

DAMPAK KEPARIWISATAAN TERHADAP EROSI DI KAWASAN WISATA KALIURANG

SOFIUDIN NURMANSYAH¹, AMBAR KUSUMANDARI^{2*}, KAHARUDIN²

¹Alumni Fakultas Kehutanan UGM Angkatan 1998.

²Jurusan Konservasi Sumber Daya Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta

ABSTRACT

The Tourism is one alternative of non timber based forest managements however, tourism activities will impact on the tourist areas, both biophysically and socially. The purpose of this research was to study the factors influencing soil erosion rate in tourist area, and to examine the effect of tourist characteristics, e.g. visiting characteristics and tourist activities on erosion rate.

The erosion prediction was carried out at tourist areas including Hutan Alam (Natural Forest), Taman Bermain Anak (Play Ground), Taman Wisata Alam (Natural Tourist Park), and Kali Kuning Camping Ground. The Universal Soil Loss Equation (USLE) model was applied. Correlation analysis was used to analyze the correlation between factors influencing soil erosion rate (rainfall erosivity, soil erodibility, slopes, vegetation and conservation practices) and erosion.

The research resulted that tourism significantly impacted on erosion at Play Ground, Natural Tourist Park 1, and Kali Kuning Camping Ground, except at Natural Tourist Park 2. The correlation analysis showed that all of the factors influencing soil erosion rate positively affected erosion. The results also showed that the tourist characteristics which influence erosion rate were tourists' visiting characteristics and their activities.

Key words: tourism, tourist activities, erosion, impacts.

*Penulis untuk korespondensi. Email: ambar_kusumandari@yahoo.com

PENDAHULUAN

Kepariwisata alam merupakan suatu kegiatan yang bermodalkan kondisi dan kualitas alam. Kualitas alam yang bagus merupakan atraksi alam yang pada umumnya memiliki kerentanan tinggi terhadap perubahan, sehingga dalam pengelolaannya harus dilaksanakan dengan hati-hati.

Kaliurang merupakan daerah tujuan wisata (DTW) yang sangat menarik untuk dikunjungi, baik oleh wisatawan nusantara maupun wisatawan mancanegara. Lokasi-lokasi yang sering dikunjungi di antaranya Gua Jepang, Taman Wisata, *Camping Ground* dan Taman Bermain Anak. Secara umum

daya tarik yang ada pada kawasan Wisata Kaliurang adalah kondisi iklim yang sejuk, udara segar, serta keadaan alamnya yang indah.

Meningkatnya pengunjung dari waktu ke waktu akan menimbulkan dampak terhadap biofisik maupun terhadap sosial budaya masyarakat sekitar. Dampak biofisik yang ditimbulkan akibat adanya kegiatan kepariwisataan di antaranya adalah semakin berkurangnya vegetasi penutup tanah, terjadinya pemadatan tanah yang akan berakibat pada berkurangnya kemampuan infiltrasi sehingga aliran permukaan tanah (*run off*) dan erosi akan meningkat.

Erosi merupakan suatu proses dilepaskan dan diangkutnya tanah dan unsur-unsur hara oleh agen erosi dalam hal ini adalah air. Menurut Arsyad (1989), erosi akan berdampak pada tempat kejadian erosi (*in-site*) dan di luar tempat kejadian erosi (*off-site*). Dampak *in-site* dalam hal ini akan menurunkan kesuburan tanah, mengurangi kemampuan infiltrasi karena pori-pori tanah tertutup oleh butir-butir tanah halus dan dapat menimbulkan tanah-tanah kritis sehingga kondisi dan kualitas alam pada kawasan Wisata Kaliurang dapat menurun, yang akan berpengaruh pada jumlah wisatawan yang berkunjung. Dampak *off-site* dapat berupa polusi sedimen hasil pengendapan dari aliran permukaan yang akan berakibat pada pendangkalan sungai, air menjadi keruh, kualitas air akan menurun, peningkatan aliran permukaan dan dengan konsentrasi sedimen yang tinggi akan mengganggu kehidupan biotis di sungai (Sarief, 1985).

Menurut Mathieson dan Wall dalam Kusumandari (1995a) disebutkan bahwa aktivitas wisatawan akan memberikan dampak terhadap tanah berupa pemadatan tanah. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kusumandari (1995a) menunjukkan bahwa kegiatan kepariwisataan alam menimbulkan dampak terhadap tanah, yaitu adanya beda nyata pada berat jenis tanah (BJ), berat volume tanah (BV), porositas dan infiltrasi jika dibandingkan dengan hutan alam yang bertindak sebagai kontrol.

Penelitian ini dilaksanakan untuk: 1) mempelajari dampak kepariwisataan terhadap erosi pada masing-masing obyek wisata, 2) mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi erosi dan 3) mengetahui karakteristik pengunjung (sifat kedatangan dan aktivitas wisatawan) yang berpengaruh terhadap erosi pada Kawasan Wisata Kaliurang.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Wisata Kaliurang Kabupaten Sleman, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Wilayah penelitian meliputi: Hutan Alam, Taman Wisata (Taman Wisata 1 dan Taman Wisata 2), *Camping Ground* Kali Kuning dan Taman Bermain Anak.

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi: Data curah hujan bulanan, Data jumlah pengunjung per tahun. Adapun beberapa peta yang diperlukan meliputi: Peta rupa bumi skala 1:25.000, Peta penggunaan lahan skala 1 : 10.000, Peta kelas kemiringan lereng skala 1:50.000 dan Peta unit lahan skala 1 : 50.000. Untuk kepentingan analisis tanah diperlukan sampel tanah (*disturbed and undisturbed*). Selanjutnya, alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Tabung silinder (*soil ring sample*), Kaliper, dan Pisau kecil. Untuk analisis tanah di laboratorium, yaitu analisis tekstur digunakan alat-alat berupa: Dapur pengering, Tabung sedimentasi, Timbangan analitis, Saringan, ukuran 50 mm, Corong Buchmer, Kertas saring Whatman, Cawan penguap, Pemanas air, Gelas arloji, Kuas, Pipet 25 ml, Kompresor, Mesin pengayak *Fritsch analysette*, Saringan bernomor 40, 50, 70, 100, 140, 200 dari ASTM testing Sieves. Pereaksi yang digunakan meliputi: H₂O₂ 30%, HCl 2 N, dan Na₄P₂O₇ 0,12 N.

Untuk analisis Bahan Organik diperlukan alat-alat berupa: Labu takar 30 ml, Pipet 10 ml dan 5 ml, Gelas ukur 10 ml, Labu Erlenmeyer 50 ml, Botol pemancar air, Buret, Neraca analitis. Pereaksi yang diperlukan mencakup: K₂Cr₂O₇ 1 N, H₂SO₄ pekat, H₃PO₄ 85 %, Indikator diphenilamine, FeSO₄ 1 N, dan aquadest.

Jalannya penelitian

Untuk menentukan besarnya erosi yang terjadi digunakan persamaan *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978), yaitu :

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Keterangan :

- a. A adalah perkiraan tanah yang tererosi (ton/ha/th)
- b. R adalah faktor erosivitas hujan atau faktor curah hujan dan aliran permukaan, yaitu jumlah satuan indeks erosi hujan, yang merupakan perkalian antara energi hujan total (E) dengan intensitas hujan maksimum 30 menit (I_{30}), satuan erosivitas hujan adalah MJ·cm/ha·jam/th.
- c. K adalah faktor erodibilitas (kepekaan) tanah, yaitu laju erosi per indeks erosi hujan (R) untuk suatu tanah yang didapat dari petak percobaan standar, yaitu petak percobaan yang panjangnya 22 meter (72,6 kaki) dengan kelerengan 9 % tanpa tanaman, satuan erodibilitas tanah adalah ton·ha·jam/ha·MJ·cm.
- d. L adalah faktor panjang lereng, yaitu nisbah antara besarnya erosi pada tanah dengan suatu panjang lereng tertentu terhadap erosi pada tanah dengan panjang lereng 22 meter (72,6 kaki) dalam keadaan yang identik.
- e. S adalah faktor kemiringan lereng, yaitu nisbah antara besarnya erosi yang terjadi pada suatu tanah dengan kemiringan lereng tertentu, terhadap besarnya erosi pada tanah dengan lereng 9% dalam keadaan yang identik.
- f. C adalah faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman, yaitu nisbah antara besarnya erosi pada suatu areal dengan vegetasi penutup dan pengelolaan tanaman tertentu terhadap besarnya erosi pada tanah yang identik tanpa tanaman.

- g. P adalah faktor tindakan khusus konservasi tanah, yaitu nisbah antara besarnya erosi pada tanah yang diberi perlakuan tindakan konservasi khusus seperti pengolahan tanah menurut kontur, penanaman dalam strip atau teras terhadap besarnya erosi pada tanah yang diolah searah lereng dalam keadaan yang identik.

Dari nilai tingkat erosi yang dihasilkan, dilakukan analisis hasil penelitian dengan menggunakan *Uji T*, setiap unit lahan penelitian dibandingkan dengan unit lahan hutan alam yang bertindak sebagai kontrol. Penetapan hutan alam sebagai kontrol karena kondisi hutan alam dapat dianggap masih baik dan belum banyak mendapat gangguan dari aktifitas manusia termasuk wisatawan. Oleh karena itu erosi yang terjadi di hutan alam dianggap sebagai erosi yang masih diperbolehkan.

Menurut Arsyad (1989) penetapan batas erosi yang masih diperbolehkan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Nilai } T = BV \cdot 10 \cdot \text{Rata-rata pembentukan tanah}$$

Keterangan :

$$\text{Nilai } T = \text{Batas toleransi erosi (ton/ha/th)}$$

$$BV = \text{Berat volume (g/ml)}$$

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hardjowigeno (1987) dalam Arsyad (1989) nilai T maksimum atau rata-rata pembentukan tanah di Indonesia adalah 2,5 mm per tahun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

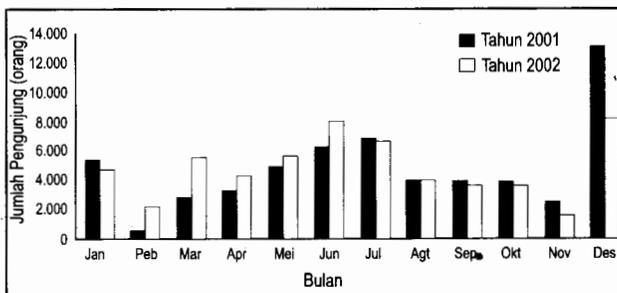
Karakteristik pengunjung pada lokasi penelitian

1. Hutan alam

Tidak terdapat kegiatan aktivitas wisatawan, karena pada lokasi ini merupakan kawasan lindung yang terdapat pada petak 4.

2. Taman bermain anak

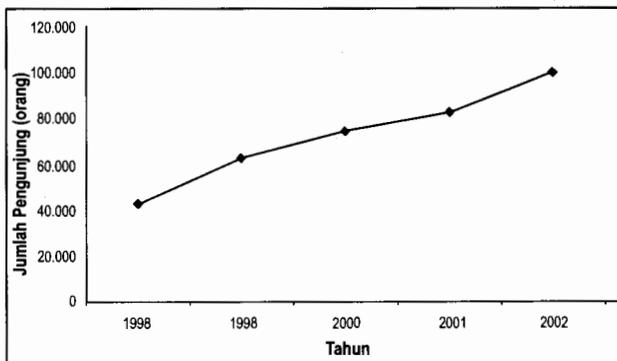
Merupakan areal bermain anak yang dikelola oleh P.D. Anindia, fasilitas yang tersedia merupakan fasilitas untuk bermain anak-anak, seperti kolam renang, ayunan, luncuran, arena mobil-mobilan dan berbagai mainan anak-anak lainnya. Kegiatan wisata yang dilakukan antara lain duduk-duduk santai bersama keluarga/ rombongan, dan berlari-lari. Kisaran jumlah pengunjung pada tahun 2001 dan 2002 tersaji dalam Gambar 1.



Gambar 1. Grafik jumlah pengunjung taman bermain anak pada tahun 2001-2002

3. Taman wisata

Merupakan kawasan yang diperuntukkan sebagai tempat wisata. Aktivitas wisatawan pada lokasi ini dapat berupa duduk-duduk, bermain-main, ayunan, dan jalan mengelilingi kawasan untuk menikmati pemandangan yang ada. Dari tahun ke tahun terjadi peningkatan jumlah pengunjung seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Jumlah Pengunjung Taman Wisata Tahun 1998-2002

4. *Camping ground* Kali Kuning

Merupakan areal perkemahan yang berada di sepanjang aliran Kali Kuning (Petak 6). Jumlah pengunjung pada areal ini tidak dapat terekam dengan pasti karena kebanyakan yang melakukan aktivitas *camping* pada lokasi ini tidak melakukan izin terlebih dahulu. Pada umumnya pengunjung berkemah pada hari Sabtu atau Minggu dan pada hari-hari libur sekolah.

Erosi yang diperbolehkan

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Kusumandari (1995a) rata-rata berat volume (BV) untuk hutan alam pada kawasan hutan Kaliurang adalah 1,4058 g/ml, sehingga dapat diperoleh besar erosi yang diperbolehkan (Nilai T) untuk hutan alam pada kawasan hutan Kaliurang adalah:

$$\begin{aligned} \text{Nilai T} &= 1,4058 \text{ g/ml} \cdot 10 \cdot 2,5 \text{ mm/th} \\ &= 35,145 \text{ ton/ha/th} \end{aligned}$$

Nilai T sebesar 35,145 ton/ha/th ini merupakan batas toleransi erosi maksimum yang masih diperbolehkan di Kawasan Wisata Kaliurang. Menurut Thomson (1957) dalam Arsyad (1989) batas erosi yang masih dapat dibiarkan dipengaruhi oleh kedalaman tanah, permeabilitas lapisan bawah dan kondisi stratum. Sementara itu Arsyad (1989) mengemukakan bahwa penetapan batas erosi yang masih diperbolehkan harus memperhatikan faktor-faktor seperti kedalaman tanah, ciri-ciri fisik tanah dan sifat-sifat tanah lainnya yang mempengaruhi perkembangan akar, pencegahan terbentuknya erosi parit, penyusutan kandungan bahan organik, kehilangan unsur hara dan masalah-masalah yang ditimbulkan oleh sedimen di lapangan.

Erosi

Perhitungan erosi yang terjadi di Kawasan Taman Wisata Kaliurang dilaksanakan pada 5 unit lahan

Tabel 1. Faktor-faktor yang mempengaruhi erosi, erosi rata-rata, luas dan jumlah pengunjung lokasi penelitian

No	Penggunaan Lahan	Faktor yang mempengaruhi erosi					Erosi (Ton/ha/th)			Luas (Ha)	Jumlah Pengunjung (Orang)
		R		K	LS	CP	2001	2002	Rata-rata		
		2000	2001								
1	Hutan Alam, Kelerengan 15-35%	3.186,66	2.169,8	0,287	4,25	0,001	4,111	2,644	3,378	57,75	a)
2	Taman Bermain Anak, Kelerengan 5-15%	3.186,66	2.169,8	0,240	1,20	0,320	293,682	199,682	246,826	2,50	57.493 b)
3	Taman Wisata 1, Kelerengan 5-15%	3.186,66	2.169,8	0,267	1,20	0,320	326,314	222,188	274,251	1,70	72.322 c)
4	Taman Wisata 2, Kelerengan >50%	3.186,66	2.169,8	0,113	12	0,001	4,334	2,951	3,643	20,10	d)
5	Camping Ground, Kali Kuning Kelerengan 35-50%	3.186,66	2.169,8	0,107	9,50	0,320	1.033,270	703,594	868,432	13,30	e)

Keterangan: a) Tidak terdapat pengunjung, b) Data rata-rata tahun 2001 dan 2002, c) Data rata-rata tahun 1998 s.d 2002, d) Sebagian dari pengunjung Taman Wisata 1, e) Data pengunjung tidak terekam oleh pihak pengelola

penelitian. Hasil yang diperoleh diuraikan dalam Tabel 1.

Faktor-faktor yang mempengaruhi erosi

Berdasarkan perhitungan erosi yang terjadi pada Kawasan Wisata Kaliurang dapat diketahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap erosi pada tahun 2001 dan tahun 2002. Untuk mengetahui faktor-faktor tersebut dilakukan analisis korelasi dengan menggunakan program SPSS (*Statistical Progame Social Science*). Hasil analisis korelasi diuraikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nilai korelasi faktor-faktor yang mempengaruhi erosi di kawasan wisata Kaliurang tahun 2001 dan 2002

No	Faktor yang Mempengaruhi Erosi	Nilai Korelasi (r)	
		2001	2002
1	Erosivitas (R)	1,000	1,000
2	Erodibilitas (K)	0,075	0,071
3	Kemiringan Lereng (LS)	0,074	0,074
4	Vegetasi dan Tindakan Konservasi Tanah (CP)	0,367	0,343

Perhitungan nilai korelasi (r) untuk masing-masing faktor yang mempengaruhi erosi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana faktor-faktor tersebut mempengaruhi erosi yang terjadi di Kawasan Wisata Kaliurang, karena hasil penelitian yang dilakukan di Sub DAS Citarik menunjukkan bahwa terdapat faktor yang tidak berpengaruh nyata terhadap erosi, yaitu panjang lereng (Kusumandari, 1995b).

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa semua faktor-faktor yang dianalisis mempengaruhi erosi secara

nyata. Hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi (r) yang positif. Berikut ini diuraikan pengaruh masing-masing faktor terhadap erosi.

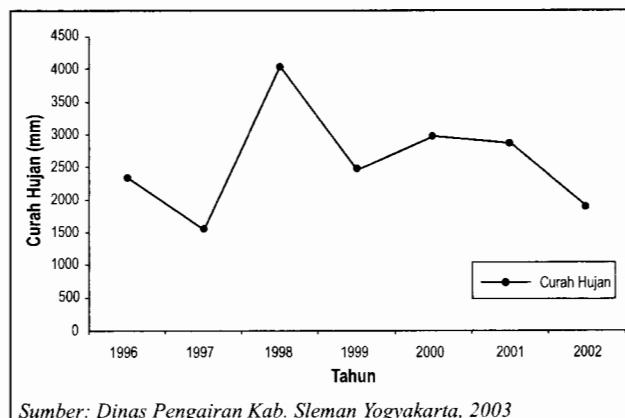
Erosivitas hujan (R)

Kemampuan hujan untuk menimbulkan erosi disebut sebagai erosivitas hujan (R). Erosivitas hujan merupakan fungsi sifat hujan seperti jumlah atau curah hujan, lama hujan, intensitas hujan, ukuran butir hujan dan kecepatan jatuh butir hujan (Seta, 1987). Rata-rata curah hujan di Kawasan Wisata Kaliurang selama 7 tahun terakhir adalah 2.585 mm/th. Tabel 3 menunjukkan erosivitas hujan (R) tahun 2001-2002 dan grafik curah hujan selama 7 tahun berturut-turut.

Tabel 3. Erosivitas Hujan Kawasan Wisata Kaliurang, 2001-2002

No	Bulan	Erosivitas Hujan	
		2001	2002
1	Januari	261,13	536,56
2	Pebruari	319,24	451,28
3	Maret	319,69	93,69
4	April	700,67	228,76
5	Mei	38,11	416,62
6	Juni	97,28	0,00
7	Juli	7,22	0,00
8	Agustus	0,00	0,00
9	September	0,00	0,00
10	Oktober	590,17	12,39
11	Nopember	682,62	118,99
12	Desember	170,54	311,51
	Jumlah	3.186,66	2.169,80

Hasil analisis menunjukkan bahwa curah hujan berkorelasi positif terhadap erosivitas, dengan nilai korelasi sebesar 0,943, yang berarti curah hujan



Gambar 3. Grafik curah hujan kawasan wisata Kaliurang Th. 1996-2002

berkorelasi positif dan erat terhadap erosivitas. Sedangkan pengaruh erosivitas hujan terhadap erosi di Kawasan Wisata Kaliurang selama tahun 2001 dan 2002 adalah sama dengan 1. Ini berarti bahwa hubungan antara erosivitas hujan dengan erosi adalah positif dan erat, dalam arti erosivitas hujan mempengaruhi secara nyata erosi yang terjadi.

Erodibilitas tanah (K)

Tipe tanah yang ada di Kawasan Wisata Kaliurang adalah Regosol, yaitu jenis tanah muda yang berasal dari letusan Gunung Merapi dengan struktur tanah yang belum terbentuk (Enryd, 1998). Tekstur tanah Kawasan Wisata Kaliurang sangat bervariasi mulai dari pasir, pasir geluhan, geluh dan geluh pasiran. Pada semua unit lahan penelitian mengandung prosentase lempung antara 0,04 % sampai dengan 18,33 % dengan rata-rata 8,71 %. Menurut Evans (1980) dalam Kusumandari (1995b), jenis tanah yang memiliki kandungan lempung antara 9 - 30 % adalah jenis tanah paling rentan terhadap erosi. Jadi dapat disimpulkan bahwa tanah yang ada di kawasan Kaliurang relatif kurang rentan terhadap erosi.

Persentase bahan organik pada Kawasan Wisata Kaliurang rata-rata adalah 3,05 %. Selain berfungsi sebagai sumber unsur hara, bahan organik juga berfungsi untuk membentuk agregat tanah dan

stabilitas tanah yang mencerminkan ketahanan tanah terhadap erosi (Darmawijaya, 1990).

Untuk mengetahui pengaruh erodibilitas tanah terhadap erosi di Kawasan Wisata Kaliurang dilakukan analisis korelasi selama dua tahun berturut-turut, yaitu tahun 2001 dan tahun 2002, hasil menunjukkan bahwa nilai korelasi erodibilitas tanah (K) terhadap erosi untuk tahun 2001 sama dengan 0,075 dan 0,071 untuk tahun 2002.

Kemiringan lereng (LS)

Sifat lereng yang mempengaruhi energi penyebab erosi adalah kemiringan (*slope*), panjang lereng (*length*) dan bentuk lereng (Utomo, 1987). Namun dalam perhitungan erosi dengan metode USLE hanya faktor panjang lereng dan kemiringan lereng yang dipertimbangkan (Hardjowigeno, 1987). Kawasan Wisata Kaliurang pada umumnya memiliki keadaan lapangan mulai dari landai sampai berjurang yang berada di lereng bagian selatan Gunung Merapi (Anonim, 2000).

Menurut Morgan (1986) dalam Kusumandari (1995b) erosi akan bertambah dengan bertambahnya kecuraman dan panjang lereng, karena akan mempengaruhi kecepatan dan volume aliran permukaan. Untuk mengetahui pengaruh kemiringan lereng terhadap erosi dilakukan analisis korelasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai korelasi kemiringan lereng (LS) untuk tahun 2001 dan tahun 2002 sebesar 0,074.

Vegetasi dan tindakan konservasi tanah (CP)

Tipe vegetasi penyusun Kawasan Wisata Kaliurang dapat diklasifikasikan ke dalam hutan alam dan hutan tanaman yang mencakup hutan lindung, hutan wisata, *camping ground*, taman bermain anak dan cagar alam. Tindakan konservasi tanah tidak terlihat pada Kawasan Wisata Kaliurang, sehingga nilai $P = 1$.

Kondisi vegetasi penyusun Kawasan Wisata Kaliurang dapat dikategorikan baik, sehingga vegetasi pada Kawasan Wisata Kaliurang memiliki peran yang nyata dalam mempengaruhi erosi, kecuali pada sebagian petak 1, petak 2, sebagian petak 3 dan petak 10 yang mengalami kerusakan akibat letusan Gunung Merapi pada tahun 1994 dan 1997. Untuk mengetahui pengaruh vegetasi dan tindakan konservasi terhadap erosi dilakukan analisis korelasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai korelasi vegetasi dan tindakan konservasi terhadap erosi adalah 0,367 untuk tahun 2001 dan 0,343 untuk tahun 2002.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dampak kepariwisataan berpengaruh secara nyata terhadap erosi di Taman Bermain Anak, Taman Wisata 1 dan *Camping Ground* Kali Kuning. Sedangkan di Taman Wisata 2 erosi yang terjadi tidak berbeda nyata dengan erosi pada hutan alam yang bertindak sebagai kontrol.
2. Terdapat korelasi positif antara faktor-faktor yang mempengaruhi erosi (erosivitas, erodibilitas, kemiringan lereng, vegetasi dan tindakan konservasi tanah) dengan erosi yang terjadi di Kawasan Wisata Kaliurang.
3. Karakteristik wisatawan yang dapat mempengaruhi erosi adalah kedatangan wisatawan dan aktivitas wisatawan selama berwisata.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2000. *Kendali Petak Resort Polisi Hutan Kaliurang*. Resort Polisi Hutan Kaliurang. Yogyakarta.

- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. UPT Produksi Media Informasi, Lembaga Sumberdaya Informasi-IPB. Bogor.
- Darmawijaya, M.I. 1990. *Klasifikasi Tanah. Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksanaan Pertanian di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Enryd, C.M. 1998. *The Spatial Relationship Between Physical Features and the Utilization of Land. (A Land Capability Classification within the Regencies of Sleman & Gunung Kidul, Special Province Yogyakarta, Indonesia)*. (Tesis). Fakultas Geografi Bumi. Pusat Ilmu Tanah Universitas Göteborg. Universitas Göteborg. SWEDIA. Download: www.gvc.gu.se/BIBLIO/B-serin/B157.pdf
- Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah*. P.T. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Kusumandari, A. 1995a. *Dampak Kegiatan Kepariwisata Alam Terhadap Pemadatan Tanah dan Infiltrasi di Hutan Wisata Kaliurang*. Laporan Penelitian Dana DPP. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- _____. 1995b. *Factors Influencing Soil Erosion Rate In Citarik Sub Watershed, West Java*. Buletin Fakultas Kehutanan UGM. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta. No : 28
- Sarief, S. 1985. *Konservasi Tanah dan Air*. Pustaka Buana. Bandung.
- Seta, A.K. 1987. *Konservasi Sumberdaya Tanah dan Air*. Kalam Mulia. Jakarta.
- Utomo, W.H. 1987. *Erosi dan Konservasi Tanah*. Communications Soil Science Universitas Brawijaya. Malang. No : 23. 302 hal.
- Weischmeier, W.H. & Smith, D.D. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*. USDA Agriculture Handbook No. 537.