

**KEPADATAN TANAH DI BERBAGAI PENGGUNAAN LAHAN SERTA  
PENGARUHNYA TERHADAP EROSI DI SUB DAS BRANTAS HULU**

Oleh

**ACHMAD AZHARI SIDIK**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG**

**2019**

**KEPADATAN TANAH DI BERBAGAI PENGGUNAAN LAHAN SERTA  
PENGARUHNYA TERHADAP EROSI DI SUB DAS BRANTAS HULU**

Oleh  
**ACHMAD AZHARI SIDIK**  
155040207111090

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN**

**SKRIPSI**

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN TANAH  
MALANG**

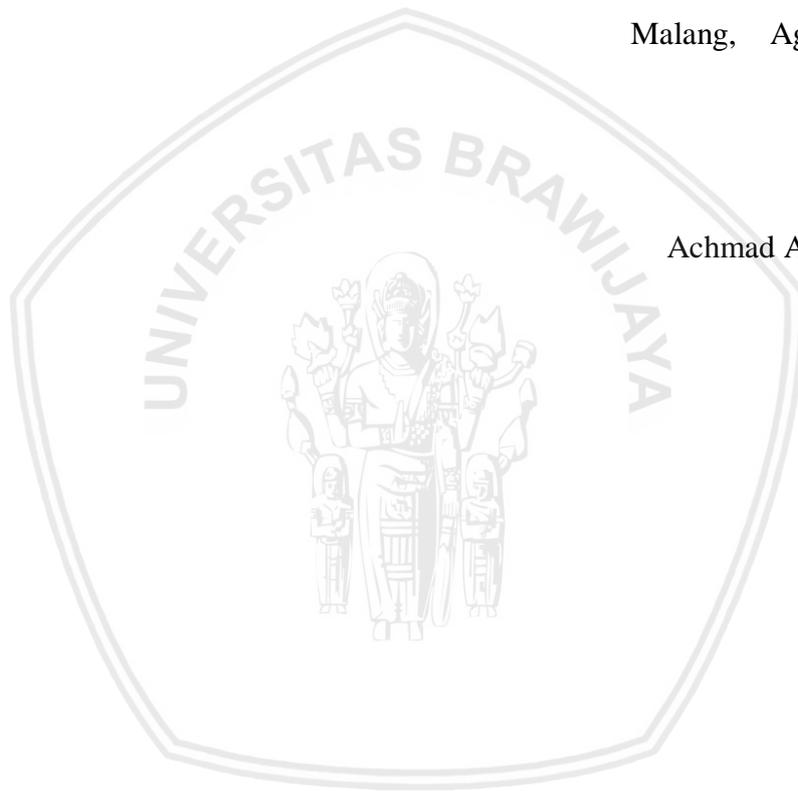
**2019**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan penelitian saya sendiri, dengan bimbingan Dosen Pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di Perguruan Tinggi manapun 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, Agustus 2019

Achmad Azhari Sidik



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Kepadatan Tanah di Berbagai Penggunaan Lahan  
Serta Pengaruhnya Terhadap Erosi di Sub DAS  
Brantas Hulu

Nama Mahasiswa : Achmad Azhari Sidik

NIM : 155040207111090

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui Oleh,  
Pembimbing Utama,

Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph. D  
NIP. 19491204 197412 1 001

Mengetahui,  
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

Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph.D  
NIP. 19491204 197412 1 001

Penguji III

Penguji IV

Dr.Ir. Yulia Nuraini, MS  
NIP. 19611109 198503 2 001

Dr.Ir. Sudarto, MS  
NIP. 19560817 198303 1 003

Tanggal Lulus:

## RINGKASAN

**ACHMAD AZHARI SIDIK. 155040207111090. Kepadatan Tanah di Berbagai Penggunaan Lahan serta Pengaruhnya terhadap Erosi di Sub DAS Brantas Hulu. Di bawah bimbingan Wani Hadi Utomo sebagai Pembimbing Utama.**

---

Erosi di kawasan DAS Brantas semakin lama akan meningkat seiring dengan perubahan atau alih fungsi lahan dari hutan menjadi lahan pertanian yang tidak sesuai dengan kemampuan dan daya dukung lahan tersebut. Hal ini tidak lepas dari pertumbuhan penduduk di kawasan DAS Brantas yang terus meningkat. Kota Batu merupakan salah satu Kota yang dilalui DAS Brantas dan merupakan daerah Hulu dari DAS tersebut, memiliki laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,95% selama tujuh tahun (2010-2017). Laju pertumbuhan penduduk berpengaruh terhadap perubahan alih fungsi lahan dan dampak erosi yang terjadi, tingkat erosi rata-rata di DAS Brantas mencapai  $66,24 \text{ t ha}^{-1} \text{ thn}^{-1}$ . Erosi akan terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan pembukaan lahan. Erosi dapat tercermin dari perubahan penggunaan lahan hutan menjadi selain hutan, dengan kata lain penurunan persentase tutupan lahan hutan meningkatkan nilai erosi yang akan terjadi. Pemanfaatan lahan yang tidak bijak dan tidak mempertimbangkan akibat yang ditimbulkan akan merubah karakteristik lahan tersebut salah satunya adalah kepadatan tanah. Dampak kepadatan tanah adalah meningkatkan laju aliran permukaan. Besaran erosi tergantung seberapa besar limpasan permukaan yang terjadi. Artinya perubahan penggunaan lahan berkaitan dengan perbedaan kepadatan tanah yang dapat mempengaruhi nilai erosi. Hal tersebut mendorong untuk dilakukannya penelitian mengenai kepadatan tanah serta pengaruh terhadap erosi.

Penelitian dilaksanakan di Desa Pesanggrahan Kota Batu pada bulan Januari – April 2019. Penelitian dilakukan pada tiga penggunaan lahan yaitu tegalan, perkebunan, dan hutan dengan tiga kelerengan berbeda (15%, 25%, dan 35%). Parameter pengamatan meliputi berat isi, berat jenis, kemantapan agregat, permeabilitas, porositas, tekstur, struktur, curah hujan dan erosi. Parameter kepadatan tanah dilakukan pengambilan sampel pada tiga kejadian intensitas hujan yaitu lebat, ringan, dan kering dengan masing-masing tiga ulangan. Selanjutnya curah hujan dan erosi dilakukan pengamatan selama kejadian hujan pada bulan Februari-April. Data pengamatan diolah dan dilakukan analisis ragam untuk mengetahui perbedaan parameter di penggunaan lahan serta melakukan uji korelasi dan regresi.

Penggunaan lahan tidak berpengaruh nyata terhadap berat isi, berat jenis, porositas, dan permeabilitas. Namun kemantapan agregat menunjukkan pengaruh nyata di tiga penggunaan lahan. Erosi tertinggi di penggunaan lahan tegalan serta meningkatnya nilai erosi diikuti dengan kecuraman lereng pada pengamatan selama tiga bulan (Februari-April). Pada pengamatan selama tiga bulan (Februari-April) berat jenis dan kemantapan agregat mempunyai hubungan dan pengaruh yang nyata pada taraf 5% terhadap erosi yang terjadi. Berat isi, porositas, dan permeabilitas tidak memiliki hubungan dan pengaruh yang nyata terhadap erosi.

## SUMMARY

**ACHMAD AZHARI SIDIK. 155040207111090. Soil Density in Various Land Uses and the Influence of Erosion at The Sub Brantas Hulu Watershed. Supervised by Wani Hadi Utomo as the Principal Supervisor.**

---

Erosion in the Brantas watershed will be worse increase along with the change or conversion of forest land into agricultural land which is not in accordance with the capability and carrying capacity of the land. This is also in line with the population growth in the Brantas watershed continue by increase which by the time. Kota Batu is one of the cities that is traversed by the Brantas river watershed. Also it is the headwaters of the watershed, which has a population growth rate around 0.95% for seven years (2010-2017). The population growth rate affects the land use change and the impact of erosion, the average erosion rate in the Brantas river watershed reaches  $66.24 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ . Erosion will continue to increase from year to year due to land clearing. Erosion can be reflected in the changes of forest land use to non forest. In other words, the decrease of forest land cover percentage increases the erosion. Optimizing the land use without considering the impact, may change the characteristic of the land, including its Soil Density. The impact of soil density is increasing the surface flows rate. The erosion depends on how heavy the surface runoff. It means that changes in land use is associated with differences in soil density that can affect the rate of erosion. This fact then encourages the researcher to conduct research on Soil Density as well as its impact to erosion.

The research was conducted at the Desa Pesangrahan Kota Batu in January-April 2019. The study was conducted in three land use, that were annual, plantation and forest with three different gradients (15%, 25% and 35%). Parameter observations included bulk density, particle density, aggregate stability, permeability, porosity, texture, structure, rainfall and erosion. Parameter density of soil samples were taken at three conditions, such as heavy rainfall, mild rainfall and dry rainfall with three replications. For each more, further rainfall and erosion were observed during the rain in February-April. Observation data was processed and analyzed to determine differences in the parameters variance in land use as well as to test the correlation and regression.

Land use did not significantly affect bulk density, particle density, porosity, and permeability. However, the aggregate stability showed the significant effect in three land use. The highest erosion was found annual land use. Also, the increase of erosion was followed by the be consistent with the term of the slope on the observation for three months (February-April). In the three months the observation particle density and aggregate stability had a corellation and significant effect on the level of 5%. Bulk density, porosity, and permeability had no corellation and significant effect on erosion.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, Berkah dan Karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi Penelitian yang berjudul Kepadatan Tanah di Berbagai Penggunaan Lahan serta Pengaruhnya Terhadap Erosi di Sub DAS Brantas Hulu. terselesaikannya Penelitian ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan masukan serta saran untuk pembuatan Skripsi Penelitian.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan semangat dan doa sehingga terselesaikannya skripsi penelitian.
3. Tim Riset Erosi dan Hidrologi yang selalu membantu dan bekerjasama dari mulai awal, berlangsungnya penelitian, dan sampai akhir penelitian.
4. Teman-teman mahasiswa Fakultas Pertanian khususnya MSDL 2015 yang selalu memberikan semangat sehingga terselesaikannya Skripsi Penelitian.

Penulis menyadari bahwa Skripsi Penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga Skripsi Penelitian ini dapat bermanfaat bagi teman mahasiswa, pihak-pihak di lokasi penulis melaksanakan penelitian, dan berbagai pihak lain serta khususnya bagi penulis.

Malang, 14 Agustus 2019

Penulis

Achmad Azhari Sidik

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kuningan pada tanggal 20 Maret 1997 sebagai anak ketiga dengan dua kakak (Muhamad Herdi Nurdin, S.TP dan Herda Rachma, S.P) dari Ayahanda Abdul Rachman dan Ibunda Cucu Jubaedah.

Penulis dibesarkan dan menempuh pendidikan sekolah di Kabupaten Bekasi, pendidikan tersebut antara lain SDN Mekarsari 04 dimulai tahun 2003 sampai dengan 2009. Dilanjutkan ke SMPN 11 Tambun Selatan tahun 2009 sampai 2012 dan melanjutkan SMAN 2 Tambun Selatan sampai dengan 2015. Penulis melanjutkan pendidikan yang lebih tinggi dengan terdaftar sebagai Mahasiswa Aktif Strata-1 sejak 2015 Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Pada semester 5 penulis memfokuskan diri dan masuk dalam Jurusan Tanah dengan bidang kajian fisika tanah.

Selama menjalani perkuliahan penulis tidak hanya kuliah seperti biasanya namun mencari pengalaman organisasi seperti menjadi Anggota Forkano selama dua periode. Tidak hanya itu penulis mencoba mengikuti organisasi dengan skala Nasional yaitu Forum Mahasiswa Agroteknologi/Agroekoteknologi selama dua tahun. Bidang akademik penulis pernah menjadi Asisten Praktikum beberapa mata kuliah seperti Dasar Ilmu Tanah, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Teknologi Produksi Tanaman, Teknologi Konservasi Sumberdaya Lahan, dan Manajemen Daerah Aliran Sungai.

## DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	ii
KATA PENGANTAR.....	Iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	Viii
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Hipotesis.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Kepadatan Tanah.....	5
2.2. Penggunaan Lahan.....	5
2.3. Erosi.....	6
2.4. Daerah Aliran Sungai.....	6
2.5. Pengaruh Kepadatan Tanah terhadap Erosi.....	7
<b>III. BAHAN DAN METODE.....</b>	<b>8</b>
3.1. Tempat dan Waktu.....	8
3.2. Alat dan Bahan.....	8
3.3. Metode Penelitian.....	8
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	9
3.5. Analisis Data.....	10
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>12</b>
4.1. Kondisi Umum Wilayah.....	12
4.2. Kepadatan Tanah di Berbagai Penggunaan Lahan.....	12
4.3. Curah Hujan di Kawasan Penelitian.....	20
4.4. Erosi di Berbagai Penggunaan Lahan.....	21
4.5. Pengaruh Kepadatan Tanah dengan Nilai Erosi.....	24
4.6. Pembahasan Umum.....	27
<b>V. KESIMPULAN.....</b>	<b>32</b>
5.1. Kesimpulan.....	32
5.2. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	38



**DAFTAR TABEL**

Nomor	Teks	Halaman
1	Luasan Plot Erosi.....	9
2	Metode Pengamatan.....	10
3	Kepadatan Tanah di Berbagai Penggunaan Lahan.....	13
4	Tekstur di Berbagai Penggunaan Lahan.....	18
5	Struktur di Berbagai Penggunaan Lahan.....	19
6	Jumlah Curah Hujan per Bulan.....	20
7	Jumlah Hari Hujan berdasarkan Intensitas Curah Hujan.....	21
8	Erosi di Berbagai Penggunaan Lahan dengan perbedaan Kelerengan...	22
9	Nilai Erosi berdasarkan Klasifikasi Intensitas Curah Hujan.....	24
10	Nilai Koefisien Korelasi.....	25
11	Nilai Koefisien Determinasi.....	25



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Berat Isi dan Berat Jenis di Berbagai Penggunaan Lahan.....	15
2	Porositas di Berbagai Penggunaan Lahan.....	16
3	Permeabilitas di Berbagai Penggunaan Lahan.....	17
4	Kemantapan Agregat di Berbagai Penggunaan Lahan.....	18
5	Persentase Pasir, Debu, dan Liat di Berbagai Penggunaan Lahan.....	19
6	Nilai Erosi di Berbagai Plot.....	23
7	Hasil Persamaan Regresi Berat Jenis dan Erosi.....	26
8	Hasil Persamaan Regresi Kemantapan Agregat dan Erosi.....	28



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Lahan dan Plot Erosi.....	38
2	Pengamatan Lapang.....	39
3	Analisis Laboratorium.....	40
4	Data Curah Hujan per Bulan.....	42
5	Erosi di Berbagai Plot Pengamatan.....	45
6	Analisis Kepadatan Tanah.....	47
7	Analisis Ragam Kepadatan Tanah.....	59
8	Analisis Korelasi dan Regresi.....	60
9	Plot Pengamatan dan Lokasi Pengamatan.....	61



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Erosi di kawasan DAS Brantas semakin lama akan meningkat seiring dengan perubahan alih fungsi lahan dari hutan menjadi lahan pertanian yang tidak sesuai dengan kemampuan dan daya dukung lahan tersebut. Hal ini tidak lepas dari pertumbuhan penduduk di kawasan DAS Brantas yang terus meningkat. Pada tahun 2005 jumlah penduduk yang dilalui oleh aliran DAS Brantas meliputi 9 Kabupaten dan 6 Kota mencapai 15,90 juta jiwa (Kementerian Pekerjaan Umum, 2010). Batu merupakan salah satu Kota yang termasuk dalam wilayah Sub DAS Brantas Hulu dan merupakan daerah Hulu dari DAS dengan angka laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,95% selama tujuh tahun (2010-2017). Tahun 2010 jumlah penduduk sebesar 190.806 jiwa dan di tahun 2017 mencapai 203.997 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2018).

Laju pertumbuhan penduduk yang meningkat berpengaruh terhadap perubahan alih fungsi lahan dan dampak erosi yang terjadi. Tingkat erosi rata-rata di DAS Brantas telah mencapai  $66,24 \text{ t ha}^{-1} \text{ thn}^{-1}$  (Agustina *et al.*, 2014). Nilai tersebut berada pada batas ambang toleransi dan Indeks Erosinya adalah empat termasuk dalam katagori buruk. Wilayah dengan tingkat erosi melebihi batas ambang ( $>15 \text{ t ha}^{-1} \text{ thn}^{-1}$ ) mencapai 313.774,13 ha atau 26,40% dari total keseluruhan wilayah DAS Brantas. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum (2010) nilai erosi yang di prediksi menggunakan metode USLE sudah pada nilai  $98,99 \text{ t ha}^{-1} \text{ thn}^{-1}$  di Sub DAS Brantas Hulu. Nilai erosi tersebut akan terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan pembukaan lahan yang tidak sesuai peruntukannya.

Nilai erosi dapat tercermin dari perubahan penggunaan lahan hutan menjadi selain hutan, dengan kata lain penurunan persentase tutupan lahan hutan meningkatkan nilai erosi yang akan terjadi. Hal ini berkaitan dengan serangkaian proses erosi dan fungsi dari tutupan hutan. Beberapa penelitian dalam menduga perubahan alih fungsi lahan telah dilakukan pada wilayah Sub DAS Brantas Hulu. Menurut Widiyanto *et al.* (2010) selama 13 tahun dari 1989-2002 telah terjadi penurunan penggunaan lahan hutan alami dan kebun secara nyata. Tahun 1989 luasan hutan alami 5.367 ha atau 30,82% dari total penggunaan lahan lainnya. Tahun 2002 luasan hutan alami mengalami penurunan menjadi 4.034 ha atau sekitar

23,21% dari total penggunaan lahan lain. Penelitian lain menunjukkan terjadi penurunan luasan hutan dan kebun diiringi meningkatnya tanah ladang dan sawah tadah hujan. Penurunan luasan hutan sebesar 6,69% selama 11 tahun (1994-2005). Tahun 1994 luasan hutan mencapai 1.176 km<sup>2</sup> dan terus menurun sampai tahun 2005 menjadi 1.097 km<sup>2</sup>. Hal tersebut berbanding terbalik dengan tanah ladang yang meningkat sebesar 10,30%, tahun 1994 dengan luasan 2.474 km<sup>2</sup> naik sebesar 2.728 km<sup>2</sup> di tahun 2005. Selanjutnya Nurrisqi (2012) dalam penelitiannya telah terjadi penurunan luasan hutan dalam rentan 2003-2007 sebesar 6%. Mengingat pertumbuhan penduduk akan terus meningkat dari tahun ke tahun maka di prediksi penggunaan lahan akan terus berubah dan terjadi penurunan luas hutan sampai dengan sekarang.

Pemanfaatan lahan yang tidak bijak dan tidak mempertimbangkan akibat yang ditimbulkan akan merubah karakteristik lahan tersebut salah satunya adalah sifat fisika. Menurut Kurnia *et al.* (2006) karakteristik tanah dapat berubah dalam rentang waktu yang sempit. Karakteristik tanah yang berbeda tersebut adalah kepadatan tanah. Pemadatan tanah akan terjadi apabila pengelolaan yang kurang tepat di suatu penggunaan lahan. Dampak kepadatan tanah adalah meningkatkan laju aliran permukaan, menurunkan porositas apabila terjadi hujan, rendahnya kecepatan infiltrasi, dan meningkatkan berat isi tanah (Solgi *et al.*, 2015). Limpasan permukaan berkaitan dengan kejadian proses erosi dimana partikel tanah akan ikut terangkut bersama dengan air hujan di permukaan tanah. Besaran erosi tergantung seberapa besar limpasan permukaan yang terjadi. Hal ini berarti bahwa perubahan penggunaan lahan berkaitan dengan perbedaan kepadatan tanah yang dapat mempengaruhi nilai erosi. Hal ini disebabkan serangkaian proses erosi yaitu penghancuran, pelepasan, dan penghanyutan berhubungan dengan kepadatan tanah di lahan tersebut.

Penelitian mengenai sifat fisika di berbagai penggunaan lahan serta hubungan dengan erosi sudah di lakukan oleh Arifin (2010) namun kegiatan tersebut dilakukan di Kabupaten Kediri. Penelitian lain mengenai sifat fisika di berbagai penggunaan lahan telah dilakukan oleh Rosyidah dan Wirosedarmo (2013) berlokasi di Malang namun belum mengaitkan dengan dampak erosi yang akan terjadi. Penelitian oleh Utaya (2008) dalam mengaitkan sifat fisika dengan

kapasitas infiltrasi di Malang, belum sampai pada nilai erosi. Adapun penelitian lain mengenai sifat fisika di berbagai penggunaan lahan sudah banyak dilakukan di daerah lain. Selanjutnya mengenai penelitian erosi sudah banyak dilakukan namun belum menjelaskan sebab erosi oleh kepadatan tanah di lahan tersebut.

Berkaitan dengan kejadian perubahan penggunaan lahan mempunyai kepadatan tanah berbeda dan akan mempengaruhi besaran erosi serta belum adanya penelitian mengenai kepadatan tanah dan dampak erosi di Sub DAS Brantas Hulu. Hal tersebut mendorong dilakukannya penelitian untuk mengetahui kepadatan tanah di berbagai penggunaan lahan serta pengaruhnya terhadap besaran erosi di Sub DAS Brantas Hulu.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kepadatan tanah di berbagai penggunaan lahan?
2. Bagaimana erosi di berbagai penggunaan lahan dengan perbedaan tingkat kelerengan?
3. Apakah kepadatan tanah mempengaruhi erosi di suatu lahan?
4. Apakah tindakan yang tepat sebagai upaya dalam melakukan tindakan konservasi tanah dan air?

### **1.3. Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kepadatan tanah di berbagai penggunaan lahan,
2. Mengetahui erosi di berbagai penggunaan lahan dengan perbedaan tingkat kelerengan,
3. Mengetahui pengaruh kepadatan tanah terhadap erosi di berbagai penggunaan lahan, dan
4. Memberikan rekomendasi tindakan yang tepat sebagai upaya dalam melakukan tindakan konservasi tanah dan air.

### **1.4. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi berupa data kepadatan tanah dan erosi di beberapa penggunaan lahan serta hubungan dan pengaruh antara kepadatan tanah dan erosi. Data tersebut kemudian dapat menjadi

informasi dasar dan dapat digunakan untuk menyusun rekomendasi dalam menerapkan penggunaan lahan yang tepat sebagai tindakan konservasi tanah dan air bagi masyarakat.

### 1.5. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Perbedaan kepadatan tanah terjadi di berbagai penggunaan lahan dan kepadatan tertinggi di penggunaan lahan tegalan cabai,
2. Erosi tertinggi berada pada penggunaan lahan tegalan cabai, dan
3. Terdapat hubungan dan pengaruh dari kepadatan tanah terhadap erosi yang akan terjadi di berbagai penggunaan lahan.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kepadatan Tanah

Kepadatan tanah didefinisikan sebagai suatu proses dimana partikel-partikel tanah berikatan satu sama lain yang berdekatan sehingga meningkatkan berat isi tanah (Hamza dan Anderson, 2005). Hal ini berkaitan dengan agregat tanah karena merubah ukuran, bentuk, dan akibatnya ruang pori pun akan berubah (Defossez dan Ricahrd, 2002). Kepadatan tanah merupakan hasil yang ditimbulkan ketika kurang tepat dalam melakukan pengolahan tanah. Pengolahan tanah secara konvensional mampu mengurangi bahan organik tanah (Troldborg *et al.*, 2013) dan pengerasan permukaan tanah (Kladvko, 2001; Birkas *et al.*, 2008; Hosl dan Strauss, 2016). Beberapa parameter yang digunakan untuk mengetahui atau menggambarkan kepadatan tanah di suatu lahan seperti berat isi tanah (Panayiotopoulos *et al.*, 1994), kekuatan tanah (Mason *et al.*, 1988; Panayiotopoulos *et al.*, 1994; Hamza dan Anderson, 2003), kadar air tanah, dan mekanisasi pertanian (Hamza dan Anderson 2005).

### 2.2. Penggunaan Lahan

Pada umumnya penggunaan lahan dikenal seperti hutan rimba, hutan konservasi, kebun kelapa, padang penggembalaan, lahan pertanian, sawah, pemukiman, waduk, lapangan olahraga dan lain sebagainya. Penggunaan lahan mempunyai pengertian sebagai tindakan manusia terhadap lahan dalam upaya mencapai satu atau lebih tujuan yang diharapkan (Suprayogo *et al.*, 2017). Penggunaan lahan (*landuse*) dan penutupan lahan (*land cover*) merupakan hal yang memiliki pengertian berbeda namun saling berkaitan. Penggunaan lahan berkaitan dengan tindakan manusia yang secara langsung menggunakan dan memanfaatkan lahan sebagai keperluannya dan penutup lahan berhubungan dengan vegetasi (alami atau ditanam) pada lahan yang menutupi permukaan tanah. Beberapa contoh adalah pada suatu daerah ditemukan perkebunan apel, sawah, dan ladang. Perkebunan, sawah, dan ladang merupakan jenis dari penggunaan lahan sedangkan tanaman apel, padi, dan tanaman hortikultura merupakan jenis dari tutupan lahan. Penggunaan lahan akan terdiri dari berbagai jenis tutupan lahan yang akan membentuknya.

### 2.3. Erosi

Erosi adalah proses penghanyutan partikel–partikel tanah akibat desakan atau kekuatan dari air dan angin secara alamiah (Alie, 2015). Selanjutnya bahwa proses erosi dapat terjadi akibat aktivitas–aktivitas manusia dalam pengelolaan/pemanfaatan yang kurang tepat. Tanah yang terhanyut sebagai aliran permukaan selanjutnya diendapkan pada sungai, saluran irigasi, waduk, danau, atau muara sungai. Endapan erosi berdampak terhadap pendangkalan sungai, hal ini apabila terjadi hujan dalam intensitas curah hujan tinggi menyebabkan banjir di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau (Arsyad, 2010).

Terdapat tiga proses utama erosi akibat air hujan, proses pertama adalah penghancuran/pelepasan (*detachment*) partikel tanah akibat tumbukkan air hujan yang mempunyai energi kinetik, kedua adalah pengangkutan (*transportation*) dalam bentuk aliran permukaan akibat pelepasan partikel tanah yang terjadi sebelumnya, dan terakhir adalah pengendapan (Hardiyatmo, 2012). Beberapa faktor sebagai penyebab erosi antara lain iklim, kondisi tanah, topografi, tanaman penutup permukaan tanah, dan pengaruh gangguan tanah oleh aktivitas (Hardiyanto, 2012 dan Alie, 2015). Adapun macam – macam erosi adalah erosi percik, erosi lembaran, erosi alur, erosi selokan, erosi sungai, dan longsor (Hardiyatmo, 2012 dan Desifindiana *et al.*, 2013).

### 2.4. Daerah Aliran Sungai

Pengertian DAS dalam Peraturan Republik Indonesia Nomor 37 tahun 2012 adalah suatu wilayah daratan yang merupakan suatu kesatuan dengan sungai dan anak–anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruhi aktivitas daratan. Secara lebih kompleks bahwa DAS sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh topografi sebagai tempat dalam mendrainasekan air hujan ke aliran sungai yang jatuh. DAS ini merupakan kesatuan hidrologis, sosioekonomik, dan sosiopolitik untuk merencanakan dan menerapkan aktivitas sumberdaya alam dan sumberdaya manusia. Hal tersebut karena DAS secara langsung dan tidak langsung berinteraksi dengan manusia yang tinggal di sekitarnya (Suprayogo *et al.*, 2017).

Menurut Tanika *et al.* (2016) DAS dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok berdasarkan luas wilayah yang dimiliki oleh suatu DAS. DAS tersebut adalah DAS Mikro (luas wilayah 5–100 km<sup>2</sup>), DAS Meso (luas wilayah 100–500 km<sup>2</sup>), dan DAS Makro (luas wilayah lebih dari 500 km<sup>2</sup>). Selain itu berdasarkan posisi dalam bentang lahan, DAS dibagi menjadi tiga bagian yaitu hulu, tengah, dan hilir. Kemudian DAS mempunyai beberapa bentuk yaitu bulu burung, menyebar (radial), dan sejajar (pararel) (Suprayogo *et al.*, 2017). Lima poin utama sebagai fungsi DAS antara lain: mengalirkan air, menyangga kejadian puncak hujan, memelihara kualitas, melepaskan air secara bertahap, dan mengurangi pembuangan massa (seperti tanah longsor). Menurut van Noorwijk *et al.* (2004) fungsi DAS dikelompokkan menjadi 3 bagian penting yaitu mempertahankan kuantitas air, mempertahankan kualitas air dan mempertahankan kestabilan tanah. Oleh karena itu, DAS merupakan suatu kesatuan kompleks yang manfaatnya dapat dirasakan oleh seluruh masyarakat hulu–hilir (Suprayogo *et al.*, 2017). Hal yang paling penting yang dirasakan oleh petani sebagai pemanfaat utama adalah menjaga sumber–sumber air tanah serta meningkatkan kualitas dan kuantitas air untuk keperluan rumah tangga dan kegiatan pertanian.

### **2.5. Pengaruh Kepadatan Tanah terhadap Erosi**

Proses pemadatan tanah diakibatkan oleh beban dinamis yang berdampak kepada volume kering tanah. Proses pemadatan menyebabkan butir-butir tanah merapat satu sama lain dan berkurangnya rongga udara (Sucipto, 2007). Hal ini mempengaruhi proses infiltrasi yang akan terjadi. Apabila keadaan tanah padat dan tidak ada ruang pori maka kemampuan tanah untuk menyerap air akan terganggu. Menurut Arsyad (2010) infiltrasi yang baik di suatu lahan akan menurunkan aliran permukaan dan ketika infiltrasi tidak berjalan dengan efektif maka akan memperbesar aliran permukaan. Besarnya aliran permukaan yang terjadi membawa partikel tanah yang jauh lebih besar. Proses erosi yang diawali dengan tumbukkan air hujan ke permukaan dengan kondisi padatnya tanah maka air hujan sulit untuk berinfiltrasi. Selanjutnya air tersebut mengalir sebagai aliran permukaan yang mengikis dan membawa partikel tanah. Akibatnya besaran erosi akan lebih tinggi karena tanah mempunyai kapasitas infiltrasi buruk dalam menyerap air.

### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Desa Pesanggrahan, Kota Batu, Jawa Timur pada bulan Januari–April 2019. Penelitian dilakukan di tiga penggunaan lahan meliputi tegalan cabai, perkebunan jeruk, dan hutan dengan perbedaan masing–masing kelerengan sebesar 15%, 25%, dan 35%. Total titik plot pengamatan adalah sebanyak sembilan titik. Penelitian dibagi menjadi dua kegiatan meliputi kegiatan lapang dan analisis laboratorium.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi 2, yaitu alat dan bahan di kegiatan lapang meliputi ring sampel (tinggi = 5,7 cm dan diameter = 5,7 cm), ring master, gelas ukur (25 ml), ombrometer, plot erosi, sampel tanah, dan sampel limpasan permukaan (0,5 l) serta alat dan bahan dalam melakukan analisis di laboratorium meliputi kertas saring, ayakan (4,75 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, dan 0,25 mm) dan mesin penggerak, labu ukur (5 ml), mortal, gelas ukur (25 ml), pipet, jangka sorong (30 cm), aquades, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (10 ml konsentrasi 30%), Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (20 ml konsentrasi 5%), dan sampel tanah. Selain itu, untuk pengolahan data menggunakan *Microsoft Office 2016*.

#### 3.3. Metode Penelitian

##### 3.3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survei untuk menentukan jenis penggunaan lahan (tiga jenis penggunaan lahan) dan tingkat kelerengan (tiga perbedaan kelerengan). Terdapat sembilan plot pengamatan yaitu T15, T25, T35 (penggunaan tegalan dengan berbeda persen kelerengan), P15, P25, P35 (penggunaan lahan perkebunan dengan berbeda persen kelerengan), dan H15, H25, H35 (penggunaan lahan hutan dengan berbeda persen kelerengan). Adapun luasan dari masing-masing plot disajikan sebagai berikut (Tabel 1):

**Tabel 1.** Luasan Plot Erosi

No	Plot	Luas (m <sup>2</sup> )	Kordinat
1	Hutan 15%	154 m <sup>2</sup>	666145; 9128979
2	Hutan 25%	155 m <sup>2</sup>	666153; 9128887
3	Hutan 35%	148 m <sup>2</sup>	666257; 9128825
4	Tegalan 15%	28 m <sup>2</sup>	666122; 9129045
5	Tegalan 25%	145 m <sup>2</sup>	666136; 9129040
6	Tegalan 35%	136 m <sup>2</sup>	666107; 9128977
7	Perkebunan 15%	350 m <sup>2</sup>	666683; 9128681
8	Perkebunan 25%	343 m <sup>2</sup>	666629; 9128695
9	Perkebunan 35%	112 m <sup>2</sup>	666616; 9128766

Keterangan: Lokasi berada pada Zona 49 M dengan satuan Kordinat UTM (*Universe Trans Mercator*)

### 3.3.2. Parameter Pengamatan

Terdapat sembilan parameter pengamatan di penelitian ini yaitu: curah hujan, berat isi, berat jenis, porositas, kemantapan agregat, permeabilitas, erosi, struktur dan tekstur tanah. Pengambilan data curah hujan dan limpasan permukaan dilakukan selama tiga bulan (Februari-April) jika terjadi kejadian hujan dan dengan data curah hujan tersebut didapatkan intensitas curah hujan harian berdasarkan jumlah curah hujan dibagi dengan lamanya hujan. Pengambilan parameter kepadatan tanah disesuaikan dengan katagori intensitas hujan, katagori intensitas hujan yang dipilih adalah ringan, lebat, dan tidak ada hujan. Pengamatan struktur dan tekstur tanah dilakukan pada waktu musim kering dan sebagai data pendukung.

## 3.4. Pelaksanaan Penelitian

### 3.4.1. Pemasangan Plot Erosi dan Persiapan Lahan

Pemasangan plot erosi dilakukan pada masing-masing sembilan titik pengamatan dan terletak di ujung lahan. Plot erosi terdiri dari wadah tampungan, apron, dan drum. Wadah tampungan berfungsi sebagai saluran pengumpul limpasan permukaan dan mengalirkan ke apron, apron selanjutnya sebagai tempat penampung awal limpasan aliran permukaan. Apabila apron penuh dengan air hasil limpasan akan disalurkan ke drum 1 sampai pada drum 3. Persiapan lahan meliputi penentuan luasan lahan dan membatasi lahan untuk memfokuskan arah aliran air.

### 3.4.2. Pengambilan Parameter Pengamatan

Pengambilan parameter kepadatan tanah dilakukan di setiap plot dengan tiga kali ulangan setiap kejadian intensitas hujan ringan, lebat, dan kering (Lampiran 9). Parameter kepadatan tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah utuh menggunakan ring sampel dan ring master serta sampel tanah agregat pada kedalaman 0-20 cm. Pengambilan limpasan permukaan untuk nilai erosi dilakukan pada masing–masing plot erosi. Pengambilan aliran limpasan permukaan untuk nilai erosi dilakukan secara langsung di masing–masing plot erosi dengan mengambil sampel air sebanyak 0,5 liter. Pengambilan data curah hujan dilakukan pada dua ombrometer yang dipasang pada penggunaan lahan tegalan cabai dan hutan (ombrometer 1) dan penggunaan lahan perkebunan (ombrometer 2). Hal ini berdasarkan lokasi tegalan dan hutan berdekatan sedangkan perkebunan dengan dua penggunaan lahan lainnya cukup jauh.

### 3.4.3. Analisis Laboratorium

Berikut merupakan metode yang digunakan dalam melakukan analisis parameter pengamatan yang disajikan pada sebagai berikut (Tabel 2):

**Tabel 2.** Metode Pengamatan

Nomor	Parameter	Metode
1	Berat Isi	Metode Silinder
2	Berat Jenis	Metode Piknometer
3	Kemantapan Agregat	Metode Ayakan Basah
4	Permeabilitas	Metode Konduktivitas Hidrolik Jenuh
5	Tekstur	Metode Pipet
6	Struktur	Studi Literatur ( <i>Munsell Colour Chart</i> )
7	Erosi	Pengamatan langsung (Plot erosi)
8	Curah Hujan	Pengamatan langsung (Ombrometer)

## 3.5. Analisa Data

Data parameter yang telah didapatkan kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel 2016* dan dilakukan *Analysis of Variance*. Analisis ragam (ANOVA) bertujuan mengetahui pengaruh sumber keragaman terhadap parameter pengamatan. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan sumber keragaman berpengaruh nyata pada taraf ( $p < 0,05$ ), maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur taraf 5%. Tahap selanjutnya adalah uji korelasi dan regresi untuk mengetahui

hubungan dan seberapa pengaruh kepadatan tanah dengan erosi yang terjadi. Selanjutnya adalah melakukan uji lanjut pada uji regresi untuk mengetahui apakah besaran pengaruh yang ditunjukkan oleh koefisien determinasi berpengaruh nyata atau tidak.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Kondisi Umum Wilayah

Lokasi penelitian terletak di Desa Pesanggrahan, Kecamatan Batu, Kota Batu. Desa Pesanggrahan berada pada wilayah perkotaan yang memiliki ketinggian 900 – 1.000 meter dari permukaan laut dengan curah hujan rata-rata per tahun antara 2.000 – 3.000 mm dan suhu rata-rata  $24^{\circ}$  –  $26^{\circ}$  C. Desa Pesanggrahan termasuk dalam kawasan DAS Brantas dan dalam daerah DAS Mikro Bruga. Desa ini merupakan Desa yang terletak di bawah Gunung Panderman. Pada desa ini memiliki kelerengan yang beragam. Luas wilayah Desa Pesanggrahan adalah 340,7 ha dengan total penduduk keseluruhan adalah 13.947 jiwa dengan penduduk laki-laki 7.158 jiwa dan perempuan 6.789 jiwa. Terdapat empat jenis penggunaan lahan secara umum yaitu Pemukiman dan Pekarangan dengan luas 190,42 ha, sawah teknis dengan luas 43,56 ha, pertanian tanah kering 106,77 ha, dan perhutani 21,64 ha. Beberapa komoditas yang ditanam adalah komoditas hortikultura sayur dan buah seperti: cabai, sawi, kembang kol, jagung dan sebagainya. Selain itu, beberapa lahan digunakan sebagai perkebunan jeruk dan kopi serta dijadikan sebagai tempat pariwisata.

Titik penelitian berada pada tiga jenis penggunaan lahan yaitu tegalan cabai, perkebunan jeruk, dan hutan. Pada tegalan hanya dilakukan penanaman monokultur cabai dengan guludan searah dengan lereng. Petani tidak melakukan penyiangan gulma. Hal ini terlihat cukup lebat tanaman lain di satu guludan yang sama dengan cabai. Pada lahan ini diterapkan teras tangga pada setiap kemiringan lahan. Titik pada perkebunan merupakan tempat wisata petik jeruk yang dimiliki oleh PT. Agro Kusuma. Pengelolaan lahan tersebut dilakukan penerapan rorak di masing-masing tanaman jeruk dan rerumputan dibiarkan tumbuh dan tidak dilakukan penyiangan. Pada penggunaan lahan hutan banyak didominasi oleh Pohon Pinus dengan Rumput Gajah. Kawasan Hutan seluruhnya bawah pengawasan dan dikelola oleh Perhutani.

### 4.2. Kepadatan Tanah di Berbagai Penggunaan Lahan

Berikut merupakan kepadatan tanah di penggunaan lahan tegalan, perkebunan, dan hutan yang disajikan pada Tabel 3 meliputi parameter

pengamatan: berat isi, berat jenis, porositas, permeabilitas, dan kemantapan agregat.

**Tabel 3.** Kepadatan Tanah di Berbagai Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	Berat Isi ( $\text{g cm}^{-3}$ )	Berat Jenis ( $\text{g cm}^{-3}$ )	Porositas (%)	Permeabilitas ( $\text{cm jam}^{-1}$ )	Indeks DMR (mm)
Tegalan	1,07	2,50	55,67	3,80	2,47 a
Perkebunan	1,01	2,34	56,73	4,58	4,96 b
Hutan	1,00	2,31	59,36	4,88	4,61 b
<b>BNJ 5%</b>	tn	tn	tn	tn	0,61

Keterangan: Nilai merupakan rata-rata dari ketiga perbedaan kelerengan di setiap penggunaan lahan. Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5% ( $p=0,05$ ); tn = tidak nyata

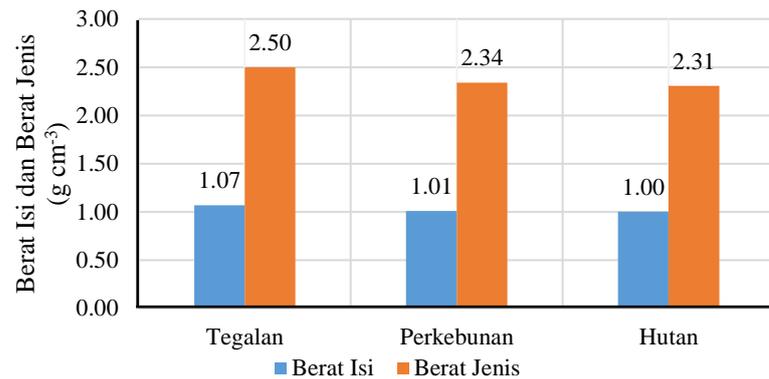
#### A. Berat Isi

Hasil analisis ragam menunjukkan berat isi di berbagai penggunaan lahan tidak berbeda nyata pada taraf 5% ( $p\text{-value} > 0,05$ ) (Lampiran 7a). Berat isi yang tidak berbeda nyata menunjukkan belum ada faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan berat isi di ketiga penggunaan lahan. Nilai berat isi di berbagai penggunaan lahan hampir sama dan tergolong dalam berat volume tanah mineral ( $0,6\text{-}1,4 \text{ g cm}^{-3}$ ) (Utomo *et al.*, 2018). Nilai berat isi tertinggi yaitu pada tegalan dengan nilai  $1,07 \text{ g cm}^{-3}$  dan terendah adalah hutan dengan nilai  $1,00 \text{ g cm}^{-3}$ . Penelitian yang dilakukan Bintoro *et al.* (2017), berat isi menunjukkan hasil bahwa penggunaan hutan memiliki nilai terendah dengan  $1,17 \text{ g cm}^{-3}$  dan termasuk katagori ringan. Untuk penggunaan lahan lain tegalan memiliki berat isi  $1,38 \text{ g cm}^{-3}$  dan kebun campuran  $1,26 \text{ g cm}^{-3}$  dengan kriteria sedang. Perbedaan nilai berat isi salah satunya disebabkan oleh kandungan tekstur yang berbeda di setiap penggunaan lahan. Pada Tabel 4. menunjukkan persentase kandungan partikel tanah. Diketahui tegalan memiliki kandungan liat tertinggi dengan 43,62%. Partikel liat memiliki ukuran lebih kecil dan luas permukaan yang jauh lebih besar dibandingkan dengan kedua partikel lain. Hal ini menyebabkan ruang pori makro akan jauh lebih sedikit dibandingkan partikel yang lain. Berbeda dengan dua penggunaan lahan lain yang memiliki kelas tekstur lempung liat berdebu dan liat berdebu tidak terlalu didominasi oleh liat.

Nilai berat isi tertinggi terdapat pada penggunaan lahan tegalan disebabkan penggunaan lahan ini merupakan lahan monokultur cabai dan sudah terganggu oleh petani. Tanah yang belum mengalami gangguan cenderung memiliki stabilitas keremahan dan porositas yang lebih tinggi serta berat isi tanah rendah, berbeda dengan yang mengalami gangguan berat isi akan naik seiring dengan menurunnya porositas tanah (Rustam *et al.*, 2016). Peran akar pada tutupan lahan berfungsi dalam menciptakan ruang pori. Tanah yang memiliki kandungan liat tinggi menyebabkan pertumbuhan akar akan terhambat berbeda dengan tekstur lempung yang tidak terlalu padat dibanding dengan liat.

#### B. Berat Jenis

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis penggunaan lahan tidak berbeda nyata terhadap nilai berat jenis tanah dengan tingkat kepercayaan 5% ( $p$ -value > 0,05) (Lampiran 7b). Berat jenis terendah terletak penggunaan lahan hutan dengan nilai 2,31 g cm<sup>-3</sup> dan tertinggi dengan penggunaan lahan tegalan yaitu 2,50 g cm<sup>-3</sup> sedangkan perkebunan 2,31 g cm<sup>-3</sup>. Hasil penelitian tersebut berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Setyowati (2007) yang mendapatkan hasil berbeda nyata pada berat jenis di berbagai penggunaan lahan. Penggunaan lahan hutan memiliki berat jenis terendah dibanding penggunaan lain dengan nilai rentan 2,08 – 2,39 g.cm<sup>-3</sup>. Berat jenis berhubungan langsung dengan berat volume tanah, volume udara tanah serta kecepatan sedimentasi partikel di dalam zat cair (Utomo *et al.*, 2018). Hal ini sesuai dengan hasil antara berat isi dengan berat jenis yang memiliki nilai seragam. Artinya ketika berat isi di suatu penggunaan lahan tertinggi akan mempunyai nilai berat jenis tertinggi pula. Hasil tidak nyata antara penggunaan lahan menunjukkan dugaan yang disebabkan oleh pengaruh dari bahan induk. Menurut Utomo *et al.* (2018) berat jenis partikel tanah sangat bervariasi bergantung pada komposisi mineral tanahnya. Penelitian lain yang dilakukan oleh Rosyidah dan Wirosodarmo (2013) menunjukkan hasil tidak berbeda nyata nilai berat jenis antara perbedaan penggunaan lahan yang masih dalam kawasan yang sama. Berikut merupakan Gambar 1 yang menyajikan hasil berat isi dan berat jenis di tiga penggunaan lahan.



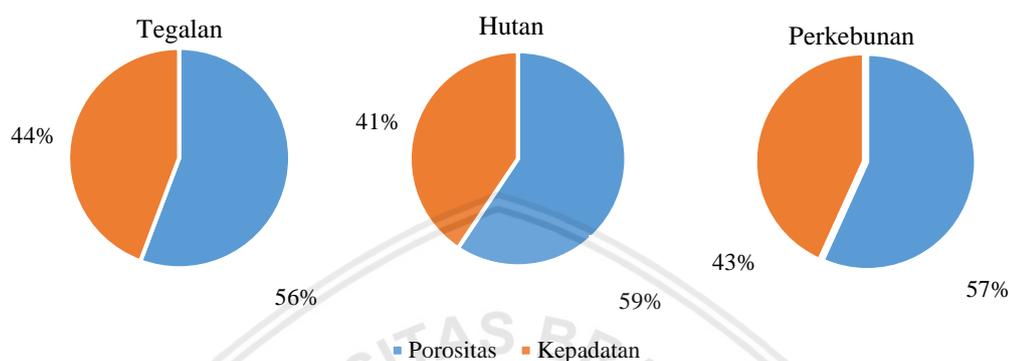
Gambar 1. Berat Isi dan Berat Jenis di Berbagai Penggunaan Lahan

### C. Porositas

Hasil analisis porositas di berbeda penggunaan lahan menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p\text{-value} > 0,05$ ) (Lampiran 7c). Persentase porositas tertinggi terdapat di jenis penggunaan lahan hutan dengan nilai 59,36%. Perkebunan dan tegalan mempunyai nilai persentase berturut-turut adalah 56,73% dan 55,67% (terendah). Berat isi berhubungan dengan persentase porositas. Apabila berat isi suatu lahan tinggi maka keadaan pori pada tanah tersebut akan rendah. Hal ini disebabkan jumlah partikel tanah akan jauh lebih banyak mengisi ruang. Pada penggunaan lahan tegalan memiliki berat isi tertinggi diikuti dengan persentase porositas terendah. Faktor lain adalah pengelolaan lahan tegalan akan diolah jauh lebih intensif dibanding dengan kedua penggunaan lahan lain. Menurut Jambak *et al.* (2017) hal ini dikarenakan terjadi gangguan terhadap kontinuitas pori akibat hancurnya struktur tanah dan penyumbatan pori akibat pengolahan tanah yang berlebih yang dapat merusak struktur tanah dan akhirnya mengalami pemadatan tanah. Pada Tabel 5. mengenai hasil struktur didapatkan ukuran struktur terendah pada tegalan dengan ukuran 2-5 mm. Ukuran yang jauh lebih kecil akan mengisi ruang jauh lebih banyak dibanding ukuran struktur yang lebih besar seperti perkebunan dan hutan dengan ukuran struktur 5-10 mm.

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan lahan hutan mempunyai porositas tertinggi dibanding dengan tegalan dan penggunaan lahan lainnya (Utaya, 2008). Hasil penelitiannya menunjukkan terdapat perbedaan nyata antara penggunaan lahan hutan, tegalan dan pekarangan. Perbedaan porositas seharusnya dapat memberikan gambaran perubahan penggunaan lahan dari lahan bervegetasi beragam dan rapat menjadi lahan budidaya yang akan menurunkan nilai

porositas tanah. Menurut Kumalasari *et al.* (2011), bahwa perbedaan tegakan tanaman memberikan nilai porositas tertinggi pada tegakan tanaman yang kompleks. Porositas dipengaruhi oleh aktivitas pertumbuhan akar, semakin banyak akar yang menyebar akan meningkatkan porositas tanah. Berikut merupakan gambar persentase porositas yang disajikan pada Gambar 2.



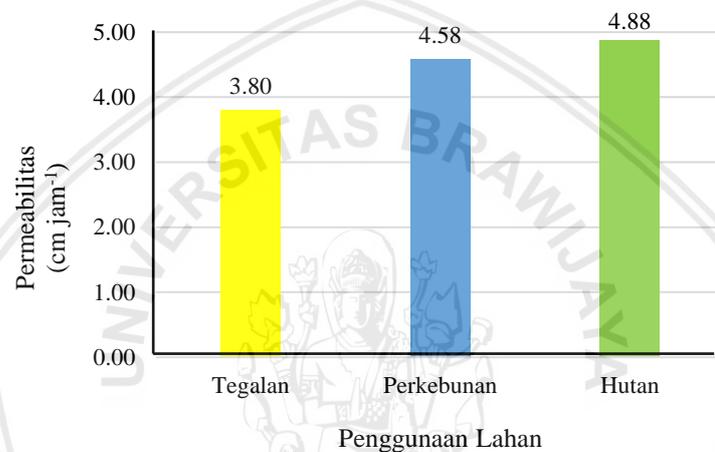
Gambar 2. Porositas di Berbagai Penggunaan Lahan

#### D. Permeabilitas

Hasil analisis ragam terhadap permeabilitas menunjukkan bahwa perbedaan jenis penggunaan tidak berbeda nyata pada taraf 5% ( $p\text{-value} > 0,05$ ) (Lampiran 7e). Penggunaan lahan tegalan memiliki nilai permeabilitas yang terendah dengan nilai  $3,80 \text{ cm jam}^{-1}$  diikuti dengan nilai permeabilitas di perkebunan  $4,58 \text{ cm jam}^{-1}$ , dan hutan  $4,88 \text{ cm jam}^{-1}$  (tercepat). Nilai permeabilitas dipengaruhi oleh jumlah pori pada tanah (persentase porositas). Ukuran pori dan adanya hubungan antar pori-pori tanah sangat menentukan apakah tanah mempunyai permeabilitas rendah atau tinggi (Utomo *et al.*, 2018). Pada tegalan, nilai persentase porositas mempunyai persentase yang terendah akibatnya lajur aliran air akan terhambat seiring ruang pori yang telah diisi oleh kandungan/partikel lain. Berbeda dengan hutan yang memiliki porositas tertinggi yaitu 59,36% mempunyai nilai permeabilitas tercepat dikarenakan ruang pori akan terisi oleh air dan lebih mudah untuk mengalir. Air akan mengalir dengan mudah di dalam tanah yang mempunyai pori besar. Pori-pori kecil akan mempunyai permeabilitas lebih rendah sehingga air akan melalui tanah lebih lambat.

Dilihat dari kandungan persentase partikel tanah, tegalan memiliki persentase kandungan liat tertinggi dibanding yang lain. Tekstur tanah berpengaruh

terhadap nilai permeabilitas. Tekstur tanah liat cenderung memiliki nilai permeabilitas yang kecil. Hal ini disebabkan semakin kecil ukuran partikel maka luas permukaan akan semakin besar dan sukar untuk dilalui oleh air (Rosyidah dan Wirosedarmo, 2013). Lebih lanjut, hasil penelitian Huang *et al.* (2013), lahan–lahan tanaman tahunan (hutan) memiliki tingkat kemampuan infiltrasi lebih tinggi dibanding dengan lahan tanaman–tanaman semusim. Dikaitkan dengan nilai permeabilitas (konduktivitas hidrolis) maka hutan memiliki nilai yang cenderung lebih besar. Berikut merupakan Gambar 3 yang menyajikan perbedaan nilai permeabilitas di masing-masing penggunaan lahan.



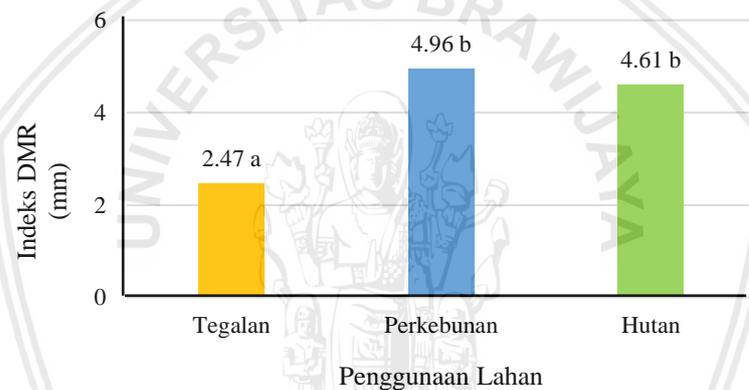
Gambar 3. Permeabilitas di Berbagai Penggunaan Lahan

#### E. Kemantapan Agregat

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan jenis penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap nilai kemantapan agregat yang diketahui melalui indeks DMR ( $p\text{-value} > 0,05$ ) (Lampiran 7d). Nilai Indeks DMR tertinggi pada penggunaan lahan perkebunan jeruk sebesar 4,96 mm, sedangkan nilai terendah pada tegalan sebesar 3,82 mm. Nilai Indeks DMR pada penggunaan lahan perkebunan berbeda nyata dengan tegalan, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan penggunaan hutan. Hal ini sejalan dengan dengan penelitian oleh Kumalasari *et al.* (2011), kemantapan agregat tertinggi pada tegakan yang terdiri dari beragam tanaman dengan kombinasi pepohonan dan terendah pada tegakan tanaman musiman. Selain itu, nilai kemantapan agregat dipengaruhi oleh struktur. Hasil analisis struktur (Tabel 5) menunjukkan ukuran struktur tanah pada penggunaan lahan perkebunan dan hutan sama yaitu 5-10 mm sedangkan ukuran struktur tanah

pada tegalan sebesar 2-5 mm. Namun semua nilai Indeks DMR di semua plot menunjukkan kelas yang sama jika dikategorikan yaitu sangat mantap sekali ( $>2$  mm) (Kurnia *et al.*, 2006).

Faktor lain yang mempengaruhi kemantapan agregat menurut Utomo *et al.* (2018) antara lain adalah pengolahan tanah, aktivitas mikroba tanah dan pengaruh tajuk tanaman terhadap permukaan tanah dari pengaruh energi kinetik curah hujan. Tegalan merupakan penggunaan lahan yang diolah secara intensif dibandingkan dengan perkebunan dan hutan. Pengolahan tanah yang berlebihan cenderung memecah agregat menjadi tidak mantap. Ketika saat berada dalam kondisi terbuka pengaruh energi kinetik curah hujan menjadi lebih besar untuk memecah agregat tanah.



Gambar 4. Kemantapan Agregat di Berbagai Penggunaan Lahan

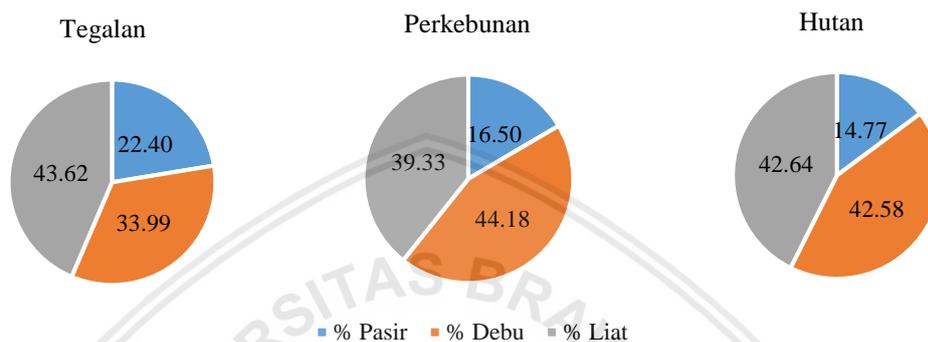
Dibawah ini merupakan data tekstur dan struktur di berbagai penggunaan lahan sebagai data pendukung dalam kaitannya di parameter pengamatan yang lain yang disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

**Tabel 4.** Tekstur di Berbagai Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	% Pasir	% Debu	% Liat	Tekstur
Tegalan	22,40	33,99	43,62	Liat
Perkebunan	16,50	44,18	39,33	Lempung Liat Berdebu
Hutan	14,77	42,58	42,64	Liat Berdebu

Hasil analisis menunjukkan perbedaan tekstur di masing-masing penggunaan lahan. Tegalan memiliki kandungan liat yang mendominasi diantara keduanya dengan persentase 43,62% termasuk dalam kelas tekstur liat. Berbeda dengan pekebunan persentase partikel didominasi oleh debu dan liat memiliki kelas

tekstur lempung liat berdebu dan hutan adalah liat berdebu. Persentase partikel akan mempengaruhi nilai parameter yang lain dan berkaitan dengan kepadatan tanah di penggunaan lahan. Data tekstur merupakan data pendukung untuk menjelaskan perbedaan sifat fisika tanah di berbagai penggunaan lahan dan dijelaskan pada masing-masing poin parameter kepadatan tanah. Berikut merupakan Gambar 5 persentase kandungan tekstur per penggunaan lahan.



Gambar 5. Persentase Pasir, Debu, dan Liat di Berbagai Penggunaan Lahan

Hasil analisis struktur meliputi ukuran struktur, katagori ukuran, dan jenis struktur di penggunaan lahan tegalan, perkebunan, dan hutan disajikan dalam Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Struktur di Berbagai Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	Ukuran Struktur (mm)	Katagori Ukuran Struktur	Jenis Struktur
Tegalan	2 - 5	Sedang	Granuler
Perkebunan	5 - 10	Kasar	Granuler
Hutan	5 - 10	Kasar	Granuler

Keterangan: Nilai merupakan rata-rata dari ketiga perbedaan kelerengan di setiap penggunaan lahan. Penentuan struktur di dasarkan pada *Munsell Colour Chart*

Hasil analisis struktur memberikan jenis struktur yang sama yaitu granuler dengan ukuran struktur yang berbeda – beda. Penggunaan lahan tegalan mempunyai ukuran strukur yaitu 2 – 5 mm dan penggunaan lahan perkebunan jeruk dan hutan memiliki ukuran 5 – 10 mm dengan katagori ukuran struktur kasar. Struktur mempengaruhi kemandapan suatu agregat tanah jika dilihat pada Tabel 3. Nilai kemandapan agregat terendah pada penggunaan lahan tegalan cabai dan tertinggi adalah penggunaan lahan perkebunan jeruk dan hutan. Hal ini memberikan arti

ukuran struktur yang semakin besar memberikan pengaruh terhadap kemantapan agregat yang mantap.

### 4.3. Curah Hujan di Kawasan Penelitian

Total jumlah curah hujan (mm) dan jumlah curah hujan per bulan pada masing – masing ombrometer yang disajikan dalam Tabel 6.

**Tabel 6.** Jumlah Curah Hujan per Bulan

Ombrometer	Jumlah Curah Hujan (mm) per Bulan			Total
	Februari	Maret	April	
Ombrometer 1	244,15 mm	365,4 mm	155,7 mm	765,25 mm
Ombrometer 2	305,85 mm	575,6 mm	178 mm	1.059,45 mm

Keterangan: Ombrometer 1 adalah ombrometer yang dipasang di penggunaan lahan tegalan cabai dan hutan sedangkan Ombrometer 2 adalah ombrometer yang dipasang di penggunaan lahan perkebunana jeruk

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan di mulai pada bulan Februari sampai dengan bulan April. Bulan April merupakan bulan peralihan antara musim penghujan dengan musim kemarau. Pengambilan data pengamatan diakhiri pada bulan April karena sudah memasuki musim kemarau. Dua ombrometer dipasang untuk mewakili jumlah curah hujan yang terjadi pada daerah penelitian. Ombrometer 1 mewakili curah hujan yang terjadi di penggunaan lahan tegalan cabai dan hutan. Ombrometer 2 dipasang pada penggunaan lahan perkebunan jeruk dengan mempertimbangkan jarak yang tergolong cukup jauh antara penggunaan lahan yang lain.

Pada Tabel 6 diatas memperlihatkan jumlah curah hujan berbeda baik setiap bulan pada ombrometer yang sama maupun antar ombrometer. Diketahui bulan Maret merupakan puncak terjadinya hujan, 365,4 mm dan 575,6 mm di setiap ombrometer. Bulan April jumlah curah hujan mulai turun yang ditandai dengan jumlah curah hujan di ombrometer 1 dan 2 masing-masing adalah 155,7 mm dan 178 mm. Total jumlah curah hujan selama 3 bulan (Februari – April) adalah 765,25 mm dan 1.059,45 mm.

Selanjutnya dalam setiap curah hujan yang terjadi per hari dapat diketahui intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan yang telah diketahui dijadikan waktu pengambilan parameter pengamatan kepadatan tanah. Tabel 7 berikut merupakan jumlah hari hujan dan pengelompokkan intensitas curah hujan menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (2018).

**Tabel 7.** Jumlah Hari Hujan berdasarkan Intensitas Curah Hujan

Ombrometer	Jumlah hari hujan berdasarkan Intensitas Curah Hujan			
	Ringan	Sedang	Lebat	Sangat Lebat
Ombrometer 1	23	10	11	3
Ombrometer 2	19	6	16	6

Keterangan: Ombrometer 1 adalah ombrometer yang dipasang di penggunaan lahan tegalan cabai dan hutan sedangkan Ombrometer 2 adalah ombrometer yang dipasang di penggunaan lahan perkebunana jeruk. Klasifikasi Intensitas berdasarkan BMKG (2018)

Nilai intensitas curah hujan diketahui setelah mengetahui curah hujan per hari dengan membagi curah hujan dengan waktu hujan berlangsung. Selama tiga bulan berturut-turut intensitas curah hujan dapat diklasifikasikan menjadi ringan, sedang, lebat dan sangat lebat. Terdapat variasi jumlah hari hujan di setiap klasifikasi intensitas curah hujan baik pada ombrometer 1 dan 2. Pada ombrometer 1 dan 2 memiliki pola hari yang sama di setiap klasifikasi intensitas curah hujan. Jumlah hari terbanyak sampai hari sedikit berurut-turut adalah ringan (ombrometer 1: 23 hari dan ombrometer 2: 19 hari), lebat (ombrometer 1: 11 hari dan ombrometer 2: 16 hari), sedang (ombrometer 1: 10 hari dan ombrometer 2: 6 hari), dan sangat lebat (ombrometer 1: 3 hari dan ombrometer 2: 6 hari). Intensitas curah hujan yang tergolong dalam klasifikasi ringan dan lebat selanjutnya dijadikan waktu pengambilan parameter pengamatan untuk kepadatan tanah di salah satu harinya. Waktu lain pengambilan parameter kepadatan tanah adalah di musim kering. Berbeda dengan parameter yang lain, pengamatan erosi dilakukan setiap harinya selama terjadi hujan.

#### **4.4. Erosi di Berbagai Penggunaan Lahan**

Berikut merupakan nilai erosi selama tiga bulan beserta erosi per bulan pada masing-masing penggunaan lahan setiap perbedaan tingkat kelerengan yang disajikan pada Tabel 8.

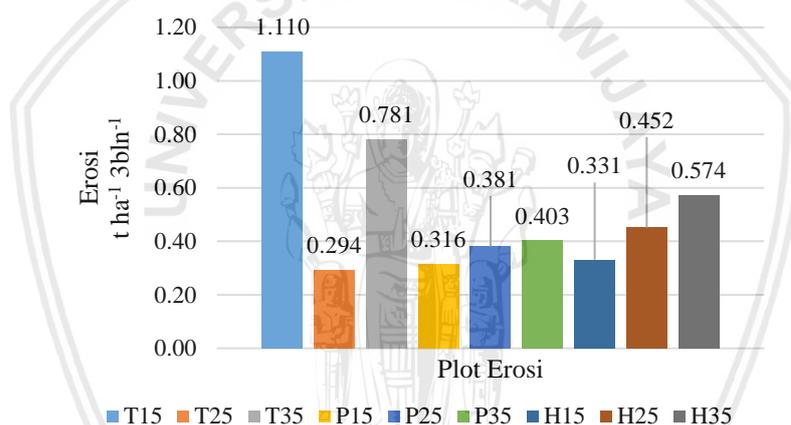
**Tabel 8.** Erosi di Berbagai Penggunaan Lahan dengan Perbedaan Kelerengan

Plot	Nilai Erosi per Bulan (t ha <sup>-1</sup> bln <sup>-1</sup> )			Total (t ha <sup>-1</sup> 3bln <sup>-1</sup> )
	Februari	Maret	April	
Tegalan 15%	0,636	0,296	0,178	1,110
Tegalan 25%	0,204	0,054	0,035	0,294
Tegalan 35%	0,561	0,175	0,045	0,781
Perkebunan 15%	0,285	0,023	0,007	0,316
Perkebunan 25%	0,232	0,132	0,017	0,381
Perkebunan 35%	0,269	0,117	0,017	0,403
Hutan 15%	0,167	0,126	0,038	0,331
Hutan 25%	0,235	0,145	0,072	0,452
Hutan 35%	0,299	0,226	0,049	0,574

Nilai erosi diperoleh nilai tertinggi terdapat pada plot tegalan cabai dengan tingkat kelerengan 15%, 1,110 ton ha<sup>-1</sup> 3bln<sup>-1</sup> selanjutnya adalah tegalan 35%, 0,781 ton ha<sup>-1</sup> 3bln<sup>-1</sup> dan terendah adalah tegalan 25% 0,403 ton ha<sup>-1</sup> 3bln<sup>-1</sup>. Apabila melihat nilai erosi dari perbedaan penggunaan lahan (menjumlah nilai erosi di penggunaan lahan yang sama) maka didapatkan tertinggi pada tegalan dengan 2,185 t ha<sup>-1</sup> 3bln<sup>-1</sup>, hutan 1,357 t ha<sup>-1</sup> 3bln<sup>-1</sup>, dan perkebunan 1,101 t ha<sup>-1</sup> 3bln<sup>-1</sup>. Hal ini terdapat pengaruh yang disebabkan oleh tanaman di setiap penggunaan itu sendiri. Perbedaan tanaman akan mempengaruhi luas tutupan kanopi. Kanopi di lahan berfungsi sebagai penghalang butiran air hujan yang akan menumbuk tanah. Gaya tumbuk air hujan menumbuk permukaan tanah dan proses selanjutnya akan diperkecil oleh halangan kanopi. Butiran air hujan tidak secara langsung menumbuk permukaan tanah, terdapat butiran yang tertahan oleh daun tanaman ataupun batang dan ranting. Hasil penelitian Arifin (2010) menunjukkan bahwa nilai erosi tertinggi pada lahan monokultur. Hal ini disebabkan kandungan bahan organik di lahan monokultur lebih sedikit dibandingkan dengan lahan-lahan lainnya. Selain itu, peran penetrasi akar berpengaruh terhadap ketersediaan pori tanah. Tutupan lahan dengan pohon dan tanaman tahunan menyebabkan ketersediaan pori lebih tinggi dibanding dengan perakaran serabut di lahan monokultur.

Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa kelerengan yang semakin curam berbanding lurus dengan nilai erosi. Penggunaan lahan hutan dengan kelerengan 15%, 25%, dan 35% mempunyai nilai berturut-turut adalah 0,331 t ha<sup>-1</sup> 3bln<sup>-1</sup>; 0,452 t ha<sup>-1</sup> 3bln<sup>-1</sup>; dan 0,574 t ha<sup>-1</sup> 3bln<sup>-1</sup>. Begitupula dengan penggunaan lahan

perkebunan jeruk mempunyai nilai erosi yang semakin bertambah sesuai dengan keterengan 15% ( $0,316 \text{ t ha}^{-1} \text{ 3bln}^{-1}$ ), 25% ( $0,381 \text{ ton ha}^{-1} \text{ 3bln}^{-1}$ ), dan 35% ( $0,403 \text{ ton ha}^{-1} \text{ 3bln}^{-1}$ ). Hasil ini sesuai dengan penelitian Wati *et al.* (2014) bahwa kemiringan lereng berpengaruh terhadap besaran aliran permukaan. Besarnya aliran permukaan mengalami penurunan dengan tingkat kemiringan lereng yang semakin landai. Hal ini dikarenakan kecepatan aliran permukaan akan lebih cepat jika semakin curam lereng. Berbeda halnya dengan penggunaan lahan tegalan cabai mempunyai nilai tertinggi pada keterengan 15% yaitu  $1,110 \text{ ton ha}^{-1} \text{ 3bln}^{-1}$ . Namun keterengan 35% lebih tinggi dibanding nilai erosi di keterengan 25%. Hal ini disebabkan pembuatan plot erosi serta luasan plot tidak sama dengan plot – plot lainnya. Perbedaan nilai erosi masing–masing penggunaan lahan dan keterengan disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Nilai Erosi di Berbagai Plot

Laju erosi di berbagai plot dipengaruhi oleh jumlah curah hujan. Semakin tinggi jumlah curah hujan maka dapat meningkatkan nilai erosi. Pada Tabel 9 menampilkan rata-rata nilai erosi yang terjadi berdasarkan intensitas curah hujan yang diklasifikasikan berdasarkan Intensitas Curah Hujan ringan dan lebat menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (2018).

**Tabel 9.** Nilai Erosi berdasarkan Klasifikasi Intensitas Curah Hujan

Plot	Rata - rata Erosi berdasarkan Intensitas Curah Hujan	
	Ringan ( $t\ ha^{-1}\ 3bln^{-1}$ )	Lebat ( $t\ ha^{-1}\ 3bln^{-1}$ )
Tegalan 15%	0,0001	0,0473
Tegalan 25%	0,0011	0,0111
Tegalan 35%	0,0044	0,0345
Hutan 15%	0,0029	0,0121
Hutan 25%	0,0021	0,0234
Hutan 35%	0,0063	0,0198
Perkebunan 15%	0,0006	0,0282
Perkebunan 25%	0,0011	0,0185
Perkebunan 35%	0,0017	0,0202

Keterangan: Klasifikasi Intensitas Curah Hujan ringan dan lebat berdasarkan BMKG (2018)

Berdasarkan Tabel 9 didapatkan nilai erosi selama tiga bulan berdasarkan klasifikasi intensitas curah hujan dalam bentuk rata-rata. Hal ini untuk menggambarkan dan mewakili nilai erosi setiap plot pada total hari sesuai klasifikasi intensitas curah hujan. Semua plot pengamatan erosi didapatkan erosi tertinggi berada pada kejadian hujan lebat. Besarnya curah hujan berpengaruh terhadap kekuatan air yang dapat mendispersi, daya angkut, dan kerusakan tanah (Sitepu *et al.*, 2017). Pada penelitian yang dilakukannya juga menghasilkan bahwa besarnya erosi berbanding lurus dengan peningkatan curah hujan. Air hujan akan masuk kedalam tanah secara optimum dan mengisi ruang pori menyebabkan aliran permukaan akan lebih rendah. Hal ini berbanding terbalik ketika kondisi hujan lebat maka tanah akan mengalami kondisi jenuh air akibatnya daya serap air akan rendah meningkatkan laju aliran permukaan dan membawa partikel-partikel tanah yang hancur akibat tumbukkan. Data yang disajikan pada Tabel 9 selanjutnya digunakan sebagai uji korelasi dan regresi untuk mengetahui hubungan nilai erosi dan kepadatan tanah serta seberapa pengaruh kedua variabel tersebut.

#### 4.5. Hubungan dan Pengaruh Kepadatan Tanah dengan Erosi

##### 4.5.1. Hubungan Kepadatan Tanah dengan Erosi

Hasil korelasi antara parameter kepadatan tanah dengan erosi disajikan pada Tabel 10 sebagai berikut.

**Tabel 10.** Nilai Koefisien Korelasi

Sifat Fisik Tanah	Koefisien Korelasi (R)	R Tabel
Berat isi	0,12	
Berat jenis	-0,50	
Porositas	-0,33	0,381
Kemantapan agregat	-0,41	
Permeabilitas	-0,37	

Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa berat jenis dan kemantapan agregat mempunyai hubungan yang nyata (5%) terhadap erosi di perbedaan penggunaan lahan. Hal tersebut ditunjukkan dengan R Hitung > R Tabel. Pada berat jenis mempunyai koefisien korelasi sebesar 0,50 tergolong hubungan yang sedang. Nilai negatif yang menunjukkan bahwa kenaikan berat jenis akan menurunkan erosi dan sebaliknya. Parameter lain yaitu kemantapan agregat mempunyai hubungan negatif yang artinya semakin mantap suatu agregat di penggunaan lahan akan menurunkan erosi. Tingkat hubungan tersebut tergolong sedang (0,41). Hubungan tersebut dapat menjelaskan bahwa kemantapan agregat dalam kriteria mantap akan menurunkan erosi yang terjadi di suatu lahan. Begitu pula sebaliknya tanah yang mempunyai agregat yang kurang mantap akan meningkatkan laju erosi. Menurut Utomo *et al.* (2018) erosi berkaitan dengan agregasi tanah. Semakin mantap suatu agregat tanah, makin rendah kepekaanya terhadap erosi (erodibilitas tanah). Selanjutnya dijelaskan bahwa kemantapan agregat lebih besar korelasinya terhadap erodibilitas dibandingkan kandungan liat, debu dan pasir sangat halus, bahan organik, struktur, dan permeabilitas.

#### 4.5.2. Pengaruh Kepadatan Tanah dengan Erosi

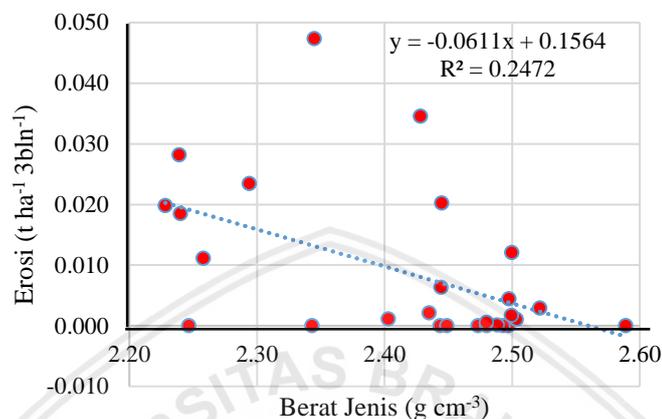
Berikut merupakan Tabel 11 hasil uji regresi berat jenis dan kemantapan agregat terhadap erosi.

**Tabel 11.** Nilai Koefisien Determinasi

Sifat Fisik Tanah	Koefisien Determinasi (R <sup>2</sup> )	F Hitung	F Tabel
Berat jenis	0,25	8,21	4,24
Kemantapan agregat	0,17	5,17	

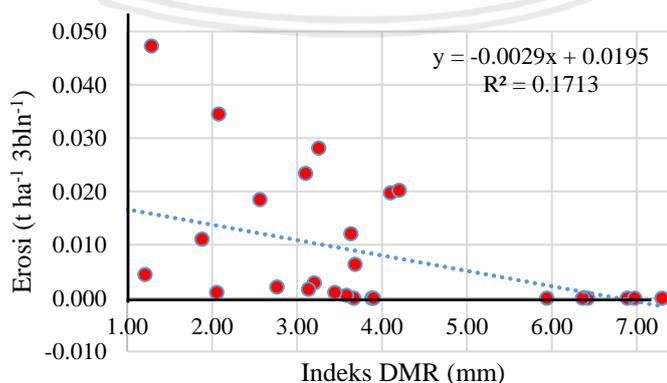
Hasil uji regresi menunjukkan bahwa berat jenis dan kemantapan agregat memiliki pengaruh nyata (5%) terhadap erosi. Hal ini dikarenakan F Hitung > F Tabel di kedua parameter tersebut. Koefisien determinasi berat jenis sebesar 0,25

yang berarti terdapat pengaruh 25% berat jenis terhadap erosi yang akan terjadi sedangkan sisanya ditentukan oleh faktor lain. Persamaan model linear membentuk fungsi  $y = -0,0611x + 0,1564$ . Berikut merupakan Gambar 7 mengenai persamaan regresi berat jenis.



Gambar 7. Hasil Persamaan Regresi Berat Jenis dan Erosi

Uji lanjut pada taraf 5% menunjukkan pengaruh kemantapan agregat berbeda nyata terhadap nilai erosi dikarenakan F hitung lebih besar daripada F tabel ( $5,17 < 4,24$ ) dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,17 atau pengaruhnya hanya sekitar 17% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Persamaan linier yang terbentuk adalah  $y = -0,0018x + 0,0178$  (Gambar 8). Berbeda dengan yang dilakukan oleh Enderwati *et al.* (2017) memberikan hasil positif dan sangat nyata terhadap hubungan agregat dengan infiltrasi tanah. Pengaruh tersebut memberikan pengaruh sebesar 38,76%.



Gambar 8. Hasil Persamaan Regresi Kemantapan Agregat dan Erosi

#### 4.6. Pembahasan Umum

Hasil parameter pengamatan kepadatan tanah meliputi berat isi, berat jenis, porositas, kemantapan agregat, dan permeabilitas secara keseluruhan belum dapat dikatakan antar tiap penggunaan lahan mempunyai kepadatan yang berbeda. Berdasarkan kelima parameter kepadatan tanah empat diantaranya menunjukkan hasil tidak berbeda nyata di taraf 5% hanya parameter kemantapan agregat yang berbeda nyata. Namun perbedaan ini apabila dilihat pada kategori kemantapan agregat maka nilai tersebut di tiga penggunaan lahan masih dalam klasifikasi kemantapan agregat yang sama yaitu sangat mantap. Hal ini berarti nilai kemantapan agregat masih memiliki nilai yang sama dan menggambarkan kondisi tanah di ketiga penggunaan lahan masih serupa. Menurut Asdak (2004), berat isi merupakan petunjuk dari kepadatan tanah di penggunaan lahan. Salah satu yang dapat menggambarkan kondisi suatu tanah terjadi kepadatan adalah nilai dari bobot volume. Bobot volume meningkat akan menyebabkan kepadatan tanah meningkat, terganggunya aerasi dan drainase berdampak perkembangan akar menjadi tidak normal pada tanaman yang tumbuh. Selain itu, bobot volume menggambarkan adanya pengolahan tanah, kandungan bahan organik mineral, porositas, daya memegang air, sifat drainase dan kemudahan tanah ditembus akar.

Parameter lain yaitu dengan hasil dari berat jenis yang mempunyai notasi sama, nilai berat jenis tertinggi pada penggunaan lahan tegalan cabai ( $2,50 \text{ g cm}^{-3}$ ) dan hutan paling rendah ( $2,31 \text{ g cm}^{-3}$ ) sedangkan perkebunan jeruk mempunyai nilai  $2,34 \text{ g cm}^{-3}$ . Jika dihubungkan dengan nilai berat isi di masing – masing plot maka terdapat keterkaitan hubungan dari kedua nilai tersebut. Apabila mengacu pada pengertian dari berat isi adalah mengetahui berat volume tanah beserta dengan pori dan berat jenis menghitung berat tanah tanpa pori maka nilai berat isi dan berat jenis akan sama. Artinya tingginya berat isi diikuti dengan tingginya berat jenis. Perbandingan antara berat isi dan berat jenis dikatakan sebagai nilai porositas.

Hal serupa dengan porositas belum dapat menggambarkan perbedaan kepadatan di tiga penggunaan lahan karena analisis ragam menghasilkan antara semua plot belum menunjukkan perbedaan yang nyata di taraf 5%. Beberapa hasil parameter tersebut belum mengindikasikan adanya masukan dari luar baik berupa

pengolahan tanah intensif atau menggunakan alat berat yang berdampak kepada sifat fisik secara signifikan. Perubahan sifat biofisik yang dipengaruhi oleh perbedaan penggunaan lahan antara lahan satu dengan lahan lain berlangsung melalui proses yang kompleks. Mekanisme perubahan sifat biofisik dijelaskan Suprayogo *et al.*(2004) yaitu semula berawal dari perubahan penggunaan lahan merubah ketersediaan seresah/bahan organik tanah. Salah satu fungsi bahan organik tanah melindungi pori makro dan mempengaruhi keberadaan biota tanah sebagai sumber pakan. Selanjutnya keberadaan biota tanah ini mempengaruhi struktur tanah yang kemudian mempengaruhi porositas tanah. Pada akhirnya akan mempengaruhi sifat fisik dari tanah tersebut. Sesuai dengan penjelasan Kumalasari *et al.* (2011) yang pada akhirnya komposisi tegakan tanaman akan berdampak pada kondisi tanah terutama sifat fisika dan kimia tanah. Pada penelitian yang dilakukannya pun menyimpulkan hasil komposisi tegakan tanaman yang didominasi tanaman tahunan memberikan peningkatan yang lebih baik terhadap sifat fisik tanah dan berpengaruh seperti porositas tanah, kadar lengas kapasitas lapang, dan kemantapan agregat.

Nilai erosi plot penggunaan lahan musiman cabai mempunyai hasil terbesar dibanding semua plot yaitu Tegalan 35% dengan nilai erosi  $0,781 \text{ t ha}^{-1} \text{ 3bln}^{-1}$  dan Tegalan 15% dengan nilai  $1,110 \text{ ton ha}^{-1} \text{ 3bln}^{-1}$ . Namun dari hasil penelitian variabel kepadatan tanah secara umum tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap nilai erosi. Hasil uji korelasi dan sama halnya dengan uji regresi setelah uji lanjut F menunjukkan tidak ada pengaruh anatar parameter kepadatan tanah dengan besaran erosi kecuali parameter kemantapan agregat. Artinya kepadatan tanah belum menggambarkan pengaruh secara signifikan nyata (5%) di semua nilai erosi. Besaran erosi pada berbagai penggunaan lahan diasumsikan terjadi karena tingkat kelerengan di masing–masing plot dan tanaman tegakkan melihat dari hasil pengamatan nilai erosi.

Apabila melihat rumus pendugaan erosi dengan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) maka faktor tanah bukan menjadi faktor satu–satunya dalam mempengaruhi besar atau kecilnya erosi di lahan. Terdapat faktor lain yang berpengaruh yaitu: erosivitas (R), tingkat kemiringan lahan (S), panjang lereng (L), tanaman di lahan (C), dan pengelolaan lahan tersebut (P). Besarnya laju erosi dipengaruhi oleh iklim, tanah, bentuk wilayah (topografi), dan perlakuan manusia

(Wati *et al.*, 2014). Faktor erosi hujan (R) merupakan faktor yang menyatakan faktor fisik hujan yang dapat menyebabkan timbulnya proses erosi (erosivitas hujan). Erosivitas merupakan fungsi dari energi kinetik total hujan yang dapat menyebabkan partikel tanah akan terpecah dan mengganggu dari stabilitas agregat (Hardiyatmo, 2012).

Menurut Sitepu *et al.* (2017) menjelaskan bahwa semakin besar lereng maka semakin besar pula laju erosi yang dihasilkan. Hal ini berkaitan dengan partikel tanah akan mudah lepas. Sebagai contoh lereng mempengaruhi nilai erosi pada penelitian ini adalah jika membandingkan lereng berbeda dengan penggunaan sama. Penggunaan lahan hutan dengan kelerengan 15% mempunyai erosi  $0,331 \text{ t ha}^{-1} \text{ 3bln}^{-1}$ , nilai erosi kemudian naik sebesar  $0,1 \text{ t ha}^{-1} \text{ 3bln}^{-1}$  menjadi  $0,452 \text{ t ha}^{-1} \text{ 3bln}^{-1}$  di kelerengan 25%, dan mencapai tertinggi di kelerengan 35% dengan nilai  $0,574 \text{ t ha}^{-1} \text{ 3bln}^{-1}$ . Kejadian tersebut diikuti dengan dua penggunaan lahan lainnya. Hasil yang telah disebutkan sesuai dengan Andreawan *et al.* (2015) dalam penelitiannya pengaruh kemiringan lebih dominan dibanding dengan kerusakan sifat fisik tanah terhadap aliran permukaan di lahan.

Jenis vegetasi yang terdapat di lahan dapat mencerminkan kemampuan tanah tersebut untuk meresapkan air. Fungsi vegetasi secara efektif mencerminkan kemampuan tanah mengabsorpsi air hujan, mempertahankan atau meningkatkan laju infiltrasi, dan menunjukkan kemampuan dalam menahan air. Menurut Agus *et al.* (2002) kemampuan menahan air (kapasitas retensi air/KRA) mempunyai nilai berbeda-beda sesuai dengan vegetasi yang terdapat di lahan. Hal ini sesuai dengan kesimpulan penelitian Setyowati (2007) nilai kapasitas infiltrasi terbesar pada penggunaan lahan hutan. Kemampuan tanah meresap air pada hutan lebih cepat dibandingkan kebun campuran dan sawah.

Pengelolaan dapat mempengaruhi erosi, Meijer *et al.* (2013) dan Putte *et al.* (2013) menjelaskan perlakuan pengolahan manusia dapat mempercepat atau menekan aliran permukaan. Perlakuan tersebut secara signifikan mempengaruhi kerentanan dan ketahanan terhadap penetrasi gerakan vertikal air. Hal tersebut mengakibatkan air menggenang di permukaan dan merubah menjadi aliran permukaan (*surface run off*). Setyowati (2007) mengemukakan pengelolaan tanah dan vegetasi di berbagai penggunaan lahan seperti hutan, sawah, tegalan, kebun

campuran, dan pemukiman menunjukkan nilai limpasan air yang berbeda. Namun pengolahan tanah yang berdampak terhadap erosi membutuhkan waktu yang lama (Utomo, 2012).

Walaupun demikian bukan berarti sifat fisik tanah khususnya kepadatan tanah tidak menjadi faktor penentu. Penelitian Franzluebbers (2001) menyebutkan kegiatan-kegiatan pertanian tanpa olah tanah mampu menurunkan 12% berat isi tanah yang kemudian memperbaiki laju infiltrasi sebesar 27%. Hal ini menggambarkan kepadatan tanah yang diakibatkan pengolahan tanah mempunyai kaitannya dengan nilai erosi. Asdak (2004) mengemukakan bahwa semakin tinggi kepadatan tanah maka infiltrasi akan semakin kecil yang berujung kepada nilai erosi akan semakin besar.

Menurut Endarwati *et al.* (2017) sifat fisik tanah dan hidrologi tanah dipengaruhi oleh penurunan biodiversitas tanah akibat intensifnya praktek pertanian. Pengertian pengolahan tanah intensif menurut Jambak (2017), pengolahan yang memanfaatkan lahan dengan intensitas tinggi untuk mendapatkan hasil yang maksimum. Cara-cara tersebut seperti melakukan penggarapan, penggemburan tanah, membolak-balikkan tanah kedalaman 20 cm tanpa menambahkan sisa tanaman atau gulma guna melindungi tanah dari erosi. Tindakan pengolahan lahan yang baik diperlukan sebagai upaya memainkan fungsi dari alam sebagaimana mestinya. Harapan yang dituju adalah untuk meminimalisir kepadatan tanah dengan pengelolaan pertanian sesuai kaidah konservasi dan tidak melakukan pengelolaan tanah secara maksimal (*full tillage*). Agar tanah dapat melakukan sinkronisasi dalam kaitannya penjernihan air, penyedia habitat keanekaragaman organisme, penyedia dan menjaga kualitas air bagi masyarakat (Schulte *et al.*, 2014).

Rekomendasi yang dapat dilakukan di beberapa penggunaan lahan yaitu pengolahan lahan tegalan tidak dilakukan secara intensif dan hanya dilakukan pada saat fase awal tanaman baru seperti pembalikan tanah dan pencampuran pupuk kandang. Hal tersebut untuk mengurangi pemadatan yang akan terjadi akibat olah tanah dan dapat menghancurkan agregat dari struktur. Melakukan penanaman tanaman selingan/polikultur agar tutupan lahan beragam untuk mengurangi tumbukkan air hujan dengan tanah. Penanaman ini tetap dapat dilakukan dengan

komoditas hortikultura yang lain. Selanjutnya adalah dapat mengembalikan sisa-sisa tanaman di tegalan dan perkebunan apabila dalam masa perawatan dan setelah panen. Konservasi bahan organik pada lahan kering harus dilakukan terutama komponen teknik konservasi vegetatif, untuk menjaga sifat fisika tanah sehingga fungsi aerasi, drainase tidak terganggu. Mengakibatkan kemampuan tanah untuk menjaga struktur tanah yang stabil dan meningkatkan penyediaan air dan udara bagi tanaman (Utomo *et al.*, 2018). Terakhir adalah untuk ketiga penggunaan lahan dapat menjaga tanaman bawah seperti rumput liar dan dengan memperhatikan tidak mengganggu pertumbuhan dari tanaman perkebunan dan tegalan.

Pada dasarnya menurut Hardiyatmo (2012) pengendalian erosi dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu: (a) mengurangi gaya dorong atau tarikan dengan mengurangi kecepatan aliran air di atas permukaan tanah, (b) menaikkan tahanan erosi dengan melindungi atau memperkuat permukaan, dan (c) memperbesar kapasitas infiltrasi tanah. Rekomendasi menurut Haghazari *et al.* (2015) terhadap kaitannya dengan kepadatan tanah dan nilai erosi adalah (a) mengurangi hal – hal pemadatan tanah di lapisan atas dengan memelihara tutupan tanaman yang berpotensi terhadap erosi akibat percikan air hujan, (b) memperbaiki infiltrasi tanah dengan meningkatkan jumlah tutupan tanaman, (c) menghindari penggunaan mesin berat dalam pengolahan lahan saat kondisi tanah basah, dan (d) meningkatkan stabilitas agregat dengan bahan organik yang ditambahkan ke tanah melalui proses–proses alamiah.

## V. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

Berikut kesimpulan yang didapatkan berdasarkan seluruh hasil pengamatan yang telah dilakukan:

- a. Penggunaan lahan tidak berpengaruh nyata terhadap berat isi, berat jenis, porositas, dan permeabilitas. Namun kemantapan agregat menunjukkan pengaruh nyata di tiga penggunaan lahan.
- b. Erosi tertinggi di penggunaan lahan tegalan serta meningkatnya erosi disebabkan oleh kecuraman lereng pada pengamatan selama tiga bulan (Februari-April).
- c. Pada pengamatan selama tiga bulan (Februari-April) berat jenis dan kemantapan agregat mempunyai hubungan dan pengaruh yang nyata pada taraf 5% terhadap erosi yang terjadi. Berat isi, porositas, dan permeabilitas tidak memiliki hubungan dan pengaruh yang nyata terhadap erosi.
- d. Rekomendasi yang dapat diterapkan antara lain menjaga tanaman bawah, mengembalikasn sisa tanaman, dan mengurangi pengolahan tanah secara intensif hal tersebut berkaitan untuk mencegah dan mengurangi nilai erosi.

### 5.2. Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya mengenai topik yang sama untuk dapat memperoleh hasil yang baik dan maksimal adalah:

- a. Memperhatikan dengan baik setiap proses pengambilan data pengamatan lapang seperti sampel tanah utuh dan tanah komposit untuk mengurangi tingkat kesalahan hasil setelah dilakukan analisa laboratorium.
- b. Mengetahui lebih lanjut mengenai variabel bebas dan variabel terikat yang diteliti apakah terdapat hubungan dan saling mempengaruhi satu sama lain ataupun tidak.
- c. Memperbanyak pengambilan masing–masing variabel untuk dapat mewakili dan meyakinkan hasil yang akan didapatkan.

Adapun saran praktis untuk masyarkat umum mengenai hasil penelitian ini adalah menerapkan kaidah–kaidah konservasi tanah dan air dengan baik dalam hal kegiatan pertanian khususnya seperti mengurangi pengolahan tanah maksimal

dengan alat berat, mengembalikan sisa-sisa tanaman ke tanah untuk memperkaya bahan organik, menambah jumlah tutupan lahan, dan menerapkan sistem tanam tumpangsari dan atau agroforestri.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, C., Sudarto, Widiyanto, I.D. Lestariningsih, dan K. Sigit. 2014. Pengelolaan Sumberdaya Lahan Berkelanjutan: Studi DAS Sumber Brantas. Prosiding Seminar Nasional. 30 September 2014. p 556 – 575.
- Alie, M.E.R. 2015. Kajian Erosi Lahan pada DAS Dawas Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. *J. Teknik Sipil dan Lingkungan*. 3 (1): 749-754.
- Andreawan, M.K., I.S. Banuwa, dan I. Zulkarnain. 2015. Pengaruh Sistem Olah Tanah Terhadap Aliran Permukaan dan Erosi pada Pertanaman Singkong di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. *J. Teknik Pertanian Lampung*. 4 (1): 27-34.
- Arifin, M. 2010. Kajian Sifat Fisik Tanah dan Berbagai Penggunaan Lahan dalam Hubungannya dengan Pendugaan Erosi Tanah. *J. Pertanian MAPETA*. 12 (2): 72-144.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi Kedua. IPB Press. Bogor.
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2018. *Buletin Meteorologi Kalimantan Selatan*. *Buletin Meteorologi Edisi Januari 2018*. 6 (1): 1-29.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Provinsi Jawa Timur Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Bintoro, A., D. Widjajanto, dan Isrum. 2017. Karakteristik Fisik Tanah pada Beberapa Penggunaan Lahan di Desa Beka Kecamatan Marawola Kabupaten Sigi. *J. Agrotekbis*. 5 (4): 423-430.
- Birkas, M., A. Szemok, dan G. Antos. 2008. *Environmentally – Sound Adaptable Tillage – Solutions From Hungary*. *Reviewed Sci Papers*. p. 191-194.
- Defossez, P., dan G. Richard. 2002. *Models of Soils Compaction due to Traffic and Their Evaluation*. *Soil and Tillage Research*. 67: 41-64.
- Desa Pesanggrahan. 2019. *Website Desa Pesanggrahan Kota Batu*. <https://desapesanggrahan.id>. Diakses pada tanggal 1 Juli 2019.
- Desifindiana, M.D., B. Suhartono, dan R. Wirosodarmo. 2013. Analisa Tingkat Bahaya Erosi pada DAS Bondoyudo Lumajang dengan Menggunakan Metode Musle. *J. Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 1 (2): 9-17.
- Endarwati, M.A., K.S. Wicaksono, dan D. Suprayogo. 2017. Biodiversitas Vegetasi dan Fungsi Ekosistem: Hubungan Antara Kerapatan, Keragaman Vegetasi, dan Infiltrasi Tanah Pada Inceptisol Lereng Gunung Kawi, Malang. *J. Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 4 (2): 577-588.
- Franzluebbers, A.J. 2001. *Water Infiltration and Soil Structure Related to Organic Matter and Its Stratification with Depth*. *Soil and Tillage Research* 66: 197-205.
- Haghnazari, F., H.Shahgholi, dan M. Feizi. 2015. *Factors Affecting the Infiltration of Agricultural Soils: Review*. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*. 6 (5): 21-35.

- Hamza, M.A., dan W.K. Anderson. 2003. Responses of Soil Properties and Grain Yields to Deep Ripping and Gypsum Application in a Compacted Loamy Sand Soil Contrasted with a Sandy Clay Loam Soil in Western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*. 54: 273-282.
- Hamza, M.A., dan W.K. Anderson. 2005. Soil Compaction in Cropping System a Review of the Nature, Causes and Possible Solution. *Soil and Tillage Research*. 82: 121-145.
- Hardiyatmo, H.C. 2012. Tanah Longsor dan Erosi Kejadian dan Penganan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hosl, R., dan P. Strauss. 2016. Conservation Tillage Practices in The Alpine Forelands of Austria-Are They Effective? *Catena*. 137: 44-51.
- Huang, P., S. Xue, P. Li, dan L. Zhanbin. 2013. Effect of Vegetation Cover Types on Soil Infiltration Under Simulating Rainfall. *An International Quarterly Scientific Journal*. 12 (2): 193-198.
- Jambak, M.K.F.A., D.P.T. Baskoro, dan E.D. Wahjunie. 2017. Karakteristik Sifat Fisik Tanah pada Sistem Pengolahan Tanah Konservasi (Studi Kasus: Kebun Percobaan Cikabayan). *Buletin Tanah dan Lahan*. 1 (1): 44-50.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Brantas.
- Kladivko, E.J. 2001. Tillage System and Soil Ecology. *Soil and Tillage Research*. 61: 61-76.
- Kumalasari, S. W., dan J. Syamsiah. 2011. Studi Beberapa Sifat Fisika Dan Kimia Tanah Pada Berbagai Komposisi Tegakan Tanaman Di Sub Das Solo Hulu. *J. Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*. 8(2) : 119 – 124.
- Kurnia, U., F. Agus, dan A. Adimihardja. 2006. Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Mason, E.G., A.W.J. Cullen, dan W.C. Rijkse. 1988. Growth of Two Pinus Radiata Stock Types on Ripped and Ripped/bedded Plots at Karioi Forest. *New Zealand of Journal Forestry Science*. 18 (3): 287-296.
- Meijer, A.D., J.L. Heitman, J.G. White, dan R.E Austin. 2013. Measuring Erosion in Long Term Tillage Plots Using Grounds Based Lidar. *Soil and Tillage Research*. 126 : 1–10.
- Nurrizqi, E.H. 2012. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Perubahan Debit Puncak Banjir di Sub DAS Brantas Hulu. *J. Bumi Indonesia*. 1 (3): 363-371.
- Panayiotopoulos, K.P., C.P. Papadopoulou, dan A. Hatjiioannidou. 1994. Compaction and Penetration Resistance of Alfisol an Entisol and Their Influence on Root Growth of Maize Seedlings. *Soil Tillage Research*. 31: 323-337.
- Putte, A.V.D., G. Govers, J. Diels, C. Langhans, W. Clymans, E. Vanuytrecht, R. Merckx, dan D. Raes. 2012. Soil Functioning and Conservation Tillage in Belgian Loam Belt. *Soil and Tillage Research*. 122 : 1–11.
- Rosyidah, E., dan R. Wirosodarmo. 2013. Pengaruh Sifat Fisik Tanah pada Konduktivitas Hidrolik Jenuh di 5 Penggunaan Lahan (Studi Kasus di Kelurahan Sumbersari Malang. *J. Agritech*. 33 ( 2): 340-345.

- Rustam., H. Umar, dan Yusran. 2016. Sifat Fisika Tanah Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Sekitar Taman Nasional Lore Lindu (Studi Kasus Desa Toro Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah). *Warta Rimba*. 4 (1): 132-138.
- Schulte, R.P.O., R.E. Creamer, T. Donnellan, N. Farrelly, R. Fealy, C. O'Donoghue, dan D. O'hUallachan. 2014. Functional Land Management: A Framework for Managing Soil-based Ecosystem Services for The Sustainable Intensification of Agriculture. *Environmental Science and Policy*. 38: 45-58
- Setyowati, D.L. 2007. Sifat Fisik Tanah dan Kemampuan Tanah Meresapkan Air pada Lahan Hutan, Sawah, dan Permukiman. *J. Geografi*. 4 (2): 114-128.
- Sitepu, F., M. Selintung, dan T. Harianto. 2017 Pengaruh Intensitas Curah Hujan dan Kemiringan Lereng Terhadap Erosi yang Berpotensi Longsor. *J. JPE*. 21 (1): 23-27.
- Solgi, A., R. Naghdi, P.A. Tsioras, dan M. Nikooy. 2015. Soil Compaction and Porosity Changes Caused During the Operation of Timberjack 450C Skidder in Northern Iran. *J.For. Eng.* 36 (2): 217-225.
- Sucipto. 2007. Analisis Erosi yang Terjadi di Lahan Karena Pengaruh Kepadatan Tanah. *J.Wahana*. 12 (1): 51-60.
- Suprayogo, D., Widiarti, K. Hairiah, dan I. Nita. 2017. Manajemen Daerah Aliran Sungai (DAS): Tinjauan Hidrologi Akibat Perubahan Tutupan Lahan dalam Pembangunan. UB Press. Malang.
- Suprayogo, D., Widiarto, P. Purnomosidhi, R.H. Widodo, F. Rusiana, Z.Z. Aini, N. Hasanah, dan Z. Kusuma.. 2004. Degradasi Sifat Fisik Tanah Sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Sistem Kopi Monokultur: Kajian Perubahan Makroporositas Tanah. *J. Agrivita* 26 (1): 60-68.
- Tanika, L., S. Rahayu, N. Khasanah, dan S. Dewi. 2016. Fungsi Hidrologi pada Daerah Aliran Sungai (DAS): Pemahaman, Pemantauan, dan Evaluasi Bahan Ajar 4. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. p 1-60.
- Troldborg, M., I. Aalders, W. Towers, P.D. Hallet, B.M. McKenzie, A.G. Bengough, A. Lilly, B.C. Ball, dan R.L. Hough. 2013. Application of Bayesian Belief Networks to Quantify and Map Areas of Risk to Soil Threats: Using Compaction as an example. *Soil and Tillage Research*. 132: 56-68.
- Utaya, S. 2008. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Sifat Biofisik Tanah dan Kapasitas Infiltrasi di Kota Malang. *Forum Geografi*. 22 (2): 99-112.
- Utomo, M. 2012. Tanpa Olah Tanah: Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Lampung. p 1-110.
- Utomo, M., T. Sabrina, Sudarsono, J. Lumbanraja, B. Rusman, dan Wawan. 2018. Ilmu Tanah Dasar-dasar dan Pengelolaan. Prenamedia Grup: Jakarta. p 1-409.
- Van Noorwijk, M., F. Agus, D. Suprayogo, K. Hairiah, G. Pasya, dan Farida. 2004. Peranan Agroforestri dalam Mempertahankan Fungsi Daerah Aliran Sungai. *J. Agrivita*. 26 (1): 1-7.

- Wati, Y., M.R. Alibsyah, dan Manfarizah. 2014. Pengaruh Lereng dan Pupuk Organik Terhadap Aliran Permukaan, Erosi dan Hasil Kentang di Kecamatan Atu Lintang Kabupaten Aceh Tengah. *J. Manajemen Sumberdaya Lahan*. 3 (6): 496-505.
- Widianto., D. Suprayogo, H. Noveras, R.H. Widodo, P. Purnomosidhi, dan M.V. Noorwijk. 2004. Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Apakah Fungsi hidrologis Hutan Dapat Digantikan Sistem Kopi Monokultur? *J. Agrivita* 26 (1): 47-52.
- Widianto., D. Suprayogo, Sudarto, dan I.D. Lestariningsih. 2010. Implementasi Kaji Cepat Hidrologi (RHA) di Hulu DAS Brantas Jawa Timur. *World Agroforestry Centre: Bogor*. p 1-123.

