



**KAJIAN LIMPASAN PERMUKAAN DAN EROSI
DI BERBAGAI KERAPATAN KANOPI VEGETASI PADA ANDISOL
DI DAS REJOSO, KABUPATEN PASURUAN, JAWA TIMUR**

Oleh

ABDUL LATHIF RABBANI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2017



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Kajian Limpasan Permukaan dan Erosi di Berbagai Kerapatan Kanopi Vegetasi pada Andisol di DAS Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur

Nama Mahasiswa : Abdul Lathif Rabbani

NIM : 135040200111159

Minat : Manajemen Sumberdaya Lahan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama,

Ir. Widiyanto, M.Sc

NIP. 19530212 1979 03 1 004

Diketahui

dan Dekan

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,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 195405011981031006

Ir. Widiyanto, M. Sc
NIP. 195302121979031004

Penguji III,

Penguji IV,

Christanti Agustina, SP. MP
NIK. 2017098208262001

Istika Nita, SP. MP
NIK. 2016098911182001

Tanggal Lulus :



PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi 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 ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Januari 2018

Abdul Lathif Rabbani

RINGKASAN

Abdul Lathif Rabbani, 135040200111159. Kajian Limpasan Permukaan dan Erosi Di Berbagai Kerapatan Kanopi Vegetasi pada Andisol di DAS Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Dibawah bimbingan Widianto sebagai pembimbing utama

DAS Rejoso merupakan salah satu DAS kritis di Jawa Timur. Berdasarkan peta tinjau jenis tanah Kabupaten Pasuruan, DAS Rejoso terdiri dari beberapa jenis tanah yakni Entisol, Oxisols, Andisols, Inceptisols dan Alfisols. Khusus Andisols memiliki ciri khas *irreversible drying* yakni sifat yang menyebabkan tanah sulit dibasahi kembali jika kering mengakibatkan Andisols mudah terkena erosi baik erosi angin maupun air hujan. DAS Rejoso memiliki sumber mata air terbesar yakni sumber mata air Umbulan yang mengalami penurunan debit air yang mungkin dikarenakan adanya perubahan penggunaan lahan hutan sebesar 43,58% menjadi pemukiman dan ladang. Perubahan penggunaan lahan mempengaruhi laju infiltrasi, limpasan permukaan serta potensi erosi. Salah satu faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan dan erosi adalah tutupan kanopi. Adanya tutupan kanopi mampu mengintersepsi hujan melalui batang dan daun pohon sebelum hujan jatuh ke tanah menjadi infiltrasi dan limpasan permukaan. Selain berperan dalam mekanisme menurunkan limpasan permukaan, tutupan kanopi juga berperan dalam menekan erosi dikarenakan ketika terjadi hujan jatuh, maka energi kinetik hujan terintersepsi oleh tajuk tanaman terlebih dahulu sebelum mengenai tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji hubungan pengaruh kerapatan kanopi vegetasi dengan limpasan permukaan dan erosi pada Andisol di DAS Rejoso.

Penelitian dilaksanakan 7 Maret-7 Mei 2017 di Kecamatan Tosari wilayah DAS Rejoso, Kabupaten Pasuruan-Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan dengan metode survei dengan pendekatan *stratified random* sampling dengan pembuatan plot erosi untuk pengukuran limpasan permukaan dan erosi. Terdapat 5 plot pengamatan yang mewakili keragaman kondisi tutupan kanopi vegetasi mulai dari sangat rapat (P1), rapat (P2), sedang (P3), jarang (P4) dan sangat jarang (P5) yang masing-masing plot pengamatan memiliki 3 ulangan sehingga terdapat 15 plot erosi. Ada dua variabel yang diamati yakni variabel hidrologi yang meliputi limpasan permukaan dan erosi serta variabel biofisik yang meliputi ketebalan seresah, kondisi tanaman bawah dan tutupan kanopi.

Hasil penelitian sangat dipengaruhi oleh tingkat kerapatan kanopi vegetasi. Limpasan permukaan terendah pada P1 yakni sebesar 25 mm, sedangkan limpasan permukaan tertinggi pada P5 yakni sebesar 302 mm. Erosi terendah pada P2 yakni sebesar 4,16 ton/ha, sedangkan erosi tertinggi pada P5 yakni sebesar 560,06 ton/ha. Limpasan permukaan terendah terjadi pada P1 tetapi erosi terendah terjadi pada P2 yang mungkin dikarenakan adanya tanaman bawah yang lebih banyak dibandingkan P1. Energi kinetik hujan dari loloskanopi pohon akan lebih banyak ditahan oleh tanaman bawah P2.





KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Kajian Limpasan Permukaan dan Erosi Berbagai Tipe Kerapatan Kanopi Vegetasi pada Andisol di DAS Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur”**. Pada kesempatan ini Penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih atas segala bantuan serta dukungan terutama kepada:

1. Ir. Widiyanto, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah sabar membimbing, mengarahkan serta memberikan motivasi dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Teman Seperjuangan Forest Rangers Rejoso (Febrian Ari Nugroho, Nabilla Meilasari, Yoga Ade P, Fitri Marulani, Rajif Anam Raftulloh, Endro Prasetyo, Almira Widiantari P, Athanasius, Rana Farrasati, Fadilatul K dan Riswin Taufiq) yang telah membantu, memberi motivasi dan berkorban waktu serta tenaga selama pengambilan data penelitian hingga proses penyusunan skripsi
3. Tio Dwi Tanto, SP dan Rizky Maulana, SP yang telah membantu dan berkorban waktu dan tenaga selama pengambilan data penelitian.
4. Masyarakat DAS Rejoso yang telah memberikan kesan serta bantuan yang mendukung dalam pengambilan data di lapangan.
5. Teman-teman terdekat yang telah memberi motivasi dalam pengerjaan skripsi

Penulis menyadari bahwa skripsi penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga masukan dan kritik sangat dibutuhkan oleh penulis. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat baik bagi semua pihak.

Malang, Januari 2018

Penulis



RIWAYAT HIDUP

iv

Penulis dilahirkan di Samarinda pada tanggal 09 September 1995 sebagai putra pertama dari dua bersaudara dari Bapak Supardi dan Ibu Pariningsih.

Penulis menempuh Pendidikan dasar di SDN Tanggan 2, Kecamatan Gesi, Kabupaten Sragen pada tahun 2001 sampai tahun 2007, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 2 Sragen pada tahun 2007 dan selesai pada 2010. Pada tahun 2010 sampai tahun 2013 penulis studi di SMAN 3 Sragen. Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi ketua IMBAS (Ikatan Mahasiswa Brawijaya Sragen) dan ketua Koordinator Keluarga Mahasiswa Sragen Regional Jawa Timur pada tahun 2014-2015. Penulis pernah aktif dalam kepanitiaan Paska GATRAKSI (Galang Mitra dan kenal Profesi) pada tahun 2015, GATRAKSI pada tahun 2016, 2017 dan GALIFU (Geomorfologi, Analisa Lahan dan Foto Udara) pada tahun 2016.



DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Limpasan Permukaan dan Erosi	4
2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Limpasan Permukaan dan Erosi	5
2.3 Andisol	7
III. METODE PENELITIAN	8
3.1 Waktu dan Tempat	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Metode Penelitian	8
3.4 Tahapan Penelitian	8
3.5 Analisa Data	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Karakteristik Plot Pengamatan	15
4.2 Karakterisasi Hujan Lokasi Pengamatan	16
4.3 Limpasan Permukaan dan Erosi	17
4.4 Hubungan Limpasan Permukaan dan Erosi dengan Faktor-faktor Lain ..	23
V. KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	29



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Alat dan Bahan.....	8
2	Letak Masing-Masing Plot Pengamatan.....	9
3	Karakteristik Plot Pengamatan.....	15
4	Karakteristik Total Curah Hujan.....	17
5	Total Limpasan Permukaan dan Erosi.....	21
6	Hubungan Limpasan Permukaan dan Erosi dengan Faktor-faktor Lain..	23



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Rancangan Plot Erosi.....	10
2	Rancangan Ombrometer.....	12
3	Contoh Sketsa Tutupan Kanopi dan Letak Pengambilan Sampel Seresah dan Tanaman Bawah.....	13
4	Sebaran data curah hujan mingguan.....	16
5	Hubungan antara Curah Hujan dan Limpasan Permukaan.....	18
6	Hubungan antara curah hujan dan erosi.....	20



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Tahap Standarisasi Limpasan Permukaan dan Erosi	29
2	Hubungan Kelerengan dengan Limpasan Permukaan	30
3	Hubungan kelerengan dengan Erosi.....	31
4	Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Adanya Standarisasi.....	32
5	Anova <i>Oneway</i> Limpasan Permukaan dan Erosi.....	32
6	Dokumentasi Penelitian	33



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

DAS Rejoso merupakan salah satu DAS kritis di Jawa Timur. Menurut peta tinjau jenis tanah Kabupaten Pasuruan (1966) sebaran jenis tanah di DAS Rejoso meliputi Entisols, Oxisols, Andisols, Inceptisols dan Alfisols. Andisol memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, berat isi ringan, daya menahan air tinggi serta porositas tinggi (Sukarman dan Dariah, 2014). Berat isinya yang ringan dan adanya sifat *irreversible drying* yakni sifat yang menyebabkan tanah sulit dibasahi kembali jika kering mengakibatkan Andisol mudah terkena erosi baik erosi angin maupun air hujan (Buringh, 1984). Hasil penelitian Damayanti (2004) yang melakukan perbandingan total erosi pada tiga jenis tanah yakni Andisols, Inceptisols dan Vertisols yang hasilnya adalah total erosi pada Andisols lebih besar 2 kali lipat dibandingkan total erosi di Inceptisol dan 4,5 kali lipat dibandingkan Vertisols.

DAS Rejoso memiliki sumber mata air yakni sumber mata air Umbulan yang mengalami penurunan debit air. Menurut Kadarisman (dalam Wartabromo, 2017) menyebutkan bahwa dalam kurun waktu 26 tahun yang terhitung sejak 1990 sampai 2016, telah terjadi penurunan debit mata air Umbulan, dari sekitar 6000 liter/detik menjadi sekitar 3600 liter/detik dan diperkuat penelitian Damayanti et al. (2017) yang menyatakan pada saat pengukuran terakhir, debit mata air Umbulan berkisar antara 3400-4000 liter/detik. Perubahan penggunaan lahan pada daerah resapan air hujan diduga menjadi penyebab berkurangnya debit mata air. Menurut Penelitian Husniah (2017) bahwa pada rentang tahun 2002-2013 terjadi penurunan lahan hutan sebesar 43,58% di DAS Rejoso menjadi pemukiman dan ladang. Perubahan penggunaan lahan mempengaruhi laju infiltrasi dan limpasan permukaan. Menurut Buytaert *et al.* (2005) perubahan penggunaan lahan hutan menjadi pertanian menyebabkan berkurangnya ketersediaan air dan aliran bawah.

Salah satu faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan dan erosi adalah tutupan kanopi. Adanya tutupan kanopi mampu mengintersepsi hujan melalui batang dan daun pohon sebelum hujan jatuh ke tanah menjadi infiltrasi dan limpasan permukaan serta kaitannya dengan mengurangi erosi adalah diharapkan



2
ketika hujan jatuh, maka energi kinetik hujan terintersepsi oleh tajuk tanaman terlebih dahulu sebelum mengenai tanah. Berdasarkan penelitian Meilasari (2017) menyebutkan bahwa pada tutupan kanopi >80% hanya 13% yang menjadi limpasan permukaan dari curah hujan, tutupan kanopi 40-80% lebih tinggi yakni 37% limpasan permukaan dari curah hujan serta tutupan kanopi 20-40% lebih tinggi yakni 62% limpasan permukaan dari curah hujan. Tutupan kanopi rapat berpengaruh kepada infiltrasi. Menurut (Nurpadilah, 2012) bahwa infiltrasi pada tutupan kanopi >80% lebih cepat dibandingkan tutupan kanopi 0%. Sehingga tutupan kanopi memberi dampak terhadap limpasan permukaan dan laju infiltrasi. Berdasarkan penelitian Arifin (2010) bahwa erosi pada tutupan kanopi 20-40% lebih besar 1,4 kali dibandingkan tutupan kanopi >70% dan lebih besar 5 kali dibandingkan tutupan kanopi 0-20%.

Berhubungan dengan kondisi vegetasi yang beragam dari sangat rapat hingga jarang yang ditemukan di DAS Rejoso, mengindikasikan adanya perbedaan kondisi biofisik lahan. Hal tersebut tentu mempengaruhi tingkat limpasan permukaan dan erosi tanah yang terjadi di plot. Sumber keragaman pada penelitian yang menjadi batasan penelitian adalah kerapatan kanopi vegetasi pada Andisol.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan dari penelitian ini adalah apakah dengan adanya kerapatan kanopi vegetasi semakin jarang meningkatkan limpasan permukaan dan erosi pada Andisol di DAS Rejoso?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji hubungan antara pengaruh kerapatan kanopi vegetasi dengan limpasan permukaan dan erosi pada Andisol di DAS Rejoso.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah adanya kerapatan kanopi vegetasi semakin jarang, maka limpasan permukaan dan erosi semakin besar pada Andisol di DAS Rejoso.



1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan mampu untuk mengevaluasi penyebab menurunnya debit sumber mata air Umbulan serta meningkatnya limpasan permukaan dan erosi pada Andisol di DAS Rejoso.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limpasan Permukaan dan Erosi

1. Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan berlangsung ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi. Setelah laju infiltrasi terpenuhi maka air mulai mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah setelah pengisian air pada cekungan selesai, air kemudian dapat mengalir di atas permukaan tanah dengan bebas (Asdak, 2010). Menurut Indarto (2010) limpasan permukaan dapat dibedakan menjadi dua yakni limpasan permukaan berasal dari kelebihan infiltrasi dan berasal dari kejenuhan tanah. Limpasan permukaan berasal dari kelebihan infiltrasi terjadi jika besarnya hujan yang jatuh lebih besar dari kapasitas infiltrasi. Limpasan permukaan umumnya teramati pada kejadian hujan deras dengan durasi pendek. Sedangkan limpasan permukaan berasal dari kejenuhan tanah terjadi jika lapisan tanah menjadi jenuh dan air tak lagi dapat terinfiltrasi. Umumnya terjadi pada intensitas hujan rendah sampai sedang dengan durasi lama. Tanah mungkin sudah jenuh oleh kejadian hujan sebelumnya, sehingga tak lagi dapat menampung air infiltrasi.

Linsley, Kohler dan Paulhus (1996) menjelaskan daur limpasan permukaan ketika terjadi hujan mengenai permukaan tanah maka terjadi infiltrasi. Laju infiltrasi yang tinggi terjadi pada permulaan hujan, kecuali pada hujan dengan intensitas sangat tinggi karena pada saat itu terjadi banyak bagian defisiensi lengas tanah yang terpenuhi sebelum limpasan permukaan yang cukup besar terjadi. Suatu perubahan intensitas hujan akan mengubah besaran relatif semua faktor limpasan permukaan. Setelah hujan selesai mengisi bagian lengas tanah atau dalam hal ini terinfiltrasi maka hujan akan menjadi limpasan permukaan.

2. Erosi

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami (Arsyad, 1989). Dua penyebab utama terjadinya erosi adalah erosi yang dikarenakan oleh aktivitas alamiah dan erosi yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Erosi alamiah terjadi karena proses pembentukan tanah dan proses erosi yang terjadi untuk



5 mempertahankan keseimbangan tanah secara alami. Sedangkan erosi karena kegiatan manusia pada umumnya disebabkan oleh terkelupasnya lapisan tanah bagian atas akibat cara bercocok tanam yang tidak mengindahkan kaidah konservasi tanah (Asdak, 2010). Proses erosi bermula dari terjadinya penghancuran agregat-agregat tanah sebagai akibat pukulan air hujan yang mempunyai energi lebih besar daripada daya tahan tanah (Utomo, 1989) dan disebabkan karena tenaga kinetik air yang jatuh di atas permukaan tanah (Asdak, 2010). Arsyad (1989) menjelaskan proses erosi oleh air merupakan kombinasi dua sub proses yaitu (1) penghancuran struktur tanah menjadi butir-butir primer oleh energi kinetik. Butir-butir hujan yang menimpa tanah dan perendaman oleh air yang tergenang (proses dispersi) pengangkutan butir-butir tanah oleh percikan hujan, dan (2) penghancuran struktur tanah diikuti pengangkutan butir-butir tanah tersebut oleh air yang mengalir di permukaan tanah.

Faktor-faktor penyebab timbulnya erosi adalah erosivitas yang berkaitan dengan iklim dan erodibilitas yang berkaitan dengan sifat fisik tanah dan pengelolaan tanah dan tanaman yang didalamnya meliputi topografi, vegetasi serta manusia (Kartasapoetra, 2005). Menurut penelitian Meshesha, Tsunekawa dan Haregeweyn (2016) erodibilitas pada andisol dengan kelerengan curam lebih besar 1,5 kali dibandingkan tanah berpasir.

2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Limpasan Permukaan dan Erosi

Lama waktu hujan, intensitas, dan penyebaran hujan akan mempengaruhi laju dan volume air limpasan permukaan. Hujan dengan waktu yang singkat dan dengan intensitas rendah tidak akan banyak menimbulkan limpasan permukaan dan air hujan infiltrasi ke dalam tanah (Asdak, 2010). Bennet (1955) menyatakan bahwa intensitas curah hujan, jenis tanah, keadaan kelembaban di bawah permukaan tanah dan permeabilitas juga merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap laju limpasan permukaan.

Tutupan kanopi, ketebalan seresah, kondisi biomassa tanaman bawah/understorey dapat mempengaruhi limpasan permukaan dan erosi dari aspek biofisik.



1. Tutupan kanopi

Tanaman penutup tanah mempengaruhi aliran air permukaan (Bennett, 1955). Berdasarkan penelitian Masnang *et al.* (2014) bahwa tutupan kanopi berpengaruh pada limpasan permukaan dan erosi. Limpasan permukaan pada tutupan kanopi >80 % lebih kecil 2,5 kali dan 4,5 kali dibandingkan tutupan kanopi 20-80% dan tutupan kanopi 0-20% serta erosi pada tutupan kanopi >80 % lebih kecil 5,5 kali dan 12 kali dibandingkan tutupan kanopi 20-80% dan tutupan kanopi 0-20%. Sedangkan penelitian Zokaib dan Naser (2012) bahwa adanya tutupan kanopi berupa lahan hutan mampu mengurangi limpasan permukaan sebesar dua kali lipat dibandingkan lahan pertanian tanpa tutupan kanopi. Pengaruh vegetasi penutup tanah terhadap erosi adalah: 1) melindungi permukaan tanah dari tumbukan air hujan, 2) menurunkan kecepatan dan volume limpasan permukaan, 3) menahan partikel-partikel tanah pada tempatnya melalui sistem perakaran dan seresah yang dihasilkan, dan 4) mempertahankan kemantapan kapasitas tanah dalam menyerap air (Asdak, 2010).

2. Ketebalan Seresah

Ketebalan seresah memberikan perlindungan yang sangat efektif dalam proses pencegahan erosi melalui mekanisme pemecahan butir-butir air hujan dan menurunkan laju kecepatan air limpasan sehingga faktor penting untuk terjadinya erosi menjadi minimal (Asdak, 2010). Penelitian Astutik (2016) membuktikan bahwa pada tutupan kanopi yang rapat yakni hutan eukaliptus yang menghasilkan seresah berlimpah, dapat menurunkan laju limpasan permukaan dan erosi masing-masing sebesar 87% dan 36%. Menurut penelitian Neris *et al.* (2013) penambahan seresah dari 1,4 cm menjadi 1,6 cm mampu menurunkan limpasan permukaan sebesar 1,5 kali.

3. Kondisi Biomassa Tanaman Bawah / *understorey*

Kerapatan tanaman bawah secara langsung akan mempengaruhi besarnya limpasan permukaan dan erosi, karena meningkatkan intersepsi dan menghambat laju aliran permukaan. Penelitian Idris, Millang dan Paembonan (2012) membuktikan bahwa peningkatan kerapatan tanaman bawah dari 0,65 ton/ha



menjadi 1.03 ton/ha pada sistem agroforestri berbasis kopi dan kakao dapat menurunkan erosi dari 18,07 ton/ha menjadi 1,65 ton/ha. Penelitian Zokaib dan Naser (2012) bahwa adanya biomassa tanaman bawah berupa rumput mampu mengurangi limpasan permukaan sebesar dua kali lipat dan erosi sebesar tiga kali lipat dibandingkan lahan bero.

2.3 Andisol DAS Rejoso

Andisol merupakan tanah yang terbentuk dari bahan abu vulkan muda yang mempunyai sifat mineralogi yakni fraksi debu dan pasir halus berupa gelas vulkanik, dengan mineral fenomagnesium, dan fraksi lempung sebagian besar berupa alofan dan juga mengandung *halloysit*. Andisol pada umumnya tersusun dari bahan-bahan/partiel lepas sehingga Andisol mempunyai permeabilitas dan aerasi cukup tinggi. Struktur tanah Andisol yang masih dalam taraf perkembangan sehingga mudah terbawa oleh air hujan/*runoff* terutama di lahan terbuka (Munir, 1996).

Menurut Santoso dan Suwarti (1992) di Kecamatan Tosari yang merupakan daerah peneltian termasuk pada geologi Qp(t) yakni batuan gunung api kuarter tengah yang dipengaruhi dari gunung tengger. Bahan penyusunnya antara lain : (1) breksi gunungapi bersusunan andesit hingga basal, berbutir pasir, (2) tuf, kuning keruh, putih, coklat, kelabu; berbutir pasir kasar-halus dan lapilli, mampat, kemas terbuka, kesarangan cukup, (3) lava bersusunan andesit, basal, andesit piroksen, basal olivine, andesit hipersten-augit dan basal piroksen, (4) aglomerat, berkomponen andesit, basal, batuapung, obsidian, kaca gunungapi dan pecahan mineral warna hijau atau hitam, dengan masadasar tuf pasiran atau abuan, (5) lahar, pasir halus-kerakal, meyudut tanggung-membundar.



III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada Andisol di Kecamatan Tosari wilayah DAS Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, mulai 7 Maret 2017 hingga 7 Mei 2017. Analisis berat sampel sedimentasi dilakukan di Laboratorium Fisika Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Pengukuran
Meteran, jerigen 30 lt (jerigen B), jerigen 20 lt (jerigen A), selang, gelas ukur, seng, tanah, plastik rol	Limpasan Permukaan
Corong, kertas koran, gelas ukur, oven, timbangan analitik, botol mineral 1,5 lt	Erosi
Corong, bambu, raffia, botol mineral 1,5 lt	Curah Hujan Aktual
Meteran	Tutupan kanopi

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode survey dengan pendekatan *stratified random sampling*. Metode pemilihan kelas sampel dilakukan dengan cara membagi populasi ke kriteria strata-strata (kelas) tertentu (Nurhayati, 2008) serta pengukuran limpasan permukaan dan erosi menggunakan metode plot erosi.

3.4 Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas dua tahapan yakni (1) persiapan dan pengumpulan data-data sekunder serta pengamatan, (2) pengukuran di lapangan, (3) analisis berat sedimen dan (4) Analisa data.



3.4.1 Persiapan dan Pengumpulan Data-data Sekunder

Tahapan persiapan adalah meninjau daerah penelitian menggunakan peta tinjau jenis tanah Kabupaten Pasuruan oleh Lembaga Penelitian Tanah (1966), melakukan survei lokasi, penentuan lokasi plot erosi pada masing-masing plot kerapatan kanopi vegetasi, pembuatan plot erosi

3.4.1.1 Penentuan Plot Erosi

Penetapan plot pengamatan dipilih berdasarkan kondisi kerapatan kanopi vegetasi yang mewakili sebagian besar penggunaan lahan di Andisol DAS Rejoso. Plot erosi merupakan sub plot pengamatan yang dibuat. Terdapat lima plot perlakuan/pengamatan yang masing-masing diulang sebanyak tiga kali sehingga keseluruhan yakni 15 plot erosi. Letak masing-masing plot pengamatan terdapat pada tabel 2.

Tabel 2 Letak Masing-Masing Plot Pengamatan

Plot Pengamatan	Stasiun Pengamatan	Letak
P1	1	Dsn. Junggo, Ds. Baledono, Kec. Tosari, Kab. Pasuruan
P2	2	Dsn. Baledono, Ds. Baledono, Kec. Tosari, Kab. Pasuruan
P3	3	Dsn. Tosari, Ds. Tosari, Kec. Tosari, Kab. Pasuruan
P4	4	Dsn. Junggo, Ds. Baledono, Kec. Tosari, Kab. Pasuruan
P5	4	Dsn. Junggo, Ds. Baledono, Kec. Tosari, Kab. Pasuruan

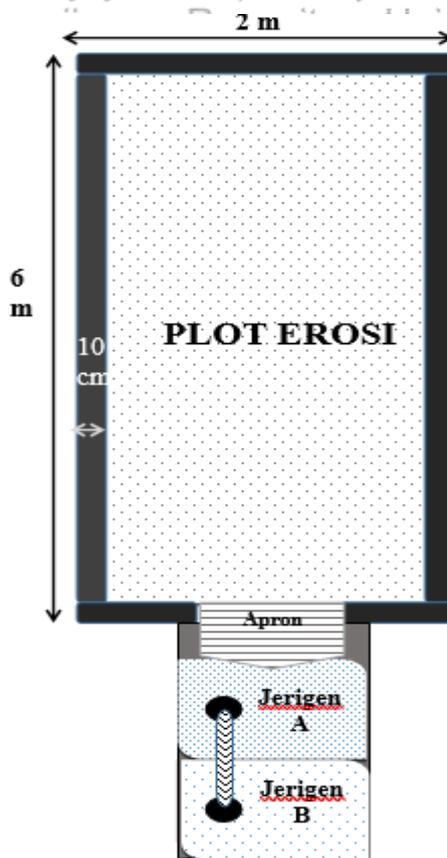
Keterangan: Plot pengamatan P1= Kanopi vegetasi sangat rapat, P2= rapat, P3= sedang, P4= jarang, P5= sangat jarang

3.4.1.2 Pembuatan Plot Erosi

Proses pertama pembuatan plot erosi yakni membuat plot erosi berukuran 6 m x 2 m searah lereng yang dibatasi oleh plastik roll berisi tanah dengan tinggi 10-20 cm untuk menghindari masuknya air dari luar plot erosi atau sebagai border agar limpasan permukaan dari luar plot tidak masuk ke plot erosi yang dibuat. Lalu dibawah plot erosi dibuat tempat untuk apron, jerigen A dan jerigen B. Apron merupakan seng berbentuk trapesium dengan panjang masing-masing sisi 50 cm dan 10 cm serta tinggi 50 cm yang bermanfaat untuk menyalurkan limpasan permukaan ke jerigen A. Limpasan permukaan diharapkan mengalir dan ditampung oleh jerigen A yang terdapat 13 lubang serta memiliki volume 10 liter dan jerigen B yang memiliki volume 30 liter. Apabila jerigen A telah penuh oleh



limpasan permukaan, maka limpasan permukaan menuju jerigen B melalui selang yang menghubungkan kedua jerigen (Gambar 1).



Gambar 1. Rancangan Plot Erosi

3.4.2 Pengamatan dan Pengukuran di lapangan

3.4.2.1 Pengukuran di Lapangan

1. Limpasan Permukaan

Pengukuran limpasan permukaan diukur setiap hari setelah terjadi hujan. Air yang tertampung dalam jerigen diukur volumenya dengan menggunakan gelas ukur. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui total limpasan permukaan setiap kejadian hujan menggunakan rumus limpasan permukaan.



Total limpasan permukaan setiap kejadian hujan dihitung menggunakan rumus:

$$TRO = \frac{(V1 + (V2 \times 13))}{A \times 1000^*}$$

Dimana : V1 : volume limpasan permukaan jerigen A (ml)
 V2 : volume limpasan permukaan jerigen B (ml)
 TRO : total limpasan permukaan dalam plot (mm)
 A : luas penampang plot erosi (m²)
 Catatan* : konversi nilai dari ml/m² ke mm

2. Erosi

Erosi yang diukur menggunakan pendekatan banyaknya sedimen yang terangkut bersama dengan limpasan permukaan. Pengukuran sedimen dilakukan bersama dengan pengukuran limpasan permukaan dengan cara menghomogenkan limpasan permukaan pada jerigen A maupun jerigen B (bila ada), lalu mengambil sampel air limpasan permukaan sebanyak 1000 ml pada masing-masing jerigen yang dimasukkan ke dalam botol 1,5 liter. Setelah mendapatkan sampel air sedimen, proses selanjutnya adalah penyaringan sampel air sedimen. Sebelum sampel disaring, sampel tersebut dihomogenkan dengan cara dikocok terlebih dahulu sebelum di saring menggunakan kertas koran. Proses penyaringan sedimen dilakukan sampai sedimen dan air terpisah

Total sedimen dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Sd = \left[\frac{\left(\frac{BKsp1}{Vsp1} \times V1 \right) + \left(\frac{BKsp2}{Vsp2} \times V2 \times 13 \right)}{A} \right] \times 0,01^*$$

Dimana : Sd : Total sedimen (ton/ha)
 BKsp1 : Berat kering sedimen jerigen 1 (g)
 BKsp2 : Berat kering sedimen jerigen 2 (g)
 Vsp1 : Volume sub sampel jerigen 1 (ml)
 Vsp2 : Volume sub sampel jerigen 2 (ml)
 V1 : Volume air limpasan permukaan jerigen 1 (ml)
 V2 : Volume air limpasan permukaan jerigen 2 (ml)
 A : Luas penampang plot erosi (m²)
 Catatan* : konversi dari gram/m² menjadi ton/ha

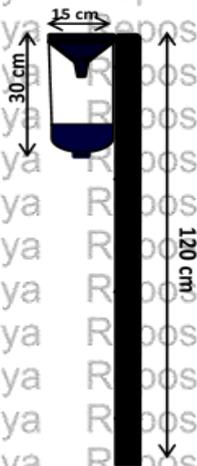


3. Curah Hujan Aktual

Curah hujan aktual diukur setiap pagi sehari setelah kejadian hujan, untuk mengetahui curah hujan aktual harian pada masing-masing plot dengan cara mengukur air yang tertampung pada instalasi ombrometer sederhana yang dipasang disekitar plot erosi yang tidak terpengaruhi oleh tutupan kanopi. Masing-masing plot pengamatan terdapat satu stasiun hujan kecuali pada plot 4 dan plot 5 yang hanya diwakilkan satu stasiun hujan dikarenakan lokasi antar plot yang berdekatan sehingga terdapat 4 stasiun hujan pengamatan yang lokasinya terdapat pada Tabel 2 serta instalasi ombrometer dapat dilihat pada Gambar 2. Data lapangan yang didapatkan dari lapangan adalah berupa volume curah hujan (ml) tetapi satuan curah hujan adalah (mm) sehingga diperlukan perhitungan untuk merubah ml ke mm.

$$\text{Curah hujan (mm)} = \left(\frac{\text{Curah hujan (ml)}}{\text{luas penampang corong}} \right) \times 10^*$$

Catatan* : konversi dari cm ke mm



Gambar 2. Rancangan Ombrometer

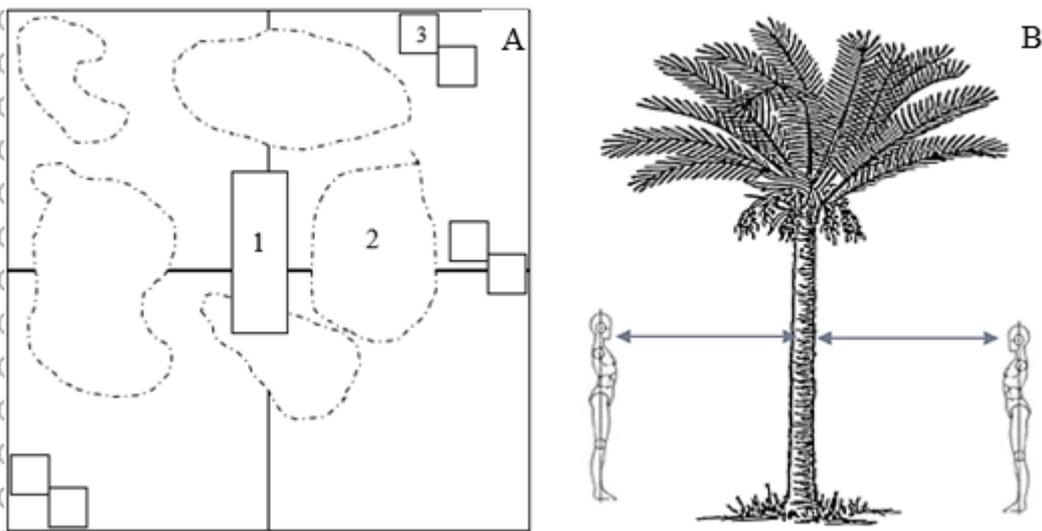
4. Tutupan Kanopi

Cara menghitung tutupan kanopi yaitu pertama membuat daerah sampling dengan ukuran panjang dan lebar adalah 20 m X 20 m di sekitar plot erosi sehingga diharapkan mampu mewakili tutupan kanopi masing-masing plot erosi



13 dan untuk memudahkan pengukuran, daerah sampling dibagi menjadi empat kuadran. Tahap selanjutnya adalah menghitung jarak tepi masing-masing kanopi pohon dengan batang pohon menggunakan meteran dan diproyeksikan ke kertas millimeter blok. Contoh sketsa dapat dilihat pada Gambar 3. Setelah mendapatkan sketsa tutupan kanopi maka tahap selanjutnya perhitungan persentase tutupan kanopi:

$$\% \text{ tutupan kanopi} = \frac{\text{Berat sketsa tutupan kanopi}}{\text{Berat total kertas milimeter blok}} \times 100\%$$



Gambar 3. A) Contoh sketsa tutupan kanopi dan letak pengambilan sampel seresah dan tanaman bawah B) Cara pengukuran tutupan kanopi

Keterangan : 1 : Plot erosi

2 : Tutupan kanopi pohon

3 : Letak pengambilan sampel seresah

3.4.3 Analisis Berat Sedimen

Sampel sedimen yang telah disaring, di oven selama 24 jam dengan suhu 105⁰

C. Kertas koran yang digunakan harus diketahui terlebih dahulu berat kering ovennya untuk memudahkan mengetahui berat bersih sampel sedimen.

3.5 Analisa Data

Tahap selanjutnya setelah mendapatkan data limpasan permukaan dan erosi adalah pengolahan data. Pengolahan data adalah proses penyederhanaan data ke

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Plot Pengamatan

Pengamatan limpasan permukaan dan erosi yang dilakukan di plot erosi, yang menggambarkan keragaman kondisi tutupan kanopi vegetasi di Andisol wilayah DAS Rejoso. Karakteristik pada masing-masing plot pengamatan secara lengkap disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Karakteristik Plot Pengamatan

Plot	Ulangan	Vegetasi	Lering	Tekstur**	Kerapatan Kanopi Pohon	Seresah*	Tanaman bawah*	Pengolahan Lahan	
			%	Kelas	%	ton/ha	ton/ha	Bedengan	Arah Bedengan
P1	1	pinus, rumput liar	34	SiaL	41	12.07	5.08	-	-
	2	pinus, rumput gajah	42	CL	63	8.51	6.32	-	-
	3	pinus, rumput liar	18	SiL	60	7	18.85	-	-
P2	1	pinus, rumput gajah	51	SiCL	40	0.93	3.91	-	-
	2	pinus, rumput gajah	62	SiCL	33	2.14	12.86	-	-
	3	pinus, rumput gajah	55	SiL	48	2.79	14.93	-	-
P3	1	cemara, kubis	66	SL	5	0.53	8.44	+	X
	2	cemara, kubis	33	SL	3	2.33	7.85	+	X
	3	cemara, kubis	27	L	4	3.53	14.99	+	X
P4	1	pisang	51	CL	0	0	0.74	+	X
	2	jagung	47	SiCL	0	0.37	1.87	-	-
	3	wortel	37	SiCL	0	0.57	8.44	+	X
P5	1	lahan bero	34	SiL	0	0	0	-	-
	2	lahan bero	47	SiL	0	0	0	-	-
	3	lahan bero	9	SiL	0	0	0	+	X

Keterangan : SiL = Lempung berdebu, CL = Lempung berliat, SiCL = Lempung liat berdebu, SL = Lempung berpasir, L = Lempung, (+) = ada, (-) = tidak ada, V = Searah Kontur, X = Tidak searah kontur

*data penelitian Prasetyo (2017)

**data penelitian Marulani (2017)

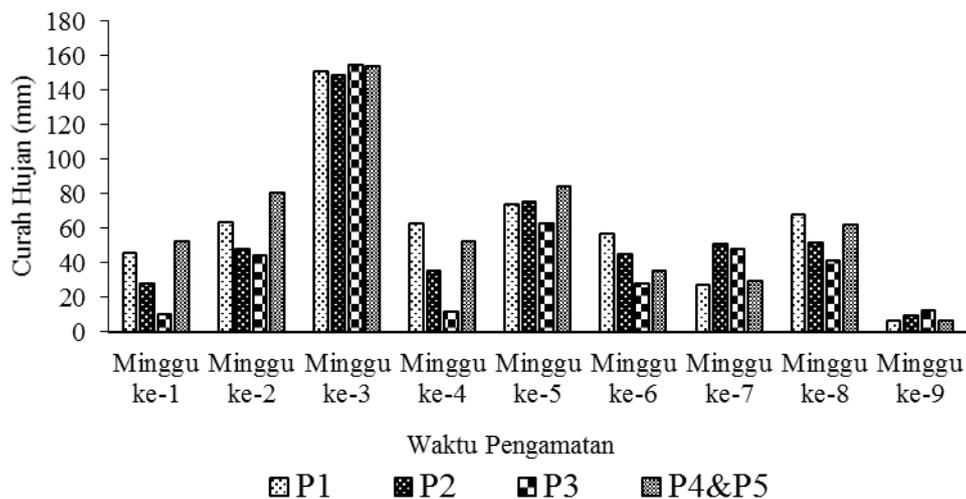
Tabel 4 menunjukkan rincian penggunaan lahan yakni mulai dari plot 1 dan 2 yakni hutan dan 3 sampai 5 yakni tegalan. Kerapatan kanopi pohon pada plot 1 sampai 5 menunjukkan kecenderungan yang menurun. Walaupun kerapatan kanopi pohon plot 4 dan plot 5 sama, namun ada perbedaan kondisi biomassa tanaman bawah yakni plot 4 lebih besar dibandingkan plot 5, karena adanya tanaman semusim pisang, jagung dan wortel.



Ada perbedaan lain pada masing-masing plot erosi yakni tekstur tanah, kelerengan, ketebalan seresah dan pengolahan lahan yang dapat mempengaruhi limpasan permukaan dan erosi. Secara teori kelerengan yang berbeda menyebabkan limpasan dan erosi yang berbeda pula sehingga diperlukan adanya standarisasi (Lampiran 1).

4.2 Karakterisasi Hujan Lokasi Pengamatan

Hujan menjadi salah satu faktor penentu besarnya limpasan permukaan dan erosi pada suatu lahan. Sifat hujan yang mempengaruhi besarnya limpasan permukaan dan erosi adalah intensitas dan durasi hujan yang secara tidak langsung bisa dicerminkan dari jumlah curah hujan (mingguan). Oleh karena data intensitas dan durasi hujan tidak dapat diukur dalam penelitian ini, maka karakteristik hujan dievaluasi hanya berdasarkan curah hujan mingguan yang terjadi selama penelitian berlangsung. Lokasi plot pengamatan limpasan permukaan dan erosi tersebar menjadi empat blok stasiun curah hujan. Sebaran data hujan mingguan terdapat pada Gambar 3.



Gambar 4. Sebaran data curah hujan mingguan di empat stasiun hujan selama penelitian berlangsung (7 Maret s/d 7 Mei 2017)

Gambar 4 menunjukkan adanya kemiripan pola kejadian hujan di keempat stasiun hujan yang diamati. Namun demikian jumlah hujan pada setiap kejadian di masing-masing stasiun tidak selalu sama. Berdasarkan jumlah curah hujan dan



jumlah hari hujan yang terjadi di keempat stasiun, didapatkan bahwa stasiun P3 yang memiliki perbedaan yang paling besar dibandingkan ketiga stasiun lainnya (Tabel 4). Pada stasiun P3 dicatat jumlah hari hujan yang paling sedikit (24 hari) dibandingkan stasiun lainnya (31-33 hari) dan jumlah curah hujan yang paling rendah pula (413 mm) dibanding stasiun lainnya (antara 492-556 mm).

Tabel 4 Karakteristik Total Curah Hujan (Selama pengamatan)

Plot	Stasiun Hujan	Total Curah Hujan mm	Total Hari Hujan Hari	Jumlah Hari Hujan		
				Hujan Rendah	Hujan Sedang	Hujan Tinggi
P1	1	555	32	25	4	3
P2	2	492	31	24	6	1
P3	3	413	24	16	7	1
P4	4	556	33	21	11	1
P5	4	556	33	21	11	1

Berdasarkan kriteria curah hujan menurut BMKG (2010), curah hujan yang terjadi di DAS Rejoso dapat dibedakan menjadi kelas hujan ringan (<20 mm/hari), sedang (21-50 mm/hari), dan tinggi (51-100 mm/hari). Curah hujan ringan mendominasi selama pengamatan yakni sebesar 70% diikuti dengan curah hujan sedang yakni 25% dan curah hujan tinggi hanya 5%. Akibat jumlah curah hujan yang berbeda pada keempat stasiun hujan sehingga diperlukan adanya standarisasi (Lampiran 1).

4.3 Limpasan Permukaan dan Erosi

4.3.1 Hubungan Curah Hujan dan Limpasan Permukaan

Ketika hujan turun maka hujan diintersepsi oleh kanopi pohon, seresah dan juga tanaman bawah lalu terjadi infiltrasi sehingga diperlukan curah hujan tertentu untuk menimbulkan limpasan permukaan. Perbedaan penggunaan lahan yakni hutan yang diwakili oleh plot 1 dan 2 serta tegalan yang diwakili oleh plot 3 sampai 5 mampu membuat perbedaan mulainya limpasan permukaan. Hubungan antara curah hujan dan limpasan permukaan pada masing-masing plot ditunjukkan pada Gambar 5.



Plot 1 dan plot 2 curah hujan >21 mm mulai menunjukkan adanya limpasan permukaan dan memiliki kecenderungan limpasan permukaan yang terus meningkat. Pada plot 3 sampai plot 5 terlihat pada curah hujan >13 mm sudah mulai menunjukkan adanya limpasan permukaan dan memiliki kecenderungan limpasan permukaan yang meningkat. Faktor biofisik seperti kanopi pohon, seresah dan tanaman bawah mampu mengintersepsi hujan yang dibuktikan curah hujan >13 mm telah menunjukkan adanya limpasan permukaan pada plot 3 sampai 5 tetapi pada plot 1 dan plot 2 belum menunjukkan adanya limpasan permukaan. Rasio limpasan permukaan (perbandingan antara limpasan permukaan dan curah hujan) dari data curah hujan tertinggi menunjukkan adanya selisih yang banyak antara plot 1 dan 2 dengan plot 3 sampai 5 yakni 9% dan 15% dengan 70%, 38% dan 48%. Rata-rata tutupan kanopi pohon plot 1 dan 2 lebih besar yakni 5,5 kali dan empat kali, seresah yakni sembilan kali dan dua kali serta tanaman bawah 1,4 kali dan 1,5 dibandingkan plot 3 sampai 5 ternyata mampu mengintersepsi air hujan sehingga mengurangi jumlah air hujan ke tanah sehingga diharapkan mengurangi limpasan permukaan. Hutan dapat memberikan naungan, menahan angin, serta mampu mengintersepsi hujan dan mengurangi limpasan permukaan (Lee, 1990). Berdasarkan penelitian Guzha et al. (2018) bahwa perbedaan penggunaan lahan mampu membuat perbedaan rasio limpasan permukaan. Rasio limpasan permukaan pada penggunaan lahan tegalan dan semak lebih besar 5 kali dan 15 kali dibandingkan hutan.

4.3.2 Hubungan Curah Hujan dan Erosi

Ketika hujan turun maka hujan diintersepsi oleh tajuk yang kemudian diharapkan energi kinetik hujan akan menurun lalu pada ketinggian tertentu energi kinetik akan kembali meningkat tetapi ditahan kembali oleh seresah dan juga tanaman bawah sehingga diperlukan curah hujan tertentu untuk menimbulkan erosi. Perbedaan penggunaan lahan mampu membuat perbedaan mulainya erosi.

Hubungan antara curah hujan dan erosi pada masing-masing plot ditunjukkan pada Gambar 6.

Plot 1 dan plot 2 yang merupakan penggunaan lahan hutan produksi terlihat pada curah hujan >25 mm mulai menunjukkan adanya erosi dan memiliki tren erosi yang terus meningkat. Pada plot 3 sampai plot 5 yang merupakan penggunaan lahan tegalan terlihat pada curah hujan >13 mm mulai menunjukkan adanya erosi dan memiliki tren erosi yang meningkat. Curah hujan >13 mm telah menunjukkan adanya erosi pada plot 3 sampai 5 tetapi pada plot 1 dan plot 2 belum menunjukkan adanya erosi yang dikarenakan adanya intersepsi multistrata oleh kanopi pohon dan tanaman bawah pada penggunaan lahan hutan. Peranan vegetasi dalam kaitannya dengan tutupan kanopi adalah pengaruh kanopi pohon dalam mengurangi energi kinetik air hujan yang jatuh ke permukaan tanah. (Harsomo, 1995).

4.3.3 Total Limpasan Permukaan dan Erosi

Setelah adanya standarisasi kelerengan dan total curah hujan yang secara lengkap tahapannya pada Lampiran 1, maka total limpasan permukaan dan erosi dapat dibandingkan untuk kesemua plot pengamatan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Total limpasan permukaan dan erosi (setelah standarisasi ke kelerengan 42% dan total curah hujan 500 mm)

Plot Pengamatan	Limpasan Permukaan (mm)	Erosi (ton/ha)
1	25,32 a	11,12 a
2	28,83 a	4,16 a
4	105,87 ab	102,80 a
3	245,66 b	108,19 a
5	302,30 b	560,06 b
Duncan 5%	146,95	181,78

Hasil pengukuran limpasan permukaan menunjukkan adanya kecenderungan limpasan permukaan yang semakin besar pada plot dengan kerapatan kanopi vegetasi semakin jarang. Limpasan permukaan paling rendah ditemukan pada plot 1 dan 2. Rendahnya limpasan permukaan pada kedua plot berhubungan dengan tingginya kerapatan tajuk tanaman pinus yang memiliki kemampuan intersepsi air hujan paling besar. Menurut Descroix (2001) bahwa di zona hutan limpasan permukaan dan erosi secara drastis dikurangi dengan adanya pohon, berapapun ukuran plotnya. Semakin rapat tanaman (vegetasi) yang ada di



permukaan lahan semakin kecil kemungkinan terjadinya erosi. Sedangkan kerapatan sistem perakaran tanaman menentukan efektivitas tanaman dalam membantu pematangan agregat, yang berarti pula meningkatkan besar kecilnya laju dan kapasitas infiltrasi, sehingga meningkatnya porositas tanah dapat mengurangi energi perusak aliran permukaan dan dapat mengurangi aliran permukaan (Widyarningsih, 2008). Kemungkinan lain yang menyebabkan rendahnya limpasan permukaan adalah permukaan tanah yang terlindung oleh seresah karena tanah yang tidak diolah. Menurut Descroix (2001) bahwa seresah mampu mengintersepsi air hujan serta tanah yang tidak diolah mampu menekan limpasan yang dikarenakan struktur tanah yang tidak berubah sehingga porositas tanah tidak berkurang. Berdasarkan penelitian Dutta *et al.* (2010) menunjukkan bahwa koefisien limpasan permukaan tanah yang diolah mencapai 29%, sedangkan koefisien limpasan permukaan tanah yang tidak diolah adalah 23%. Tingginya limpasan permukaan pada plot 3 sampai plot 5 berhubungan dengan rendahnya kerapatan tajuk ketiga plot tersebut. Limpasan permukaan pada plot 3 lebih tinggi dibandingkan plot 4 yang kemungkinan berhubungan dengan pembuatan bedengan yang tidak searah kontur. Menurut Kustamar (2016) bahwa 45% kondisi lahan sangat kritis di wilayah Kota Batu yang salah satu penyebabnya adalah pembuatan guludan/bedengan yang tidak searah kontur. pembuatan bedengan yang tidak searah kontur memacu peningkatan kecepatan aliran, debit limpasan permukaan serta laju erosi. Kemungkinan lain berkaitan dengan tingginya limpasan permukaan pada plot 3 berhubungan dengan tekstur tanah plot 3 yang berupa pasir dan kerikil. Menurut Descroix (2001) bahwa kerikil serta kandungan pasir meningkatkan limpasan permukaan. Kerikil yang tersebar di permukaan tanah menyebabkan laju limpasan dan limpasan permukaan menjadi tinggi.

Hasil pengukuran erosi juga menunjukkan adanya kecenderungan erosi yang semakin besar pada plot dengan kerapatan kanopi vegetasi semakin jarang. Tabel 2 juga menunjukkan perbedaan erosi yang jauh antara plot vegetasi sangat rapat, rapat dan sedang, jarang serta sangat jarang. Rendahnya erosi pada plot 1 dan plot 2 berhubungan dengan tingginya kerapatan tajuk tanaman pinus yang memiliki kemampuan intersepsi air hujan yang besar. Berdasarkan penelitian Zuazo dan



Pleguezuelo (2008) yang membandingkan erosi di berbagai jenis vegetasi dan biofisik menunjukkan bahwa erosi terkecil terdapat pada hutan. Hutan mampu memberikan perlindungan terbaik dari erosi karena tanah tertutupi tajuk tanaman.

Erosi pada plot 2 lebih kecil dibandingkan dengan plot 1 yang dikarenakan adanya tumbuhan bawah yang lebih besar dan berupa rumput gajah pada semua ulangan.

Asdak (2010) yang menyatakan bahwa yang lebih berperan dalam menurunkan besarnya erosi adalah tumbuhan bawah karena ia merupakan stratum vegetasi terakhir yang akan menentukan besar kecilnya erosi percikan. Harjadi dan Pranatasari (2014) menyatakan bahwa rumput gajah menjadi salah satu teknik pengendali erosi dengan cara vegetatif. Tingginya erosi pada plot 3 sampai plot 4

berhubungan dengan rendahnya kerapatan tajuk kedua plot tersebut sehingga hujan langsung jatuh ke vegetasi bawah. Tingginya erosi pada plot 5 berhubungan dengan tidak adanya tajuk sehingga hujan langsung jatuh ke tanah mengikis permukaan tanah. Tingginya limpasan permukaan pada plot 3 tidak

diikuti dengan erosi yang tinggi pula, hal ini mungkin diakibatkan karena tekstur tanah pada plot 3 lebih kasar dibandingkan plot 5. Erosi terbesar pada Plot 5 yang dikarenakan memiliki tekstur lempung berdebu yang dimana fraksi debu mudah terbawa oleh limpasan permukaan daripada tekstur lempung berpasir. Menurut Sulistyaningrum, Susanawati dan Suharto (2014) menyatakan bahwa tanah yang didominasi oleh unsur debu dapat memberikan kemungkinan yang besar untuk tererosi.

4.4 Hubungan Limpasan Permukaan dan Erosi dengan Faktor-faktor Lain

Perbedaan besarnya limpasan permukaan dan erosi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang besarnya hubungan antara limpasan permukaan dan erosi dengan faktor-faktor penentu dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hubungan Limpasan Permukaan dan Erosi dengan Faktor-faktor Lain

	Limpasan Permukaan (r)	Erosi (r)
Tutupan Kanopi	-0.60	-0.51
Seresah	-0.41	-0.43
Tumbuhan Bawah	-0.33	-0.55

Keterangan: $r = 0,00-0,199 =$ sangat rendah, $0,20-0,399 =$ rendah, $0,40-0,599 =$ cukup, $0,60-0,799 =$ kuat, $0,80-1,00 =$ sangat kuat)



Terlihat hubungan positif yang kuat antara kanopi dan limpasan permukaan dan hubungan yang cukup antara kanopi dan erosi yang dikarenakan kanopi mampu mengintersepsi air hujan sebelum jatuh ke tanah. Suripin, 2010 (dalam Idris, Millang dan Paembonan (2012) menyatakan bahwa efektifitas tanaman dalam mencegah erosi tergantung pada tinggi dan kontinuitas kanopi, kerapatan penutupan lahan dan kerapatan perakaran. Terlihat hubungan yang positif yang cukup sampai kuat antara tanaman bawah dan seresah dengan limpasan permukaan dan erosi yang dikarenakan seresah dan tanaman bawah mampu menahan laju limpasan permukaan dan erosi. Menurut Mashudi dan Baskorowati (2016) bahwa peran tumbuhan bawah cukup penting dalam proses pengendalian erosi. Tumbuhan bawah dapat mempertahankan seresah yang ada di bawah tegakan sehingga tidak hanyut terbawa oleh aliran air waktu hujan. Adanya hubungan yang cukup kuat pada beberapa faktor menandakan bahwa limpasan permukaan dan erosi dipengaruhi oleh beberapa faktor bukan hanya satu faktor.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Limpasan permukaan dan erosi sangat dipengaruhi oleh tingkat kerapatan kanopi vegetasi. Limpasan permukaan terendah pada P1 dengan limpasan permukaan yakni 25,3 mm, sedangkan limpasan permukaan tertinggi pada P5 yakni sebesar 302,3 mm. Erosi terendah pada P2 yakni sebesar 4,16 ton/ha, sedangkan erosi tertinggi pada P5 yakni sebesar 560,06 ton/ha.

5.2 Saran

Demi mempertahankan fungsi hidrologi DAS Rejoso sebaiknya dilakukan penanaman pohon untuk mengurangi limpasan permukaan dan erosi terutama di tanah Andisol wilayah DAS Rejoso sebagai hulu DAS. Sangat pentingnya koordinasi antara stakeholder seperti pemerintah dan warga untuk menjaga fungsi hidrologi DAS Rejoso. Sedangkan saran untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengamatan limpasan permukaan dan erosi dalam jangka waktu lama atau berkelanjutan agar data yang didapatkan lebih lengkap dan bervariasi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Arifin, M. 2010. Kajian Sifat Fisik Tanah dan Berbagai Penggunaan Lahan dalam Hubungannya dengan Pendugaan Erosi Tanah. *Jurnal Pertanian MAPETA Universitas Pembangunan Nasional Veteran*. Surabaya. 12(2) : 72-144.
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi kedua. IPB Press. Bogor
- Asdak, C. 2010. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Astutik, K.P. 2016. *Faktor Dominan Pengendali Limpasan Permukaan dan Erosi Tanah Pada Skala Petak Lahan di DAS Kali Konto Hulu*. Thesis. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). 2010. *Press Release Kondisi Cuaca Ekstrem dan Iklim Tahun 2010-2011*. <http://data.bmkg.go.id>. Diakses tanggal 4 September 2017
- Badan Pengawasan Keuangan Dan Pembangunan (BPKP). 2007. *Pengumpulan dan Pengolahan Data*
- Bennett, H.H. 1955. *Elements of Soil Conservation*. New York McGraw-Hill. New York
- Buringh. 1984. *Pengantar Pengajian Tanah-Tanah Wilayah Tropika dan Subtropika*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Buytaert, W., Wyseure, G., De Bievre, G and Deckers, J. 2005. *The Effect Of Land-Use Changes on the Hydrological Behaviour of Histic Andisols in south Ecuador*. *Hydrol. Process.* Universidad de Cuenca. Cuenca. Ecuador. 19: 3985–3997
- Damayanti, V.D., Nailufar, B., Putra, P.T., Syahadat, R.M., Alfian, R dan Leimona B. 2017. *Analisis Tapak Mata Air Umbulan, Pasuruan, Jawa Timur. Kajian elemen biofisik dan persepsi masyarakat*. Working Paper 262. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program
- Damayanti, L. S. 2004. *Kajian laju erosi tanah Andisol, Latosol dan Grumusol untuk berbagai tingkat kemiringan dan intensitas hujan di Kabupaten Semarang*. Tesis. Program Pasca sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang
- Descroix, L., Viramontes, Vauclin., Barrios, J.L.G and Esteves, M. 2001. *Influence of Soil Surface Features and Vegetation On Runoff And Erosion in the Western Sierra Madre (Durango, Northwest Mexico)*. *Catena* 43:115-135
- Dutta, S., Shreeram P.I., Sims J.T and Collins, A. 2010. *Assessment of the Effects of Poultry Litter on Surface Runoff Water Quality from Agricultural Lands*. University of Delaware, Newark. USA. *J. water resource and protection*. 2:413-423



Guzha, A. C., Rufino, M.C., Okoth, S., Jacobs, S., Nobrega, R.L.B. Impact of Land Use and Land Cover Change on Surface Runoff Discharge and Lowflows: Evidence from East Africa. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 15:49-67

Hardiyatmo, H. C. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

Harjadi, B dan Pranatasari D.S. 2014. Analisis Status Hara dan Bahan Letusan pada Lahan Lereng Merapi di Das Opak-Oyo. Seminar Nasional Pengelolaan DAS Terpadu. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang

Harsono.1995. *Hand Out Erosi dan Sedimentasi*. Program pasca sarjana Universitas Gajah Mada. Yogyakarta

Husniah,R. 2017. Analisa Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Erosi, Sedimen dan Limpasan di DAS Rejoso Kabupaten Pasuruan Menggunakan ARCSWAT. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Brawijaya Malang.

Idris, A.I., Millang, S dan Paembonan, S. 2012. Tingkat Erosi pada Berbagai Penutupan Tajuk Pola Agroforsetry di Sub DAS Tallo Hulu. Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. Makasar

Indarto. 2010. *Hidrologi: Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Metode Hidrologi*. Bumi Aksara. Jakarta

Kartasapoetra, A.G dan Sutedjo, M.M. 2005. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Edisi kelima. PT. Rineka Cipta. Jakarta

Lee, R. 1990. *Hidrologi Hutan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

Lembaga Penelitian Tanah. 1966. *Peta Tanah Tindjau Kabupaten Pasuruan*

Linsley, R.K., Kohler, M.A dan Paulhus, J.L.H. 1996. *Hidrologi untuk Insinyur*. Edisi ketiga. Erlangga. Jakarta

Marulani, F. 2017. Hubungan Antara Kerapatan Vegetasi dan Tekstur Tanah dengan Laju Infiltrasi di Das Rejoso – Pasuruan. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang

Mashudi.,M.S dan Baskorowati, L. 2016. Potensi Hutan Tanaman Mahoni (*Swietenia Macrophylla King*) dalam Pengendalian Limpasan dan Erosi. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 23(2):259-262

Masnang, A., Sinukaban, N., Sudarsono dan Gintings, N. 2014. Kajian Tingkat Aliran Permukaan Dan Erosi, Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan Di Sub DAS Jenneberang Hulu. *Jurnal Agroteknos*. 4(1) : 32-37

Meilasari, N.2017. Kajian Limpasan Permukaan dan Erosi Tanah di Berbagai Tingkat Kerapatan Kanopi Pohon Sistem Agroforestri DAS Rejoso, Pasuruan- Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang

Munir, M. 1996. *Tanah-Tanah Utama Indonesia*. PT. Dunia Pustaka Jaya. Jakarta



Neris, J., Tejedor, M., Rodriguez, M., Fuentes, J and Jimenez, C. 2013. Effect of Forest Floor Characteristic on water repellency, infiltration, runoff and soil loss in andisols of Tenerife (Canary Island, Spain). *Catena* 108 : 50-57

Nurhayati.2008. Studi Perbandingan Metode Sampling Antara Simple Random dengan Stratified Random. *Jurnal Basis Data, ICT Research Center UNAS, Jakarta*

Nurpadilah, D. 2012. Laju Infiltrasi Pada Berbagai Jenis Penggunaan Lahan Di DAS Ciambulawung, Kampung Lebakpicung, Lebak-Banten. Skripsi. Fakultas Pertanian, IPB, Bogor

Prasetiyo, E. 2017. Estimasi Cadangan Karbon pada Berbagai Penggunaan Lahan di DAS Rejoso, Pasuruan, Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang

Santosa, S., Suwarti, T. 1992. Geologi Lembar Malang. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung

Saputro, E.S. 2009. Analisis Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Pada Lahan Kering Tegalan di Kecamatan Tretep Kabupaten Temanggung. Skripsi, Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Semarang. Semarang

Sukarman dan Dariah, A. 2014. Tanah Andosol di Indonesia. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor

Sulistyaningrum, D., Susanawati, L dan Suharto, B. 2014. Pengaruh Karakteristik Fisika-Kimia Tanah Terhadap Nilai Indeks Erodibilitas Tanah dan Upaya Konservasi Lahan. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya. Malang

Wartabromo (online). Gerakan 'Rejoso Kita' Hadir untuk Kelola DAS Rejoso Secara Terpadu. <http://www.wartabromo.com/2017/10/04/gerakan-rejoso-kita-hadir-untuk-kelola-das-rejoso-secara-terpadu>. Diakses tanggal 28 Oktober 2017

Utomo, W.H. 1989. Erosi dan Konservasi Tanah. IKIP Malang. Malang

Widyaningsih dan Widiatni, I. 2008. Pengaruh Tata Guna Lahan di Sub DAS Keduang Ditinjau dari Aspek Hidrologi. Tesis Ilmu Lingkungan Pascasarjana UNS. Surakarta

Zokaib, S and Naser, G. 2012. A Study On Rainfall, Runoff, And Soil Loss Relations At Different Landuses – A Case In Hilkot Watershed In Pakistan. *International journal of sediment research*. 27(3) : 388-393

Zuazo, V.G.D and Pleguezuelo,C.R.R. 2008. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA. 28 (1) :65-86.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tahap Standarisasi Limpasan Permukaan dan Erosi serta Total Curah Hujan

1. Tahapan Standarisasi Limpasan permukaan dan Erosi

Tahap 1. Melihat hubungan antara curah hujan tertentu yang membuat rentang limpasan permukaan dan erosi terlihat jauh dalam satu yang tersaji pada Lampiran

2. Contoh adalah pada Lampiran 2b terlihat jelas rentang limpasan permukaan masing-masing ulangan pada curah hujan >55 mm.

Tahap 2. Melakukan perhitungan melalui persamaan sederhana yakni :

$$\frac{a}{b} = \frac{ax}{bx}$$

Dimana : a : kelerengan aktual

b : kelerengan yang diharapkan (42%)

ax : limpasan permukaan aktual pada curah hujan yang diinginkan

bx : limpasan permukaan yang ingin diduga pada curah hujan diinginkan

Contoh : kelerengan aktual plot 2 ulangan 2 adalah 62% dengan limpasan permukaan 27,5 mm. Maka cara standarisasi limpasan permukaan

$$\text{adalah } \frac{62}{42} = \frac{27,5}{bx}$$
$$bx = \frac{42 \times 27,5}{62}$$
$$bx = 18,62 \text{ mm}$$

Jadi dugaan limpasan permukaan pada kelerengan 42% dari awalnya kelerengan 62% adalah 18,62 mm.

2. Tahapan standarisasi total curah hujan

Tahapan standarisasi total curah hujan menggunakan persamaan sederhana sama seperti limpasan permukaan dan erosi, yakni :

$$\frac{a}{b} = \frac{ax}{bx}$$

Dimana : a : total curah hujan aktual

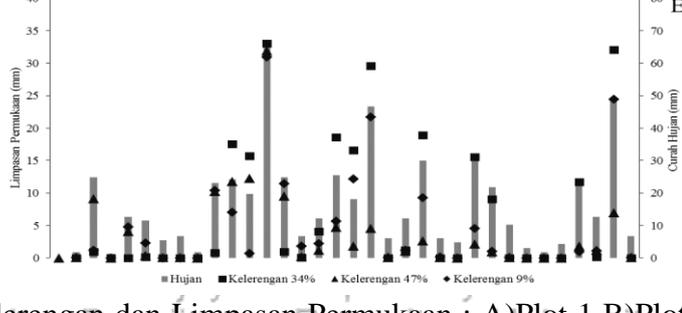
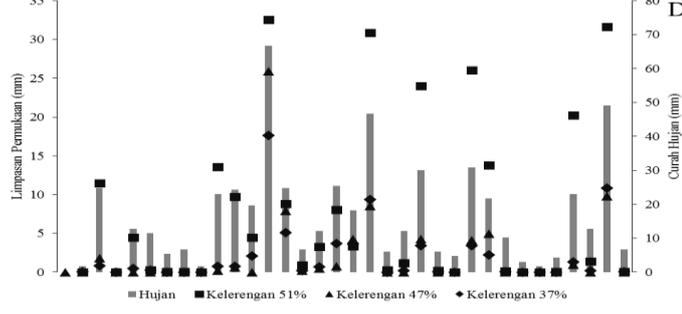
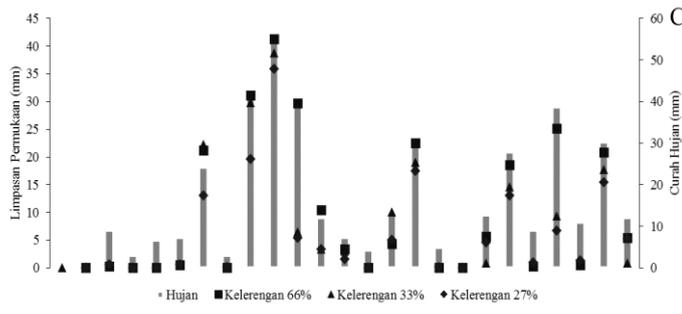
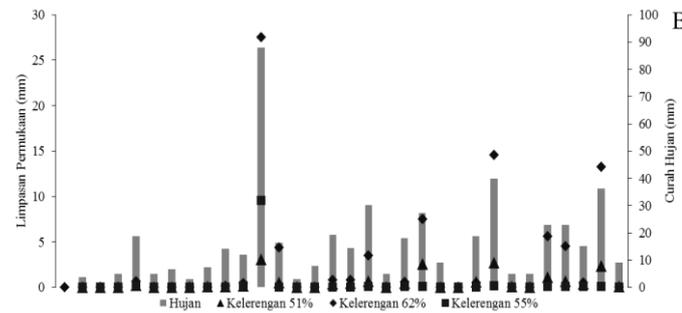
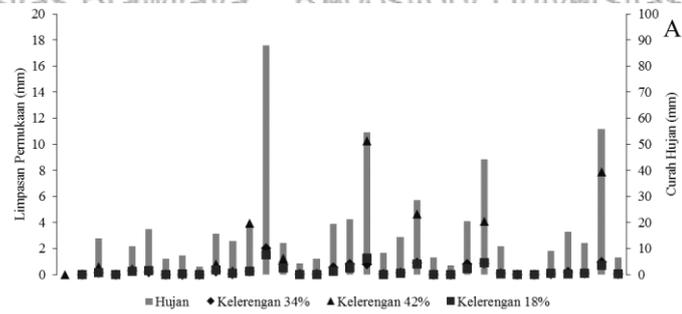
b : total curah hujan yang diharapkan (500 mm)

ax : curah hujan aktual pada curah hujan yang diinginkan

bx : curah hujan ingin diduga



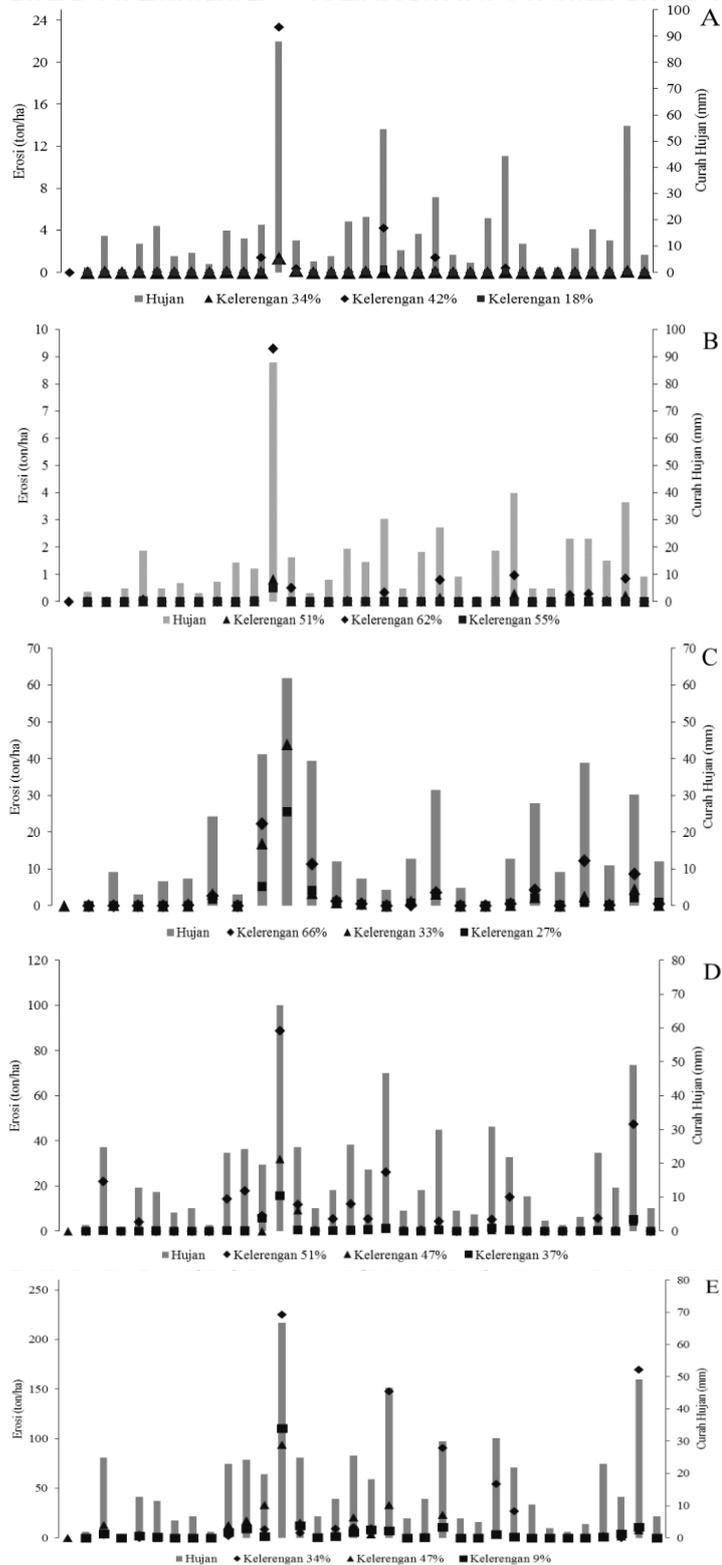
Lampiran 2. Hubungan Kelerengan dengan Limpasan Permukaan



Hubungan Kelerengan dan Limpasan Permukaan : A)Plot 1 B)Plot 2 C)Plot 3 D) Plot 4 E) Plot 5



Lampiran 3. Hubungan kelerengan dengan Erosi



Hubungan Kelerengan dan Erosi : A)Plot 1 B)Plot 2 C)Plot 3 D) Plot 4 E) Plot 5



Lampiran 4. Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Adanya Standarisasi

Plot	Ulangan	Total Curah Hujan (mm)	Limpasan Permukaan * (mm)	Limpasan Permukaan ** (mm)	Erosi * (ton/ha)	Erosi ** (ton/ha)
1	1	555	10.64	10.57	1.75	1.88
	2		58.18	52.38	31.45	28.31
	3		9.18	13.01	1.68	3.16
2	1	492	17.15	15.06	1.66	1.54
	2		86.14	62.37	25.13	10.51
	3		11.36	9.07	0.54	0.43
3	1	413	241.59	199.63	140.56	116.57
	2		179.51	269.38	82.84	123.24
	3		138.69	267.96	46.74	84.75
4	1	556	250.90	188.95	293.09	236.88
	2		75.03	60.77	48.62	40.13
	3		67.50	67.89	31.78	31.39
5	1	556	227.16	244.15	773.97	822.02
	2		119.24	97.97	286.39	244.34
	3		155.86	564.78	199.21	613.83

*Total limpasan permukaan sebelum standarisasi

**Total limpasan permukaan dan erosi setelah standarisasi

Lampiran 5. Anova Oneway Limpasan Permukaan dan Erosi

Anova Limpasan Permukaan

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	192692.5	4	48173.13	3.691691	0.042	3.47
Within Groups	130490.7	10	13049.07			
Total	323183.2	14				

Anova Erosi

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	637733.7	4	159433.4	7.983709	0.0037	3.478
Within Groups	199698.4	10	19969.84			
Total	837432.2	14				

