HUBUNGAN CURAH HUJAN HARIAN TERHADAP EROSIVITAS DI KAWASAN DAS BRANTAS HULU

Oleh PRADIKTYA BAGASKARA AKBARIAWAN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019

HUBUNGAN CURAH HUJAN HARIAN TERHADAP EROSIVITAS DI KAWASAN DAS BRANTAS HULU

PRADIKTYA BAGASKARA AKBARIAWAN 135040201111015

SKRIPSI

Diajukan Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019

Judul penelitian

Hubungan Curah Hujan Harian Terhadap

Erosivitas Di Kawasan Das Brantas Hulu

Nama Mahasiswa

Pradiktya Bagaskara Akbariawan

NIM

135040201111015

Jurusan

Tanah

Program Studi

Agroekoteknologi

Laboratorium

Fisika Tanah

Disetujui

Pembimbing Utama,

NIP. 19530212 197903 1 004

Pembinibing Kedua,

Istika Nita, SP., MP. NIK. 201609 891118 2 001

Diketahui,

Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.

NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

Syahrul Kurniawan. SP. MP. Ph.D

NIP. 19791018 200501 1 002

Ir. Widianto, M.Sc

NIP. 19530212 197903 1 004

Penguji III,

Istika Nita, SP., MP

NIK. 201609 891118 2 001

Penguji IV,

Dr. Ir. Budi Prasetya, MP

NIP. 19610701 198703 1 002

Tanggal Lulus:

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi yang berjudul "HUBUNGAN CURAH HUJAN HARIAN TERHADAP EROSIVITAS DI KAWASAN DAS BRANTAS HULU" merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dosen pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas di tunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Januari 2019

Pradiktya Bagaskara Akbariawan

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 20 April 1995 dari keluarga Bapak Didik Hariyanto dan Ibu Dyah Lussi Praharini, merupakan putra kedua dari dua bersaudara dengan Aninda Disi Utami. Hingga sekarang, penulis bertempat tinggal di Kepanjen Permai 1 Blok M, No. 6 Talangagung, Kepanjen, Kabupaten Malang.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 7 Kepanjen pada tahun 2001 sampai tahun 2007. Kemudian melanjutkan ke jenjang pendidikan menengah pertama di SMPN 4 Kepanjen hingga tahun 2010. Selanjutnya melanjutkan ke jenjang pendidikan menengah atas di SMAN 1 Kepanjen hingga tahun 2013. Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi melalui jalur SNMPTN. Tahun 2016, penulis mengambil Minat Manajemen Sumberdaya Lahan dan Laboratorium Fisika Tanah di Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis telah melaksanakan magang kerja di PT. Perkebunan Nusantara XII, Kebun Bangelan, Wonosari, Kabupaten Malang. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HMIT) FPUB periode 2016-2017, selain itu penulis juga aktif dalam kegiatan himpunan dalam kepanitiaan GATRAKSI (Galang Mitra dan Kenal Profesi) pada tahun 2016 dalam divisi Cover Jalur dan 2017 menjadi Koordinator Lapangan. Penulis juga menjadi Ketua Pelaksana dalam kegiatan praktikum gabungan 3 mata kuliah (SISDL, Anlan, TTU) yang disebut GALIFU (Geomorfologi Analisa Landskap dan Intepretasi Foto Udara) pada tahun 2016. Sekarang telah menyelesaikan skripsi dengan judul penelitian "Hubungan Curah Hujan Harian dengan Erosivitas Kawasan di DAS Brantas Hulu".

Skripsi ini kupersembahkan untuk Allah SWT, Ayah, ibu dan kakak, Serta segenap keluarga yang membantuku

BRAWIJAYA

RINGKASAN

PRADIKTYA BAGASKARA AKBARIAWAN. 135040201111015. Hubungan Curah Hujan Harian Terhadap Erosivitas di Kawasan DAS Brantas Hulu. Di bawah bimbingan Widianto sebagai Pembimbing Utama dan Istika Nita sebagai Pembimbing Kedua.

Beberapa dekade terakhir telah terjadi perluasan lahan pertanian di DAS Brantas Hulu dengan cara alih guna lahan hutan atau kawasan alami menjadi lahan pertanian dan pemukiman. Hal tersebut mengakibatkan berkurangnya fungsi kanopi yang dapat berpotensi menyebabkan erosi ketika adanya hujan. Beberapa tahun terakhir, nilai erosi yang terjadi termasuk dalam skala sedang. Oleh karena itu perlu diketahui faktor penyebab terjadinya erosi. Beradasarkan metode USLE, salah satu faktor yang mempengaruhi erosi adalah curah hujan atau disebut erosivitas. Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan curah hujan terhadap erosivitas di kawasan DAS Brantas Hulu.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Mei 2017 di wilayah DAS Brantas Hulu dan Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Wilayah penelitian berada di Desa Tulungrejo (6 plot) dan Desa Sumberejo (1 plot), Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Plot tersebut dipilih berdasarkan tutupan dan pengelolaan lahan. Tutupan dan pengelolaan lahan yang digunakan adalah hutan lindung, hutan produksi pinus, perkebunan apel, kentang pengelolaan gulud searah lereng, sawi pengelolaan gulud searah lereng, sawi pengelolaan teras, sawi pengelolaan gulud searah kontur. Ukuran plot yang digunakan 300 – 500 m² untuk tutupan lahan tanaman semusim dan 500 – 1000 m² untuk tutupan lahan tanaman tahunan. Parameter yang diambil di lapangan adalah curah hujan, sampel sedimen, struktur tanah, panjang dan kemiringan lereng, tutupan lahan dan pengelolaan lahan. Parameter yang dianalisis laboratorium adalah berat kering sedimen, tekstur tanah, permeabilitas tanah dan bahan organik. Analisis korelasi digunakan untuk mendapatkan hasil hubungan curah hujan dengan erosivitas di kawasan DAS Brantas Hulu.

Selama 3 bulan penelitian, didapatkan sebanyak 33 hari hujan. Curah hujan tertinggi terdapat pada plot yang terletak pada wilayah yang tertinggi. Curah hujan antar wilayah penelitian juga beragam hasilnya, keberagaman antar wilayah tersebut disebabkan adanya perbedaan ketinggian pada lokasi penelitian sehingga mempengaruhi jenis hujan yang terjadi. Erosivitas tertinggi terdapat pada Sawi pengelolaan gulud searah kontur dan terendah terdapat pada hutan produksi pinus. Hubungan curah hujan dengan erosivitas yang dihasilkan dalam korelasi lemah (r $\leq 0,29$), hal tersebut dikarenakan tidak konsistennya curah hujan terhadap erosivitas yang terjadi. Dimana, kenaikan curah hujan tidak diikuti dengan kenaikan erosivitas.

SUMMARY

PRADIKTYA BAGASKARA AKBARIAWAN. 135040201111015. The Relationship of Daily Rainfall On Erosivity in the Upper Brantas Watershed. Under the Supervision of Widianto as the Main Advisor and Istika Nita as a Companion Advisor.

In the past few decades there has been an expansion of agricultural land in the Upper Brantas watershed by transferring forest land or natural areas into agricultural land and settlements. This results in reduced canopy function which can potentially cause erosion when it rains. In the past few years, the value of erosion that occurred has been on a medium scale. Therefore it is necessary to know the causes of erosion. Based on the USLE method, one of the factors that affect erosion is rainfall or erosion. This study aims to determine the relationship of rainfall to erosion in the Upper Brantas watershed.

This research was conducted from January to May 2017 in the Upper Brantas watershed area and the Soil Physics and Chemistry Laboratory, Faculty of Agriculture, Universitas Brawijaya. The research area is in Tulungrejo Village (6 plots) and Sumberejo Village (1 plot), Bumiaji District, Batu City. The plot was chosen based on land cover and management. Cover and management of land used are protected forests, pine production forests, apple plantations, potato management of gulud in the direction of the slope, mustard management of gulud in the direction of the slope, mustard management of gulud in the direction of contours. The size of the plot used is 300-500 m2 for annual crop cover and 500-1000 m2 for annual crop land cover. The parameters taken in the field are rainfall, sediment samples, soil structure, slope length and slope, land cover and land management. Parameters analyzed by the laboratory are sediment dry weight, soil texture, soil permeability and organic matter. Correlation analysis is used to obtain the results of the relationship between rainfall and erosion in the Upper Brantas watershed area.

During the 3 months of the study, 33 rainy days were obtained. The highest rainfall is found in plots located in the highest area. Rainfall between research areas also varies in results, diversity between regions is due to differences in altitude at the study site, which affects the type of rain that occurs. The highest erosion is found in plots 7 and the lowest is found in plot 2. Erosion and influence factors of erosion affect the results of erosivity produced. The relationship of rainfall with erosivity produced is a weak correlation ($r \le 0.29$), so the relationship of rainfall in the Upper Brantas watershed to erosivity is weak.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT berkat rahmat, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Hubungan Curah Hujan Harian dengan Erosivitas di Kawasan DAS Brantas **Hulu**". Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- 1. Allah SWT yang sudah memberi jalan terindah, membuat penulis bersabar dan mempermudah segalanya.
- 2. Dyah Lussi Praharini, Didik Hariyanto, Aninda Disi Utami, Toyyibul Fikri beserta seluruh Keluarga atas dukungan dan doa yang diberikan
- 3. Ir. Widianto, M.Sc selaku pembimbing pertama dan Istika Nita, SP., MP. selaku pembimbing kedua yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan arahan dengan jelas dalam penyusunan skripsi ini.
- 4. Tim penelitian erosi Sub-DAS Brantas Hulu, Rizkyana Noerishynta, Haris, Faisal Andrian, Intan Anggraini atas kerjasama selama penelitian.
- 5. PERUM JASA TIRTA 1 Malang, PERHUTANI KPH Malang, yang telah membantu dalam kelancaran pengamatan yang dilakukan di lapangan.
- 6. Rekan mahasiswa jurusan tanah angkatan 2013 "soi13r", dan mas, mbak, adik di jurusan tanah dan teman Prodi Agroekoteknologi angkatan 2013.
- 7. Rekan NGOPI (Ngobrol Pintar) Hanif, Febrian, Ryan, Ezar, Rajif, Abi, Rynaldi, Lugas, Donny, Jo, Aviandi, Intan "keling", Rofik, Izhar, Hamdani, Mualif, Nobat, Rozy, Slamet, Hadi, Cici, Desy.
- 8. Rekan sapa dan salam Halim, Ikhsan, Mikky, Oky, Angga, Tyas, Naumi, Cebe, Sudi, Juna, Irvan, Adit, Faiz
- 9. Rekan D'Koplak FC, Santos, Basofi, Ipad, Irfan, Somad, Keceng, Dimas, Yunan, Jordan, Yogi, Toni, dan rekan lainnya

Skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang konservasi lahan.

Malang, 22 Januari 2019

iii

DAFTAR ISI

		Ha	alamar
RII	NGKAS	SAN	i
SU	MMAF	RY	ii
KA	TA PE	NGANTAR	iii
RI	WAYA	T HIDUP	iv
		ISI	v
		TABEL	vi
		GAMBAR	vii
		LAMPIRAN	
		PERSAMAAN	
		PERSAMAAN	ix
I.			1
	1.1.	Latar Belakang	1
	1.2.	Latar Belakang Tujuan Hipotesis	2
	1.3. 1.4.	Manfaat	3
II.		AUAN PUSTAKA	3 4
11.	2.1.	DAS Brantas Hulu	_
		Erosi	4 4
	2.2.		5
	2.3.	Erosivitas Hujan.	6
	2.5.	Analisis Statistik	
Ш		ODE PENELITIAN	9
	3.1.	Waktu dan Lokasi Penelitian	9
	3.2.	Alat dan Bahan Penelitian	9
	3.3.	Parameter Penelitian	10
	3.4.	Tahapan Penelitian	10
	3.5.	Pelaksanaan Penelitian	12
IV.	HASI	L DAN PEMBAHASAN	20
	4.1.	Karakteristik Wilayah Penelitian	20
	4.2.	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Erosi	28
	4.3.	Erosi di Lokasi Penelitian	31
	4.4.	Indeks Erosivitas di Lokasi Penelitian	33
	4.5.	Analisis Hubungan Curah hujan dan Erosivitas di Lokasi	
		Penelitian	34
V.		MPULAN DAN SARAN	37
	5.1.	Kesimpulan	37
ъ.	5.2	Saran	37
		PUSTAKA	38
LA	MPIKA	A N	42

BRAWIJAYA

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halamar
1	Alat dan Bahan Penelitian	9
2	Parameter Penelitian	10
3	Indeks C, Indeks P, dan Indeks CP Berbagai Tutupan dan	
	Pengelolaan Lahan	19
4	Karakteristik Plot Penelitian	20
5	Curah Hujan (mm) Setiap Minggun Penelitian	23
6	Karakteristik Tanah di Lokasi Penelitian	25
7	Panjang dan Kemiringan Lereng di Lokasi Penelitian	28
8	Indeks Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Erosi	28
9	Erosi Setiap Bulan Selama Periode Penelitian	31
10	Erosivitas Setiap Hari Selama Periode Penelitian	33
11	Hasil Korelasi Setiap Waktu Penelitian	34



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks Ha	alaman
1	Sketsa Alat Penampung Limpasan Permukaan dan Sedimen	
	(tampak atas)	. 12
2	Sketsa Alat Penampung Limpasan Permukaan dan Sedimen	
	(tampak samping)	. 13
3	Sketsa Alat Penampung Hujan (Ombrometer Sederhana)	. 13
4	Titik Pengukuran Tinggi Muka Air (a) Apron, (b) Drum	. 14
5	Nomograph untuk Menentukan Indeks Kelerengan (LS)	18
6	Kondisi Plot Tanaman Tahunan (1, 2 dan 3) dan Kondisi Plot	
	Tanaman Semusim (4, 5, 6 dan 7)	. 21
7	Grafik Hubungan Erosi dengan Curah Hujan	. 32
8	Grafik Hubungan Erosivitas dengan Curah Hujan	



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beberapa dekade terakhir telah terjadi perluasan lahan pertanian di DAS Brantas Hulu dengan cara alih guna lahan hutan atau kawasan alami menjadi lahan pertanian. Seperti menurut Nurrizqi (2012), bahwa pembukaan lahan untuk memperluas lahan pertanian dan perkebunan dilakukan pada kawasan hutan yang merupakan daerah resapan di daerah hulu sungai. Kemudian, dalam kurun waktu 4 tahun (2003-2007) penggunaan lahan di DAS Brantas Hulu mengalami penurunan luas hutan sebesar 6% dan sawah sebesar 6%. Peningkatan secara signifikan pada luas lahan adalah permukiman sebesar 9% dari 29,18 km² menjadi 31,81 km² dan perkebunan sebesar 7% dari 13,80 km² menjadi 14,82 km².

Berkurangnya fungsi kanopi dan degradasi lahan merupakan dua dari beberapa kejadian yang diakibatkan karena bergantinya lahan hutan menjadi lahan pertanian. Beberapa hal tersebut mengakibatkan erosi yang terjadi di kawasan DAS Brantas Hulu akan semakin besar. Menurut Shodriyah, Sayekti, Prasetyorini, (2015), dari hasil penelitian di kawasan DAS Brantas Hulu pada tahun 2004-2013 indeks rata-rata erosi yang terjadi adalah 96% dan termasuk kelas bahaya erosi sedang. Meskipun kelas bahaya erosi terdapat pada kelas sedang, tetapi tetap perlu dilakukan pengelolaan untuk meminimalisir terjadinya erosi, karena mengingat DAS bagian hulu memiliki pengaruh yang besar terhadap DAS bagian tengah dan hilirnya. Oleh karena itu, perlu mengetahui besarnya nilai erosi setiap wilayah dan faktor yang mempengaruhi erosi di kawasan DAS Brantas Hulu.

Beberapa faktor yang mempengaruhi erosi antara lain hujan, angin, limpasan permukaan, jenis tanah, kemiringan lereng, penutup lahan, dan tindakan konservasi. Faktor-faktor tersebut mempengaruhi erosi yang sebetulnya tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya, artinya bekerja secara simultan (Morgan & Rickson, 2005 *dalam* Putra, 2018). Besarnya erosi di DAS Brantas Hulu sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat hujan. Sifat curah hujan di DAS Brantas Hulu berpotensi memiliki keragaman dalam selang waktu dan lokasi. Hal tersebut berkaitan dengan ketinggian tempat atau topografi kawasan DAS Brantas Hulu. Salah satu jenis hujan di daerah pegunungan adalah hujan Orografis. Hujan ini terjadi karena adanya kenaikan udara yang mengandung uap air dari daerah lembah

menuju ke atas karena dibawa oleh angin. Angin tersebut menyebabkan udara mengandung uap air dan bergerak ke atas dan semakin tinggi ke arah puncak gunung. Semakin tinggi uap air yang dibawa oleh angin maka semakin mengalami pengembunan (Fatma, 2018). Sehingga perbedaan topografi/ketinggian akan mempengaruhi keragaman curah hujan yang dihasilkan di DAS Brantas Hulu. Keragaman hujan tersebut mengkibatkan potensi erosi yang dihasilkan juga akan beragam, sehingga nilai erosivitas juga akan beragam. Dimana erosivitas merupakan kemampuan hujan yang dapat mengkibatkan terjadinya erosi.

Penelitian kehilangan tanah telah banyak dipublikasikan dengan menggunakan rumus Universal Soil Loss Equation (USLE). Metode USLE yang pertama kali diformulasikan oleh Wishmeier dan Smith pada tahun 1978 digunakan untuk menduga besarnya erosi (Asdak, 2010). Erosivitas hujan beserta faktor penyebab erosi lainnya (erodibilitas, kelerengan, tutupan dan tipe pengelolaan lahan) digunakan untuk menduga potensi erosi suatu kawasan dalam metode USLE. Erosivitas dapat dihitung dengan menggunakan model pendugaan erosivitas. Beberapa model perhitungan erosivitas yang sering digunakan adalah model Bols (1978), model Utomo & Mahmud (1983). Model Bols menghitung besarnya nilai erosivitas dengan menggunakan data curah hujan bulanan, banyaknya hari hujan, dan hujan maksimum, adapun model yang membutuhkan curah hujan harian saja. Model Utomo dan Mahmud (1983) memerlukan data curah hujan bulanan. Salah satu kelemahan dari persamaan ini kemungkinan terletak pada penyatuan hujan di daerah dataran tinggi, dan hujan di dataran rendah. Karena sifat hujan di dataran tinggi sangat berbeda dengan hujan di daerah rendah (Utomo, 1989). Erosivitas dalam penelitian ini didapatkan menggunkan bantuan model USLE dengan beberapa faktor yang didapatkan di lapangan.

Perlu dilakukan analisis untuk mendapatkan seberapa besar hubungan curah hujan terhadap erosivitas di kawasan DAS Brantas Hulu. Kemudian untuk mengetahui hubungan curah hujan terhadap erosivitas menggunakan analisis data (korelasi dan regresi) menggunakan bantuan software Ms. Excel.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan curah hujan terhadap erosivitas di kawasan DAS Brantas Hulu.

BRAWIJAYA

1.3. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah bahwa terdapat hubungan curah hujan terhadap erosivitas di kawasan DAS Brantas Hulu.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menganalisis hubungan curah hujan terdapat erosivitas di kawasan DAS Brantas Hulu.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. DAS Brantas Hulu

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang semua airnya jatuh di wilayah tersebut akan mengalir menuju ke dalam suatu outlet. Aliran air tersebut tidak hanya berupa air permukaan yang mengalir dalam aliran sungai, termasuk aliran air permukaan di lereng-lereng bukit yang mengalir menuju aliran sungai, sehingga arah tersebut dinamakan daerah aliran sungai (Marzuqi, 2015).

DAS Brantas Hulu merupakan wilayah yang secara geografik terletak pada 115°17'0" hingga 118°19'0" Bujur Timur dan 7°55'30" hingga 7°57'30" Lintang Selatan (Widianto, 2010). Beberapa daerah yang masih berada di wilayah DAS Brantas Hulu adalah Kota Batu, kab. Malang, kab. Pasuruan, kab. Mojokerto, tetapi daerah dengan wilayah terbesar terdapat pada wilayah Kota Batu. Daerah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terletak pada Kota Batu dan terletak pada Desa Tulungrejo dan Sumberejo.

2.2. Erosi

Secara umum erosi diartikan sebagai proses terlepasnya butiran tanah dari induknya dan terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti dengan pengendapan material yang terangkut dari tempat yang lain (Suripin, 2002 *dalam* Sutapa, 2010). Media terangkutnya erosi dapat melalui air maupun angin, tetapi pada umumnya terjadinya erosi diakibatkan oleh air. Erosi terjadi ketika tanah dalam kondisi kurang baik untuk melakukan infiltrasi, sehingga air tidak dapat masuk kedalam tanah dan terjadilah *run off* yang mengikis lapisan permukaan tanah. Selanjutnya Banuwa (2008) berpendapat bahwa, kehilangan tanah hanya akan terjadi jika kedua proses terjadinya erosi berjalan yaitu penghancuran dan pengangkutan. Tanpa proses penghancuran partikel-partikel tanah, maka erosi tidak akan terjadi dan tanpa proses pengangkutan, maka erosi akan sangat terbatas.

Pengukuran erosi bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan cara langsung maupun dengan cara tidak langsung. Pengukuran erosi dengan cara tidak langsung dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efisien karena tidak memerlukan biaya dan waktu yang lama. Perhitungan pendugaan erosi tersebut dapat dilakukan

salah satunya dengan menggunakan metode USLE (Febrian, 2015).

USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yang dikembangkan oleh (Wischmeier dan Smith, 1985, *dalam* Kironoto, 2003) dirancang untuk memprediksi rata-rata erosi jangka panjang dari erosi permukaan (*shett erosion*) dan erosi alur (*gully erosion*) pada suatu keadaan lahan tertentu. Alasan utama penggunaan metode USLE, karena model ini membutuhkan data yang mudah diperoleh. Secara matematis model USLE dinyatakan dengan:

$$A = R. K. LS. CP....(1)$$

Keterangan:

- A = erosi atau berat tanah yang hilang per hektar untuk periode hujan atau interval waktu tertentu (ton.ha⁻¹.tahun⁻¹)
- R = faktor erosivitas hujan, yakni jumlah satuan indeks erosi yang diakibatkan hujan.
- K = faktor erodibilitas tanah, yaitu laju erosi per indeks erosi untuk suatu tanah yang diperoleh dari petak percobaan
- LS = faktor panjang dan kemiringan lereng, yaitu perbandingan antara besarnya erosi per indeks erosi dari suatu lahan dengan panjang dan kemiringan lahan tertentu terhadap besarnya erosi dari plot lahan percobaan
- CP = faktor tutupan dan pengelolaan lahan

2.3. Karakteristik Hujan

Kondisi iklim DAS Brantas Hulu menurut BAPPENAS (2012), sepanjang periode 30 tahun (1975-2004), curah hujan rerata tahunan sebesar 1876,70 mm dengan nilai terkecil sebesar 1009,9 mm yang terjadi pada tahun 2004 dan terbesar sebesar 3060,7 mm yang terjadi pada tahun 1992. Bulan kering biasa terjadi pada bulan Mei sampai Oktober, sedangkan bulan basah biasa terjadi antara awal bulan November sampai April. Curah hujan rerata bulanan terbesar adalah 398,98 mm pada bulan Januari dan terkecil sebesar 10,98 mm pada bulan Agustus

Curah hujan yang jatuh secara langsung atau tidak langsung dapat mengikis permukaan tanah secara perlahan dengan pertambahan waktu dan akumulasi intensitas hujan akan mendatangkan erosi (Kironoto, 2003). Karakteristik hujan yang berpengaruh terhadap besarnya erosivitas hujan menurut Hudson, (1973) adalah jumlah curah hujan, intensitas hujan, distribusi hujan.

Banyaknya curah hujan yang mencapai permukaan bumi dalam selang waktu tertentu dinyatakan dengan ketebalan atau jumlah curah hujan, dan ukuran ketebalan hujan dinyatakan dalam satuan millimeter (mm) (Yuanita, 2015). Kemudian Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan waktu. Intensitas hujan yang tinggi tetapi dengan lama hujan yang singkat, belum tentu akan mengakibatkan erosi, sebaliknya intensitas hujan yang rendah dan terjadi dalam waktu yang lama, kemungkinan besar akan berpotensi menimbulkan erosi. Distribusi hujan atau sebaran hujan merupakan suatu pola hujan dalam kawasan yang sesuai dengan jangka waktu ditinjau dari curah hujan tahunan, curah hujan bulanan, curah hujan harian, curah hujan per-jam (Handajani, 2005).

Besarnya curah hujan di DAS Brantas Hulu bervariasi di setiap tahunnya sehingga distribusinya tidak merata. Indeks erosivitas hujan juga mempunyai hubungan yang erat terhadap jumlah curah hujan, hari hujan, curah hujan maksimum (Karyati, 2015).

2.4. Erosivitas Hujan

Erosivitas hujan merupakan kemampuan hujan untuk mengakibatkan terjadinya erosi dimana fungsi dari intensitas, massa, lama, diamater butir dan kecepatan jatuh butiran hujan (Utomo, 1994). Menurut Asdak (2002), erosivitas hujan adalah tenaga pendorong yang menyebabkan terkelupasnya dan terangkutnya partikel-partikel tanah ke tempat yang lebih rendah.

Salah satu sifat hujan yang sangat penting dalam mempengaruhi erosi adalah energi kinetik hujan, karena merupakan penyebab pokok dalam penghancuran agregat-agregat tanah. Curah hujan yang jatuh di permukaan tanah dengan energi kinetik yang besar mempunyai kekuatan yang sangat besar untuk memecahkan gumpalan-gumpalan tanah. Menghitung besarnya energi kinetik dapat dilakukan dengan melalui data intensitas hujan. Wischmeier dan Smith, 1978 (dalam Morgan, 1979) mengungkapkan persamaan dengan rumus:

$$Ek = 13,32 + 9,78 \log I....(2)$$

Ek adalah energi kinetik (J.m⁻².mm⁻¹) dan I adalah intensitas hujan (mm.jam ⁻¹).

Perhitungan indeks erosivitas hujan dengan persamaan Wischmeier dan Smith (1978) tersebut dapat dikerjakan jika tersedia data hujan yang diperoleh dari pencatat hujan otomatis (terdapat data waktu dan jumlah hujan). Padahal di

Indonesia, sebagaimana negara berkembang lainnya, data hujan yang tersedia hanyalah data yang diperoleh dari Ombrometer. Pada data ini hanya tercatat data jumlah hujan (Utomo, 1989).

Untuk mengatasi masalah tersebut, Bols (1978) mengembangkan persamaan untuk menghitung erosivitas dengan menggunakan:

$$Rb = 6.119(Hb)^{1.21}(HH)^{-0.47}I_{24}^{0.53}....(3)$$

Dimana:

Rb = indeks erosivitas hujan Hb = jumlah hujan bulanan (mm) HH = jumlah hari hujan bulanan

 I_{24} = hujan maksimum dalam satu bulan (mm.jam⁻¹).

Utomo dkk. (1983) dan Utomo dan Mahmud, 1984 (*dalam* Utomo, 1994) mencoba menggunakan data jumlah hujan untuk menghitung indeks erosivitas dengan persamaan:

Dimana:

Rb = indeks erosivitas bulanan

Hb = jumlah hujan bulanan (mm) (Utomo, 1994).

Berbagai persamaan indeks erosivitas diatas, nilai indeks erosivitas berkorelasi sangat erat dengan besarnya erosi yang terjadi, sehingga nilai indeks erosivitas digunakan sebagai indeks erosivitas hujan dalam persamaan umum kehilangan tanah (PUKT/USLE) (Utomo, 1994). Sehingga indeks erosivitas yang digunakan dalam persamaan USLE juga dapat dihitung dengan memodifikasi persamaan USLE menjadi:

$$R = \frac{A}{KxLSxCP}.$$
 (5)

Ket:

R = Erosivitas LS = Panjang dan kemiringan lereng A = Erosi CP = Tutupan dan pengelolaan lahan

K = Erodibilitas

2.5. Analisis Statistik

Analisis statistik yang digunakan adalah analisis korelasi dan analisis regresi. Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara 2 variabel, sedangkan analisis regresi digunakan untuk mengetahui hubungan keeratan antara variabel dengan variabel-variabel lain yang didapat dan dinyatakan dalam bentuk

persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional variabel-variabel tersebut. Secara umum, analisis regresi linier sederhana digunakan untuk hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas dengan variabel bebas tunggal. Regresi linier sederhana memiliki persaman:

$$Y = a + bx...(6)$$

Dimana:

Y = Subyek dalam variabel tak bebas yang diprediksikan

= Subyek pada variabel bebas yang mempunyai nilai tertentu

= parameter *intercept* a

= parameter koefisien regresi bariabel bebas b

Persamaan model regresi sederhana hanya memungkinkan bila pengaruh yang ada itu hanya dari variabel bebas terhadap variabel tak bebas. Jadi nilai b merupakan fungsi dari korelasi. Bila koefisien korelasi negatif, maka nilai b juga negatif dan sebaliknya bila koefisien korelasi positif maka nilai b juga positif (Sudjana, 2005).

Analisis regresi dapat digunakan sebagai alat untuk membentuk rumus fungsional berdasarkan aspek input dan output tanpa mengungkap seluruh kejadian dalam wilayah DAS. Penggunaan analisis regresi tersebut disebabkan karena DAS memiliki komplesifitas dan heterogenitas yang sedemikian rupa, sehingga sangat sulit untuk mengenali setiap parameter secara rinci (Auliya, 2016).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian berlangsung dari bulan Januari hingga bulan Mei 2017. Penelitian ini dilakukan selama kurang lebih 4 bulan. Penelitian dilaksanakan di kawasan DAS Brantas Hulu khususnya Kota Batu, tepatnya di Desa Tulungrejo dan Desa Sumberejo yang masih dalam lingkup Kecamatan Bumiaji. Analisis laboratorium dilaksanakan di laboratorium Fisika Tanah dan laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Lokasi penelitian terletak pada beberapa macam tutupan dan pengelolaan lahan yang berbeda. Pemilihan tutupan dan pengelolaan lahan berdasarkan keragaman tutupan dan pengelolaan lahan yang paling banyak/sering dijumpai di Kota Batu. Penelitian ini menggunakan 7 plot, dimana pada Desa Tulungrejo terdapat 6 plot dan Desa Sumberejo terdapat 1 plot (Lampiran 5).

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini berbeda pada setiap parameter, sehingga menghasilkan metode yang berbeda juga. Alat dan bahan yang diperlukan berdasarkan parameter-parameter disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian.

Parameter	Alat	Bahan
Limpasan	Drum penampung limpasan dan sedimentasi,	Air
Permukaan	meteran 1,5 m, gelas ukur, plastik, karet, ungkal,	terlimpas
	karung, tanah, waterpass	
Berat sedimen	Gelas ukur, kertas Whatman, karet, gelas plastik,	Tanah
	spidol, oven, timbangan analitik, cawan	sedimen
Curah hujan	Ombrometer (corong plastik, botol 1500 ml,	Air hujan
	bambu 1,5 m, selotip bening, gunting, gelas ukur	
Pengambilan sampel	Ring sampel, palu, cetok, plastik, karet, spidol,	Tanah
tanah	kertas label	
Panjang dan	Klinometer, meteran	-
kemiringan lereng		
Tutupan dan	Tabel C, tabel P	-
pengelolaan lahan		

Ditambah laptop bermerk Asus dengan Software Ms. Word 2013, Ms Excel 2013 untuk mengolah data, dan Arc Gis 10.3 digunakan untuk pembuatan peta.

3.3. Parameter Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa parameter yang diukur di lapangan dan parameter yang diukur dengan analisis laboratorium. Parameter dan metode analisis data dari setiap parameter akan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Penelitian.

Analisis	Parameter	Satuan	Waktu	Metode
Lapangan	Limpasan Permukaan	liter	Setiap hari	-
			hujan	
	Pengambilan sampel	liter	Setiap hari	-
	berat sedimen		hujan	
	Pengambilan sampel		Minggu	-
	tanah		pertama	
	Curah hujan	mm	Setiap hari	-
	Panjang dan	kaki, %	Minggu	-
	kemiringan lereng		pertama	
	Tutupan dan	25. Sh	Minggu	-
	pengelolaan lahan		pertama	
Analisis	Berat sedimen	ton.ha ⁻¹	Minggu ketiga	Gravimetri
Laboratorium			sampai selesai	
	Tekstur tanah		Minggu kedua	Pipet
	Struktur tanah		Minggu kedua	Analisis secara
				langsung
	Bahan organik tanah	%	Minggu kedua	Walkey-Black
	Permeabilitas tanah	cm.jam ⁻¹	Minggu kedua	Konduktivitas
				Hidrolik Jenuh
				(KHJ)

Berdasarkan waktu penelitian 5 bulan, pengambilan sampel lapangan dilakukan dengan harapan dapat mewakili seluruh peiode tanam tanaman semusim.

3.4. Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan untuk mengetahui hubungan curah hujan terhadap erosivitas di kawasan DAS Brantas Hulu adalah,

 Mengumpulkan data yang digunakan berupa data erosi beserta faktor-faktor erosi yang ada dalam persamaan USLE oleh Wischmeier dan Smith tahun 1985. Faktor tersebut antara lain erodibilitas, panjang dan kemiringan lereng, tutupan dan pengelolaan lahan.

BRAWIJAY

- Setelah data erosi dan faktor-faktor yang mempengaruhi dari setiap plot terkumpul, kemudian data tersebut digunakan menghitung nilai indeks erosivitas di setiap plot. Asumsi dari pengukuran indeks erosivitas ini adalah erosivitas tidak dapat diukur secara langsung, sehingga perlu data erosi dan faktor yang mempengaruhi erosi,
- 3. Menghitung curah hujan yang didapatkan dilapangan dari pengukuran Ombrometer sederhana.
- 4. Melihat analisis korelasi antara curah hujan dengan erosivitas menggunakan bantuan Ms. Excel.
- 5. Jika korelasi kuat, maka akan dilanjutkan dengan analisis regresi dengan bantuan Ms. Excel.

3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Persiapan Lokasi Penelitian

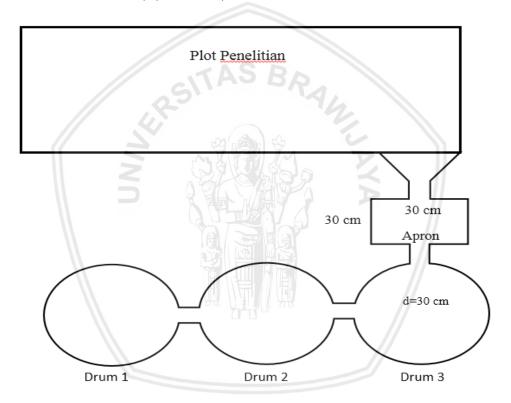
Penelitian ini diawali dengan persiapan lokasi penelitian. Persiapan yang dilakukan meliputi menentukan plot sesuai dengan tutupan dan pengelolaan lahan. Tutupan lahan tersebut dipilih berdasarkan tutupan lahan yang sering dijumpai di Kota Batu dan pengelolaan lahan yang berbeda pada setiap komoditas yang dipilih. Sebelum menggunakan lahan, perlu dilakukan perizinan penggunaan lahan terlebih dahulu terhadap pemilik lahan.

Penelitian ini menggunakan 7 plot yang terdiri dari 3 plot tanaman tahunan dan 4 plot tanaman semusim. Luas plot yang digunakan adalah 200-500 m² untuk tanaman semusim dan 500-1000 m² untuk tanaman tahunan. Karena jika menggunakan standard USDA, petak percobaan yang digunakan berukuran berukuran $22 \times 1.8 \, \text{m}$, dan jika data dari petak tersebut digunakan untuk menghitung erosi dari suatu kawasan dapat mengalami penyimpangan besar, karena dari petak tersebut hanya mampu mengukur kehilangan tanah dari erosi percikan, permukaan dan alur dengan kondisi lahan, terutama lereng seragam (Wischmeier dan Smith, 1978). Oleh karena itu agar hasil yang didapat tidak mengalami penyimpangan besar, maka diperlukan pengukuran pada daerah tangkapan yang berukuran lebih besar, yaitu $\pm 5 \, \text{Ha}$ (Utomo dan Mahmud, 1984). Tetapi mengingat keterbatasan yang ada, pada penelitian ini akan menggunakan petak berukuran $200 - 500 \, \text{m}^2$ untuk tanaman semusim dan $500 - 1000 \, \text{m}^2$ untuk tanaman tahunan.

3.5.2. Instalasi Alat Penelitian

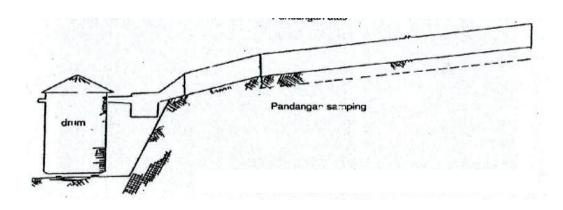
Langkah selanjutnya adalah memodifikasi lahan dan pemasangan alat penelitian. Lahan yang akan digunakan sebagai plot penelitian dimodifikasi terhadap selokan yang mengarah ke saluran drainase dari lahan tersebut. Saluran drainase akan dialihkan sebisa mungkin menuju satu lubang drainase, sehingga air yang keluar dari lahan akan menuju ke satu lubang drainase.

Langkah selanjutnya adalah pemasangan alat penampung limpasan permukaan dan sedimen (Gambar 1 dan Gambar 2) beserta alat penampung hujan (Ombrometer sederhana) (Gambar 3).

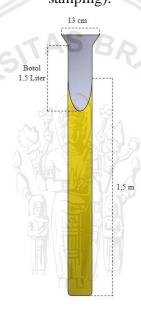


Gambar 1. Sketsa Alat Penampung Limpasan Permukaan dan Sedimen (tampak atas).

Alat penampung limpasan permukaan dan sedimen tersusun atas 1 apron dan 3 drum yang masing masing berurutan dan dihubungkan oleh satu lubang. Alat tersebut dipasang pada lubang drainase pada setiap plot, sehingga air yang keluar dari plot tersebut akan menuju ke alat penampung limpasan dan sedimen. Atap dari alat tersebut ditutup dengan plastik dan diikat erat agar tidak terhempas oleh angin. Fungsi dari penutupan dengan plastik tersebut adalah untuk menahan air hujan agar tidak masuk kedalam alat yang digunakan.



Sumber: Laporan akhir kajian laju erosi daerah aliran sungai Brantas Hulu (2017) Gambar 2. Sketsa Alat Penampung Limpasan Permukaan dan Sedimen (tampak samping).



Gambar 3. Sketsa Alat Penampung Hujan (Ombrometer Sederhana)

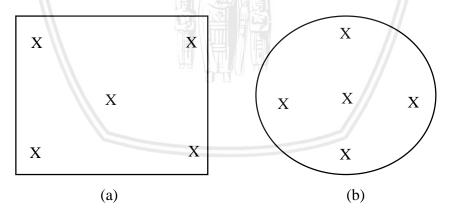
Setelah pemasangan alat penampung limpasan dan sedimen, selanjutnya pemasangan alat penampung hujan, dengan menggunakan Ombrometer sederhana. Alat tersebut diletakkan di samping atau disekitar wilayah alat penampung limpasan dan sedimen. Alat tersebut diletakkan pada tempat yang terbuka dan tidak tertutup oleh naungan pohon. Tujuannya agar air hujan yang diterima oleh alat penampung hujan tidak terhalang naungan pohon dan curah hujan yang didapatkan dapat mewakili curah hujan yang diterima di plot.

3.5.3. Pengukuran Parameter Penelitian

Tahap selanjutnya adalah pengukuran parameter penelitian. Parameter yang diukur pada plot adalah limpasan permukaan, curah hujan, kelerengan, jenis tanaman dan pengelolaan, kemudian pengambilan sampel sedimen dan sampel tanah (Tabel 2). Pengukuran limpasan permukaan, curah hujan dan pengambilan sampel sedimen dilakukan 1 kali dalam sehari. Pengukuran dilakukan pagi hari antara jam 7 sampai dengan jam 9 setiap hari setelah hari terjadi hujan.

1. Limpasan Permukaan

Parameter yang diukur pertama adalah limpasan permukaan. Pengukuran dilakukan pada setiap bagian dari alat penampung limpasan permukaan dan sedimen (apron dan drum) yang terisi air limpasan dan sedimen. Pengukuran tinggi muka air dilakukan menggunakan meteran atau tongkat. Mulai dasar alat (apron dan drum) hingga permukaan air diukur ketinggiannya. Jika terdapat sedimen yang mengendap dalam alat tersebut, maka pengukuran tinggi muka air dilakukan mulai dari permukaan sedimen hingga permukaan air. Pengukuran tinggi muka air diambil dari rata-rata 5 titik pengukuran pada setiap alat (apron dan drum) (Gambar 4).



Keterangan: X= titik pengukuran tinggi muka air (cm)

Gambar 4. Titik Pengukuran Tinggi Muka Air (a) Apron, (b) Drum

Digunakan 5 titik pengukuran untuk mendapatkan rata-rata tinggi muka air yang dapat mewakili tinggi muka air alat tersebut. Tinggi muka air akan digunakan untuk menghitung besarnya limpasan permukaan yang terjadi pada setiap plot. Limpasan permukaan dapat dihitung dengan rumus:

$$ROT = ROA + ROD1 + ROD2 + ROD3....(7)$$

$$ROA = p x l x t$$

$$ROD1 = (\pi r^2 t) + (k1 ROD2)$$

$$ROD2 = (\pi r^2 t) + (k2 ROD3)$$

$$ROD3 = \pi r^2 t$$

Keterangan:

ROT = Volume air limpasan permukaan total (liter) ROA = Volume air limpasan permukaan di apron (liter) ROD = Volume air limpasan permukaan di drum (liter)

p = Panjang apron (cm) 1 = Lebar apron (cm)

t = Tinggi muka air apron/drum (cm)

r = Jari-jari drum (cm) k1 = Faktor kalibrasi drum 1 k2 = Faktor kalibrasi drum 2

2. Curah hujan

Pengukuran curah hujan dilakukan dalam waktu yang sama dengan pengukuran limpasan permukaan yaitu antara jam 7 sampai jam 9 pagi. Mengurangi pengupan merupakan salah satu alasan utama pemilihan waktu pengukuran di pagi hari, sehingga air yang berada di penampung hujan (ombrometer) tidak mengalami penguapan. Pengukuran curah hujan dilakukan dengan mengukur volume air yang tertampung di dalam ombrometer sederhana (Gambar 3) dengan menggunakan gelas ukur. Volume air hujan yang tertampung tersebut kemudian dikonversikan menjadi curah hujan harian dengan menggunakan rumus:

$$CH = \frac{V}{Lp} \times 10$$
(8)

Keterangan:

CH = Curah hujan harian (mm)

V = Volume air hujan yang tertampung (ml)

Lp = Luas permukaan (cm^2)

Curah hujan yang digunakan dalam penelitian adalah curah hujan dalam periode setiap hari, setiap minggu, setiap 2 minggu dan setiap bulan. Curah hujan yang didapatkan di lapangan adalah curah hujan harian, untuk curah hujan setiap minggu didapatkan dari jumlah curah hujan selama 7 hari. Hal yang sama dilakukan untuk mendapatkan curah hujan setiap 2 minggu, yaitu jumlah curah hujan selama 14 hari. Begitu dengan curah hujan setiap bulan, yaitu jumlah curah hujan dalam setiap bulan selama periode penelitian.

Pengambilan sampel sedimen dilakukan setelah pengukuran tinggi muka air. Air limpasan dan sedimen yang berada di apron dan drum diaduk menggunakan kayu hingga sedimen yang mengendap tercampur. Kemudian diambil sub sampel sebanyak 1 liter menggunakan gelas ukur, dimasukan ke plastik dan diberi tanda dengan selotip bertuliskan tanggal dan hari diambilnya sub sampel tersebut.

16

Sampel yang didapatkan kemudian dilakukan penyaringan. Penyaringan sedimen dilakukan untuk memisahkan sedimen dengan air. Penyaringan menggunakan kertas *whatman* yang di timbang berat kertas terlebih dahulu. Sampel hasil saring kemudian di oven untuk mengurangi kadar air sedimen dan dihasilkan sampel tanah kering dengan menggunakan rumus:

Keterangan:

BKsp: Berat kering sub sampel (g)

Berat kering sub sampel akan digunakan untuk menghitung berat total sedimen yang dihasilkan dengan menggunakan rumus:

$$BT = \frac{BA + BD1 + BD2 + BD3}{A} \times 100...(10)$$

$$BA = \frac{BKspA}{VspA}xROA$$

$$BD1 = \left(\frac{BKspD1}{VspD1}xROD1\right) + (k1 BD2)$$

$$BD2 = \left(\frac{BKspD2}{VspD2}xROD2\right) + (k2 BD2)$$

$$BD3 = \frac{BKspD3}{VspD3}xROD3$$

Keterangan:

BT = Berat total sedimen (ton.ha⁻¹)

BA = Berat sedimen Apron (ton.ha⁻¹)

BD = Berat sedimen drum (ton.ha⁻¹)

BKspA = Berat kering sedimen di apron (g)

BKspD = Berat kering sedimen di drum (g)

VspA = Volume sub sampel apron (liter)

VspD = Volume sub sampel drum (liter)

A = Luas Plot (m^2)

k1 = Faktor kalibrasi drum 1

k2 = Faktor kalibrasi drum 2

BRAWIJAY

4. Erodibilitas

Pengukuran indeks erodibilitas disetiap plot dilakukan dengan perhitungan nilai erodibilitas menggunakan persamaan Wishmeier, dkk (1971 *dalam* Asdak, 2014).

$$K = \frac{1,292(2,1M^{1,14}(10^{-4})(12-a)+3,25(b-2)+2,5(c-3))}{100}....(11)$$

Keterangan:

K = Indeks Erodibilitas tanah

M = Presentase ukuran partikel (%pasir sangat halus + %debu) x (100 - %liat)

a = kandungan bahan organik (%C-Organik x 1,724)

b = kelas struktur tanah

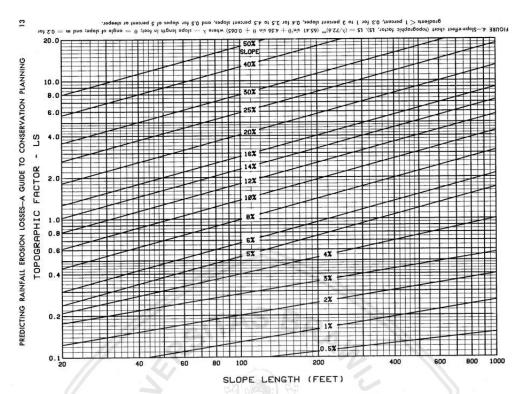
c = kelas permeabilitas tanah

Parameter tiap persamaan tersebut didapatkan dari analisis laboratorium. Analisis laboratorium menggunakan sampel tanah utuh dan sampel tanah hancuran yang dikompositkan. Sampel tanah utuh digunakan sebagai bahan analisis permeabilitas. Sampel tanah hancuran yang dikompositkan digunakan untuk analisis bahan organik, struktur tanah dan tekstur tanah. Pengambilan sampel tanah utuh maupun sampel tanah hancuran dilakukan pada minggu pertama penelitian dan dilakukan dalam 3 titik yang berbeda dalam plot, yaitu atas, tengah, bawah searah lereng di setiap plot penelitian. Sampel tanah utuh diambil dengan menggunakan ring sampel dalam kedalaman 0-30 cm, dan sampel tanah hancuran diambil secara langsung dari 3 titik pengambilan sampel tanah utuh dan kemudian dikompositkan.

Struktur tanah dan permeabilitas yang sudah didapatkan tersebut perlu dicocokan dengan tabel kelas. Kelas permeabilitas dalam Lampiran 8 dan kelas struktur tanah dalam Lampiran 7.

5. Kelerengan

Panjang lereng dan kemiringan lereng merupakan parameter yang dibutuh untuk mendapatkan indeks LS. Panjang lereng diukur menggunakan meteran, dan kemiringan lereng diukur dengan menggunakan klinometer. Penelitian ini menggunakan nomograph LS yang digunakan Wischmeier dan Smith 1978 dalam mendapatkan indeks LS (Gambar 5).



Sumber: Wischmeier dan Smith (1978).

Gambar 5. Nomograph untuk Menentukan Indeks Kelerengan (LS)

Nomograph LS membutuhkan data kemiringan lereng dalam satuan persen (%) dan panjang lereng dalam satuan *feet* (kaki). Jika dikonversikan, 1 meter sama dengan 3,28 kaki.

6. Tutupan dan Pengelolaan Lahan

Pengaruh erosi dari faktor tutupan dan pengelolaan lahan dalam rumus USLE dinotasikan dengan indeks C (tutupan lahan) dan P (pengelolaan lahan) sehingga indeks tersebut dapat disingkat indeks CP. Indeks CP yang dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3. Indeks CP dapat diketahui dari tabel indeks CP secara langsung. Selain itu, indeks CP juga dapat dihitung dengan mengkalikan antara indeks C dan indeks P yang didapatkan dari tabel.

Dalam penelitian ini, indeks CP untuk plot dengan tanaman semusim didapatkan dari perhitungan indeks CP berdasarkan periode tanam setiap plot penelitian (Lampiran 2). Sehingga indeks CP didapatkan dari penjumlahan setiap periode tanam dan diambil rata-rata dari setiap jumlah tersebut.

Tabel 3. Indeks C, Indeks P, dan Indeks CP Berbagai Tutupan dan Pengelolaan Lahan

Tutupan/	Indeks			C 1		
Pengelolaan Lahan -	С	P	CP	- Sumber pustaka		
Tanaman kentang ditanam searah lereng	1,0	-	-	Abdurachman dkk, 1984 dalam Asdak 2002		
Tanah yang diberakan tapi diolah secara periodik	-	-	1,0	Hamer, 1980		
Tanaman Tegalan (tidak dispesifikasikan)	0,7	-	-	Hamer, 1980		
Teras bangku baik	-	0,2	-	Asdak, 2002		
Tanaman dalam kemiringan 9 – 20 %	-	0,75	-	Asdak, 2002		
Hutan tak terganggu	-	-	0,01	Asdak, 2002		
Hutan Produksi (Tebang pilih)	-		0,2	Hamer, 1980		
Perkebunan Penutup tanah sempurna	SIT	AS E	0,01	Abdurachman dkk, 1984 dalam Asdak 2002		

3.5.4. Perhitungan Erosivitas dengan Model USLE

Langkah selanjutnya adalah tabulasi data pada setiap parameter. Kemudian menghitung besarnya erosivitas (R) dengan menggunakan model USLE persamaan (1). Sehingga rumus yang digunakan untuk menghitung R yaitu (persamaan 7),

$$R = \frac{A}{KxLSxCF}$$

Keterangan:

R = Erosivitas

A = Erosi (ton.ha $^{-1}$)

K = Erodibilitas

LS = Panjang dan kemiringan lereng

CP = Tutupan dan pengelolaan lahan

3.5.5. Analisis Data

Analisis data digunakan untuk melihat hubungan curah hujan dengan erosivitas. Yaitu, curah hujan yang didapatkan di lapangan dengan erosivitas yang didapatkan dari perhitungan menggunakan model USLE. 2 variabel tersebut dianalisis korelasi menggunakan software Ms. Excel dan menentukan kuat lemahnya hubungan antara 2 variabel berdasarkan kelas hubungan (Lampiran 10).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Wilayah Penelitian

Lokasi penelitian dipilih berdasarkan penggunaan lahan yang sering dijumpai di DAS Brantas Hulu. Penentuan lokasi penelitian dilakukan dengan melakukan survei langsung ke wilayah yang ditentukan untuk mencari plot yang memiliki penggunaan lahan yang sesuai dengan kriteria, dan disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik Plot Penelitian

Plot	Penggunaan	Tutupan Pengelolaan Lahan		Lokasi	Ketinggian	Luas
	Lahan	Lahan			mdpl	m ²
1	Hutan	Pinus,	-	Tulungrejo	1081	760
	Lindung	Eukaliptus,				
		semak				
2	Hutan	(Kaliandra) Pinus		Sumberejo	991	625
2	Produksi	Fillus		Sumberejo	991	023
3	Perkebunan	Apel	-	Tulungrejo	1097	691
4	Tegalan	Kentang	Gulud searah lereng	Tulungrejo	1555	307
5	Tegalan	Sawi	Gulud searah lereng	Tulungrejo	1566	301
6	Tegalan	Sawi	Teras	Tulungrejo	1091	333
7	Tegalan	Sawi	Gulud searah kontur	Tulungrejo	1097	432

Berdasarkan Tabel 4, 6 plot berada di Desa Tulungrejo dan 1 plot berada di Desa Sumberejo. Adapun 6 plot yang berada di Desa Tulungrejo tersebut terbagi menjadi 2 wilayah, yaitu plot 4 dan plot 5 berada di wilayah Desa Tulungrejo bagian atas, dan plot 1, 4, 6, dan 7 berada di wilayah Desa Tulungrejo bagian bawah (Lampiran 5).

Plot 1 memiliki tutupan lahan yang cukup beragam, tetapi tutupan lahan yang mendominasi adalah semak (Kaliandra). Pohon pinus yang terdapat pada plot 1 memiliki diameter 2-3 meter, adapun pohon pinus memiliki diameter 1-2 meter, sehingga plot 1 memiliki tajuk yang cukup rapat. Kemudian plot 2 memiliki tanaman utama pinus, umur tanaman pinus tersebut ±3 tahun. Selain itu cukup banyak rumput gajah yang tumbuh disekitar pohon pinus tersebut, sehingga tajuk yang dihasilkan cukup rapat. Plot 3 memiliki tanaman utama apel, selain itu terdapat juga rumput liar yang ada di sekitar tanaman utama, rumput tersebut memiliki ukuran lebih kecil dari rumput gajah pada plot 2, sehingga tajuk yang dihasilkan juga cukup rapat. Jika dilihat tingkat kerapatan tajuknya plot 2 lebih rapat tajuknya,

kemudian plot 1 dan setelah itu plot 3 yang memiliki tingkat kerapatan tajuk cukup rapat. Dokumentasi kondisi plot penelitian disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Kondisi Plot Tanaman Tahunan (1, 2 dan 3) dan Kondisi Plot Tanaman Semusim (4, 5, 6 dan 7)

Plot dengan tanaman semusim lebih cenderung memiliki satu jenis tanaman atau komoditas utama. Perbedaan antar plot tanaman semusim berada pada tingkat pengelolaannya. Plot 4 dan plot 5 merupakan plot yang letaknya berdekatan karena pemilik lahan dari plot tersebut sama, sehingga pengelolaan yang diberikan kepada lahan tidak berbeda jauh. Penggunaan pupuk kandang dan sekam sering digunakan pada plot tersebut. Plot 4 dan plot 5 merupakan plot yang terletak pada wilayah tertinggi daripada plot yang lain (Tabel 4), dan menurut Kadarsih, (2004) dalam Fajri, Ngatiman, (2017) menyatakan bahwa ketinggian tempat atau topografi juga mempengaruhi perubahan suhu udara. Semakin tinggi suatu tempat semakin rendah suhu udaranya atau udaranya semakin dingin, dan semakin rendah daerahnya semakin tinggi suhu udaranya atau udaranya semakin panas. Oleh karena itu ketinggian atau topografi suatu tempat berpengaruh terhadap suatu wilayah. Plot 6 memiliki tanaman utama sawi dengan pengolahan lahan berteras. Pada plot tersebut tidak dilakukan perlakuan sama sekali oleh pemilik lahan, sehingga gulma/rumput liar banyak tumbuh plot tersebut. Plot 7 dengan tanaman utama sawi dengan pengolahan lahan gulud searah kontur lebih sering diberi perlakuan pemupukan menggunakan pupuk kandang, tetapi pada plot tersebut penyiangan gulma sangat intensif dilakukan, meskipun memiliki dampak baik bagi tanaman utama atau berkurangnya persaingan untuk mendapatkkan hara, tetapi dengan penyiangan yang intensif menyebabkan penutup tanah terhadap pukulan air hujan menjadi sedikit dan lebih berpotensi terkikisnya lapisan permukaan tanah pada plot tersebut.

4.1.1. Curah Hujan Lokasi Penelitian

Beberapa plot penelitian terletak dalam satu wilayah atau berdekatan yang mengakibatkan besarnya curah hujan yang terjadi pada plot tersebut mendekati seragam. Akan tetapi, untuk data curah hujan yang digunakan tetap menggunakan data curah hujan setiap plot atau tidak dalam curah hujan satu wilayah. Hasil pengukuran curah hujan selama penelitian yang sudah dikonversikan menjadi curah hujan dalam kala waktu penelitian mingguan disajikan dalam Tabel 5. Hasil tersebut didapatkan dari jumlah curah hujan harian (Lampiran 14) yang dijumlahkan dalam selang waktu 7 hari (satu minggu) selama penelitian, dan didapatkan 13 minggu hasil curah hujan dan didapatkan hari terjadi hujan sebanyak 33 hari hujan.

Tabel 5. Curah Hujan (mm) Setiap Minggu Penelitian

Dulan	Minggu	Curah Hujan (mm)						
Bulan	ke-	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4	Plot 5	Plot 6	Plot 7
Februari	M1	102	127	111	165	168	113	117
	M2	142	52	148	144	147	159	147
	M3	58	75	82	56	56	78	68
Maret	M4	177	89	165	131	136	211	210
	M5	96	122	88	93	92	89	90
	M6	85	94	81	71	67	80	83
	M7	61	63	63	71	74	63	68
April	M8	187	157	176	154	148	175	163
	M9	28	0	33	61	58	38	34
	M10	36	28	32	52	49	32	34
	M11	100	66	103	69	67	107	100
Mei	M12	75	37	82	127	123	85	83
	M13	12	12	9 /	48	46	7	9

Keterangan: Plot 1: Hutan Lindung, Plot 2: Hutan Produksi, Plot 3: Perkebunan Apel, Plot 4: Kentang Gulud Lereng, Plot 5: Sawi Gulud Lereng, Plot 6: Sawi Teras, Plot 7: Sawi Gulud Kontur.

BMKG (2010) mengelompokan besarnya curah hujan menjadi 3 kelas yang berbeda sesuai dengan besarnya curah hujan, yaitu kelas curah hujan ringan (curah hujan sebesar 5-20 mm/hari), sedang (curah hujan sebesar 20-50 mm/hari), dan tinggi (curah hujan sebesar 50-100 mm/hari). Jika dilihat dalam tabel curah hujan harian selama periode penelitian (Lampiran 14), didapatkan persentase curah hujan yang memiliki kelas ringan (5-20 mm/hari) sebesar 25,89%, persentase curah hujan yang memiliki kelas sedang (20-50 mm/hari) sebesar 36,16%, persentase curah hujan yang memiliki kelas berat (50-100 mm/hari) sebesar 20,09% (Lampiran 3). Sisa dari persentase diatas merupakan curah hujan yang memiliki kelas dibawah ringan (<5 mm/hari) dan sangat berat (>100 mm/hari) dengan persentase berturutturut 12,05% dan 5,80% (Lampiran 13).

Curah hujan yang memiliki kelas sangat tinggi terjadi hampir disetiap bulan penelitian jika dilihat dalam Tabel 5, karena hampir setiap bulan terdapat curah hujan mingguan yang nilainya >100 mm. Pada bulan Februari curah hujan yang termasuk dalam kelas sangat tinggi terjadi dalam satu kali hari hujan yaitu pada

Jika dilihat dalam Tabel 5, terdapat variasi curah hujan mingguan yang terjadi dari setiap plot khususnya antar beda wilayah. Terbukti dalam satu wilayah penelitian, curah hujan yang terjadi hampir sama. Dalam beda wilayah penelitian, curah hujan yang terjadi berbeda antar wilayah. Sehingga pengaruh curah hujan terhadap adanya erosi juga akan berbeda, khususnya antar wilayah. Rayyandani, Banuwa, Affandi (2017), mengatakan bahwa erosi memiliki hubungan erat dengan curah hujan, karena air hujan yang jatuh ke permukaan tanah dapat mengangkut tanah lapisan atas yang disebabkan oleh aliran permukaan. Menurut Sutedjo dan Kartasapoetra (2002) *dalam* Rayyandani (2017), curah hujan merupakan salah satu unsur iklim yang besar perannya terhadap kejadian longsor dan erosi.

Variasi curah hujan disebabkan oleh adanya perbedaan ketinggian atau topografi antar wilayah. Salah satu macam hujan yang dipengaruhi topografi adalah hujan Orografis, dimana wilayah terjadinya hujan tersebut dicirikan berada di daerah pegunungan. Hujan ini dapat terjadi karena adanya kenaikan udara yang mengandung uap air dari daerah lembah menuju ke puncak karena dibawa oleh angin. Angin tersebut menyebabkan udara mengandung uap air dan bergerak keatas semakin tinggi ke arah puncak gunung. Semakin tinggi uap air yang dibawa oleh angin maka semakin mengalami pengembunan (Fatma, 2018). Jika dilihat dari Tabel 4, bahwa ketinggian dari plot penelitian berbeda beda. Plot 3 dan plot 4 terletak pada topografi tertinggi, sehingga curah hujan yang dihasilkan cukup tinggi. Plot dengan topografi terendah adalah plot 2, sehingga curah hujan yang dihasilkan lebih rendah. Bahkan jika dilihat dalam Tabel 5, plot 2 terdapat minggu

BRAWIJAY/

yang tidak terjadi hujan, yaitu dalam minggu ke 9.

4.1.2. Kondisi Tanah di Lokasi Penelitian

Kondisi tanah dilokasi penelitian khususnya di tiga wilayah yang digunakan cenderung berbeda antar wilayahnya. Tanah wilayah Desa Tulungrejo bagian atas (plot 4 dan plot 5) cenderung remah/gembur jika dipijak oleh kaki, jika tanah di wilayah Desa Tulungrejo bagian tengah (plot 1, plot 3, plot 6, plot 7) lebih terasa cukup lengket jika dipijak oleh kaki terutama ketika setelah terjadi hujan/gerimis. Kejadian tersebut kemungkinan besar dipengaruhi oleh persentase fraksi tesktur tanah yang ada di wilayah tersebut.

Parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi tanah antara lain, tekstur tanah, kandungan bahan organik, kelas struktur tanah, kelas permeabilitas tanah. Masing masing hasil pengukuran parameter tanah yang ada di plot penelitian disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Tanah di Lokasi Penelitian

	Dohon	Te	Tekstur Tanah (%)			Struktur Tanah		Permeabilitas	
Plot	Bahan Organik (%)	Pasir sangat halus	Pasir	Debu	Liat	Tipe	Kelas	Nilai (cm.jam ⁻¹)	Kelas
1	2,36	2	10	47	43	Gumpal membulat	3	12,86	1
2	3,23	4	19	42	38	Gumpal membulat	3	3,43	3
3	3,68	4	26	47	28	Gumpal membulat	3	9,47	3
4	6,47	9	41	55	4	Granuler	2	14,15	2
5	6,84	7	35	57	8	Granuler	2	13,62	1
6	3,28	4	36	41	23	Gumpal membulat	3	5,42	3
7	2,50	4	25	55	21	Gumpal membulat	3	4,28	3

Keterangan: Plot 1: Hutan Lindung, Plot 2: Hutan Produksi, Plot 3: Perkebunan Apel, Plot 4: Kentang Gulud Lereng, Plot 5: Sawi Gulud Lereng, Plot 6: Sawi Teras, Plot 7: Sawi Gulud Kontur.

Kelas struktur tanah dan kelas permeabilitas pada Tabel 6 didapatkan dari Lampiran 7 dan Lampiran 8. Tinggi rendahnya kelas struktur yang ada pada Lampiran 7 dipengaruhi oleh massa dari struktur tersebut. Semakin besar kelas struktur tanah, maka massa tanah akan semakin besar juga. Kemudian, tinggi rendahnya kelas permeabilitas pada Lampiran 8 dipengaruhi oleh kecepatan air

untuk masuk kedalam tanah. Semakin tinggi kelas permeabilitas maka semakin cepat air untuk masuk ke dalam tanah.

1. Bahan Organik.

Bahan organik lebih dipengaruhi oleh adanya tutupan lahan dan pengelolaan lahan yang digunakan dalam plot tersebut. Karena bahan organik berasal dari seresah atau sisa tanaman yang terdekomposisi, seperti contoh daun dan batang tanaman. Selain itu pemberian pupuk kandang juga mempengaruhi bahan organik yang tersedia dalam plot, khusunya pada plot dengan tutupan lahan tanaman semusim. Plot 4 dan plot 5 (wilayah tertinggi) memiliki nilai bahan organik yang lebih tinggi karena pemupukan intensif yang dilakukan oleh pemilik lahan, selain itu seringnya petani untuk membiarkan sisa hasil panen di plot tersebut, seperti bekas tanaman sawi. Hal tersebut sudah tepat dilakukan oleh petani berdasarkan Kartasapoetra (2005) dalam Sulistyaningrum, Susanawati, Suharto (2014), bahwa negara Indonesia terkenal sebagai daerah yang beriklim tropis, dalam hal ini faktor yang paling besar pengaruhnya ialah curah hujan dan temperatur. Temperatur optimum di daerah yang beriklim tropis ini sangat berkemampuan mempercepat terjadinya pelapukan bahan organik yang ada pada tanah menjadi humus yang kemudian membentuk mineral-mineral dan mineral ini pun pada saat berlangsungnya hujan akan terhanyutkan oleh aliran air permukaan. Dengan terhanyutnya mineral-mineral maka tanah yang bersangkutan akan sangat miskin bahan organik yang diperlukan tanaman, tanah tersebut menjadi sulit bagi pertumbuhan tanaman dan dengan demikian sangat kurang dengan akar-akar tanaman yang dapat membantu menghambat terjadinya erosi, ditambah dengan letak kedua plot tersebut yang cukup tinggi.

2. Tesktur Tanah

Tesktur tanah dari setiap plot penelitian menunjukan bahwa %debu lebih dominan dari pada fraksi yang lain (%pasir dan %liat) dan %debu tertinggi terdapat pada plot 4. Debu merupakan partikel kasar yang memiliki ukuran lebih kecil dari pasir, yaitu < 0,05 mm. Debu merupakan fraksi tanah yang paling mudah tererosi karena selain mempunyai ukuran yang relatif halus, fraksi ini juga tidak mempunyai ikatan (tanpa adanya bantuan bahan perekat/pengikat) karena tidak mempunyai muatan (Widya, 2010). Penyebab tingginya fraksi debu dibandingkan dengan fraksi

yang lain yaitu karena lokasi penelitian berada pada wilayah yang memiliki bahan induk vulkan yang berasal dari aktivitas gunung berapi dari Gunung Arjuno dan Welirang (Andhika, 2014), dengan geologi Batuan Qvaw (*Quarter Vulcanic Arjuno Welirang*) yang berada pada formasi Gunung Arjuno dan Gunung Welirang.

3. Struktur Tanah

Berdasarkan hasil analisis struktur tanah pada 7 plot penelitian, struktur tanah yang berbeda hanya ada pada plot 4 dan plot 5. Dimana plot tersebut terletak pada wilayah yang memiliki ketinggian tertinggi. Kedua plot tersebut memiliki fraksi liat yang lebih sedikit, sehingga daya ikat antar fraksi yang akan membentuk struktur tanah akan rendah. Berdasarkan hal tersebut, struktur tanah yang ada di plot 4 dan 5 (Tulungrejo bagian atas) akan lebih kecil massanya dibandingkan struktur tanah pada plot yang lainnya.

Apabila tekstur mencerminkan ukuran partikel dari fraksi-fraksi tanah, maka struktur merupakan kenampakan bentuk atau susunan partikel-partikel primer tanah (pasir, debu dan liat), sehingga partikel-partikel sekunder gabungan partikel-partikel primer yang akan membentuk agregat. Kepadatan tanah terjadi apabila tanah itu selalu mendapatkan tekanan dari atas tanah dan semakin rendahnya kandungan bahan organik tanah akan menyebabkan terjadinya perubahan struktur tanah dari remah menjadi gumpal (Notohadiprawiro dan Suparnowo, 1978).

4. Permeabilitas

Permeabilitas tanah dipengaruhi oleh adanya tekstur tanah dan struktur tanah, sehingga mempengaruhi besar kecilnya ruang pori yang ada dalam tanah (porositas). Porositas tersebut yang pengaruhi besar kecilnya permeabilitas dalam mengalirkan air dalam tanah. Permeabilitas tertinggi terdapat pada wilayah Tulungrejo bagian atas (plot 4 dan plot 5), dimana memiliki persentase fraksi tanah yang massanya besar dan struktur tanah yang massa lebihnya kecil, sehingga mudah untuk menghasilkan ruang pori yang ada di dalam plot tersebut. Sama halnya pendapat dari Sarief (1980) *dalam* Zurhalena dan Farni (2010) menyatakan bahwa permeabilitas tanah tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentukpartikel, dan struktur tanah. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel maka semakin kecil pula ukuran pori.

4.1.3. Kelerengan di Lokasi Penelitian

Wilayah penelitian berada pada topografi yang beragam. Hal tersebut bisa dilihat dari kondisi kelerengan yang beragam. Selain itu, wilayah penelitian yang terletak di kaki Gunung Arjuno dan Gunung Welirang yang mengakibatkan banyaknya bukit yang yang ada di lokasi penelitian. Hasil pengukuran panjang dan kemiringan lereng dalam plot penelitian disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Panjang dan Kemiringan Lereng di Lokasi Penelitian

Dla4	Panjang Lereng	Kemiringan Lereng			
Plot	kaki	%			
1	59,94	43			
2	88,98	39			
3	41,99	26			
4	37,83	18			
5	48,03	15			
6	80,81	38			
7	109,88	22			

Keterangan: Plot 1: Hutan Lindung, Plot 2: Hutan Produksi, Plot 3: Perkebunan Apel, Plot 4: Kentang Gulud Lereng, Plot 5: Sawi Gulud Lereng, Plot 6: Sawi Teras, Plot 7: Sawi Gulud Kontur.

Panjang dan kemiringan lereng tersebut kemudian digunakan untuk menghitung indeks LS dengan menggunakan nomograph LS (Gambar 5).

4.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Erosi di Lokasi Penelitian

Dalam persamaan USLE yang digunakan di penelitian ini, faktor yang mempengaruhi erosi terdiri dari indeks erodibilitas, indeks LS, dan indeks CP yang disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Indeks Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Erosi

Plot	Indeks Erodibilitas	Indeks LS	Indeks CP	
1	0,22	11	0,01	
2	0,19	12,22	0,2	
3	0,24	4,1	0,01	
4	0,26	2,25	0,83	
5	0,25	1,9	0,68	
6	0,23	10,00	0,14	
7	0,36	4,6	0,68	

Plot 1: Hutan Lindung, Plot 2: Hutan Produksi, Plot 3: Perkebunan Apel, Keterangan:

Plot 4: Kentang Gulud Lereng, Plot 5: Sawi Gulud Lereng, Plot 6: Sawi

Teras, Plot 7: Sawi Gulud Kontur.

Hasil analisis indeks faktor yang mempengaruhi erosi tersebut kemudian digunakan untuk menghitung besarnya indeks erosivitas. Perhitungan tersebut membutuhkan bantuan nilai erosi yang didapatkan dari plot penelitian.

4.2.1. Indeks Erodibilitas di Lokasi Penelitian

Indeks erodibilitas dihitung dengan menggunakan persamaan 11. Tentunya membutuhkan data tanah hasil analisis laboratorium dan pengkelasan terhadap masing masing parameter untuk menghitung indeks erodibilitas. Dari persamaan tersebut didapatkan indeks erodibilitas yang perlu dikelaskan untuk mengetahui klasifikasi erodibilitas sesuai dengan Lampiran 6.

Berdasarkan kelas yang didapatkan dalam Lampiran 6, klasifikasi indeks erodibilitas dibagi menjadi 6 kelas. Mulai dari kelas sangat rendah hingga kelas sangat tinggi dengan nilai sangat rendah 0.00 - 0.10 dan sangat tinggi 0.56 - 0.64. Hasil perhitungan indeks erodibilitas dalam keseluruhan plot tidak ada yang menunjukan kelas erodibilitas yang sangat rendah ataupun kelas erodibilitas sangat tinggi. Indeks erodibilitas di lokasi penelitian tertinggi pada plot 7 dan terendah pada plot 2. Artinya dalam plot 7, pengaruh tanah untuk mengakibatkan erosi agak tinggi dan pengaruh terendah ada pada plot 2. Berdasarkan penelitian Morgan & Rickson (2005) dalam Putra, Triyatno, Syarief, Hermon (2018), semakin tinggi erodibilitas, maka semakin besar pula kemampuan tanah mengalami erosi. Arsyad (2010) dalam Putra, dkk. (2018) menambahkan, tanah yang mempengaruhi nilai erosi adalah erodibilitas dan berbagai tipe tanah mempunyai kepekaan terhadap erosi yang berbeda-beda. Apabila tanah memiliki kemampuan dalam menahan curah hujan, maka akan sedikit kemungkinan terjadinya erosi, begitu juga sebaliknya. Tanah yang erodibilitas tinggi akan peka terhadap erosi dibandingkan dengan tanah yang erodibilitas rendah memiliki daya tahan kuat terhadap erosi.

Menurut Widya (2010), faktor erodibilitas menunjukkan kemudahan tanah mengalami erosi, semakin tinggi nilainya semakin mudah tanah tererosi. Tingginya faktor erodibilitas antara satu tempat dengan yang lainnya disebabkan kondisi tekstur tanahnya, yaitu rendahnya tekstur liat, tingginya persentase pasir sangat halus dan debu jika dibandingkan tanah lokasi yang satu. Jika dilihat kembali, plot hampir seluruh plot penelitian memiliki persentase debu yang lebih banyak daripada persentase liat dan pasir. Buckman and Brady (2004) *dalam*

BRAWIJAY

Sulistyaningrum (2015), yang menyatakan bahwa tanah yang didominasi oleh unsur debu dapat memberikan kemungkinan yang besar untuk tererosi.

4.2.2. Indeks LS di Lokasi Penelitian

Andriani, Supriadi dan Marpuang (2014), mengatakan bahwa semakin panjang lereng pada tanah akan semakin besar pula kecepatan aliran air di permukaannya sehingga pengikisan terhadap bagian-bagian tanah semakin besar. Semakin panjang lereng suatu lahan menyebabkan semakin banyak air permukaan yang terakumulasi, sehingga aliran permukaan menjadi lebih tinggi kedalaman maupun kecepatannya.

Plot 1 memiliki indeks LS yang lebih tinggi dari plot yang lain. Namun tingginya indeks LS tidak menjelaskan bahwa plot 1 memiliki kemiringan lereng yang curam dan panjang lereng yang cukup panjang. Jika dilihat dalam Tabel 7, plot 1 memiliki panjang lereng yang lebih pendek dari plot yang lain, tetapi memiliki kemiringan lereng yang lebih curam dari plot yang lain, sehingga menghasilkan indeks LS yang cukup tinggi daripada plot lain. Berdasarkan buku Hardjowigeno (2003), menyatakan bahwa erosi akan meningkat apabila lereng semakin curam atau semakin panjang.

4.2.3. Indeks CP di Lokasi Penelitian

Pengaruh tutupan dan pengelolaan lahan yang dapat mempengaruhi erosi disebut dengan Indeks CP. Asdak (2010), menuliskan bahwa nilai faktor tanaman (C) merupakan angka perbandingan erosi dari lahan yang ditanami sesuatu jenis tanaman dengan erosi dari plot kontrol. Biasanya angka C ditentukan oleh kemampuan tanaman untuk menutup tanah, sedangkan nilai faktor P didapat dari membagi kehilangan tanah dari lahan yang diberi perlakuan P dengan kehilangan tanah dari petak baku.

Jika pengelolaan lahan tidak dilakukan maka nilai P adalah 1, sedangkan bila usaha pengelolaan lahan dilakukan maka nilai P menjadi kurang dari 1 (Sutapa, 2010). Artinya semakin mendekati 1 nilai indeks CP maka potensi menghasilkan erosi akan semakin besar dan juga sebaliknya. Plot 4 memiliki indeks CP yang tertinggi, sehingga plot tersebut memiliki potensi terjadinya erosi yang cukup besar dibandingkan dengan plot yang lainnya. Hal tersebut karena pengelolaan lahan searah lereng memudahkan air yang berada di plot untuk mengalir karena tidak

terdapat penghalang. Cara pengolahan tanah dengan guludan searah lereng, dikombinasikan dengan kemiringan yang curam dan curah hujan yang tinggi, sangat potensial menimbulkan erosi yang tinggi (Utami, 2001).

4.3. Erosi di Lokasi Penelitian

Data erosi didapatkan dari pengambilan sampel tanah dan pengukuran berat kering sub sampel (BKsp), kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan 9. Data erosi tersebut digunakan untuk menghitung nilai erosivitas dengan menggunakan modifikasi persamaan USLE (persamaan 7). Data erosi pada setiap plot penelitian disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Erosi Setiap Bulan Selama Periode Penelitian

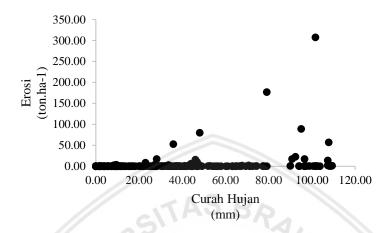
D1	Erosi (ton.ha ⁻¹)						
Bulan	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4	Plot 5	Plot 6	Plot 7
Februari	0,02	0,01	13,80	1,81	0,17	2,98	374,85
Maret	0,01	0,01	0,29	17,26	0,71	3,53	261,09
April	0,01	0,00	0,02	41,23	0,73	0,11	107,02
Mei	0,00	0,00	0,00	79,75	0,03	0,00	17,01
Total	0,04	0,02	14,11	140,05	1,63	6.63	759,98

Keterangan: Plot 1: Hutan Lindung, Plot 2: Hutan Produksi, Plot 3: Perkebunan Apel, Plot 4: Kentang Gulud Lereng, Plot 5: Sawi Gulud Lereng, Plot 6: Sawi Teras, Plot 7: Sawi Gulud Kontur.

Tabel 9 menunjukan besarnya data erosi dalam bulanan selama periode penelitian (Februari, Maret, April, Mei). Data erosi tertinggi berada pada plot 7 yaitu sebesar 759,98 ton.ha⁻¹, dimana plot merupakan plot dengan tanaman sawi dengan pengelolaan gulud searah kontur. Data erosi terendah berada pada plot 2 yaitu sebesar 0,02 ton.ha⁻¹, dimana plot tersebut merupakan plot dengan penggunaan lahan hutan produksi. Berdasarkan penelitian Bhan & Behera (2014) *dalam* Putra (2018), penggunaan tanaman tahunan akan mempercepat terbentuknya bahan organik, memelihara kesuburan tanah, mengurangi erosi dan dapat menciptakan iklim mikro yang lebih baik sehingga dapat memberikan hasil yang dapat memelihara lingkungan.

Erosi tertinggi berada pada plot 7, jika dilihat dalam data erosi harian (Lampiran 20) data erosi yang sangat tinggi nilainya yaitu terjadi pada tanggal 22 Februari dengan besar erosi 115 ton.ha⁻¹. Besar kemungkinan yang menyebabkan data erosi menjadi sangat tinggi adalah karena adanya sifat hujan selain curah hujan

yang terjadi. erbeda nilai erosinya ketika intensitas tinggi atau rendah dan dalam waktu yang panjang atau pendek (Auliya, 2016). Utomo (1994), bahwa hujan dapat menimbulkan erosi apabila intensitasnya cukup tinggi dan dalam waktu yang relatif lama. Hubungan curah hujan dengan erosi di lokasi penelitian disajikan Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Erosi dengan Curah Hujan

Faktanya jika dilihat dalam grafik pada Gambar 7, kenaikan curah hujan tidak diikuti dengan kenaikan erosi di kawasan penelitian. Pada curah hujan berkisar 100 – 120 mm/hari erosi yang dihasilkan hampir mendekati 0 dan pada curah hujan berkisar 40 – 60 mm/hari terdapat erosi yang cukup besar yaitu 50 ton.ha⁻¹.

Selain sifat hujan yang dapat menyebabkan data erosi menjadi kurang konsisten, periode tanam juga berpotensi menyebabkan data erosi menjadi tinggi. Jika dilihat dalam tabel periode tanam (Lampiran 2), ketika plot 7 berada dalam fase bero dan fase pertumbuhan, erosi yang terjadi cukup tinggi. Ketika fase ini sawi masih memiliki morfologi yang kecil, sehingga kanopi yang bertugas melindungi tanah dari pukulan air hujan kurang maksimal. Hal tersebut serupa dengan kejadian penelitian dari Monde, Sinukaban, Murtilaksono dan Pandjaitan (2008), bahwa pada tanaman kakao yang masih kecil, memungkinkan air hujan langsung menerpa permukaan tanah karena tidak adanya penghalang, sehingga terjadi dispersi agregasi tanah menjadi butir-butir yang mudah tererosi saat terjadi aliran permukaan. Dalam hal ini material yang tererosi tidak hanya yang halus, tetapi mungkin partikel debu dan pasir halus mengingat tidak adanya penutup tanah yang dapat berfungsi sebagai penghambat.

4.4. Indeks Erosivitas di Lokasi Penelitian

Indeks erosivitas dihitung menggunakan modifikasi persamaan USLE (Persamaan 7). Sehingga didapatkan data erosivitas di DAS Brantas Hulu (Tabel 10).

Tabel 10. Erosivitas Setiap Hari Selama Periode Penelitian

Tonggol				Plot			
Tanggal	1	2	3	4	5	6	7
9/2/17	0,14	0,00	0,01	0,01	0,09	0,20	4,86
10/2/17	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
11/2/17	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,27
12/2/17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
13/2/17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,18
15/2/17	0,05	0,00	0,01	0,06	0,02	0,01	4,03
18/2/17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20/2/17	0,14	0,00	0,00	0,06	0,04	6,36	3,17
22/2/17	0,39	0,00	98,36	4,37	0,59	2,53	258,95
26/2/17	0,01	0,00	0,76	0,02	0,03	0,01	44,43
1/3/17	0,02	0,00	0,01	0,05	0,15	1,80	0,29
2/3/17	0,15	0,00	2,02	0,18	0,19	0,92	47,95
3/3/17	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	18,72
6/3/17	0,01	0,00	0,00	0,08	0,06	7,80	0,00
11/3/17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14/3/17	0,06	0,00	0,00	42,39	2,17	0,01	149,00
16/3/17	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	2,87
17/3/17	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
21/3/17	0,06	0,00	0,02	0,24	0,34	0,01	0,12
27/3/17	0,00	0,00	0,00	0,16	0,38	0,01	1,04
30/3/17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06
1/4/17	0,04	0,00	0,00	0,03	0,02	0,11	1,34
4/4/17	0,03	0,00	0,00	0,09	0,38	0,00	0,49
5/4/17	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,25
8/4/17	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00
10/4/17	0,05	0,00	0,00	0,12	1,07	0,13	2,11
13/4/17	0,00	0,00	0,00	0,07	0,81	0,00	0,00
19/4/17	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	2,44
21/4/17	0,00	0,00	0,00	21,00	0,28	0,00	0,00
24/4/17	0,07	0,00	0,15	38,80	0,19	0,04	74,89
29/4/17	0,13	0,00	0,01	42,76	0,62	003	8,67
30/4/17	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01
3/5/17	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	14,34
7/5/17	0,01	0,00	0,00	199,16	0,11	0,00	0,00

Keterangan: Plot 1: Hutan Lindung, Plot 2: Hutan Produksi, Plot 3: Perkebunan Apel, Plot 4: Kentang Gulud Lereng, Plot 5: Sawi Gulud Lereng, Plot 6: Sawi Teras, Plot 7: Sawi Gulud Kontur.

Tidak terdapat nilai erosivitas

Tabel 10 menunjukan besarnya erosivitas selama periode penelitian yaitu selama 33 hari. Erosivitas tertinggi terdapat pada plot 7 yang terjadi pada tanggal 22 Februari 2017 dengan curah hujan sebesar 101,61 mm. Nilai erosivitas akan berbanding lurus dengan nilai erosi, sehingga ketika erosi dalam plot tinggi maka nilai erosivitas juga akan tinggi. Nilai erosivitas tersebut akan beragam di setiap plotnya, seiring dengan beragamnya nilai erosi dan faktor-faktor yang mempengaruhi erosi.

Erosivitas merupakan kemampuan curah hujan yang dapat mengakibatkan erosi disuatu luasan lahan. Erosivitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan erosivitas. Setiap persamaan akan memiliki perbedaan dalam karakter curah hujan yang mempengaruhi, seperti curah hujan harian dalam persamaan Bols (1978), curah hujan bulanan dalam persamaan Utomo dan Mahmud (1994). Sehingga untuk menjelaskan tujuan penelitian ini, curah hujan yang digunakan meliputi curah hujan harian, curah hujan 2 mingguan, curah hujan mingguan, dan curah hujan setiap bulan selama periode penelitian. Erosivitas yang dihasilkan juga memiliki jenis yang sama seperti dengan curah hujan yang digunakan.

4.5. Analisis Hubungan Curah Hujan dan Erosivitas di Lokasi Penelitian

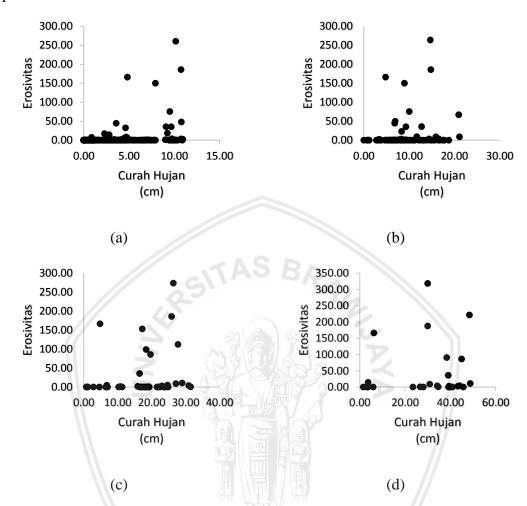
Hasil analisis yang didapatkan dari hubungan curah hujan dengan erosivitas menunjukan korelasi yang lemah (Tabel 11).

Tabel 11. Hasil Korelasi Setiap Waktu Penelitian

Waktu Penelitian	Korelasi (r)
Harian	0,29
Mingguan	0,16
2 Mingguan	0,18
Bulanan	0,09

Jika dilihat dalam tabel tingkat korelasi (Lampiran 10), hampir keseluruhan korelasi dalam Tabel 11 yang didapatkan dalam tingkat lemah dan hanya hubungan dalam waktu penelitian harian yang memiliki korelasi cukup lemah, sehingga hubungan tersebut yang terbaik dalam penelitian ini. Hal tersebut diakibatkan terdapat nilai dari curah hujan dan erosivitas yang tidak konsisten. Seharusnya, seperti menurut Ardianto (2017), bahwa semakin tinggi intensitas curah hujan, maka erosivitas juga semakin besar.

Hubungan curah hujan dan erosivitas tidak konsisten dalam setiap waktu penelitian.



Keterangan: (a) Hubungan Curah Hujan dengan Erosivitas Harian, (b) Hubungan Curah Hujan dengan Erosivitas Mingguan, (c) Hubungan Curah Hujan dengan Erosivitas 2 Mingguan, (d) Hubungan Curah Hujan dengan Erosivitas Bulanan.

Gambar 8. Hubungan Erosivitas dengan Curah Hujan

Gambar 8 menunjukan hasil hubungan kedua variabel yang tidak menunjukan adanya suatu pola. Hal tersebut mendukung hasil korelasi yang dihasilkan pada Tabel 11. Faktanya, ketidak konsistenan ditunjukan pada grafik di atas, bahwa ketika curah hujan mengalami peningkatan, erosivitas yang terjadi tidak mengalami peningkatan, bahkan masih berada di titik yang sama dengan curah hujan yang rendah. Adapun besarnya curah hujan yang sama dalam suatu kejadian tetapi memiliki nilai erosivitas yang berbeda. Seperti contoh jika dilihat dalam grafik (a), curah hujan 50 cm/hari memiliki nilai erosivitas yang beragam,

Selain beberapa kejadian di atas, akibat lain mungkin bisa terjadi karena persamaan USLE yang digunakan untuk mendapatkan nilai erosivitas. Dimana, USLE merupakan persamaan untuk menghitung erosi dalam jangka waktu 1 tahun, sedangkan penelitian ini dilakukan hanya dalam waktu 3 bulan. Selain itu adanya pengelolaan pada setiap plot atau aktivitas manusia yang dapat menambah faktor yang mengakibatkan nilai erosi akan semakin besar. Poesen (1983) *dalam* Ardianto, Amri (2017), menyatakan bahwa kepekaan tanah terhadap erosi bukan hanya dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah, topografi, namun ditentukan oleh faktor erosi lainnya yakni seperti erosivitas, vegetasi, fauna dan aktivitas manusia.

Tidak menutup kemungkinan kevalidan pengukuran erosi yang dilakukan secara langsung di plot juga mempengaruhi tidak konsistennya hubungan curah hujan dengan erosivitas tersebut. Kevalidan bisa dipengaruhi oleh adanya pergeseran alat, kemiringan alat, adanya benda asing yang masuk, ataupun erosi yang tertampung tidak keseluruhan berasal dari plot (kebocoran). Menurut Khonke, Bertrand (1959), sesudah terjadi beberapa hujan lebat maka plot-plot akan menjadi lebih redah dari plat seng bak penampung yang dipasang segaris dengan sudut kemiringan lereng, meskipun sedikit penurunan ini akan merubah derajat lereng.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hubungan curah hujan (setiap hari, minggu, dua minggu dan bulanan) memiliki korelasi yang cukup lemah ($r \le 0,29$) terhadap erosivitas di kawasan DAS Brantas Hulu selama periode penelitian.

5.2 Saran

Penelitian yang menggunakan data curah hujan yang diambil setiap harinya akan lebih baik jika ditambah dengan data karakter penyusun hujan yang mempengaruhi terjadinya hujan pada setiap hari (energi kinetik hujan, lama hujan, intensitas hujan, dll). Karena, curah hujan yang sama belum tentu memiliki kerakter penyusun hujan yang sama juga.



DAFTAR PUSTAKA

- Andhika, Y. 2014. Kajian Topografi dan Sifat Fisik Tanah Untuk Pendugaan Produksi Kentang (Solanum tuberosum L.) di Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Andrian, Supriadi dan Purba Marpaung. 2014. *Pengaruh Ketinggian Tempat dan Kemiringan Lereng Terhadap Produksi Karet (Hevea brasiliensis Muell. Arg.) di Kebun Hapesong PTPN III Tapanuli Selatan.* Medan. Jurnal Online Agroekoteknologi . Vol.2 (3); 981 989.
- Ardianto, K., Amri, A. I. 2017. Pengukuran dan Pendugaan Erosi pada Lahan Perkebunan Kelapa Sawit dengan Kemiringan Berbeda. FAPERTA Universitas Riau: Riau.
- Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air: Edisi Kedua. IPB Press: Bogor.
- Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. UGM Press: Yogyakarta.
- _____. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. UGM Press: Yogyakarta.
- ______. 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Alisan Sungai*. UGM Press: Yogyakarta.
- Auliya, N. A. 2016. Modifikasi Model Perhitungan Erosivitas Hujan Yang Diperoleh Dari Data ARR Terhadap Permodelan Erosi USLE Sub DAS Lesti Kabupaten Malang. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Banuwa, I. S. 2008. Erosi. Kencana Prenada Media Group: Jakarta.
- BAPPENAS. 2012. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Ekosistem DAS dalam Menunjang Ketahanan Air dan Ketanan Pangan. Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumber Daya Air: Jakarta.
- Fajri, M., Ngatiman. 2017. *Studi Iklim Mikro dan Topografi Pada Habitat Parashorea Malaanona Meer*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa. Samarinda.
- Fatma, D. 2018. *Hujan Orografis: Pengertian, Proses, Manfaat, dan Dampaknya.* (https://ilmugeografi.com/fenomena-alam/hujan-orografis) (verified 28 Juli. 2018).
- Febrian, S. R. 2015. Pendugaan Nilai Erosi Dengan Menggunakan Metode USLE pada Berbagai Penggunaan Lahan di Kecamatan Wagir Kabupaten Malang. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.

- Handajani, N. 2015. *Analisis Distribusi Curah Hujan dengan Kala Ulang Tertentu*. Jurnal Rekayasa Perencanaan, Vol 1, No. 3.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta: Akademika Pressindo: 250 hal.
- Karyati. 2015. Parameter-Parameter Curah Hujan Yang Mempengaruhi Penaksiran Indeks Erosivitas Hujan di Sri Aman, Sarawak. Jurnal AGRIFOR volume XIV Nomor 1.
- Kironoto, B, A. 2003. *Transpor Sedimen*. PPS-Teknik Sipil. Yogyakarta.
- Kohnke, H., Bertrand, A. R. 1959. *Soil Conservation*. McGraw-Hill Company. New York.
- Marzuqi, A. 2015. Pengaruh Perubahan Luas Daerah Kedap Air, Curah Hujan dan Jumlah Penduduk Terhadap Debit Puncak Banjir di Sub DAS Brantas Hulu di Kota Batu. Thesis. Universitas Brawijaya. Malang.
- Manik, K. E. S, 2003. Pengelolaan Lingkungan Hidup. Djambatan. Jakarta.
- Monde, A., Sinukaban, N., Murtilaksono, K., Pandjaitan, N. H. 2008. *Dinamika Kualitas Tanah, Erosi dan Pendapatan Petani Akibat Alih Guna Lahan hutan Menjadi Lahan Kako di DAS Nopu, Sulawesi Tengah*. Forum Pascasarjana Vol. 31, No. 3 (15-225).
- Ndruru, R. E., Situmorang, M., Tarigan, G. 2014. *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruh Hasil Produksi Padi di Deli Serdang*. Saintia Matematika. Vol. 2, No. 1 (71-83).
- Notohadiprawiro., Suparnowo, S, H. 1978. *Asas-Asas Pedologi*. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nurrizqi, E. H. 2012. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Perubahan Debit Puncak Banjir di Sub DAS Brantas Hulu. Vol. 1, No. 3.
- Perum Jasa Tirta. 2005. Tinjauan Hidrologi dan Sedimentasi DAS Kali Brantas Hulu. Disampaikan pada Diskusi Terbatas "Masalah dan Model Penanganan Daerah Kritis di Jawa Timur. Balitbang. Jawa Timur.
- Puslittanak. 2005. *Satu Abad : Kiprah Lembaga Penelitian Tanah Indonesia 1905-2005.*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat: Bogor.
- Putra, A., Triyatno., Syarief, A., Hermon, D. 2018. *Penilaian Erosi Berdasarkan Metode USLE dan Arahan Konservasi Pada DAS Air Dingin Bagian Hulu Kota Padang Sumatra Barat*. Jurnal Geografi Vol. 10, No. 1 (1-13).

- Qurratul, A. 2008. *Prediksi Tingkat Bahaya Erosi Dengan Metode USLE di Lereng Timur Gunung Sindoro*. Skripsi SI Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rayyandini, K., Banuwa, S. I., Afandi. 2017. Pengaruh Sistem Olah Tanah dam Pemberian Herbisida Terhadap Aliran Permukaan dan Erosi Pada Fase Generatif Pertanaman Singkong Musim Tanam Ke-2. J. Agrotek Tropika. ISSN 2337-4993, Vol. 5, No. 1 (57-62).
- Santosa, S., dan Suwarti, T. 1992. Lembar Geologi Malang 1608-1 Skala 1:100.000, Jatim. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Shodriyah. F., Sayekti. R. W., Prasetyorini. L. 2015. Studi Penentuan Kinerja Pengelolaan DAS (Kelestarian Lingkungan dan Ekonomi) di Sub DAS Brantas Hulu. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sinulingga, A. B. 1990. Prediksi Erosi dengan Metode USLE untuk Penerapan Konservasi Tanah di Kebun Tambunan A Kecamatan Salapian. Lembaga Penelitian USU, Medan.
- Sulistyaningrum, D., Susanawati, L, D., Suharto, B. 2014. Pengaruh Karakteristik Fisika-Kimia Tanah Terhadap Nilai Indeks Erodibilitas Tanah dan Upaya Konservasi Lahan. Jurusan Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Sutapa, I. W. 2010. Analisis Potensi Erosi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) di Sulawesi Tengah. Jurnal SMARTek, Vol. 8, No. 3 (169-181).
- Sudjana. 2005. Metode Statistika. Tarsito: Bandung.
- Utami, U. B, L. 2001. Pengaruh Tindakan Konservasi Tanah Terhadap Aliran Permukaan, Erosi, Kehilangan Hara dan Penghasilan Pada Usaha Tani Kentang dan Kubis.
- Utomo, W. H. 1989. Konservasi Tanah Indonesia: Suatu Rekaman dan Analisis. Rajawali Press: Jakarta.
- . 1994. Erosi dan Konservasi Tanah. Penerbit IKIP Malang: Jakarta.
- Widianto,. Suprayogo. D., Sudarto., Lestariningsih, I. D. 2010. Implementasi Kaji Cepat Hidrologi (RHA) di Hulu DAS Brantas, Jawa Timur. Working paper nr.121. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre. 133p. DOI: 10/5716/WP10338.PDF.
- Widya, L. P. 2010. Penetapan Tingkat Erodibilitas Tanah Berdasarkan Kemiringan Lereng di Kecamatan Pancur Batu Dengan Berbagai Metoda. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara: Malang.

Yuanita, F. 2015. Pendugaan Indeks Erosivitas Hujan Dengan Menggunakan Metode Bols dan Utomo di Wilayah Kecamatan Jabung dan Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya: Malang.

Zurhalena., Farni, Y. 2010. Distribusi Pori dan Permeabilitas Ultisolpada Beberapa Umur Pertanaman. J. Hidrolitan., Vol 1 (1): 43 –47.

