

**INFILTRASI PADA BERBAGAI UMUR
EKALIPTUS (*Eucalyptus* sp.) DI PERUM PERHUTANI
RPH PUJON SELATAN KABUPATEN MALANG**

Oleh

FITRI KUSUMA WATI



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2018

**INFILTRASI PADA BERBAGAI UMUR
EKALIPTUS (*Eucalyptus* sp.) DI PERUM PERHUTANI
RPH PUJON SELATAN KABUPATEN MALANG**

Oleh

FITRI KUSUMA WATI

115040201111099

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

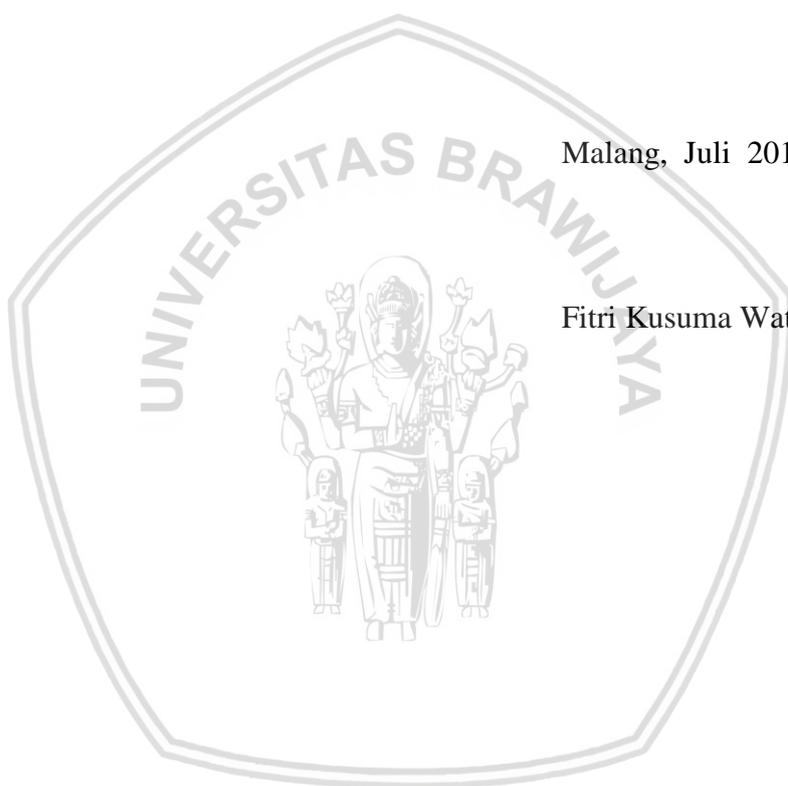
2018

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dari komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2018

Fitri Kusuma Wati



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Infiltrasi Pada Berbagai Umur Ekaliptus (Eucalyptus Sp.) Di Perum Perhutani RPH Pujon Selatan Kabupaten Malang

Nama : Fitri Kusuma Wati

NIM : 115040201111099

Jurusan/Minat : Tanah/ Manajemen Sumberdaya Lahan

Program Studi : Agroekoteknologi

Laboratorium : Fisika Tanah

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.
NIP. 19540501 198103 1006

Mengetahui
a.n Dekan
Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.
NIP. 19540501 198103 1006

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Prof. Ir. Moch Munir, MS
NIP. 19540520 198103 1 002

Penguji III

Penguji IV

Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS
NIP. 19550817 198003 1 003

Aditya Nugraha Putra, SP.MP
NIP. 2016098 91227 1 001

Tanggal Lulus :



RINGKASAN

FITRI KUSUMA WATI. 115040201111099. Infiltrasi Pada Berbagai Umur Ekaliptus (*Eucalyptus* sp.) Di Perum Perhutani RPH Pujon Selatan Kabupaten Malang . Dibimbing oleh Zaenal Kusuma.

Perhutani BKPH Pujon RPH Pujon selatan melakukan kegiatan konservasi tanah dan air dengan menanam tegakan pohon seperti *Pinus* sp. dan *Eucalyptus* sp. (ekaliptus) untuk mengurangi dampak dari deforestasi di Kabupaten Malang. Perhutani RPH Pujon Selatan menanam berbagai umur *Eucalyptus* pada kegiatan konservasi. Adanya perbedaan umur dari *Eucalyptus* akan menghasilkan jumlah seresah berbeda beda. Kemampuan tanah dalam menyerap air pada waktu tertentu disebut dengan laju infiltrasi. Penelitian mengenai laju infiltrasi di RPH pujon selatan sebelumnya hanya dilakukan pada tanaman pinus saja. Informasi mengenai laju infiltrasi pada ekaliptus belum tersedia, sehingga dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan dapat dijadikan pertimbangan dalam pengelolaan lahan hutan khususnya di RPH pujon selatan yang nantinya bisa bermanfaat bagi masyarakat sekitar.

Penelitian ini dilaksanakan di Perum Perhutani RPH Pujon Dusun Maron, Desa Pujon Kidul, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Penelitian berlangsung selama Bulan Desember 2017- Maret 2018. Penelitian ini dilakukan pada 3 lokasi yaitu : umur ekaliptus 14 tahun, 13 tahun dan 11 tahun. Penelitian dilakukan dalam 3 tahap kegiatan, yaitu (a) pengambilan contoh tanah untuk analisa fisika dan kimia tanah (b) analisa fisika dan kimia tanah di laboratorium. Pengambilan contoh tanah dan seresah dilakukan pada plot berukuran 20 m x 20 m. Contoh tanah utuh dan contoh tanah terganggu diambil pada lahan dari setiap umur ekaliptus (umur 14 tahun, 13 tahun, dan 11 tahun) pada kedalaman 0-20 cm, 20-40 cm.

Laju infiltrasi awal (f_0) merupakan nilai yang diukur pertama pada saat pengukuran infiltrasi, nilai terendah f_0 di lokasi E11 yaitu $1,57 \text{ cm menit}^{-1}$ sedangkan f_0 terbesar pada lokasi E14 dengan nilai $2,13 \text{ cm menit}^{-1}$. laju infiltrasi konstan (f_c) merupakan nilai penurunan yang sama pada saat pengukuran infiltrasi, nilai infiltrasi konstan terendah laju infiltrasi tertinggi yakni pada E13 dengan hasil $22,89 \text{ cm jam}^{-1}$, dan nilai terendah pada E11 dengan hasil $12,37 \text{ cm jam}^{-1}$. Infiltrasi dipengaruhi beberapa faktor yakni berat isi tanah, porositas, agregat, tekstur, lengas tersedia dan bahan organik. Perbedaan umur tanaman ekaliptus tidak mempengaruhi laju infiltrasi.

SUMMARY

FITRI KUSUMA WATI. 115040201111099. Infiltration at Various Age Ekaliptus (*Eucalyptus* sp.) in Perum Perhutani RPH, South Pujon, Malang Regency. Supervised by Zaenal Kusuma.

Perhutani BKPH Pujon RPH South Pujon performs soil and water conservation activities by planting tree stands such as *Pinus* sp. and *Eucalyptus* sp. (*eucalyptus*) to reduce the impact of deforestation in Malang Regency. Perhutani RPH South Pujon planted various *Eucalyptus* ages in conservation activities. The existence of age difference from *Eucalyptus* will produce different amount of litter. The ability of soil to absorb water at any given time is called infiltration rate. Research on infiltration rate in RPH south pujon previously only done on pine plants only. Information on the rate of infiltration on the eucalyptus is not yet available, so with the existence of this research is expected to provide information and can be taken into consideration in the management of forest land, especially in RPH south pujon which will be useful for the surrounding community.

This research was conducted in Perum Perhutani RPH Pujon Dusun Maron, Pujon Kidul Village, Pujon Sub-district, Malang Regency. The research took place during December 2017- March 2018. The research was conducted in 3 locations: age of 14 years eal, 13 years and 11 years old. Research was done in 3 stages of activity, ie (a) soil sampling for physical and chemical analysis of soil (b) physics and soil chemical analysis in laboratory. Sampling of soil and litter was done on plot measuring 20 m x 20 m. Examples of undistrubed soil and disturbed soil samples were taken on the land of each ecciptus age (14 years, 13 years, and 11 years) at a depth of 0-20 cm, 20-40 cm.

Initial infiltration value (f_0) is the first measured value at the time of infiltration measurement, the lowest value f_0 at E11 location is 1.57 cm min^{-1} while the largest f_0 is in same location but in different repeat E13 with value 2.65 cm min^{-1} . The constant infiltration value (f_c) is the same decreasing value at the time of infiltration measurement, the lowest constant infiltration value. The highest infiltration rate value was E13 with result of 22.89 cm h^{-1} , and the lowest value in E11 with result of 12.37 cm h^{-1} . Infiltration is influenced by several factors, namely the weight of soil content, porosity, aggregate, texture, moisture available and organic matter. Age difference of Ekaliptus plants does not affect the rate of infiltration.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Infiltrasi Pada Berbagai Umur Ekaliptus (*Eucalyptus* sp.) Di Perum Perhutani RPH Pujon Selatan Kabupaten Malang”

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Ibu dan Bapak serta keluarga tercinta yang senantiasa mendukung baik secara moril maupun materil.
2. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU., selaku Ketua Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan pembimbing skripsi.
3. Dosen – dosen di fakultas pertanian Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama kuliah.
4. Laboran di Jurusan Tanah yang membantu menyelesaikan kegiatan analisa tanah.
5. Teman penulis Fajar Handayani, Yunita, Eki Annisa, Ajeng W, Irma , Bowo, Rizky Yuda, Wildan dan Rizky Anjani.
6. Semua pihak yang telah mendukung terselesainya skripsi ini termasuk teman – teman Minat Sumberdaya Lahan khususnya SOILER 2011 Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi terciptanya kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca sehingga dapat menambah wawasan dan pengetahuan

Malang, Juli 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Mojokerto pada tanggal 30 Maret 1993 sebagai anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Bibit Yanto dan Ibu Farida. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Lolawang, Mojokerto pada tahun 1999 hingga tahun 2005. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 01 Ngoro, Mojokerto pada tahun 2005-2008. Selanjutnya pendidikan menengah atas penulis tempuh di SMAN 01 Mojosari, Mojokerto pada tahun 2008 hingga tahun 2011. Pada tahun 2011, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang melalui seleksi jalur prestasi akademik .

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif sebagai anggota HMIT (Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah) periode 2014/2015. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti kepanitiaan POSTER pada tahun 2013. Penulis juga menjadi asisten praktikum Teknologi Konservasi Sumberdaya Lahan pada tahun 2015-2016. penulis melaksanakan kegiatan magang kerja di Balai Penelitian Jeruk dan Buah Subtropika, Batu, Jawa Timur pada tahun 2015.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar belakang	2
1.2.Tujuan penelitian.....	2
1.3.Hipotesis	2
1.4.Manfaat.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tanaman Ekaliptus	4
2.2. Infiltrasi	5
2.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Infiltrasi	6
III. METODE PENELITIAN	9
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	9
3.2. Alat Dan Bahan	9
3.3. Tahapan Penelitian	9
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1. Karakteristik Lokasi Penelitian	14
4.2. Sifat Fisik pada Lokasi Peneitian	16
4.3. Laju Infiltrasi Tanah.....	23
4.4. Faktor yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi Tanah	25
V. KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1. Kesimpulan.....	31

5.2. Saran 31

DAFTAR PUSTAKA 32

LAMPIRAN 36



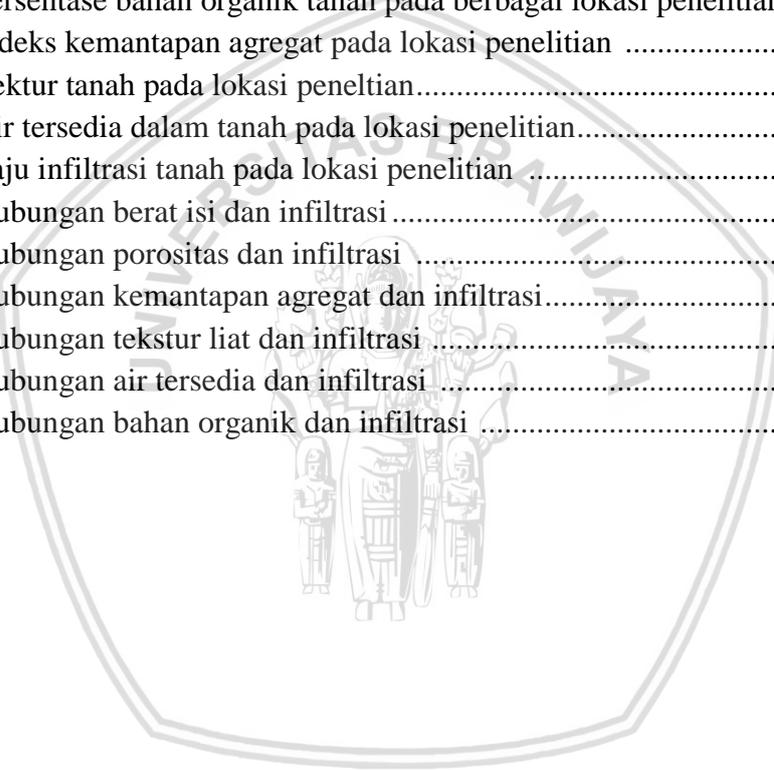
DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Lokasi Pengambilan Sampel	10
2.	Analisis Tanah	13
3.	Karakteristik Lahan pada Lokasi Penelitian	15
4.	Sifat Fisik Tanah dan Kimia Tanah pada Lokasi Penelitian	22
5.	Parameter Infiltrasi Pada Lokasi Penelitian	23



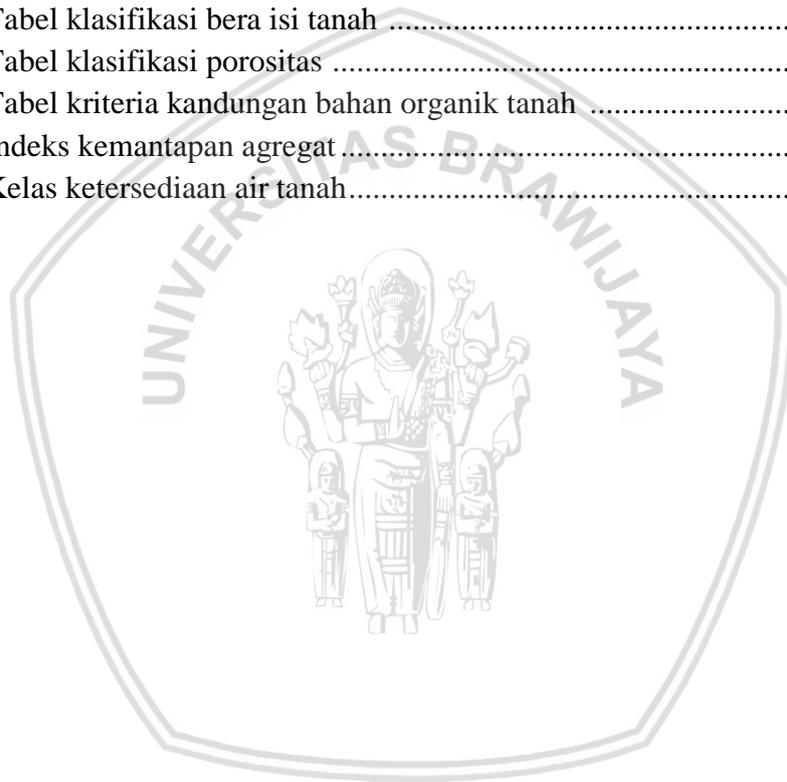
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur pikir penelitian	3
2.	Pengukuran dengan alat <i>double ring</i>	11
3.	Pengukuran kanopi tanaman	12
4.	Sketsa plot pengamatan	12
5.	Lokasi Penelitian	14
6.	Nilai berat isi tanah pada berbagai lokasi penelitian	16
7.	Nilai porositas anah pada berbagai lokasi penelitian	17
8.	Persentase bahan organik tanah pada berbagai lokasi penelitian	18
9.	Indeks kemantapan agregat pada lokasi penelitian	19
10.	Tekstur tanah pada lokasi peneltian.....	20
11.	Air tersedia dalam tanah pada lokasi penelitian.....	21
12.	Laju infiltrasi tanah pada lokasi penelitian	24
13.	Hubungan berat isi dan infiltrasi	25
14.	Hubungan porositas dan infiltrasi	26
15.	Hubungan kemantapan agregat dan infiltrasi.....	27
16.	Hubungan tekstur liat dan infiltrasi	28
17.	Hubungan air tersedia dan infiltrasi	29
18.	Hubungan bahan organik dan infiltrasi	30



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Dokumentasi pengukuran infiltrasi	36
2.	Dokumentasi kegiatan laboratorium	36
3.	Nilai f_o , f_c , K dan laju Infiltrasi pada E14	38
4.	Nilai f_o , f_c , K dan laju Infiltrasi pada E13	39
5.	Nilai f_o , f_c , K dan laju Infiltrasi pada E11	40
6.	Tabel kriteria laju infiltrasi.....	41
7.	Tabel hubunga antar variabel korelasi	41
8.	Tabel klasifikasi bera isi tanah	41
9.	Tabel klasifikasi porositas	41
10.	Tabel kriteria kandungan bahan organik tanah	41
11.	Indeks kemantapan agregat.....	42
12.	Kelas ketersediaan air tanah.....	42



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Deforestasi merupakan istilah dari perubahan fungsi lahan hutan menjadi lahan industri, pertanian dan pemukiman. Hutan merupakan lahan yang mempunyai fungsi sebagai regulator dalam siklus hidrologi, sehingga dengan adanya deforestasi dapat mengakibatkan tanah hutan terdegradasi dan akan berdampak banjir serta kekeringan dikarenakan terganggunya siklus hidrologi.

Perhutani BKPH Pujon RPH Pujon selatan melakukan kegiatan konservasi tanah dan air dengan menanam tegakan pohon seperti *Pinus* sp. dan *Eucalyptus* sp. (ekaliptus) untuk mengurangi dampak dari deforestasi di Kabupaten Malang. Handayani (2016) mengemukakan bahwa tegakan pohon memiliki peranan penting dalam menjaga kelestarian sumberdaya lahan, adapun potensi dari pohon adalah sebagai pengendali longsor, meningkatkan intersepsi hujan, dan mengurangi limpasan permukaan yang akan berpengaruh terhadap siklus hidrologi tanah.

Perhutani BKPH Pujon RPH Pujon menanam berbagai umur ekaliptus pada kegiatan konservasi. Adanya perbedaan umur dari ekaliptus akan menghasilkan jumlah seresah berbeda beda. Sukmana (2016) mengemukakan bahwa jumlah seresah yang berbeda dipengaruhi oleh kerapatan tajuk. Kerapatan tajuk berpengaruh terhadap persentase seresah yang artinya semakin rapat tajuk pada suatu lahan maka seresah yang dihasilkan semakin tinggi. Ketebalan seresah hubungannya dengan bahan organik dapat dikatakan erat, hal ini dikarenakan tanah akan mengandung bahan organik tinggi apabila seresah juga tinggi. Seresah bermanfaat dalam mempertahankan kegemburan tanah melalui perlindungan permukaan tanah dari pukulan langsung tetesan air hujan, sehingga agregat tidak rusak dan pori makro tetap terjaga. Hal tersebut berpengaruh pula dengan lengas tanah dan lengas tersedia (Hairiah *et al.*, 2005).

Berdasarkan Arsyad (2006), penutupan tanah dengan vegetasi dapat meningkatkan laju infiltrasi suatu lahan, hal ini didukung pula dalam penelitian Utaya (2008), dimana perbedaan kapasitas infiltrasi pada berbagai penggunaan lahan menunjukkan bahwa faktor vegetasi memiliki peran besar dalam menentukan kapasitas infiltrasi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kapasitas infiltrasi pada tanah bervegetasi akan cenderung lebih tinggi dibandingkan tanah yang tidak

bervegetasi. Kemampuan tanah dalam menyerap air pada waktu tertentu disebut dengan laju infiltrasi dan tergantung pada karakteristik tanah seperti tekstur tanah, konduktivitas hidrolis, struktur tanah, tutupan vegetasi dll (Satyawan, 2012). Penelitian mengenai laju infiltrasi di RPH pujon selatan sebelumnya hanya dilakukan pada tanaman pinus saja. Informasi mengenai laju infiltrasi pada ekaliptus belum tersedia, sehingga dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan dapat dijadikan pertimbangan dalam pengelolaan lahan hutan khususnya di RPH pujon selatan yang nantinya bisa bermanfaat bagi masyarakat sekitar.

1.2. Tujuan

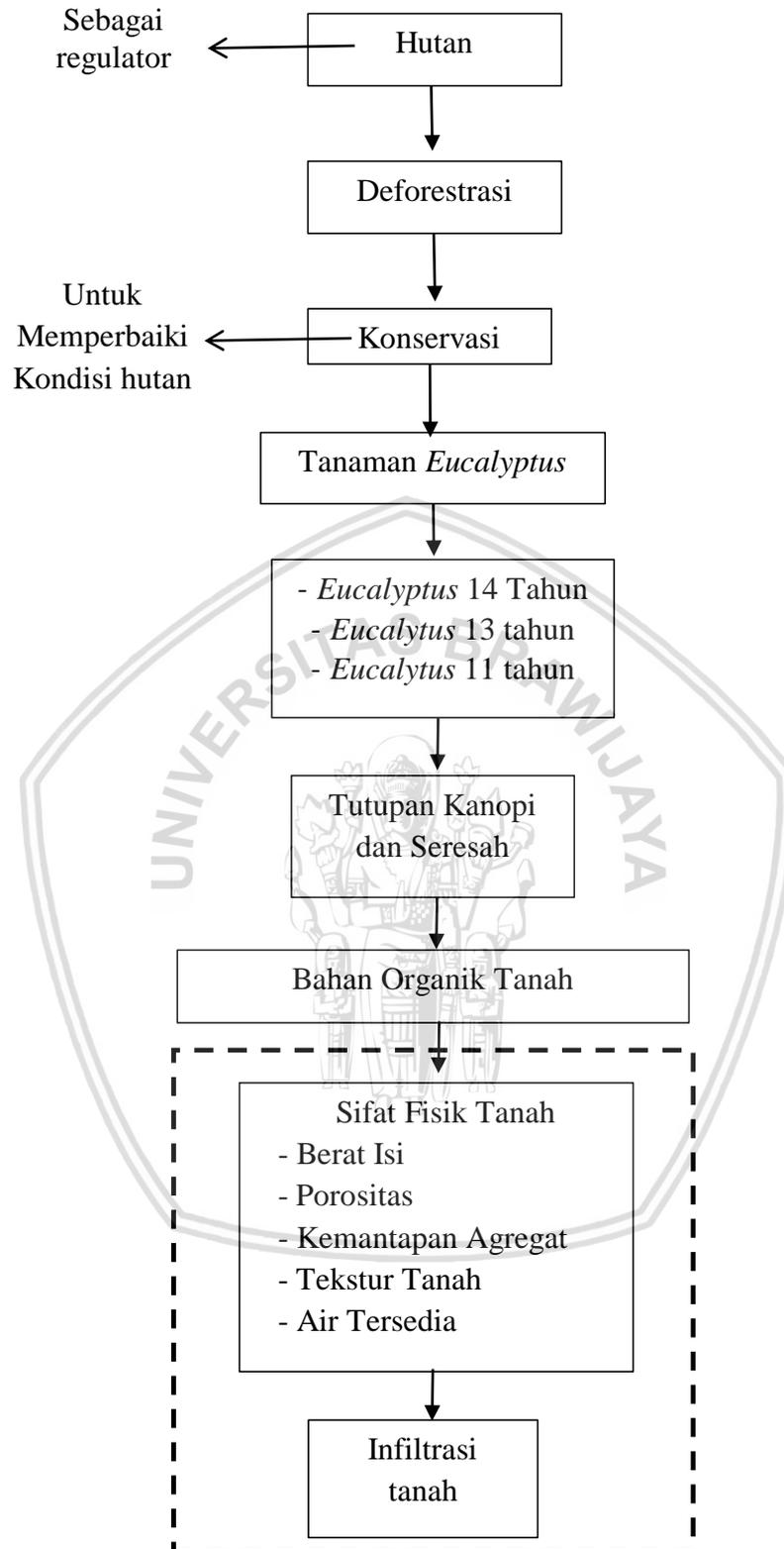
1. Untuk mengetahui laju infiltrasi di berbagai umur ekaliptus
2. Untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi di berbagai umur ekaliptus

1.3. Hipotesis

1. Semakin tua umur tanaman semakin tinggi laju infiltrasi.
2. Laju infiltrasi tanah dipengaruhi oleh ketebalan seresah, kanopi tanaman, berat isi, porositas, kemantapan agregat, tekstur, kadar air tersedia dan bahan organik

1.4 Manfaat

Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat menambah wawasan baru mengenai infiltrasi pada perbedaan umur kaliptus sebagai acuan untuk pengelolaan lahan ekaliptus.



Keterangan :

- - - - : Output yang diteliti

Gambar 1. Alur Pikir

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Ekaliptus

Tanaman ekaliptus (*Eucalyptus* sp.) merupakan jenis yang tidak membutuhkan persyaratan yang tinggi terhadap tanah dan tempat tumbuhnya. Tanaman dapat bertunas kembali setelah dipangkas dan tahan terhadap serangan rayap. Pertumbuhan tanaman ini tergolong cepat terutama pada waktu muda. Sistem perakarannya yang masih muda cepat sekali memanjang menembus ke dalam tanah. Intensitas penyebaran akarnya ke arah bawah hampir sama banyaknya dengan ke arah samping (Dephut, 1994).

Tanaman ekaliptus pada umumnya berupa pohon kecil hingga besar, tingginya 10-20 m. Batang utamanya berbentuk lurus, dengan diameter hingga 200 cm. Permukaan batang berserat berbentuk papan catur, daun muda dan daun dewasa sifatnya berbeda, daun dewasa umumnya berseling kadang-kadang berhadapan, tunggal, tulang tengah jelas, pertulangan sekunder menyirip atau sejajar, berbau harum bila diremas. Perbungaan berbentuk payung yang rapat kadang-kadang berupa malai rata di ujung ranting. Buah berbentuk kapsul, kering dan ber dinding tipis. Biji berwarna coklat atau hitam. Marga Ekaliptus termasuk kelompok yang berbuah kapsul dalam suku Myrtaceae dan dibagi menjadi 7-10 anak marga, setiap anak dibagi lagi menjadi beberapa seksi dan seri (Siti, 2004).

Daerah penyebaran alaminya berada di sebelah Timur garis *Wallace*, mulai dari 7° LU sampai 43°39' LS sebagian besar tumbuh di Australia dan pulau-pulau di sekitarnya. Beberapa jenis tumbuh luas di Papua New Guinea dan jenis-jenis tertentu terdapat di Sulawesi, Papua, Seram, Philippina, pulau di Nusa Tenggara Timur dan Timor Timur. Persyaratan tempat tumbuh *Eucalyptus* terutama menghendaki iklim kering (daerah arid) dan daerah yang beriklim basah dari tipe hujan tropis. Jenis *Eucalyptus* tidak menuntut persyaratan yang tinggi terhadap tempat tumbuhnya. *Eucalyptus* dapat tumbuh pada tanah yang dangkal, berbatu-batu, lembab, berawa-rawa, secara periodik digenangi air, dengan variasi kesuburan tanah mulai dari tanah-tanah kurus gersang sampai pada tanah yang baik dan subur. Jenis *Eucalyptus* dapat tumbuh dan dapat dikembangkan mulai dari dataran rendah sampai daerah pegunungan dan suhu rata-rata 20° - 32°C (Himasiltan, 2012).

2.2. Infiltrasi

Infiltrasi merupakan peristiwa atau proses masuknya air ke dalam tanah, umumnya (tetapi tidak mesti) melalui permukaan tanah dan secara vertikal. Pada beberapa kasus, air dapat masuk melalui jalur atau rekahan tanah, atau gerakan horizontal dari samping, dan lain sebagainya (Arsyad, 1989).

Air infiltrasi merupakan unsur penting dalam daur hidrologi di alam dan merupakan salah satu sumber kesediaan air di masa mendatang. Mengingat banyaknya gangguan di alam saat ini dan menyebabkan ketersediaan air tanah juga berkurang, maka peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian pada berbagai faktor sifat fisika kimia tanah yang mempengaruhi infiltrasi. Pengukuran infiltrasi di lapangan penting untuk mengetahui berapa kecepatan dan besaran masuknya atau meresapnya air secara vertikal kedalam tubuh tanah (Darmayanti, 2012).

Infiltrasi umumnya dibedakan atas kapasitas dan laju infiltrasi. Kapasitas infiltrasi adalah jumlah air yang masuk ke dalam tanah terhadap lamanya waktu pengisian atau disebut laju maksimum air dapat masuk ke dalam tanah pada suatu saat, sedangkan laju infiltrasi adalah banyaknya air tanah persatuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah (Banuwa, 2013).

Laju infiltrasi dapat diukur di lapangan dengan mengukur curah hujan, aliran permukaan, dan menduga faktor-faktor lain dari siklus air, atau menghitung laju infiltrasi dengan analisis hidrograf. Mengingat cara tersebut memerlukan biaya yang relatif mahal, maka penetapan infiltrasi sering dilakukan pada luasan yang sangat kecil dengan menggunakan suatu alat yang dinamai infiltrometer. Ada beberapa macam infiltrometer yang dapat digunakan untuk menetapkan laju infiltrasi, yaitu ring infiltrometer (*single* atau *double/concentric-ring infiltrometer*), *wells*, *auger hole* permeameter, *pressure infiltrometer*, *closed-top* permeameter, *crust test*, *tension and disc infiltrometer*, *driper*, dan *rainfall* (Dariah dan Rachman, 2017).

2.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Infiltrasi

2.3.1. Tutupan Kanopi

Jenis vegetasi yang mempunyai diameter pohon yang besar akan berpengaruh terhadap luasnya kanopi pohon. Semakin luas kanopi pohon, maka menyebabkan sinar matahari yang masuk sehingga akan mempengaruhi kelembaban udara dan kondisi lingkungan pada suatu lahan (Pamujiningtyas, 2009). Rendahnya tingkat naungan pohon penayang, menyebabkan sinar matahari yang masuk ke lahan lebih besar, sehingga kelembaban udara lebih rendah. Rendahnya sinar matahari yang masuk pada suatu lahan akan mempengaruhi besarnya keberadaan makrofauna tanah. Kehidupan makrofauna tanah sangat bergantung pada jumlah dan jenis vegetasi (Rahayu *et al.*, 2006). Faktor lain yang juga berpengaruh adalah sifat fisika dan kimia tanah yang secara langsung berhubungan dengan aktivitas makrofauna tanah, peranan makrofauna tanah dalam suatu lahan pertanian sangat penting dalam menjaga stabilitas air tanah, aerasi tanah dan sebagai sumber mineral (Pamujiningtyas, 2009).

Perbedaan vegetasi dapat mempengaruhi besarnya laju infiltrasi dan adanya stratifikasi tajuk dapat memperkecil efek pukulan dari butiran air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sehingga penutupan pori tanah semakin berkurang dan laju infiltrasi akan semakin besar. Bertambahnya umur tegakan menyebabkan perubahan kondisi penutupan lahan dan struktur fisik tanah, hal ini dapat mempengaruhi besarnya laju infiltrasi (Nugraheni, 2006). Laju infiltrasi umumnya meningkat seiring dengan bertambahnya umur tegakan (Oktavia dan Supangat, 2007).

2.3.2. Tekstur Tanah

Tekstur adalah perbandingan fraksi pasir, debu, dan liat dalam massa tanah yang ditentukan di laboratorium. Definisi dari Tekstur tanah adalah susunan relatif dari tiga ukuran zarah tanah, yaitu: pasir berukuran 2mm – 50 μ m, debu berukuran 50 – 2 μ m, dan liat berukuran < 2 μ m. Tekstur tanah merupakan salah satu sifat tanah yang sangat menentukan kemampuan tanah untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Tekstur tanah yang berbeda akan mempengaruhi kemampuan tanah

menyimpan dan menghantarkan air, menyimpan dan menyediakan hara tanaman yang berbeda pula (Soil Survey Staff, 1998).

Achmad, 2011 (*dalam* Budianto *et al.*, 2014) mengemukakan bahwa tekstur tanah mempengaruhi laju infiltrasi suatu lahan. Tekstur tanah pada dasarnya berhubungan dengan keadaan pori tanah. Jumlah dan ukuran pori yang menentukan adalah jumlah pori-pori yang berukuran besar. Makin banyak pori-pori besar maka kapasitas infiltrasi makin besar pula. Atas dasar ukuran pori tersebut, liat kaya akan pori halus dan miskin akan pori besar. Sebaliknya fraksi pasir banyak mengandung pori besar dan sedikit pori halus, dengan demikian kapasitas infiltrasi pada tanah pasir jauh lebih besar daripada tanah liat.

2.3.3. Bahan Organik

Tanah tersusun oleh bahan padatan, air dan udara. Bahan padatan ini meliputi bahan mineral berukuran pasir, debu dan liat, serta bahan organik. Bahan organik merupakan kumpulan beragam senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi maupun senyawa-senyawa anorganik hasil mineralisasi (disebut biontik), termasuk mikrobia heterotrofik dan ototrofik yang terlibat (biotik). Bahan organik tanah biasanya menyusun sekitar 5% bobot total tanah, meskipun hanya sedikit tetapi memegang peran penting dalam menentukan kesuburan tanah, baik secara fisik, kimiawi maupun secara biologis tanah (Hanafiah, 2008).

Kaitannya dengan sifat fisik tanah, bahan organik tanah berfungsi untuk meningkatkan stabilitas struktur dan meningkatkan porositas tanah sehingga pada akhirnya mampu mempercepat masuknya air (infiltrasi) kedalam profil tanah (Craswell and Lefroy, 2001).

2.3.4. Porositas

Porositas adalah proporsi ruang pori total (ruang kosong) yang terdapat dalam satuan volume tanah yang dapat ditempati oleh air dan udara, sehingga merupakan indikator kondisi drainase dan aerasi tanah (Hanafiah, 2008). Di dalam tanah terdapat total porositas yang terdiri ruang pori dalam tanah, dari pori besar, sedang, dan kecil akan berpengaruh terhadap gerakan air dan udara di dalam

tanah (Susanto, 2005). Ruang pori merupakan salah satu pertanda adanya agregasi. Tanah yang strukturnya baik mempunyai ruang pori yang lebih tinggi dibandingkan pada tanah yang strukturnya kurang baik. Tanah-tanah dengan pori makro yang tinggi dan diikuti dengan kontinuitas yang tinggi akan memiliki laju infiltrasi yang besar. Ukuran pori makro dalam tanah meningkat sejalan dengan peningkatan kandungan liat tanah mengakibatkan gerakan air menjadi terhambat menjadi gerakan kapiler yang lambat (Hidayah, 2000 *dalam* Langkawati; 2015).



III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Perum Perhutani RPH Pujon Dusun Maron, Desa Pujon Kidul, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang yang dilaksanakan pada bulan Desember 2017 - Februari 2018. Sedangkan analisis laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Kimia Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada bulan Maret - April 2018.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ring sampel, *double ring*, palu, cangkul, pisau, kantong plastik, spidol, kertas label dan meteran yang digunakan untuk pengambilan sampel tanah. Sedangkan bahan yang digunakan adalah sampel tanah, aquades, dan bahan-bahan lain yang diperlukan dalam analisis laboratorium.

3.3. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode *purposive sampling* (metode penentuan titik yang dilakukan secara sengaja) yang didasarkan pada umur ekaliptus. Dalam penelitian ini digunakan perlakuan dengan umur tanaman ekaliptus yang berbeda di RPH Pujon Selatan.

3.3.1. Persiapan Penelitian

Kegiatan ini meliputi survei plot yang diamati, persiapan lahan dan berbagai peralatan yang dibutuhkan di lapangan. Persiapan dimulai dari penentuan survei plot untuk titik pengambilan sampel diberbagai umur tanaman ekaliptus yang sudah ditentukan.

3.3.2. Kegiatan Lapang

1. Penentuan Titik Pengamatan

Penentuan titik pengamatan didasarkan pada perbedaan umur tanaman ekaliptus yang ada di RPH Pujon Selatan Kabupaten Malang. Adapun lokasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi Pengambilan Sampel di RPH Pujon Selatan Kabupaten Malang.

No.	Tanaman	Tahun	Umur	Kode	Petak
		Tanam	Tanaman	Lokasi	Umur Tanaman
1	<i>Eucalyptus</i> sp.	2004	14 tahun	E14	98
2	<i>Eucalyptus</i> sp.	2005	13 tahun	E13	99 D
3	<i>Eucalyptus</i> sp.	2007	11 tahun	E11	99 C

Tahap awal pelaksanaan penelitian menentukan lokasi yang akan dilakukan pengamatan. Kegiatan dilakukan pada tiga lokasi yang memiliki umur tanaman yang berbeda, dimaksudkan disini adalah pemilihan pohon ekaliptus dengan tingkat umur yang berbeda sesuai dengan tujuan penelitian. Penentuan perbedaan umur ekaliptus berdasarkan petak pengamatan di RPH Pujon Selatan yang sebelumnya sudah dipetakan oleh pihak perhutani sesuai dengan tahun penanaman ekaliptus.

2. Pengambilan Sampel Tanah

Plot yang digunakan untuk pengamatan infiltrasi dan sifat fisik tanah, contoh tanah yang digunakan yaitu tanah utuh (*undisturbed soil sample*) dan tanah terganggu (*disturbed soil sample*) yang diambil dengan jarak 0,75 m dari batang pohon ekaliptus. Sampel diambil pada kedalaman 0-20 dan 20-40 cm dengan 3 kali ulangan sebagai perwakilan zona perakaran ekaliptus. Sampel tanah utuh digunakan untuk analisis berat isi dan kadar air pF 2,5. Sampel tanah yang diambil dari kondisi tanah terganggu untuk analisis tekstur, kadar bahan organik, kemantapan agregat, berat jenis tanah dan kadar air pF 4,2.

3.3.3. Pengukuran Variabel

a. Infiltrasi

Pengukuran infiltrasi dilakukan pada setiap lokasi yang memiliki umur tanaman yang berbeda dengan dilakukan tiga kali ulangan. Pengukuran infiltrasi dilakukan menggunakan metode *falling head*, dengan alat *double ring infiltrometer*. Metode ini menggunakan 2 ring dengan tinggi ring 30 cm, diameter ring 30 cm untuk ring dalam dan 60 cm untuk ring luar. Kemudian ring ditancapkan sampai kedalaman 5 cm dalam tanah menggunakan papan dan palu. Air dituangkan kedalam ring hingga kedalaman 7-12 cm dan jumlah air yang

ditambahkan dengan interval waktu 2 menit hingga diperoleh nilai infiltrasi konstan. Pengamatan untuk laju infiltrasi dilakukan pada jumlah air yang lolos dari ring dalam dengan mengukur titik konstan dan waktu berhenti.



Gambar 2. Pengukuran dengan alat *Double Ring*

Model infiltrasi Horton sesuai dengan melihat keadaan laju infiltrasi di lapangan. Menurut Horton penurunan kapasitas infiltrasi dengan waktu sebagai penurunan eksponensial.

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

Dimana :

f = laju infiltrasi (cm/menit)

f_c = laju infiltrasi konstan (cm/menit)

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/menit)

k = Konstanta Horton yang mewakili penurunan daya tampung infiltrasi

t = Waktu dalam jam

e = 2,718

(Satyawati, 2012).

b. Persentase Tutupan Kanopi Tanaman di Lahan

Pengukuran luas kanopi dilakukan pada plot ukuran 20 x 20 meter pada masing-masing umur tanaman kopi. Pengukuran dilakukan dengan mengukur DBH (*diameter at breast height*) 1,3 meter dari permukaan tanah, dan pada semua pohon yang masuk dalam plot. Pengukuran DBH hanya dapat dilakukan pada pohon dengan DBH >5 cm – 30 cm. Kemudian, pengukurannya dilakukan dengan cara mengukur lebar kanopi. Lebar kanopi merupakan kanopi suatu pohon yang paling luar. Cara mengukurnya dilakukan dengan cara menarik garis tegak lurus

lebar kanopi tanaman, kemudian dilakukan pada 8 arah mata angin. Setelah mengukur semua lebar kanopi tanaman dalam plot, kemudian dilakukan perhitungan luasan pada masing-masing kanopi. Setelah didapatkan luas kanopi untuk mengetahui persentase tutupan kanopi dapat dilakukan perhitungan dengan cara :

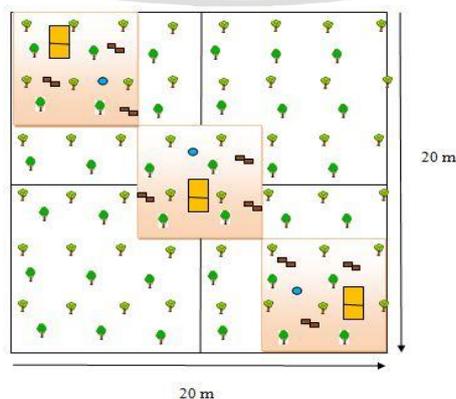
$$\text{Lahan yang tertutup kanopi} = \frac{\text{Luas Kanopi}}{\text{Luas Plot yang Diamati}} \times 100 \%$$



Gambar 3. Pengukuran Kanopi Tanaman

c. Seresah

Pengukuran ketebalan seresah dilakukan dalam plot ukuran 20 m x 20 m, dan dilakukan pada tiga titik dengan menggunakan frame berukuran 50 cm x 50 cm. cara pengukurannya yaitu dengan cara menekan seresah menggunakan tangan dan tancapkan penggaris untuk mengukur ketebalan lapisan seresah (cm). Seresah ditimbang di lapangan untuk mendapatkan berat basah. Skema plot pengamatan yaitu seperti pada Gambar 4.



(Panduan Praktikum Agroforestri, 2014)

Gambar 4. Sketsa Plot Pengamatan

Keterangan :

-  : Sub sub plot pengambilan sampel tanah utuh dan terganggu
-  : Sub sub plot pengambilan contoh tumbuhan bawah dan seresah
-  : Pengukuran Infiltrasi
-  : Tanaman ekaliptus dengan jarak tanam 3 x 4 meter

3.3.4. Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium yang dilakukan adalah analisis contoh tanah dari lapangan meliputi tanah utuh yang diambil menggunakan ring sampel dan sampel tanah terganggu. Analisis contoh tanah yang dilakukan sesuai dengan parameter pengamatan dan metode analisisnya seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Tanah

Parameter Pengamatan	Satuan	Metode Analisis
Kadar Air tersedia	%	Persamaan : Kadar Air Kapasitas Lapang - Kadar Air Titik Layu Permanen
BI	g cm^{-3}	Silinder (Ring)
BJ	%	Piknometer
Porositas	%	$1-(BI/BJ)*100\%$
Kemantapan Agregat (DMR)	%	Ayakan Basah
Tekstur	%	Pipet
C- Organik Tanah	%	Walkey Black

3.3.5. Analisis Data

Untuk mengetahui hubungan dan pengaruh parameter yang dilakukan analisis dengan korelasi (r) dan regresi (R^2) dengan menggunakan program Microsoft Office Excel 2013.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Lokasi penelitian



Gambar 5. Lokasi penelitian (A : umur ekaliptus 14 tahun, B : umur ekaliptus 13 tahun, C : umur ekaliptus 11 tahun)

Penelitian dilakukan di Perum Perhutani RPH Pujon Dusun Maron, Desa Pujon Selatan, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Ekaliptus adalah tanaman yang dilestarikan di Pujon Selatan setelah tanaman pinus oleh perhutani Pujon. Penanaman ekaliptus sebagai bentuk konservasi dari deforestasi yang dapat bermanfaat mengurangi lahan yang terdegradasi karena perubahan lahan sebelumnya. Pada umumnya masyarakat yang tinggal di daerah pujon kidul menanam rumput gajah, ekaliptus, ataupun sayuran di areal kosong bawah tegakan ekaliptus. Penanaman rumput gajah di bawah tegakan ekaliptus memberikan keuntungan ekonomis pada warga sekitar, karena rumput gajah dimanfaatkan sebagai pakan ternak (sapi perah) yang merupakan salah satu pendapatan utama masyarakat pujon kidul.

Pada daerah Pujon Kidul mempunyai jenis tanaman, kelerengan, tinggi tempat yang berbeda-beda. Namun pada penelitian ini, titik pengambilan sampel dilakukan pada kelerengan, tinggi tempat, dan jenis tutupan lahan yang sama. Pada tempat pengamatan penelitian diketahui bahwa tutupan lahan di bawah tegakan ekaliptus di seluruh petak yang diamati masih kosong tanaman ekaliptus merupakan penyumbang utama seresah di lahan tersebut. Adapun kondisi umum plot yang diamati dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik lahan pada lokasi penelitian

Parameter	Lokasi		
	E14	E13	E11
Kelerengan %	5-8	5-8	5-8
Jenis Tegakan	Ekaliptus	Ekaliptus	Ekaliptus
Rerata Tinggi Ekaliptus (m)	11,27	10,56	9,84
Rerata Diameter Batang (cm)	28,20	23,41	22,63
Rerata kerapatan tajuk (%)	65,28	65,93	61,72
Ketebalan Seresah (cm)	0,33	0,35	0,27

Keterangan : E14 : Petak 98 (14 tahun) ; E13 : Petak 99 D (13 tahun) ; E11 Petak 99 C (11 tahun)

Dari Tabel 3 dapat diketahui rerata tinggi tanaman ekaliptus pada E14 mendapatkan nilai rata-rata tertinggi 11,27 m dan E11 mendapat nilai rata-rata terendah 9,84 m. rata-rata diameter batang tertinggi pada E14 dengan rata-rata 28,20 cm dan E11 dengan nilai rata-rata terendah 22,63 cm. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tua umur ekaliptus nilai rata-rata diameter batang dan tinggi tanaman semakin meningkat. Handayani (2016) menjelaskan bahwa umur tanaman secara umum mempengaruhi morfologi dari tanaman itu sendiri.

Kerapatan tajuk atau kanopi yang memiliki nilai rata-rata tertinggi pada E13 sebesar 65,93 %, lalu E14 rata-rata kerapatan tajuk 65,28%. Sedangkan nilai rata-rata terendah pada E11 dengan 61,72%. Hal ini disebabkan pada petak-petak yang masih dikelola di Perum Perhutani RPH pujan Selatan terdapat sistem penjarangan pada tanaman ekaliptus yang dilakukan 10 tahun sekali secara acak. Sehingga terdapat perbedaan jumlah tanaman yang diamati dalam plot dan menghasilkan persentase nilai lahan yang tertutup tajuk yang berbeda-beda.

Ketebalan seresah tertinggi pada tabel yakni pada E13 dengan rata-rata ketebalan 0,35 cm, dan terendah E11 dengan rata-rata 0,25 cm. Nilai ketebalan seresah pada E13 memiliki rerata lebih tinggi dibandingkan dengan E14 yang memiliki rata-rata sedikit lebih rendah yakni 0,33 cm. Hal tersebut dikarenakan jumlah persentase luas tajuk E13 lebih tinggi sehingga jumlah seresah yang diproduksi lebih banyak dibandingkan E14 dan E11. Ningtias (2016) menjelaskan ketebalan seresah dan tumbuhan bawah mempengaruhi persentase produksi yang dihasilkan pada masing-masing lokasi penelitian. Semakin tebal seresah yang ada pada permukaan dapat mengurangi jumlah limpasan permukaan tanah.

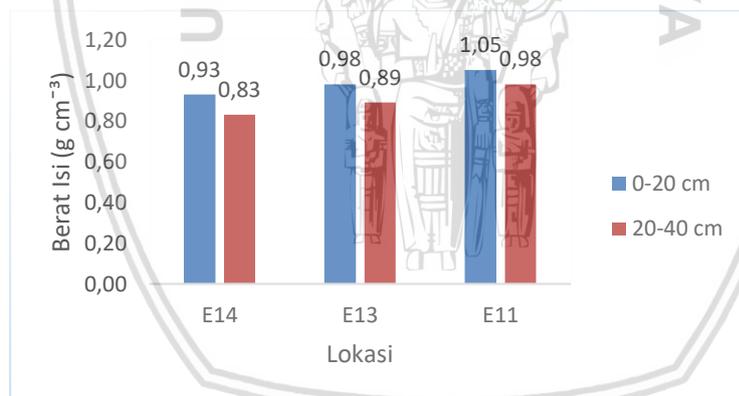
Permukaan yang tertutup oleh vegetasi dapat menyerap energi tumbuk hujan dan karenanya mampu mempertahankan laju infiltrasi yang tinggi.

4.2. Sifat Fisik pada Lokasi Penelitian

Sifat fisik dan kimia tanah yang dijadikan parameter dalam penelitian ini yaitu berat isi, porositas, kemantapan agregat, tekstur, kadar air tersedia dan bahan organik tanah seperti Tabel 4. Dalam melaksanakan pengamatan sifat fisik tanah dilakukan pada 2 kedalaman yaitu pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm.

4.2.1. Berat Isi Tanah

Dapat dilihat pada gambar grafik berat isi pada ketiga lokasi nilai BI tertinggi pada E11 kedalaman 0-20 cm dengan nilai $1,05 \text{ g cm}^{-3}$. dan nilai terendah BI yakni pada E14 kedalaman 20-40 cm dengan nilai $0,83 \text{ g cm}^{-3}$. Dengan demikian jika dimasukkan pengkelasan berat isi (Lampiran 8) maka berat isi tanah pada E14, E13, dan E11 masuk dalam kategori rendah/ringan (nilai BI $<0,9 \text{ g cm}^{-3}$) dan sedang (nilai BI $0,9-1,2 \text{ g cm}^{-3}$).



Gambar 6. Nilai Berat Isi Tanah pada Berbagai Lokasi Penelitian

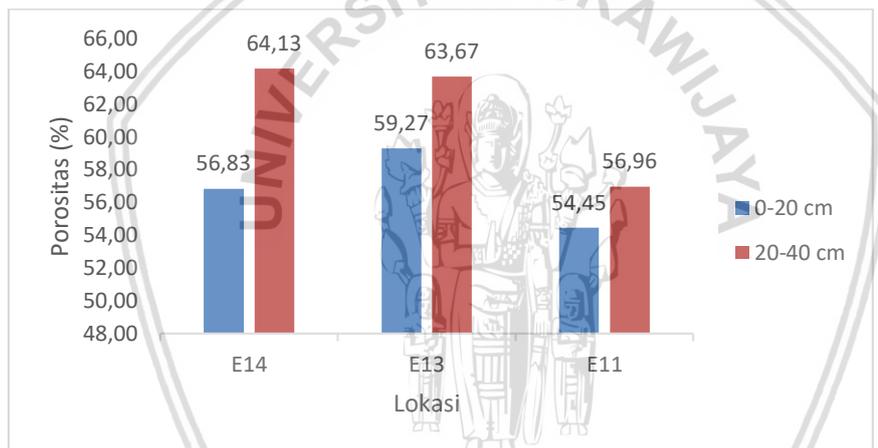
Keterangan : E14 (14 tahun) ; E13 (13 tahun) ; E11 (11 tahun) ; 0-20 (kedalaman sampel 0-20 cm) ; 20-40 (kedalaman sampel 20-40 cm)

Berat Isi (BI) atau Bulk Density (BD), adalah suatu perbandingan antara massa padatan tanah dengan volume tanah, digunakan untuk mencirikan tanah, karena nilai perbandingan ini cukup stabil untuk jangka waktu yang lama biasanya dinyatakan dalam g cm^{-3} (Widianto dan Ngadirin, 2012). Nilai BI pada kedalaman 0-20 cm pada lokasi E14, E13 dan E11 nilai BI kategori sedang yakni dengan nilai BI $0,9-1,2 \text{ g cm}^{-3}$. Pada setiap lokasi penelitian tutupan lahan adalah rumput gajah yang sengaja ditanam oleh warga sekitar. Adanya pengolahan lahan akan

berpengaruh pada nilai BI. Dengan adanya pengolahan lahan akan berpengaruh pada padatan tanah. Hardjowigeno (2002) menyatakan bahwa berat isi menunjukkan perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah termasuk volume pori-pori tanah. Berat isi merupakan petunjuk kepadatan tanah. Semakin padat suatu tanah maka semakin tinggi berat isinya yang berarti tanah semakin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman.

4.2.2. Porositas tanah

Pada gambar grafik porositas persentase porositas tertinggi pada E14 dengan nilai 64,13 %. Dan paling rendah pada E11 dengan persentase 54,45%. Pada kelas klasifikasi porositas nilai porositas pada lokasi E14,E13 dan E11 masuk dalam kategori sedang (Porositas 31-63 %) dan kategori tinggi (>63%).



Gambar 7. Nilai Porositas Tanah pada Berbagai Lokasi Penelitian

Keterangan : E14 (14 tahun) ; E13 (13 tahun) ; E11 (11 tahun) ; 0-20 (kedalaman sampel 0-20 cm) ; 20-40 (kedalaman sampel 20-40 cm)

Nilai BI pada Gambar 6. mempengaruhi nilai porositas pada Gambar 7. Arpindra *et al.* (2017) mengemukakan bahwa semakin meningkatnya berat isi tanah maka nilai porositas akan semakin menurun dan sebaliknya jika berat isi tanah menurun maka porositas tanah akan meningkat. Hal ini menyebabkan tanah menjadi mampat karena ruang pori berkurang terutama ruang pori yang berukuran besar (Widianto, 2003).



4.2.3. Bahan Organik

Gambar grafik persentase bahan organik menunjukkan nilai tertinggi BO pada E14 kedalaman 0-20 cm dengan nilai BO 2,18 % dan nilai terendah persentase BO pada E11 kedalaman 20-40 cm dengan nilai 1,27 %.



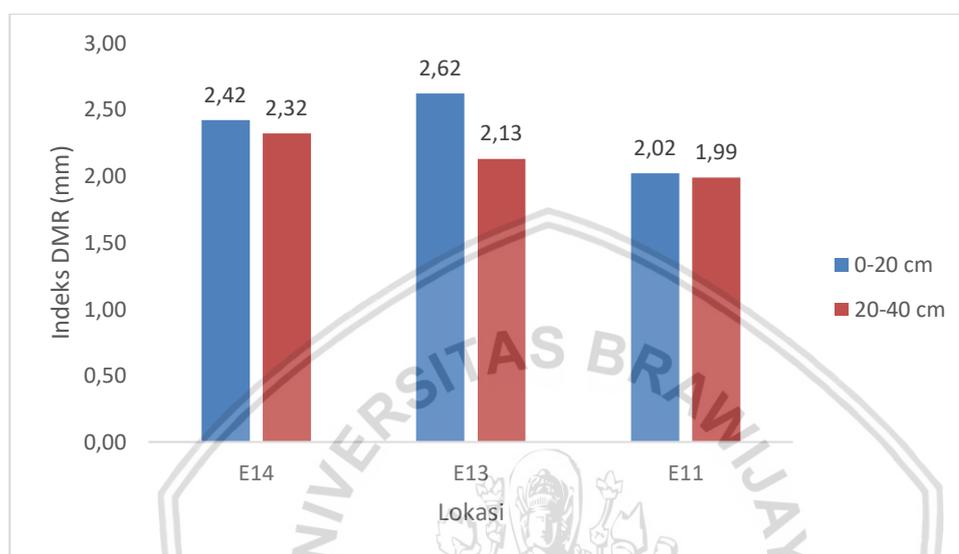
Gambar 8. Persentase Bahan Organik pada Berbagai Lokasi Penelitian

Keterangan : E14 (14 tahun) ; E13 (13 tahun) ; E11 (11 tahun) ; 0-20 (kedalaman sampel 0-20 cm) ; 20-40 (kedalaman sampel 20-40 cm)

Pada data sifat fisik penelitian BI pada Gambar 6 rata-rata nilai BI 0,9-1,2 g cm⁻³ dengan kategori kelas sedang. Nilai rata-rata BO pada Gambar 8 masuk dalam kriteria nilai BO rendah (1-2%) dan sedang (2,01-3%). Apabila nilai BI rendah maka BO tinggi, dan data porositas yang didapat juga tinggi hal tersebut berbanding lurus dengan BO. Semakin tinggi bahan organik suatu lahan dimana banyak seresah yang menutupi permukaan tanah akan meningkatkan aktifitas mikroorganisme dalam mendekomposisikan bahan organik akan menjaga struktur tanah. Bahan organik sangat berpengaruh terhadap kemampuan tanah meloloskan air. Bahan organik tanah mempunyai pori-pori yang jauh lebih banyak daripada partikel mineral tanah yang berarti luas permukaan penyerapan juga lebih banyak, sehingga makin tinggi kadar bahan organik tanah makin tinggi ketersediaan air tanah (Muslimin *et al.*, 2012).

4.2.4. Kemantapan Agregat

Pada gambar grafik agregat tanah di berbagai umur ekaliptus didapatkan nilai tertinggi pada E13 kedalaman 0-20cm dengan nilai 2,62 DMR mm. sedangkan nilai terendah yakni pada E11 kedalaman 20-40cm dengan nilai 1,99 DMR mm.



Gambar 9. Indeks Kemantapan Agregat pada Berbagai Lokasi Penelitian

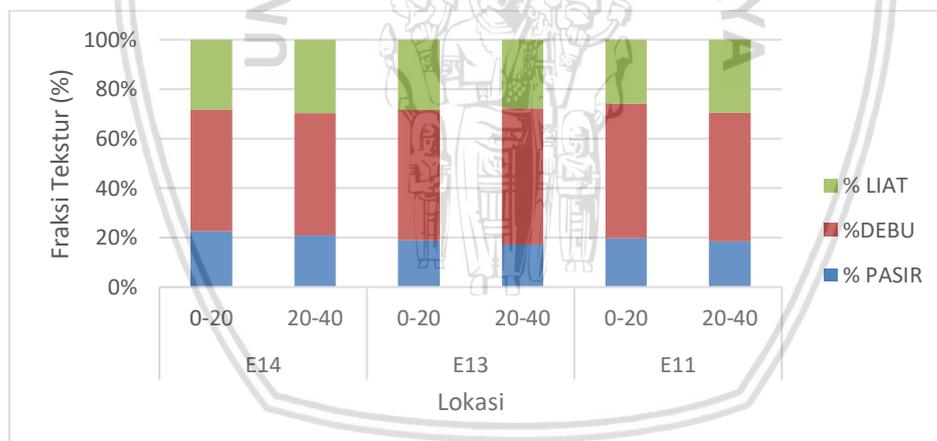
Keterangan : Keterangan : E14 (14 tahun) ; E13 (13 tahun) ; E11 (11 tahun) ; 0-20 (kedalaman sampel 0-20 cm) ; 20-40 (kedalaman sampel 20-40 cm)

Pada grafik dapat dilihat nilai tinggi dari berbagai umur ekaliptus berada pada kedalaman 0-20 cm, E14 dengan nilai 2,42 DMR mm, E13 2,62 DMR mm, dan E11 2,09 DMR mm. Sedangkan pada kedalaman 20-40cm semua nilainya lebih rendah E14 2,32 DMR mm, E13 2,13 DMR mm, dan E11 1,99 DMR mm. Indeks kemantapan agregat dikatakan dalam kelas sangat stabil dengan nilai 0,80-2,00 DMR mm dan sangat stabil sekali $>2,00$ DMR mm (Islami dan Utomo, 1995). Pada hasil penelitian di berbagai umur ekaliptus nilai agregat masuk dalam kelas sangat stabil pada nilai terendah E11 kedalaman 20-40cm. dan sangat stabil sekali karena nilai agregat $>2,00$ DMR mm hampir pada setiap umur ekaliptus. Adanya kandungan BO yang tinggi pada setiap kedalaman yang diamati akan berpengaruh pada kemantapan agregat. Helmi (2009) mengemukakan bahwa Bahan organik yang bersifat agak plastis mampu menjadikan struktur tanah dan agregat tanah lebih mantap dan perbaikan

porositas tanah dengan menurunkan berat isi tanah, meningkatnya nilai porositas tanah, indeks stabilitas agregat dan agregasi tanah.

4.2.5. Tekstur Tanah

Pada grafik fraksi tekstur dapat dilihat bahwa pada setiap lokasi umur ekaliptus persentase debu paling dominan. Persentase debu paling tinggi pada E13 kedalaman 20-40cm dengan persentase 55%. Sedangkan nilai terendah pada E14 kedalaman 0-20cm dengan persentase 49,21%. Persentase liat mengalami kenaikan nilai dari kedalaman 0-20cm ke 20-40cm pada E14 dan E11. Berbanding terbalik dengan persentase pasir. Persentase pasir akan menurun setiap penurunan kedalaman pada lokasi penelitian. Dari hasil persentase fraksi debu, liat dan pasir dengan nilai yang di dapat E14 kedalaman 0-20cm dan 20-40cm memiliki tekstur lempung berliat. Pada E13 0-20cm dan 20-40cm memiliki tekstur lempung liat berdedu. Pada E11 kedalaman 0-20cm memiliki tekstur lempung liat berpasir dan pada E11 20-40cm memiliki tekstur lempung berliat.



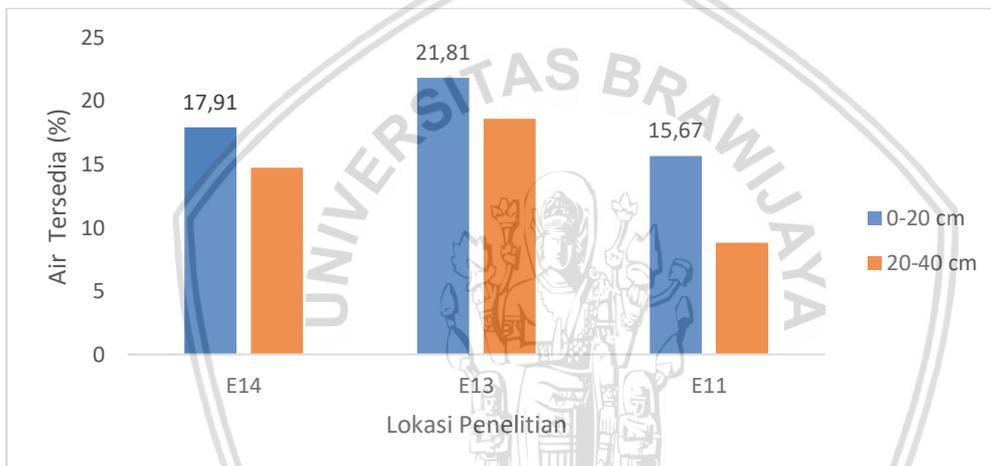
Gambar 10. Tekstur Tanah pada Berbagai Lokasi Penelitian

Keterangan : E14 (14 tahun) ; E13 (13 tahun) ; E11 (11 tahun) ; 0-20 (kedalaman sampel 0-20 cm) ; 20-40 (kedalaman sampel 20-40 cm)

Tanah-tanah yang bertekstur kasar menciptakan struktur tanah yang ringan. Sebaliknya tanah-tanah yang terbentuk atau tersusun dari tekstur tanah yang halus menyebabkan terbentuknya tanah-tanah yang bertekstur berat. Tanah dengan struktur tanah yang berat mempunyai jumlah pori halus yang banyak dan miskin akan pori besar. Sebaliknya tanah yang ringan mengandung banyak pori besar dan sedikit pori halus (Darmayanti, 2012).

4.2.6. Air Tersedia dalam Tanah

Pada Gambar 11 persentase paling tinggi air tersedia adalah E13 kedalaman 0-20cm dengan persentase 21,81%. Persentase air tersedia paling rendah pada E11 kedalaman 20-40cm dengan nilai 8,83%. persentase air tersedia pada setiap lokasi penelitian mendapatkan % nilai yang tinggi pada kedalaman 0-20cm dibandingkan % air tersedia pada kedalaman 20-40cm. Bahan organik tanah yang meningkat menyebabkan kadar air juga meningkat, Atmojo (2003) mengemukakan bahwa penambahan bahan organik akan meningkatkan kemampuan tanah menahan air sehingga kemampuan menyediakan air tanah untuk pertumbuhan tanaman meningkat.



Gambar 11. Air Tersedia dalam Tanah Pada Berbagai Lokasi Penelitian

Keterangan : Keterangan : E14 (14 tahun) ; E13 (13 tahun) ; E11 (11 tahun) ; 0-20 (kedalaman sampel 0-20 cm) ; 20-40 (kedalaman sampel 20-40 cm)

Berdasarkan Agroklimat (1990) (Lampiran 12), pada kelas ketersediaan air % ketersediaan air tanah 5-10% masuk dalam kelas rendah dan persentase ketersediaan air 15-20 % masuk dalam kategori kelas tinggi dan persentase air tersedia >20% maka masuk dalam kategori kelas sangat tinggi. Persentase air tersedia pada penelitian di ekaliptus persentase air tersedia masuk dalam kategori kelas rendah hingga sangat tinggi persentase ketersediaan airnya. Winarso (2005) mengemukakan bahwa ketersediaan air terbesar pada tanah dengan tekstur lempung berdebu dibandingkan dengan tanah liat. Selain itu tanah bertekstur liat mudah mengalami pemadatan, sehingga mengurangi pergerakan air dan udara di dalam tanah.

Tabel 4. Sifat Fisik Tanah dan Kimia Tanah Lokasi Penelitian

Lokasi	Kedalaman (cm)	Berat Isi (g cm ⁻³)	Porosi tas (%)	Kemantapan Agregat Ayakan Basah (Indeks DMR) (mm)	Tekstur			Kelas Tekstur	KA KL (pF 2,5) (%)	KA TLP (pF 4,2) (%)	KA tersedia (KA KL-KA TLP) (%)	Bahan Organik (%)
					% liat	% pasir	% debu					
E14	0-20	0,93	56,83	2,42	28,22	22,57	49,21	Lempung Berliat	44,03	26,12	17,91	2,18
	20-40	0,83	64,13	2,32	29,67	20,88	49,45	Lempung Berliat	38,69	23,97	14,72	1,73
E13	0-20	0,98	59,27	2,62	28,46	18,97	52,57	Lempung Liat Berdebu	41,63	19,81	21,82	2,13
	20-40	0,89	63,67	2,13	27,82	17,15	55,03	Lempung Liat Berdebu	39,06	20,47	18,59	1,83
E11	0-20	1,05	54,45	2,02	25,72	19,85	54,43	Lempung Liat Berdebu	38,15	22,49	15,67	1,48
	20-40	0,98	56,96	1,99	29,41	18,38	52,21	Lempung Berliat	31,86	23,02	8,83	1,27

Keterangan : E14 (*Eucalyptus* umur 14 tahun), E13 (*Eucalyptus* umur 13 tahun), E11 (*Eucalyptus* umur 11 tahun)

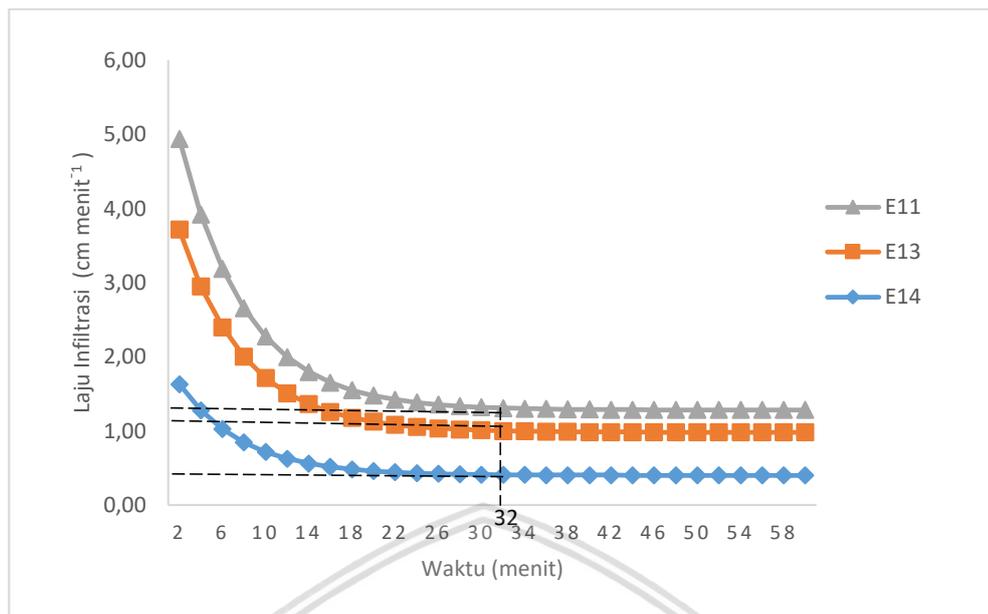
4.3. Laju Infiltrasi Tanah

Laju infiltrasi akan membentuk pola yang sama pada semua umur tanaman yakni dengan pola menurun dikarenakan bertambahnya waktu. Air yang masuk kedalam tanah pada awal infiltrasi akan banyak dikarenakan bagian atas tanah cenderung kering, kemudian air yang masuk ke dalam tanah akan melambat dan mencapai laju yang tetap (infiltrasi konstan). Berdasarkan Tabel 5 diketahui nilai infiltrasi awal (f_0) merupakan nilai yang diukur pertama pada saat pengukuran infiltrasi, pada tabel 5 menunjukkan nilai terendah f_0 di lokasi E11 yaitu 1,50 cm menit^{-1} sedangkan f_0 terbesar pada lokasi E13 dengan nilai 2,75 cm menit^{-1} . Nilai infiltrasi konstan (f_c) merupakan nilai penurunan yang sama pada saat pengukuran infiltrasi, nilai infiltrasi konstan terendah pada lokasi E11 sebesar 0,30 cm menit^{-1} , nilai tertinggi pada lokasi E13 dengan nilai 0,58 cm menit^{-1} . Pada lokasi E14 nilai f_c yang diperoleh yakni 0,40 cm menit^{-1} .

Tabel 5. Parameter Infiltrasi pada Berbagai Lokasi

Lokasi	Parameter Infiltrasi			
	Infiltrasi Awal (f_0) (cm menit^{-1})	Infiltrasi Konstan (f_c) (cm menit^{-1})	Konstanta Horton (k) (cm menit^{-1})	Persamaan Infiltrasi Horton (f)
E14	2,13	0,40	0,17	$0,40+(2,13-0,40) e^{-0,17t}$
E13	2,65	0,58	0,16	$0,58+(2,56-0,58) e^{-0,16t}$
E11	1,57	0,30	0,16	$0,30+(1,57-0,30) e^{-0,16t}$

Nilai infiltrasi awal dan konstan yang didapat digunakan untuk mengetahui besarnya konstanta horton atau laju penurunan (k) yang digunakan untuk mendapatkan nilai laju infiltrasi tanah (f). Untuk hasil perhitungan nilai k yang didapatkan tidak hanya satu nilai, dari beberapa nilai k yang didapatkan dipilih nilai tertinggi untuk menghitung nilai persamaan laju infiltrasi tanah. nilai k pada Tabel 5 juga didapatkan nilai k yang tertinggi E14 sebesar 0,17 cm menit^{-1} , lokasi E13 dan E11 memiliki hasil laju penurunan yang sama yakni 0,16 cm menit^{-1} . Laju infiltrasi tinggi pada E14 dibandingkan dengan E13 dan E11 banyak faktor fisik yang mempengaruhi seperti berat isi, tekstur, agregat, porositas, dan air tersedia dalam tanah.



Gambar 12. Laju Infiltrasi Tanah pada Berbagai Lokasi Penelitian

Keterangan : E14 (Ekaliptus umur 14 tahun), E13 (Ekaliptus umur 13 tahun), E11 (Ekaliptus umur 11 tahun).

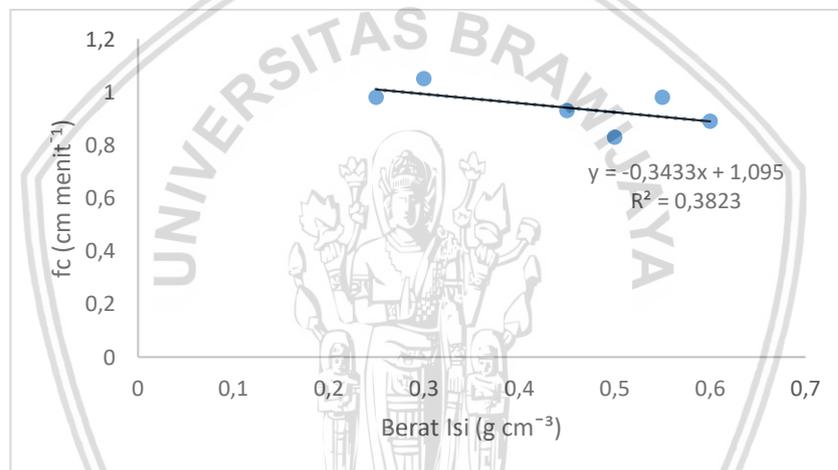
Pada Gambar 12 menunjukkan grafik laju infiltrasi konstan yang sama. Pada ketiga lokasi didapatkan laju infiltrasi konstan yang terjadi pada menit 32 setelah pengukuran. Dapat dilihat pada grafik terdapat titik kelok yang menunjukkan nilai infiltrasi konstan. Hasil laju infiltrasi yang diperoleh dari penjumlahan laju infiltrasi dalam rentang waktu 60 menit pada ketiga tempat yakni $16,27 \text{ cm jam}^{-1}$ lokasi E14, $22,89 \text{ cm jam}^{-1}$ E13, dan $12,37 \text{ cm jam}^{-1}$ E11. Nilai tertinggi yakni pada E13 dengan hasil $22,89 \text{ cm jam}^{-1}$, dan nilai terendah pada E11 dengan hasil $12,37 \text{ cm jam}^{-1}$. Berdasarkan kriteria laju infiltrasi Lee (1990) nilai laju infiltrasi $6,5\text{-}12,5 \text{ cm/jam}$ masuk dalam kategori sedang cepat, $12,5\text{-}25 \text{ cm/jam}$ kategori laju infiltrasi cepat dan $>25 \text{ cm/jam}$ sangat cepat. Dari data yang didapat laju infiltrasi pada ketiga tempat masuk dalam kategori sedang cepat, cepat dan sangat cepat dengan rentang nilai $10,38$ hingga $30,21 \text{ cm jam}^{-1}$.

Bertambahnya waktu pengukuran infiltrasi diperoleh penurunan infiltrasi semakin kecil, hal ini seiring dengan penelitian Wibowo (2010) yang menyatakan bahwa pengaruh waktu terhadap infiltrasi yaitu semakin lama waktu infiltrasi maka semakin kecil laju infiltrasi, keadaan ini disebabkan oleh tanah semakin jenuh dan sebagian rongga tanah sudah terisi oleh tanah-tanah yang lembut sehingga ruang gerak air semakin berkurang.

4.4. Faktor yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi Tanah

4.4.1. Pengaruh Berat Isi terhadap Infiltrasi Tanah

Hubungan antara berat isi dan nilai infiltrasi konstan (f_c) dengan garis linier $y = -0,3433x + 1,095$ ($R^2 = 0,3823$). Dari persamaan linier tersebut menunjukkan adanya pengaruh berat isi sebesar 38% sedangkan 62% sisanya merupakan faktor lain yang tidak termasuk dalam model persamaan. Sedangkan untuk koefisien korelasi menunjukkan hubungan yang negatif. Hubungan antar variabel berat isi dan laju infiltrasi konstan kuat ($r = 0,618$) (Lampiran 7). koefisien korelasi Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap peningkatan nilai berat isi akan diikuti dengan penurunan infiltrasi konstan.

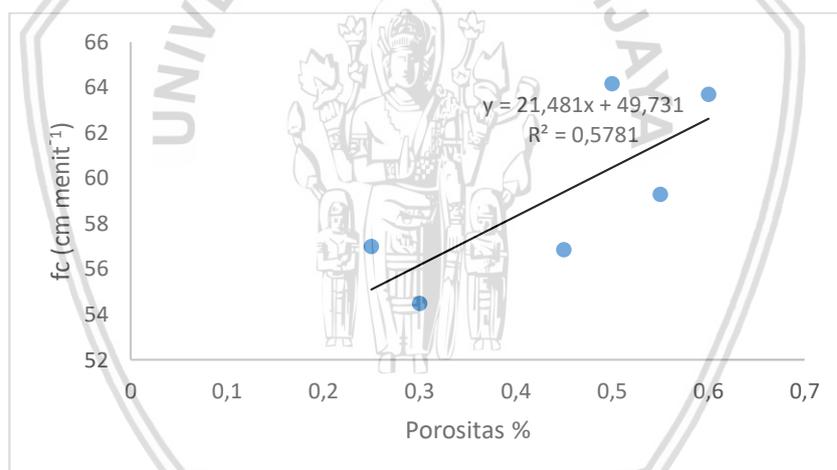


Gambar 13. Hubungan Berat Isi dan Infiltrasi

Peningkatan laju infiltrasi terjadi bila ada penurunan nilai berat isi tanah, Berat isi tanah merupakan kepadatan tanah, semakin tinggi nilai berat isi semakin padat suatu tanah sehingga porositas tanah menjadi rendah. Berat isi dipengaruhi oleh ketahanan penetrasi. Hubungan antara berat isi dan ketahanan penetrasi tanah adalah berbanding lurus, yakni semakin tinggi nilai berat isi tanah maka semakin tinggi pula nilai penetrasi tanah (Widianto, 2008). Berat isi tanah juga berhubungan dengan laju infiltrasi dimana berat isi yang rendah memiliki ruang pori yang lebih besar, oleh karena itu laju infiltrasi juga lebih besar (Wirosoedarmo *et al.*, 2009).

4.4.2. Pengaruh Porositas terhadap Infiltrasi Tanah

Porositas menunjukkan jumlah ruang pori yang terdapat di dalam tanah yang dinyatakan dalam persen. Semakin besar porositas suatu tanah maka semakin banyak ruang pori yang terdapat di dalam tanah. Persentase porositas tanah memiliki korelasi kuat dengan laju infiltrasi konstan (f_c) ($r=0,76$) (Lampiran 7). Korelasi ini bernilai positif yakni persentase porositas memiliki nilai yang berbanding lurus dengan laju infiltrasi konstan, artinya semakin tinggi nilai porositas tanah akan memperbesar laju infiltrasi konstan. Hasil uji regresi ditunjukkan pada Gambar 14 dengan persamaan garis linier $y = 21,481x + 49,731$ dengan nilai x adalah persentase porositas tanah dan y adalah laju infiltrasi konstan (f_c). Nilai $R^2 = 0,5781$ menunjukkan bahwa pengaruh persentase porositas terhadap laju infiltrasi konstan (f_c) sebesar 57% dan sisanya merupakan faktor lain yang tidak masuk kedalam model persamaan.

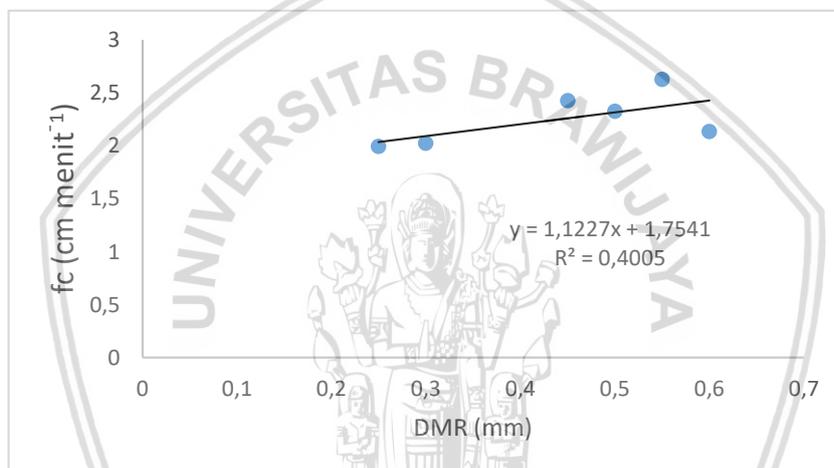


Gambar 14. Hubungan Porositas dan Infiltrasi

Kemampuan tanah menyimpan air tergantung dari porositas tanah, pada porositas yang tinggi maka tanah akan dapat menyimpan air dalam jumlah yang besar sehingga air hujan yang datang akan dapat meresap atau mengalami infiltrasi dengan cepat tanpa terjadinya aliran permukaan (Suryatmojo, 2006). Porositas merupakan nisbah persentase dari ruang pori total. Besarnya total ruang pori tanah menunjukkan tanah tersebut gembur dan memiliki banyak ruang pori tanah. Hal ini berarti proses penyerapan terhadap air berlangsung cepat (Elfiati *et al.*, 2010).

4.4.3. Pengaruh Kemantapan agregat terhadap Infiltrasi Tanah

Hubungan antara kemantapan agregat dan nilai infiltrasi konstan (f_c) dengan garis linier $y = 1,1227x + 1,7541$ ($R^2 = 0,4005$). Dari persamaan linier tersebut menunjukkan adanya pengaruh berat isi sebesar 40% sedangkan 60% sisanya merupakan faktor lain yang tidak termasuk dalam model persamaan. Sedangkan untuk uji korelasi menunjukkan korelasi dengan hubungan yang positif dan hubungan antar variabelnya kuat ($r = 0,63$) (Lampiran 7). Korelasi ini bernilai positif yakni kemantapan agregat memiliki nilai yang berbanding lurus dengan laju infiltrasi konstan, artinya semakin tinggi nilai porositas tanah akan memperbesar laju infiltrasi konstan.

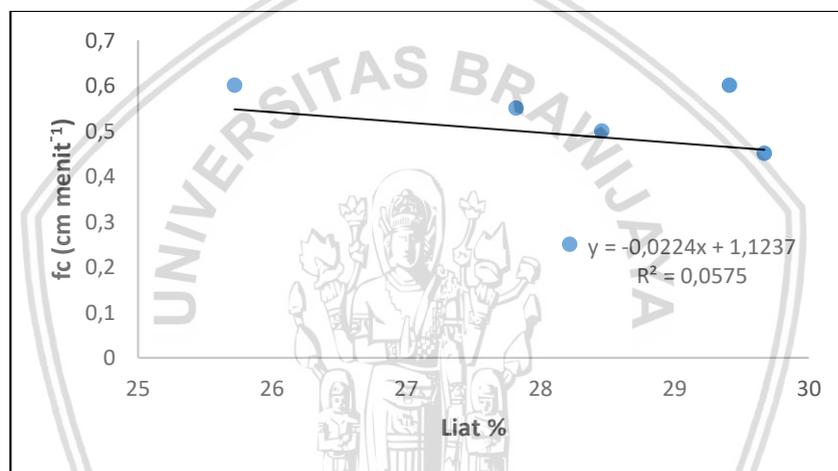


Gambar 15. Hubungan Kemantapan Agregat dan Infiltrasi

Stabilitas agregat tanah dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya dipengaruhi oleh vegetasi yang tumbuh di atasnya. Peranan vegetasi terhadap agregat tanah diantaranya adalah melindungi tanah dari pukulan air hujan secara langsung dengan mengurangi energi kinetik melalui tajuk, ranting dan batangnya. Dengan serasah yang dijatuhkannya akan terbentuk humus yang berguna untuk menaikkan kapasitas infiltrasi tanah (Sarief, 1985). Dengan terbentuknya agregat mengindikasikan kegemburan tanah, di mana semakin banyak agregat terbentuk menunjukkan tanah semakin gembur dan berarti makin sarang dan makin mudah melewati air (Refliaty dan Marpaung, 2010).

4.4.4. Pengaruh Tekstur Tanah (fraksi liat) terhadap Infiltrasi Tanah

Hubungan antara tekstur liat dan nilai infiltrasi konstan (f_c). Dari persamaan linier tersebut menu dengan garis linier $y = -0,0224x + 1,1237$ ($R^2 = 0,0575$) menunjukkan adanya pengaruh persentase tekstur liat sebesar 5% sedangkan 95% sisanya merupakan faktor lain yang tidak termasuk dalam model persamaan. Sedangkan untuk uji korelasi menunjukkan korelasi dengan hubungan yang negative dan hubungan antar variabelnya rendah ($r = 0,239$) (Lampiran 7). Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap peningkatan persentase tekstur liat akan diikuti dengan penurunan infiltrasi konstan.



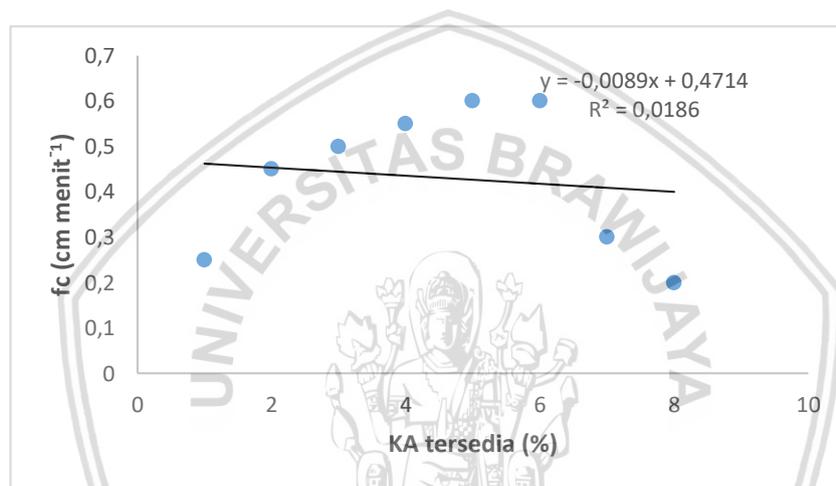
Gambar 16. Hubungan Tekstur Liat dan Infiltrasi

Setiap jenis tanah mempunyai karakteristik laju infiltrasi yang berbeda-beda, yang bervariasi dari yang sangat tinggi sampai sangat rendah. Jenis tanah berpasir umumnya cenderung mempunyai laju infiltrasi tinggi, akan tetapi tanah liat sebaliknya cenderung memiliki laju infiltrasi rendah (Harto, 1993).

Pada penelitian Nurmegawati (2011) mengemukakan bahwa pada tekstur lempung liat berpasir laju infiltrasinya lebih rendah dibandingkan pada tekstur lempung berpasir. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kasar tekstur tanah maka semakin cepat air masuk dalam tanah dan sebaliknya semakin halus tekstur tanah maka semakin lambat air masuk kedalam tanah.

4.4.5. Pengaruh Air Tersedia Terhadap Infiltrasi Tanah

Hasil uji korelasi menunjukkan hubungan yang rendah antara nilai air tersedia dengan infiltrasi konstan (f_c). Dari persamaan linier tersebut menu dengan garis linier $y = -0,0089x + 0,0186$ ($R^2 = 0,0186$) menunjukkan adanya pengaruh persentase tekstur liat sebesar 1% sedangkan 99% sisanya merupakan faktor lain yang tidak termasuk dalam model persamaan. Sedangkan untuk uji korelasi menunjukkan korelasi dengan hubungan yang negatif dan hubungan antar variabelnya rendah artinya setiap terjadi peningkatan air tersedia maka laju infiltrasi konstannya semakin kecil ($r=0,136$).

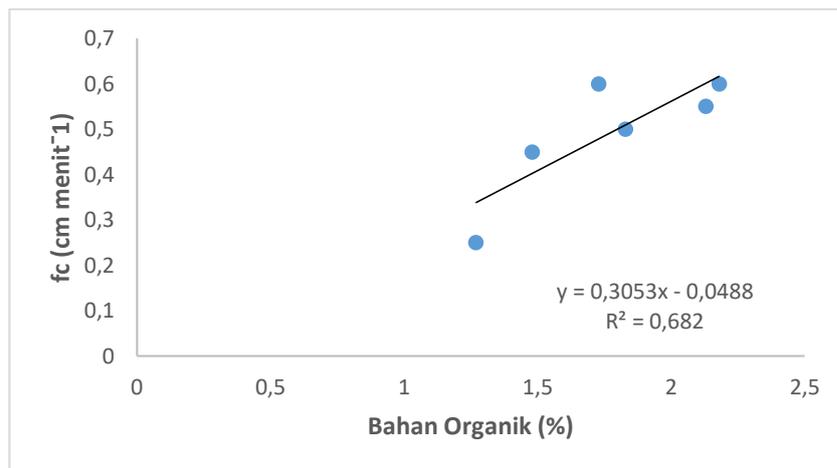


Gambar 17. Hubungan Air tersedia dan Infiltrasi

Luki (1989) mengemukakan bahwa tinggi rendahnya kadar air menunjukkan kapasitas infiltrasi. Semakin tinggi kadar air, artinya semakin sedikit air yang diperlukan untuk mencapai kejenuhan, sehingga semakin kecil kapasitas infiltrasi.

4.4.6. Pengaruh Bahan Organik Tanah terhadap Infiltrasi Tanah

Bahan organik memiliki korelasi kuat dengan laju infiltrasi konstan (f_c) ($r=0,82$) (lampiran 7). Korelasi ini bersifat positif, yaitu persentase bahan organik berbanding lurus dengan f_c , sehingga semakin tinggi bahan organik maka semakin tinggi juga laju infiltrasi konstan. Sedangkan untuk pengaruhnya cukup besar yaitu pada hasil uji regresi menunjukkan ($R^2=0,682$) artinya bahan organik berpengaruh sebesar 68,2%. Berdasarkan garis linier $y = 0,3053x - 0,0488$ menunjukkan bahwa setiap peningkatan bahan organik dapat meningkatkan laju infiltrasi konstan.



Gambar 18. Hubungan Bahan Organik dan Infiltrasi

Bahan organik mempunyai peranan sangat penting dalam memperbaiki sifat fisika tanah yang juga dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi. Menurut Hasibuan (2006) bahan organik memperbaiki sifat fisik tanah seperti meningkatkan kemantapan agregat, memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan daya pegang air oleh tanah. Bahan organik dapat menurunkan berat isi dan tanah yang memiliki nilai berat isi kurang dari satu merupakan tanah yang memiliki bahan organik tanah sedang sampai tinggi (Widiarto, 2008).

Pada seluruh faktor yang diamati bahan organik merupakan faktor yang paling besar berpengaruh pada setiap kenaikan nilai infiltrasi. Bahan organik tersusun sisa-sisa tanaman muda (crop), pupuk hijau, hasil pembakaran sisa tanaman, sisa akar, batang, dahan ranting tumbuh-tumbuhan yang telah mati, termasuk juga kotoran dan lendir-lendir serangga, cacing dan binatang besar (Sartohadi *et al.*, 2012).

Keberadaan tanaman dapat memperbesar kapasitas infiltrasi tanah karena adanya perbaikan sifat fisik tanah seperti pembentukan struktur dan peningkatan porositas (Suprayogo *et al.*, 2003). Akar tanaman dewasa/tua cukup efektif bekerja di dalam tanah membentuk saluran dan menambah bahan organik yang berfungsi untuk memantapkan agregat dan memperbaiki sifat fisik tanah terutama strukturnya sehingga lalu lintas air menjadi lebih lancar (Supagat dan Pamungkas, 2010). Semakin tinggi nilai bahan organik dan liat, berarti semakin remah struktur tanahnya, sehingga lebih mudah dalam meloloskan air (Isnaini *et al.*, 2013).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

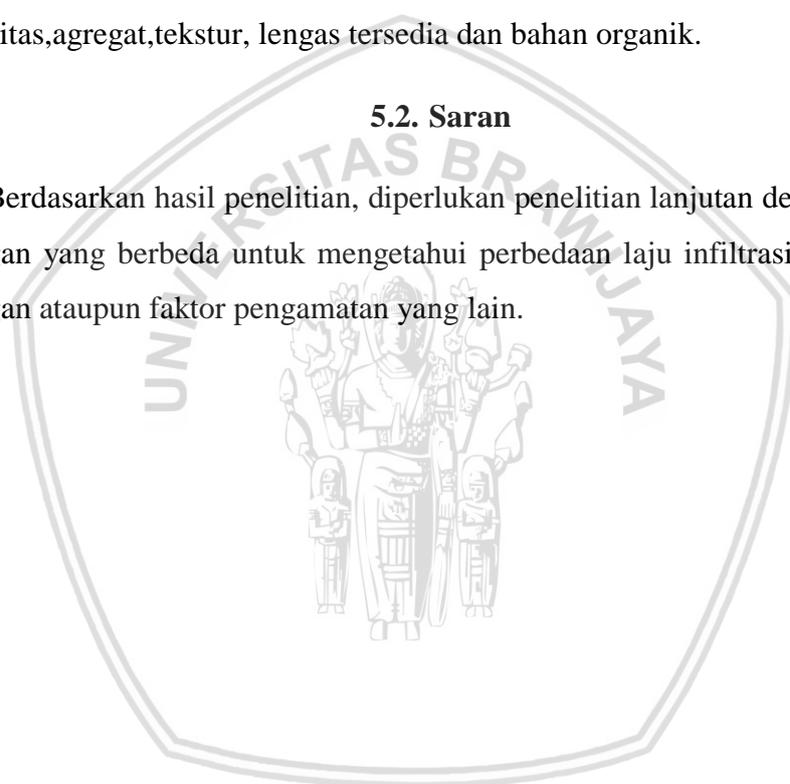
5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil dari laju Infiltrasi pada penelitian di RPH Pujon Selatan pada lokasi E14 16,27 cm jam⁻¹, lokasi E13 22,89 cm jam⁻¹, dan lokasi E11 12,37 cm jam⁻¹.
2. Perbedaan umur ekaliptus pada pengamatan laju infiltrasi di RPH Pujon Selatan bukan hanya yang paling berpengaruh terhadap laju infiltrasi. Laju infiltrasi di bergai umur ekaliptus dipengaruhi beberapa faktor yakni berat isi tanah, porositas, agregat, tekstur, lengas tersedia dan bahan organik.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, diperlukan penelitian lanjutan dengan tingkat kelerengan yang berbeda untuk mengetahui perbedaan laju infiltrasi pada setiap kelerengan ataupun faktor pengamatan yang lain.



DAFTAR PUSTAKA

- Arpindra, J. S., Y. Nuraini, dan Widiyanto. 2017. *Kajian Porositas Tanah Pada Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik Di Perkebunan Kopi Robusta*. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 4(1) : 463-471.
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah Dan Air*. IPB. Bogor.
- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor 49-54p.
- Atmojo, S.W. 2003. *Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah Dan Upaya Pengelolaannya*. Ilmu Kesuburan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Banuwa, I.S. 2013. *EROSI*. https://books.google.co.id/books?id=fFFADwAAQB_AJ&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false. Diakses maret 2018.
- Budianto, P., R. Wirosodarmo, B. Suharto. 2014. *Perbedaan Laju Infiltrasi Pada Lahan Hutan Tanaman Industri Pinus, Jati Dan Mahoni*. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Malang.
- Craswell, E.T. and Lefroy, R.D.B. 2001. The role and function of organic matter in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61: 7-18.
- Dariah, Ai. dan A. Rachman. 2017. Pengukuran Infiltrasi. <http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/buku/buku%20sifat%20fisik%20tanah%20infiltrasi.pdf?secure=true>. Diakses maret 2018.
- Darmayanti, A.S., dan Solikin. 2012. *Infiltrasi dan Limpasan Permukaan pada Pola Tanam Agroforestri dan Monokultur : Studi di Desa Jeru Kabupaten, Malang*. Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS.
- Darmayanti, A. S. 2012. *Beberapa Sifat Fisika Kimia Tanah Yang Berpengaruh Terhadap Model Kecepatan Infiltrasi Pada Tegakan Mahoni, Jabon, Dan Trembesi Di Kebun Raya Purwodadi*. Berk. Penel. Hayati. 17 : 185-191.
- Departemen Kehutanan, 1994. *Eucalyptus. Pedoman Teknis Penanaman Jenis-jenis Kayu Komersial*. Badan Litbang Departemen Kehutanan.
- Elfiati, Deni, dan Delvian. 2010. *Laju infiltrasi pada berbagai tipe kelerengan di bawah tegakan Ekaliptus*. Jurnal Hidrolitan. 1(2):29-34
- Hairiah, K., S.R. Utami, B. L. dan M. van Noordwijk. 2005. *Neraca Hara dan Karbon dalam Sistem Agroforestri*. Neth.J. Agric. Sci. 48: 3-17.

- Hanafiah, K. A. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Handayani, Fajar. 2016. *Evapotranspirasi Pada Berbagai Umur Pinus (Pinus Merkusii) Di Perum Perhutani Rph Pujon Selatan Kabupaten Malang*. Skripsi. Universitas Brawijaya Malang
- Hardjowigeno, S. 2002. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Presindo.
- Harto, S. 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Helmi. 2009. *Perubahan beberapa sifat fisika regosol dan hasil kacang tanah akibat pemberian bahan organik dan pupuk fosfat*. Jurnal Sains Riset 1 (18), 1-9.
- Himasiltan.2012. *Eucalyptus*. <http://himasiltan.lk.ipb.ac.id/files/2012/09/Eucalyptus.pdf> . Diakses desember 2017.
- Islami, T., dan W. H Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. Penerbit IKIP Semarang Press. Semarang.
- Isnaini. K, Sumono. A. Rohanah.2013. *Kajian Laju Infiltrasi Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Desa Sempajaya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo*. Ilmu dan Teknologi Pangan J.Rekayasa Pangan dan Pert., I (2) :
- Langkawati, Dita. 2015. *Infiltrasi pada Berbagai Umur Tanaman Pinus di BKPH Pujon Kabupaten Malang*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Lee, R. 1990. Hidrologi Hutan. *Gajah Mada University*. Yogyakarta.
- Luki, U. 1989. Fisika Tanah Terapan 2. Jurusan Tanah Universitas Andalas. Padang.
- Muslimin, M. Asmita, A. Anshor, M. dan Masyur, S. 2012. *Dasar Dasar Ilmu Tanah*, Program Studi Agroteknologi, Jurusan Ilmu Tanah,Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.Makassar.
- Ningtias, Yulita. 2016. *Pengaruh Umur Tanaman Kopi Robusta (Coffea Robusta) Terhadap Infiltrasi Tanah Di Afdeling Rayap, Jember*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nugraheni, N. 2006. *Kajian Laju Infiltrasi di Hutan Pinus (Studi Kasus di RPH Jati, BKPH Baturejo, KPH Surakarta)*. Skripsi. Fakultas Kehutan UGM. Yogyakarta.
- Nurmegawati. 2011. *Infiltrasi pada Hutan di Sub DAS Sumani Bagian Hulu Kayu Aro Kabupaten Solok*. J. Hidrolitan, 2(2) 87-89.

- Oktavia, D. dan A.B. Supangat. 2007. Laju Infiltrasi Tanah pada Berbagai Kelas Umur Pinus. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Pamujiningtyas. 2009. *Studi Kualitas Tanah pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Wilayah Desa Ngadipiro Kecamatan Nguntoronadi, Wonogiri*. SP. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Panduan Praktikum Agroforestri. 2014. Panduan Praktikum Jurusan Tanah. Universitas Brawijaya
- Rahayu, S., Setiawan, A., Husaeni, A.E., dan Suyanto, S. 2006. *Pengendalian Hama Xylosandrus compactus pada Agroforestri Kopi Multistrata secara Hayati Studi Kasus dari Kecamatan Sumberjaya Lampung Barat*. Agrivita Jurnal Pertanian. 28 (3). Malang.
- Refliaty dan Marpaung, E. J. 2010. *Agregat Ultisol pada beberapa Penggunaan Lahan dan Lereng*. J.Hidrolitan, 1:2:35-42.
- Sarief, S. 1985. Ilmu Tanah Pertanian. Pustaka Buana Cetakan I. Bandung.
- Sartohadi.2012. Geografi Tanah. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Satyawan, J.D., dan Nimbalkar, P.T. 2012. *Infiltration Studies Of Different Soils Under Different Soil Conditions And Comparions Of Infiltration Models With Field Data*. International Journal of Advanced Engineering Technology. 3(2): 154-157.
- Satyawan, J.D., dan Nimbalkar, P.T. 2012. *Infiltration Studies Of Different Soils Under Different Soil Conditions And Comparions Of Infiltration Models With Field Data*. International Journal of Advanced Engineering Technology. 3(2): 154-157.
- Siti. 2004. *PERTUMBUHAN DAN HASIL TEGAKAN Eucalyptus Grandis DI HUTAN TANAMAN INDUSTRI*. USU digital library .Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Soil Survey Staff. 1998. *Soil Survey Manual. USDA. Handbook. No 18 new york. USA*. <http://digilib.unila.ac.id/1111/3/BAB%202.pdf> . Diakses Maret 2018.
- Sugiyono. 2007. Metode Penelitian Pendidikan. Alfabeta. Bandung
- Sukmana, W.A. 2016. *Pengaruh Umur Tanaman Pinus (Cupressus Lusitanica) Terhadap Ketebalan Seresah Dan Lengas Tersedia Di Bkph Pujon Kabupaten Malang*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Suryatmojo, H. 2006. *Konsep Dasar Hidrologi Hutan. Jurusan Konservasi Sumber Daya Hutan*. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.

- Susanto, Achmad. 2005. Dasa-dasar Ilmu Tanah. Kanisius. Yogyakarta.
- Team NUFFIC-Unibraw. 1984. Soil and Soil Conditions Upper Kali Konto Watershed. Jurusan Tanah Faperta Unibraw. Malang.
- Utaya, S. 2008. *Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Sifat Biofisik Tanah dan Kapasitas Infiltrasi di Kota Malang*. Forum Geografi 22, 99-11.
- Wibowo, H. 2010. *Laju Infiltrasi pada Lahan Gambut yang Dipengaruhi Air Tanah (Study Kasus Sei Raya Dalam Kecamatan Sei Raya Kabupaten Kubu Raya)*. Jurnal Belian. 1: 90-103.
- Widianto dan Ngadirin, 2012. Pedoman Praktikum: Pengantar Fisika Tanah. Laboratorium.
- Widianto, et al. 2003. *Fungsi dan Peran Agroforestri*. World Agroforestry Center (ICRAF) Southeast Asia Regional Office, Bogor.
- Widiarto, 2008. *Pengantar Ilmu Tanah*. PT. Rineka Cipta Jakarta.
- Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Gava media. Jogjakarta. 269 hal.
- Wirosoedarmo, R., B. Suharto dan W.R. Hijriyati. 2009. *Evaluasi Laju infiltrasi pada Beberapa Penggunaan Lahan menggunakan Metode Infiltrasi Horton di Sub DAS Coban Rondo Kecamatan Pujon Kabupaten Malang*. Jurnal Teknologi Pertanian. Vol.10 No.2. Malang.