kelas VIIg yang seharusnya diperuntukkan sebagai hutan produksi terbatas digunakan sebagai kebun campur dan pemukiman (Tabel 4). Sedangkan di Sub DAS Ngunut I hanya terdapat ketidaksesuaian penggunaan lahan sebesar 0,02% yaitu kelas VIg yang seharusnya diperuntukkan sebagai hutan produksi digunakan sebagai kebun campur (Tabel 5).

Tabel 4. Kelas KPL Sub DAS Tapan

Jenis penutupan lahan	Kelas Kemampuan Penggunaan Lahan									
	Vw		Vs		VIg		VIIg		Jumlah	
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
Hutan			21,30	14,58	34,07	23,33	19,22	13,16	74,59	51,07
Kebun campuran			18,47	12,65	19,81	13,56	2,04	1,39	40,32	27,60
Pemukiman	0,02	0,01	2,72	1,86	6,76	4,63	2,08	1,42	11,58	7,93
Sawah			0,45	0,31					0,45	0,31
Semak			0,42	0,29					0,42	0,29
Tegal	0,82	0,56	3,42	2,34	4,06	2,78			8,30	5,69
Tegal/Sawah	0,92	0,63	5,10	3,49	4,35	2,98	0,03	0,02	10,41	7,13
Jumlah	1,77	1,21	51,87	35,51	69,06	47,28	23,36	15,99	146,06	100,00

Tabel 5. Kelas KPL Sub DAS Ngunut I

Jenis penutupan lahan	Kelas Kemampuan Penggunaan Lahan											
	IIIc		IIIg		IVs		IVg		VIg		Jumlah	
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
Kebun campuran					194,93	25,59	11,77	1,55	0,18	0,02	206,88	27,16
Pemukiman	118,09	15,50	61,13	8,02			6,65	0,87			185,87	24,40
Sawah					99,61	13,07	2,34	0,31			101,94	13,38
Tegal					257,20	33,76	9,92	1,30			267,12	35,06
Jumlah	118,09	15,50	61,13	8,02	551,73	72,42	30,67	4,03	0,18	0,02	761,80	100,00

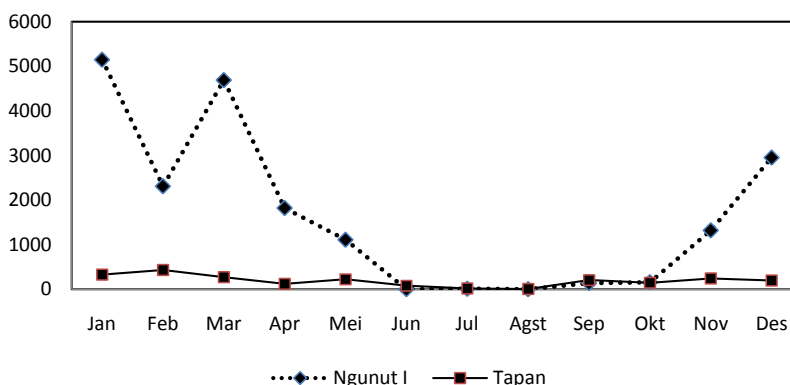
Ketidaksesuaian antara penutupan lahan aktual dan kelas KPL ini tidak berdampak pada besarnya erosi total. Di Sub DAS Ngunut I, selama tahun 2011 terjadi erosi sebesar 25,63 ton/ha. Nilai erosi ini lebih besar dari pada yang terjadi di Sub DAS Tapan yaitu 15,59 ton/ha. Hal ini disebabkan oleh penutupan lahan di Sub DAS Ngunut I lebih kurang 62% didominasi oleh tanaman yang menyebabkan erosi pada tingkat berat dan sangat berat sedangkan di Sub DAS Tapan lebih didominasi oleh tanaman yang menyebabkan erosi pada tingkat sangat ringan (Tabel 6). Menurut Anonymous (1995) erosi dikategorikan sebagai sangat berat bila lebih dari 480 ton/ha/th, berat, sedang, ringan masing-masing bila 180-480 ton/ha/th, 60-180 ton/ha/th dan 15-60 ton/ha/th. Di Ngunut I erosi terjadi pada musim-musim penghujan yang terjadi pada bulan Januari-Mei dan November-Desember (Gambar 3). Pada bulan-bulan ini terdapat kegiatan pengolahan lahan untuk pertanian tanaman semusim. Hal ini dapat menjadi penyebab mengapa erosi di Sub

DAS Ngunut I lebih besar dari pada di Sub DAS Tapan. Selain itu vegetasi permanen di Sub DAS Ngunut

I lebih sempit bila dibandingkan dengan vegetasi permanen di Sub DAS Tapan (Tabel 3). Hanya 27 % area Sub DAS Ngunut I yang ditumbuhi oleh vegetasi permanen sedangkan di Sub DAS Tapan 78%.

Tabel 6. Tingkat bahaya erosi pada daerah penelitian

Tingkat Erosi	Ngunut I		Tapan	
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
Sangat Ringan (SR)	128,87	16,91	114,06	78,09
Ringan (R)	47,43	6,23	0,73	0,50
Sedang (S)	101,46	13,32	31,28	21,42
Berat (B)	295,04	38,73		
Sangat Berat (SB)	188,97	24,81		
Jumlah	761,77	100,00	146,06	100,00



Gambar 3. Erosi bulanan (ton) pada tahun 2011 pada daerah penelitian

Di Sub DAS Ngunut I erosi berat dan sangat berat lebih banyak terjadi di tegal, yaitu sebesar 58% dan sisanya terjadi di pemukiman dan kebun campur (Tabel 7). Hal ini bisa terjadi karena teras-teras bangku yang ada di Ngunut I banyak yang dibiarkan terbuka tanpa diberi penguat teras. Teras-teras ini berpotensi untuk mengalami penggerusan yang berdampak pada besarnya erosi. Hal inilah yang menyebabkan mengapa erosi di Sub DAS Ngunut I (25,63 ton/ha/th) lebih besar dari pada erosi di Sub DAS Tapan (15,59 ton/ha/th) meskipun di Sub DAS Ngunut I lebih banyak penggunaan lahan yang sejalan dengan kelas KPLnya.





(a)

(b)

Gambar 4. Kondisi teras di lahan tegal yang ditanamai singkong (a) dan tebu (b) di Ngunut I

Tabel 7. Distribusi tingkat erosi pada masing-masing jenis penutupan lahan di Ngunut I

Penutupan lahan	Tingkat Erosi									
	SR		R		S		B		SB	
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
Kebun campuran	7,14	5,54	12,20	25,72	41,95	41,35	67,25	22,79	78,33	41,45
Pemukiman	0,55	0,43	7,13	15,03	11,03	10,87	56,52	19,16	110,64	58,55
Sawah	101,91	79,08								
Tegal	19,27	14,95	28,10	59,25	48,48	47,78	171,27	58,05		
Jumlah	128,87	100,00	47,43	100,00	101,46	100,00	295,04	100,00	188,97	100,00

Tabel 8. Distribusi tingkat erosi pada masing-masing jenis penutupan lahan di Tapan

Penutupan lahan	Tingkat Erosi					
	SR		R		S	
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
Hutan		74,59	65,39			
Kebun campuran		16,79	14,72			23,52 75,20
Pemukiman		3,09	2,71		0,73 99,55	7,76 24,81
Sawah		0,45	0,39			
Semak		0,42	0,37			
Tegal		8,30	7,28			
Tegal/Sawah		10,41	9,13			
Jumlah		114,06	100,00		0,73 99,55	31,28 100,00

Hasil analisis dalam penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuningrum dan Wardojo (2008) di Sub DAS Tajum dan Kawung, Kabupaten Banyumas. Dalam penelitiannya Wahyuningrum dan Wardojo (2008) menemukan bahwa pada Sub DAS Tajum Hulu 39 % dan Kawung 10% luasannya digunakan tidak sesuai

dengan kelasnya yang berakibat pada adanya perbedaan kekeruhan air dan konsentrasi sedimen yang mengindikasikan adanya perbedaan besarnya erosi dan sedimentasi pada kedua sub DAS tersebut. Konsentrasi sedimen di Tajum Hulu relatif lebih tinggi daripada konsentrasi di Kawung.

Perbedaan hasil analisis ini bisa diakibatkan oleh adanya perbedaan komposisi jenis penutupan lahan. Bila dilihat dari aspek penutupan lahan, dibandingkan dengan Tapan, Tajum Hulu hanya mempunyai 60% penutupan vegetasi permanen yang berupa hutan pinus, hutan jati dan kebun campur. Demikian pula dengan penutupan lahan di Kawung yang 60% persennya didominasi oleh hutan lindung, hutan pinus dan kebun campur, sedangkan di Ngunut I hanya 27% yang tertutup vegetasi permanen.

Pembatas KPL yang utama di Sub DAS Tapan dan Ngunut I adalah  $g$  (gradien) atau kelerengan, dengan demikian untuk dapat menanggulangi dampak dari ketidak sinkronan ini perlu dilakukan pembuatan teras untuk mengurangi kemiringan lahan karena di Tapan dan Ngunut I ketebalan solum rata-rata masih tebal yaitu  $> 90$  cm. Selain itu pembuatan sekat-sekat juga dapat dilakukan untuk mengurangi kecepatan aliran air yang berpotensi memecah dan membawa partikel tanah. Sekat-sekat tanaman dapat efektif mengendalikan aliran permukaan dan erosi. Strip/sekat rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dan vetiver (*Vetivera zizanoides*) efektif mengendalikan aliran permukaan dan erosi (Donie dan Sudradjat, 1996; Prakosa dan Priyono, 1996).

### KESIMPULAN

1. Di Sub DAS Tapan terdapat ketidak sesuaian kelas KPL dengan penggunaan aktualnya sebesar 23%, sedangkan di Ngunut I hanya terdapat ketidaksesuaian sebesar 0,02%. Besarnya persentase ketidak sesuaian antara KPL dan jenis penggunaan lahan aktual tersebut tidak berpengaruh pada besarnya erosi tahunan. Erosi tahunan di Tapan (15,59 ton/ha) masih lebih kecil daripada di Ngunut I (25,63 ton/ha).
2. Komposisi jenis penutupan lahan dan pengolahan lahan berpengaruh terhadap besarnya erosi. Tegal yang ditanami tanaman semusim dan diolah selama musim tanam yang bertepatan dengan musim penghujan berkontribusi memberikan erosi yang besar.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Diucapkan terimakasih kepada Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPTKPDAS) Solo yang telah memberikan fasilitas dan biaya kegiatan penelitian, para peneliti dan teknisi BPTKP DAS: Tyas Mutiara Basuki, Gunarja Tjakrawangsa, Sudarso, Aris Budiono, Eko Priyanto dan Farika Dian Nuralexia yang telah membantu pelaksanaan kegiatan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, A.S., Kebede, F. dan Haile, M., 2010, Land Capability Classification and Growing Period for Guila Abena Watershed in Sessie Tseda Emba District in Eastern Tigray, Ethiopia Nature and Science, 8, 237-243.

Anonymous, 1995, Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai. Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Jeneberang-Walanae Makassar, Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, Direktorat Jenderal

Anonymous, 2010, Karanganyar dalam Angka 2010. In: Karanganyar, B.P.S.K. (Ed.), Karanganyar, pp. 1-279.

Asdak, C. (Ed), 1995, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Beek, K.J., 1978, Land Evaluation for Agricultural Development. International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI, Wageningen, The Netherlands.

Beles, T., 2012, No 61: Land Capability Classification Manual for the SWC Purpose WME, Bahir Dar

Donie, S. dan Sudradjat, R., 1996, Vetiver Grass as Erosion and Land Productivity Control, Jurnal Pengelolaan DAS, Volume II No, 3.

FAO, 1976, A Framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin FAO and Agriculture Organization of the United Nations Rome.

Gool, D.v., Tille, P. dan Moore, G., 2005, Land Evaluation Standards for Land Resource Mapping. Resource Management Technical Report 298. Departement of Agriculture Government of Western Australia, State of Western Australia.

Herawati, T., 2010, Analisis Spasial Tingkat Bahaya Erosi di Wilayah DAS Cisadane Kabupaten Bogor, *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, VII 413-424.

Munibah, K., Sitorus, S.R.P., Rustiadi, E., Gandasasmita, K. dan Hartrisari, 2010, Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Erosi di DAS Cidanau, Banten, *Jurnal Tanah dan Iklim*, 32, 55-69.

Murphy, B., Atkinson, G., Bowman, G., Emery, K., Gray, J., Lucas, S., Milford, H., Morand, D., Murphy, C., Murrell, A., Taylor, S. dan Thomas., D., 2012, *The Land and Soil Capability Assessment Scheme, A General Rural Land Evaluation System for New South Wales* Office of Environment and Heritage, Department of Premier and Cabinet NSW Sydney.

Okoba, B.O. dan Sterk, G., 2006, Quantification of Visual Soil Erosion Indicators in Gikuuri Catchment in the Central Highlands of Kenya, *Geoderma*, 134, 34-47.

Prakosa, D. dan Priyono, C.N.S., 1996, Pengaruh Sekat Rumput dan Tanaman Legume terhadap Pengendalian Erosi dan Perubahan Sifat Tanam pada Lahan Bekas Letusan Gunung Berapi, *Jurnal Pengelolaan DAS*, Volume I No.3.

Wahyuningrum, N., Priyono, C.N.S., Wardojo, Harjadi, B., Savitri, E., Sudimin dan Sudirman, 2003, Pedoman Teknis Klasifikasi Kemampuan dan Penggunaan Lahan, *Info DAS*, 15, 1-103, Badan Litbang Kehutanan, Puslit PHKA.

Wahyuningrum, N. dan Wardojo, 2008, Analisis Kemampuan Lahan di Sub DAS Tajum. Seminar Nasional Hasil Penelitian "Teknologi, Sosial Ekonomi dan Kelembagaan Sebagai Basis Pengelolaan DAS". Balai Penelitian Kehutanan Solo, Pusat Litbang Hutan Konservasi Alam, Purwokerto, pp. 49-64.

Weischmeier, W.H. dan Smith, D.D., 1978, Predicting Rainfall Erosion Losses; A Guide to Conservation Planning. In: *Agriculture*, U.S.D.o. (Ed.), *Agriculture Handbook*. Science and Education Administration.