

**KAJIAN LENGAS TERSEDIA PADA TOPOSEKUEN LERENG UTARA
G. KAWI KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR**

Oleh

**ISTIKA NITA
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2012**

**KAJIAN LENGAS TERSEDIA PADA TOPOSEKUEN LERENG UTARA
G. KAWI KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR**

Oleh
ISTIKA NITA
0810480173

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

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

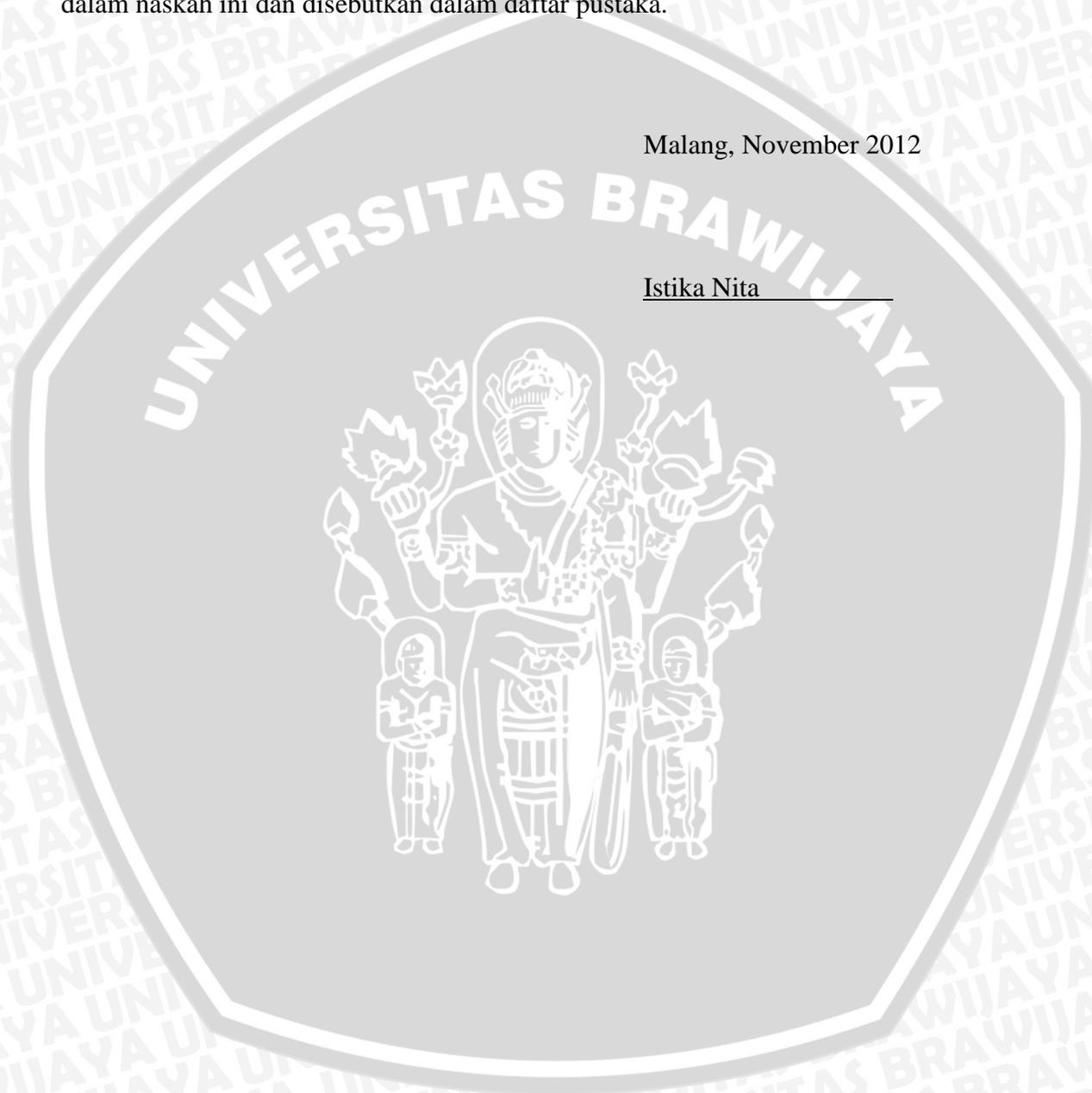
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2012**

PERNYATAAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, November 2012

Istika Nita



Judul Skripsi : **KAJIAN LENGAS TERSEDIA PADA TOPOSEKUEN LERENG UTARA G. KAWI KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa : **ISTIKA NITA**

NIM : 0810480173

Jurusan : TANAH

Program Studi : AGROEKOTEKNOLOGI

Minat : MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Ir. Endang Listyarini, MS
NIP. 19570514 198403 2 001

Pembimbing Pendamping,

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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Tanah

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

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

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

Penguji II

Ir. Endang Listyarini, MS
NIP. 19570514 198403 2 001

Penguji III

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

Penguji IV

Ir. Bambang Siswanto, MS
NIP. 19500730 197903 1 001

Tanggal Lulus :

SKRIPSI INI KUPERSEMBAHKAN UNTUK



Terima Kasih



RINGKASAN

ISTIKA NITA. 0810480173. Kajian Lengas Tersedia pada Toposekuen Lereng Utara G. Kawi Kabupaten Malang Jawa Timur. Dibawah bimbingan Endang Listyarini sebagai Pembimbing Utama dan Zaenal Kusuma sebagai Pembimbing Pendamping.

Air adalah sumber daya alam yang sangat diperlukan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Sifat air dalam tanah yang dinamis, menyebabkan ketersediaan air tanah juga akan berubah-ubah sesuai dengan faktor yang mempengaruhi. Sifat tanah yang berkembang pada masing-masing lokasi terutama dalam satu barisan topografi akan berbeda, sehingga lengas tersedia di dalam tanah juga akan berbeda. Lokasi penelitian berada pada toposekuen lereng utara G. Kawi yang terbagi dalam lima lokasi pengamatan. Secara administratif lokasi penelitian berada di desa Bendosari kecamatan Pujon kabupaten Malang. Macam penggunaan lahan dan vegetasi pada masing-masing lokasi berbeda, hal ini menunjukkan daya dukung lahan untuk pertumbuhan tanaman juga berbeda. Oleh sebab itu, kajian mengenai lengas tersedia dalam mendukung upaya pengelolaan kawasan pertanian pada satu barisan topografi perlu dilakukan. Pelaksanaan penelitian ini pada bulan Mei-September 2012. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi dan mengkaji pengaruh topografi terhadap lengas tersedia pada toposekuen lereng utara G. Kawi.

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan pengamatan kondisi aktual lahan dan pengambilan contoh tanah pada masing-masing lokasi pengamatan. Penentuan lokasi pengamatan didasarkan pada ortophoto toposekuen lereng utara G. Kawi tahun 1984. Pengamatan kondisi aktual lahan meliputi tutupan lahan (jenis dan persen penutupan oleh tanaman bawah dan seresah), kelerengan dan ketinggian tempat. Perhitungan persentase penutupan menggunakan pendekatan metode piksel. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada tiap horison. Kedalaman pengambilan contoh tanah disesuaikan dengan tutupan lahan berupa tanaman semusim sedalam 50 cm dan tanaman tahunan sedalam 120 cm. Analisa contoh tanah yang dilakukan meliputi tekstur, kemantapan agregat, berat isi, sebaran pori, c-organik dan lengas tanah. Data-data hasil laboratorium selanjutnya dianalisa secara statistik menggunakan analisa korelasi dan regresi untuk mengetahui pengaruh sebab akibat antar parameter.

Hasil penelitian yang diperoleh adalah terdapat perbedaan lengas tersedia pada toposekuen lereng utara G.Kawi dengan faktor yang berpengaruh nyata adalah berat isi, bahan organik, pori mikro, pori meso, partikel debu dan partikel liat. Sedangkan pori makro, partikel pasir dan kemantapan agregat tidak berpengaruh nyata terhadap lengas tersedia. Pengaruh antara lengas tersedia dengan topografi adalah semakin tinggi topografi maka lengas tersedia juga semakin meningkat, faktor ketinggian berpengaruh positif sedangkan faktor kemiringan lereng berpengaruh negatif.

SUMMARY

ISTIKA NITA. 0810480173. Study of Soil Moisture Available on Northern Slopes Toposequence of Mount Kawi Malang East Java. Supervised by Endang Listyarini and Zaenal Kusuma.

Water is a natural resource that is indispensable in many aspects of human life. The character of water in the soil is dynamic, it causes water availability in soil will also varies according to the factors that influence. Soil properties were developed in each locations, especially in a topography will be different. The research location is on the northern slopes toposequence of Mount Kawi consist of five observation sites. Location of research in the Bendosari village, Pujon, Malang. Type of land use and vegetation on each site is different, it indicates the carrying capacity of the land, especially for plant growth is also different. Therefore, the study of soil moisture available to support the management of the agricultural area in the toposequence needs to be done. Implementation of the study in May-September 2012. The purpose of this study to identify the factors that influence and examine the effect of topography for soil moisture available on northern slopes toposequence of Mount Kawi.

The research method is observing the actual condition of land and soil sampling at each location. Determining the location observation based on ortophoto of the northern slopes toposequence of Mount Kawi 1984. Observation of actual land conditions at each location is land cover (type and percent closing by understorey and litter), slope and elevation. Calculation of percentage closing land cover by approach pixel method. Taking of soil sample on each horizon at each observation location. Depth of soil sample accordance with land cover be annual plants is 50 cm and with perennial plants is 120 cm. Analysis of soil samples was conducted on the texture, aggregate stability, bulk density, pore distribution, organic matter and soil moisture. Then data of results laboratory were statistically analyzed using correlation and regression analysis to determine the causal effect between parameters.

The results obtained are there differences in available soil moisture on the northern slopes toposequence of Mount Kawi a significant factor is the bulk density, organic matter, micro pores, meso pores, silt and clay particles. While the macro pores, sand particles and aggregate stability did not affect the soil moisture available. The relationship between soil moisture available to the topography of the topography is the higher, soil moisture available is also increasing, the elevation factor has positive and slope factors has negatively influenced.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“Kajian Lengan Tersedia pada Toposekuen Lereng Utara G. Kawi Kabupaten Malang Jawa Timur”**.

Penulis menyadari banyak menerima bantuan dalam menyelesaikan penulisan skripsi, sehingga penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih banyak atas segala bantuan yang tulus dan ikhlas dari semua pihak, terutama kepada :

1. Ir. Endang Listyarini, MS dan Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
2. Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS dan Ir. Bambang Siswanto, MS selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan perbaikan kepada penulis.
3. Dosen-dosen di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama kuliah.
4. Orang tua dan keluarga tercinta atas dukungannya dalam setiap kesempatan.
5. Aditya Nugraha Putra yang telah mendampingi dan mendukung penulis dalam setiap kegiatan.
6. Yosi Andhika, Nugroho Hari Pratomo, Himawan Adiwicaksono, Deki Budi Raharjo, Ali Mahmudin, Satya Purba Wasesa dan Muhammad Kharisma Mardiansyah atas kebersamaan, semangat dan dukungannya terutama ketika survei lapang.
7. Seluruh kakak-kakak, adik-adik seperjuangan di Tanah, terutama Soiler 2008, terima kasih atas kebersamaan, dukungan, perhatian dan bantuan serta semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang turut berpartisipasi atas penyusunan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini memiliki kekurangan, sehingga penulis mengharap saran dan masukan untuk penyempurnaannya.

Akhirnya penulis berharap semoga penelitian ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi yang lebih.

Malang, November 2012

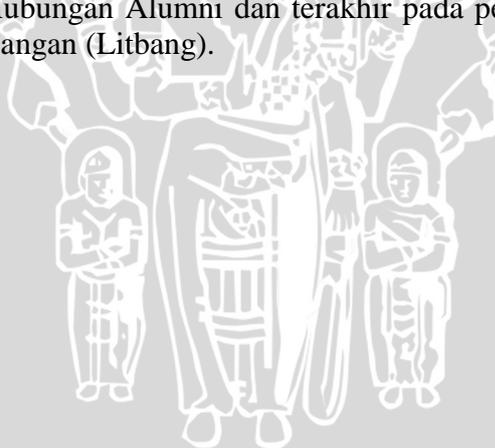
Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kediri pada tanggal 18 November 1989, sebagai putri kedua dari dua bersaudara dari pasangan Abdul Wahid dan Maslikah.

Penulis menempuh pendidikan TK pada tahun 1995-1997 di TK Darul-Athfal. Kemudian pada tahun 1997-2002 penulis menempuh sekolah dasar di SDN Kencong 1 Kepung-Kediri. Setelah menyelesaikan jenjang sekolah dasar, penulis melanjutkan ke tingkat menengah pertama di MTs N MODEL Pare-Kediri pada tahun 2002-2005. Pada tahun 2005-2008 penulis menempuh sekolah tingkat menengah atas di SMA Negeri 2 Pare-Kediri. Setelah itu, pada tahun 2008 penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SNMPTN diprogram studi Agroekoteknologi.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis pernah menjadi asisten praktikum untuk mata kuliah Dasar Perlindungan Tanaman, Teknologi Produksi Tanaman, Dasar Ilmu Tanah, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Agroforestri, Manajemen Agroekosistem dan Tanah-Tanah Utama Indonesia. Pada tahun 2011 penulis meraih Juara I SJC JITI V di Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat dan Juara III SJC HITI X di Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Penulis aktif sebagai pengurus Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah periode 2011 didivisi Hubungan Alumni dan terakhir pada periode 2012 didivisi Penelitian dan Pengembangan (Litbang).



DAFTAR ISI

RINGKASAN	
SUMMARY	
KATA PENGANTAR	
RIWAYAT HIDUP	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMPIRAN	
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	
1.2 Tujuan Penelitian	
1.3 Manfaat Penelitian	
1.4 Hipotesis	
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sifat-Sifat Tanah	
2.2 Hubungan Air dan Tanah	
2.2.1 Pergerakan Air Tanah	
2.2.1.1 Aliran Air Jenuh	
2.2.1.2 Aliran Air Tidak Jenuh	
2.2.2 Lengas Tanah	
2.2.3 Konsep Lengas Tersedia dan Faktor yang Mempengaruhinya	
2.2.4 Kurva pF	
2.3 Toposekuen	
2.4 Hubungan Penggunaan Lahan dengan Kedalaman Efektif	
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	
3.2 Alat dan Bahan	
3.3 Tahapan Penelitian	
3.3.1 Persiapan	
3.3.2 Pengumpulan Data Sekunder	
3.3.3 Penentuan Lokasi Pengamatan	
3.3.4 Pengamatan Kondisi Aktual Lahan	
3.3.4.1 Pengamatan Tutupan Lahan	
3.3.4.2 Pengukuran Tingkat Kelerengan	
3.3.4.3 Pengukuran Ketinggian Tempat	
3.3.5 Pengambilan Contoh Tanah	
3.3.6 Analisis Laboratorium	
3.3.7 Analisis Data	
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Lahan	
4.1.1 Karakteristik Lokasi Penelitian	

4.1.2 Sifat Fisik dan Kimia Tanah Lokasi Penelitian
4.2 Karakteristik Lengas Tersedia
4.3 Kondisi Lengas Tersedia dengan Faktor yang Mempengaruhinya.....
4.3.1 Pengaruh Berat Isi terhadap Lengas Tersedia.....
4.3.2 Pengaruh Bahan Organik terhadap Lengas Tersedia.....
4.3.3 Pengaruh Sebaran Pori terhadap Lengas Tersedia.....
4.3.4 Pengaruh Tekstur Tanah terhadap Lengas Tersedia
4.3.5 Pengaruh Kemantapan Agregat terhadap Lengas Tersedia
4.4 Pembahasan Umum Faktor yang Mempengaruhi Lengas Tersedia ...
4.5 Kondisi Lengas Tersedia pada Toposekuen.....

V. KESIMPULAN DAN SARAN.....
5.1 Kesimpulan
5.2 Saran
DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Titik Lokasi Pengamatan	
2.	Kriteria Kelas Kelerengan	
3.	Macam dan Metode Analisis Contoh Tanah	
4.	Karakteristik Lahan Lokasi Penelitian	
5.	Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Lokasi Penelitian	
6.	Kisaran dan Total Lengas Tersedia pada Lokasi Penelitian	
7.	Luas Permukaan Partikel Pasir, Debu dan Liat.....	
8.	Persamaan dan Tingkat Pengaruh Sifat Fisik dan Kimia Tanah (x) terhadap Lengas Tersedia (y).....	



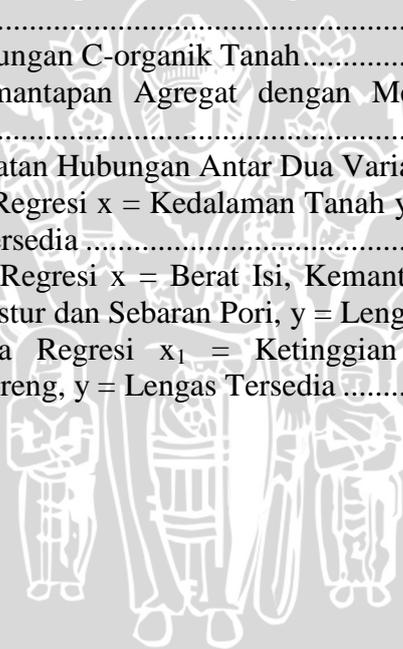
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Air, Udara dan Mineral dalam Tanah.....	
2.	Skema Toposekuen Lereng Utara G. Kawi pada Tahun 1984 (Team NUFFIC-Unibraw, 1984).....	
3.	Skema Plot Pengamatan.....	
4.	Cara Pengukuran Tingkat Kelerengan.....	
5.	Sketsa Pembuatan Profil Tanah untuk Pengambilan Contoh Tanah....	
6.	Lokasi KK 14 (Hutan Cemara).....	
7.	Lokasi KK 11 (Hutan Cemara).....	
8.	Lokasi KK 23 (Tegalan).....	
9.	Lokasi KK 1 (Tegalan).....	
10.	Lokasi KK 4 (Sawah).....	
11.	Lengas Tersedia pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian.....	
12.	Nilai Berat Isi Tanah pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian.....	
13.	Nilai Bahan Organik pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian.....	
14.	Sebaran Pori Makro, Pori Meso dan Pori Mikro pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian.....	
15.	Persentase Pori Air Tersedia pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian.....	
16.	Nilai Kemantapan Agregat pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian.....	



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Peta Administrasi Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang	
2.	Peta Penggunaan Lahan Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang	
3.	Peta Lereng Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang	
4.	Peta Ketinggian Tempat Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang	
5.	Peta Topografi Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang	
6.	Peta Tanah Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang	
7.	Peta Bentuk Lahan Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang	
8.	Tabel Kriteria Kandungan C-organik Tanah.....	
9.	Tabel Kriteria Kemantapan Agregat dengan Metode Ayakan Basah	
10.	Tabel Kriteria Kekuatan Hubungan Antar Dua Variabel.....	
11.	Data Hasil Analisa Regresi $x =$ Kedalaman Tanah yang Ditembus Akar, $y =$ Lugas Tersedia	
12.	Data Hasil Analisa Regresi $x =$ Berat Isi, Kemantapan Agregat, Bahan Organik, Tekstur dan Sebaran Pori, $y =$ Lugas Tersedia	
13.	Data Hasil Analisa Regresi $x_1 =$ Ketinggian Tempat dan $x_2 =$ Kemiringan Lereng, $y =$ Lugas Tersedia	



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah sumber daya alam yang sangat diperlukan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Secara umum, air yang dimanfaatkan oleh makhluk hidup merupakan air-air yang berada di dalam tanah. Karena sifat air dalam tanah dinamis, maka ketersediaan air tanah juga akan berubah-ubah sesuai dengan faktor-faktor yang mempengaruhi. Sifat dinamis yang dimiliki air tentu saja dipengaruhi oleh sifat tanah itu sendiri yang meliputi sifat fisik, kimia maupun biologi tanah. Ketiga sifat ini pada dasarnya saling berhubungan, sehingga setiap perubahan yang terjadi pada salah satu sifat akan diikuti dengan sifat lainnya. Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kemampuan tanah dalam mengikat lengas tersedia bagi tanaman meliputi tekstur tanah, kemantapan agregat, berat isi, sebaran pori dan bahan organik. Kelima faktor ini sangat erat kaitannya dengan jumlah air yang bisa tersimpan dalam tanah dan pengaruh yang ditimbulkan merupakan akibat dari interaksi diantara faktor-faktor tersebut.

Gunung Kawi merupakan bagian dari Sub DAS Konto yang termasuk dalam wilayah Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Pada kawasan Sub DAS Konto terdapat beberapa sumber air yang hilang pada musim kemarau, hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan air yang ada dalam tanah mulai terganggu. Ketersediaan air yang ada di dalam tanah dipengaruhi oleh unsur-unsur iklim, kondisi tanah dan juga topografi. Menurut Rayes (2006), topografi adalah perbedaan tinggi atau bentuk wilayah suatu daerah termasuk didalamnya perbedaan kecuraman dan bentuk lereng. Topografi yang berbeda berpengaruh terhadap perbedaan perkembangan tanah. Variasi perkembangan tanah yang terbentuk ditunjukkan dengan perbedaan karakteristik sifat-sifat tanah pada lokasi penelitian. Kondisi ini menyebabkan ketersediaan air akan bervariasi sesuai dengan perbedaan topografi.

Pada tahun 1984 Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melaksanakan survei tanah detail di daerah aliran sungai Kali Konto Hulu terkait dengan keberadaan proyek Kali Konto ATA 206. Salah satu lokasi pengamatannya adalah toposekuen lereng utara G. Kawi. Hasil dari pelaksanaan

survei ini berupa data-data dan distribusi tanah yang menunjukkan adanya perkembangan tanah yang berbeda pada masing-masing titik pengamatan. Perbedaan perkembangan tanah menunjukkan adanya pengaruh topografi terhadap sifat tanah terutama sifat fisik, sehingga untuk kemampuan tanah dalam menahan lengas tersedia juga berbeda.

Pada penelitian lengas tanah sebelumnya untuk parameter yang diamati hanya terbatas pada penggunaan lahan saja yang kemudian dikaitkan dengan sifat fisik tanahnya. Selain itu, informasi mengenai kandungan lengas tanah pada toposekuen lereng utara G. Kawi belum tersedia.

Berdasarkan uraian di atas, lengas tersedia yang ada dalam tanah berbeda pada masing-masing jenis tanah dengan topografi yang berbeda, sehingga perlu dilakukan suatu kajian lengas tersedia pada toposekuen lereng utara G. Kawi. Pelaksanaan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemampuan tanah dalam menahan lengas tersedia, sehingga dapat dijadikan pertimbangan dalam pengelolaan pertanian terutama dalam hal sistem pemilihan penggunaan lahan dan komoditas yang akan ditanam.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah,

1. Mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi lengas tersedia pada toposekuen lereng utara G. Kawi.
2. Mengkaji pengaruh topografi terhadap lengas tersedia pada toposekuen lereng utara G. Kawi.

1.3 Manfaat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai kemampuan tanah dalam menahan lengas tersedia, sehingga dapat dijadikan salah satu pertimbangan dalam penentuan pengelolaan penggunaan lahan dan khususnya bagi petani setempat dapat dijadikan dasar dalam penentuan pemilihan komoditas tanaman yang akan dibudidayakan.

1.4 Hipotesis

1. Lengan tersedia di dalam tanah dipengaruhi oleh tekstur, kemantapan agregat, berat isi, sebaran pori dan bahan organik.
2. Lengan tersedia berbeda pada toposekuen lereng utara G. Kawi.
3. Lengan tersedia semakin menurun seiring dengan peningkatan topografi.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sifat-Sifat Tanah

Tanah merupakan badan alami yang terbentuk sebagai hasil interaksi beberapa faktor di alam. Intensitas interaksi antar faktor pembentuk tanah pada masing-masing lokasi berbeda, sehingga tanah yang akan terbentuk juga berbeda. Perbedaan jenis tanah berpengaruh terhadap karakteristik tanah yang meliputi sifat fisik, kimia dan biologi.

Hal utama yang menyebabkan perbedaan sifat-sifat tanah adalah komponen penyusun tanah dan proses-proses yang terjadididalamnya. Tanah tersusun atas empat komponen yaitu bahan mineral, bahan organik, air dan udara (Soepardi, 1983). Besarnya proporsi masing-masing komponen dalam tanah berbeda-beda, namun persentase idealnya adalah bahan mineral 45%, bahan organik 5% dan 50% pori tanah yang berisi air dan udara.

Kondisi tanah aktual di lahan sangat sulit untuk mencapai proporsi yang ideal, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, jenis bahan induk, kondisi lingkungan dan pengelolaan manusia. Ketiga faktor tersebut saling berinteraksi dan berpengaruh terhadap proses-proses yang ada di dalam tanah, sehingga mengakibatkan komposisi masing-masing komponen akan berbeda pula. Selanjutnya, sifat-sifat tanah yang terbentuk akan bervariasi sehingga kemampuan tanah khususnya dalam mendukung pertumbuhan tanaman akan beragam. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suharta (2010) mengenai tanah-tanah marginal di Kalimantan mengemukakan bahwa dikarenakan tanah-tanah yang terbentuk berasal dari batuan sedimen masam, maka sifat tanah yang terbentuk perlu dilakukan perbaikan. Secara kimia, tanah marginal ini mempunyai cadangan hara rendah, reaksi tanah masam dan kandungan bahan organik, P, K serta basa dapat ditukar rendah, tetapi kejenuhan Al tinggi. Sedangkan sifat fisik tanah yang sebagian bertekstur kasar menyebabkan kemampuan tanah dalam meretensi air dan hara menurun serta lebih peka terhadap erosi. Kondisi ini berbeda pula pada tanah-tanah yang terbentuk dari bahan induk abu vulkan, Hikmatullah (2010) mengemukakan bahwa tanah-tanah yang berkembang di wilayah Halmahera Barat berasal dari abu vulkan yang bersifat intemedier. Tanah-tanah volkan di wilayah

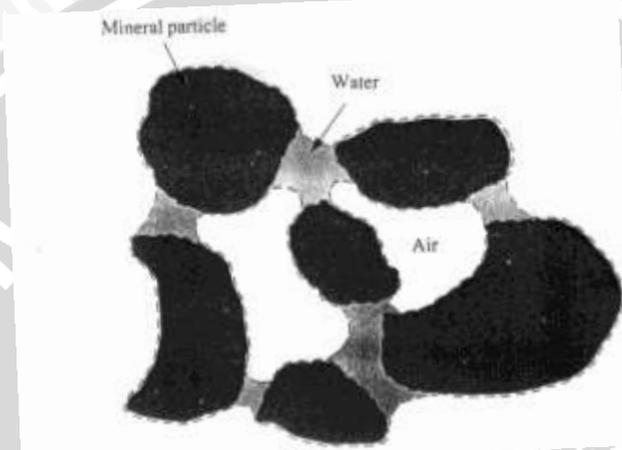
ini sangat potensial untuk pengembangan pertanian dikarenakan kondisi tanah gembur, bahan organik tinggi, kejenuhan basa sedang sampai tinggi. Namun, pada tanah-tanah jenis ini mempunyai retensi P yang tinggi sehingga perlu dilakukan pengelolaan untuk penyediaan unsur ini.

Sifat-sifat tanah terdiri dari sifat fisik, kimia dan biologi. Sifat fisik tanah berkaitan dengan segala karakteristik fisik meliputi tekstur, struktur, berat isi, pori-pori, konsistensi, dll. Sifat kimia tanah berkaitan dengan keberadaan unsur-unsur yang ada di dalam tanah. Sedangkan sifat biologi tanah meliputi organisme makro maupun mikro dan juga seresah-seresah yang berada pada tanah. Sifat fisik, kimia dan biologi tanah saling berkaitan satu sama lain, sehingga hubungan antar ketiganya sangat sulit dipisahkan. Ketika pada tanah terjadi suatu perubahan, misalnya akibat pengolahan tanah maka secara langsung dan tidak langsung akan mempengaruhi semua sifat tanah tersebut. Setyowati, Nurjanah dan Korisma (2009) mengemukakan pada hasil penelitiannya bahwa, dengan pemberian pupuk bokasi tusuk konde berpengaruh positif terhadap perbaikan sifat-sifat tanah, diantaranya : kandungan c-organik, N-total, kadar lengas dan populasi bakteri meningkat, sehingga pertumbuhan dan hasil dari tanaman cabai memberikan respon yang baik pula. Begitu juga kaitannya dengan kemampuan tanah dalam mengikat air, faktor yang mempengaruhi pengikatan tidak hanya ditentukan oleh luasan permukaan butir tanah melainkan juga dipengaruhi oleh aspek tanah lainnya secara langsung maupun tidak langsung.

2.2 Hubungan Air dan Tanah

Penelaahan interaksi air dengan tanah merupakan komponen penting yang dipelajari untuk mengetahui kondisi air tanah sebagai rekomendasi pembuatan keputusan irigasi dan penanaman tanaman (Rogers, 1996). Di dalam tanah, air berada di dalam ruang pori di antara padatan tanah (Islami dan Utomo, 1995). Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa air yang berada di dalam tanah terletak pada ruang yang terbentuk di antara partikel tanah. Ruangan ini disebut dengan pori tanah yang berisikan air dan udara. Air yang tersedia akan semakin banyak jumlahnya jika pori yang ada di dalam tanah juga semakin banyak. Suryatmojo (2006) menyatakan bahwa, kemampuan tanah menyimpan air tergantung dari

porositas tanah. Pada porositas yang tinggi, maka tanah akan dapat menyimpan air dalam jumlah yang besar. Sebaran ruang pori yang ada di dalam tanah dipengaruhi oleh tekstur, struktur dan bahan organik yang ada di dalam tanah. Tekstur dan struktur tanah merupakan faktor-faktor utama yang mempengaruhi jumlah ruang pori, sedangkan bahan organik berpengaruh secara tidak langsung melalui pembentukan struktur yang baik. Skema komponen penyusun tanah yang terdiri dari padatan, air dan udara tersaji pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Air, Udara dan Mineral dalam Tanah

(Wild, 1994)

Jumlah air yang tersimpan dalam tanah pada berbagai waktu disebut “Tabel Air Tanah”. Umumnya tabel air tanah menggambarkan saturasi atau penenuhan, kapasitas lapang, titik layu dan kering oven (Rogers, 1996). Jika tanah dalam keadaan jenuh air, semua ruang pori tanah terisi oleh air. Dalam keadaan ini, jumlah air yang disimpan di dalam tanah merupakan jumlah air maksimum yang disebut “ Kapasitas Penyimpanan Air Maksimum “. Selanjutnya, jika tanah dibiarkan akan mengalami pengeringan, sehingga sebagian ruang pori akan terisi udara dan sebagian lainnya terisi air. Dalam keadaan ini tanah dikatakan tidak jenuh (Islami dan Utomo, 1995).

2.2.1 Pergerakan Air Tanah

Pada kenyataan dilapangan, status air di dalam tanah selalu berubah. Air di dalam tanah dapat bertambah karena adanya pengairan, hujan, pengembunan dan lain sebagainya. Sebaliknya, air di dalam tanah juga dapat berkurang karena penguapan, transpirasi dan pengatusan. Di dalam tanah, status air disuatu tempat

berbeda dengan status air di tempat lain. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan status atau energi air tanah yang mengakibatkan air di dalam tanah akan bergerak dari tempat yang status energinya tinggi ke tempat yang status energinya rendah (Islami dan Utomo, 1995).

Pergerakan air di dalam tanah pada prinsipnya dibagi menjadi dua macam, yaitu aliran air jenuh dan aliran air tidak jenuh. Jika pergerakan air yang ada di dalam berlangsung secara terus menerus maka air akan banyak hilang dari pori-pori tanah, sehingga menjadi tidak tersedia.

2.2.1.1 Aliran Air Jenuh

Aliran air jenuh atau konduktivitas hidrolis jenuh (KHJ) merupakan pergerakan air dalam tanah saat kondisi pori-pori tanah terisi air semua atau tidak ada udara dalam tanah. Konduktivitas hidrolis jenuh dalam tanah dipengaruhi oleh ukuran dan susunan pori (Brady, 2002). Air akan mudah bergerak masuk ke dalam tanah melalui saluran atau ruang pori makro (yang saling bersambungan satu dengan lainnya dan terdistribusi erat dengan ukuran ruang pori besar) sehingga meningkatkan aliran jenuh air. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mahyaranti (2007), besarnya KHJ semakin menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman. Hal tersebut dikarenakan adanya peningkatan partikel liat dan nilai berat isi, sehingga porositas tanah semakin menurun. Pada ketiga lokasi penelitian yaitu Bodong, Tepus dan Laksana menunjukkan perbedaan nilai KHJ di masing-masing lokasi. Bodong mempunyai nilai KHJ yang terendah dan Tepus mempunyai nilai KHJ tertinggi. Nilai KHJ di Bodong sebesar $0,122 \text{ cm jam}^{-1}$, hal ini disebabkan tingginya kandungan liat, sehingga pori makro semakin sedikit jumlahnya dan air akan bergerak sangat lambat. Kondisi ini berbeda dengan KHJ di Lokasi Tepus yang mempunyai nilai tertinggi yaitu sebesar $386,419 \text{ cm jam}^{-1}$, sehingga air sangat mudah bergerak dikarenakan pori-pori makro yang tersedia di dalam tanah lebih banyak jumlahnya.

2.2.1.2 Aliran Air Tidak Jenuh

Pada umumnya, proses interaksi yang melibatkan antara air dengan tanah terjadi pada saat tanah berada pada kondisi tidak jenuh. Berbeda dengan aliran air

jenuh, pada proses aliran air tidak jenuh perubahan dari kandungan air sering terjadi. Pada proses ini melibatkan hubungan yang kompleks antara variabel kelembaban tanah, hisapan, dan konduktivitas. Aliran air tidak jenuh sering terjadi pada dinding (permukaan) matriks atau partikel padatan pada tanah yang memiliki pori cukup lebar (Hillel, 1998). Menurut Lubis (2007), untuk mengetahui kuantitas pergerakan air, pengukuran perlu ditekankan kepada konduktivitas hidrolis tak jenuh (K) yang merupakan perbandingan antara debit terhadap gradien hidrolis atau sudut pengaliran dan kurva gradien.

Menurut Islami dan Utomo (1995), sebagian besar proses pergerakan air di dalam tanah terjadi pada kondisi tidak jenuh. Pada kondisi ini air disamping bergerak dalam bentuk cairan juga dalam bentuk uap air. Pada pergerakan air tidak jenuh kandungan air tanah selalu berubah dengan perubahan waktu. Mariana (2000) mengemukakan berdasarkan hasil penelitiannya bahwa waktu berpengaruh sangat nyata terhadap jarak bidang pembasahan, baik pada tanah tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan. Berdasarkan analisa regresi, menunjukkan bahwa waktu mempengaruhi jarak bidang pembasahan (cm) dengan semakin bertambahnya waktu maka jarak bidang pembasahan semakin tinggi. Hal ini membuktikan bahwa pergerakan air yang ada di dalam tanah berlangsung secara kontinyu. Faktor yang mempengaruhi pergerakan air tidak hanya faktor waktu melainkan terdapat faktor lain yaitu tekstur tanah, kandungan kapur dan senyawa humat. Faktor yang berpengaruh paling besar terhadap jarak bidang pembasahan adalah tanah bertekstur halus dengan pengaplikasian kapur namun tanpa senyawa humat. Tekstur halus dan pengapuran pada tanah ternyata meningkatkan jarak bidang pembasahan, namun pemberian senyawa humat ternyata justru menurunkan koefisien regresi yang berarti pengaruh yang diberikan akan lebih rendah. Jadi, pengaruh waktu tidak mutlak berdiri sendiri melainkan dipengaruhi faktor-faktor lain yang ada di dalam tanah, sehingga dapat menyebabkan perubahan pada parameter lainnya, dalam hal ini potensial air tanah dan konduktivitas.

2.2.2 Lengas Tanah

Lengas tanah adalah air yang terdapat dalam tanah yang terikat oleh beberapa potensial, yaitu gaya matriks atau adsorpsi, osmotik dan kapiler. Menurut Seyhan (1990), gaya-gaya utama yang menyebabkan terikatnya air dalam tanah adalah,

- 1) Adsorpsi, molekul air ditarik dan beradhesi pada permukaan partikel tanah secara kuat
- 2) Gaya osmotik, karena bahan kimiawi terlarut misal garam, maka gaya yang memegang air dalam jumlah yang sama dengan tekanan osmotik kelarutan tanah
- 3) Gaya kapiler, molekul permukaan air yang ditarik terutama oleh molekul di dalam air.

Kelengasan tanah menyatakan jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah (Erwiyono, 2008). Dalam keadaan jenuh air semua pori terisi oleh air, sedangkan dalam keadaan tidak jenuh, sebagian pori berisi air dan sebagian sisanya terisi udara. Kelengasan tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah, transpirasi dan perkolasi. Pada saat kelengasan tanah dalam kondisi tinggi, infiltrasi air hujan lebih kecil dari pada saat kelengasan tanah rendah. Semakin tinggi kadar air tanah maka laju infiltrasi semakin lama, dikarenakan kandungan air yang ada di dalam tanah sudah tinggi sehingga pada suatu waktu tanah tidak akan mampu memasukkan air lagi (Wirasoedarmo *et al.*, 2009).

Lengas tanah dapat berwujud sebagai air gravitasi (*Gravity Water*) yang singgah dalam pori-pori besar, sebagai air kapiler (*Capillary Water*) dalam pori-pori yang lebih kecil dan sebagai lengas higroskopis yang melekat sebagai selaput tipis pada butir-butir tanah dan sebagai uap air. Air gravitasi berada dalam suatu keadaan yang tidak tetap. Sesudah hujan, air mungkin bergerak ke bawah dalam pori-pori kapiler atau lewat melalui jalur sampai ke air tanah atau aliran sungai. Dilain pihak, air higroskopis ditahan oleh gaya tarik molekuler dan biasanya tidak hilang dari tanah pada kondisi iklim biasa. Oleh karena itu, unsur variabel yang penting dari lengas tanah adalah air kapiler (Hermawan, 1996).

Lengas tanah secara langsung berpengaruh terhadap produktivitas tanaman. Hal ini sejalan dengan konsep energi lengas tanah yang dikemukakan oleh Hillel (1998) bahwa semakin kecil nilai lengas tanah maka semakin besar energi yang diperlukan tanaman untuk mengambil air tanah. Hal ini berarti kekeringan mengakibatkan terganggunya pertumbuhan tanaman sehingga produktivitas tanaman menjadi rendah. Untuk itu, dilakukan upaya-upaya dalam menjaga lengas tanah agar tetap tersedia.

Pada penelitian sebelumnya, lengas tanah dikaitkan dengan pengaruh tekstur tanah dalam menyimpan air. Menurut Sudaryono (2006), tanah dengan tekstur berpasir mempunyai daya pengikatan terhadap lengas tanah yang rendah karena permukaan kontak antar partikel tanah didominasi oleh pori-pori makro, sehingga air yang jatuh ke tanah pasiran akan segera mengalami pekolasi dan air kapiler akan mudah lepas karena evaporasi. Oleh karena itu dalam penelitiannya, dilakukan rekayasa terhadap ekosistem tanah pasiran dengan mencampur atau memberi lapisan lempung yang dapat berfungsi sebagai penghambat laju aliran air ke bawah. Tanah-tanah bertekstur lempung mempunyai luas permukaan yang besar, sehingga kemampuan menahan air semakin tinggi. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Nazemi dan Anwar (2004), upaya untuk menjaga kadar lengas tanah adalah dengan melakukan pengaturan kedalaman dan jarak drainase di lahan.

Pada daerah pegunungan dengan ketinggian dan kelerengan yang berbeda dari atas sampai bawah, mempunyai lengas tanah yang bervariasi. Hal ini dikarenakan sebaran curah hujan dan sifat tanah yang terbentuk juga bervariasi. Selain itu, adanya proses evapotranspirasi juga berpengaruh terhadap lengas tanah. Pada penelitian Yuanshu dan Thimm (2003) menunjukkan bahwa, lengas tanah juga dipengaruhi oleh evapotranspirasi yang terjadi. Pada daerah yang berlereng terjadi variasi besarnya evapotranspirasi. Besarnya evapotranspirasi pada daerah lereng atas lebih tinggi dari pada daerah lereng bawah, sehingga lengas tanah yang ada pada lereng bawah lebih tinggi dibandingkan dengan lereng atas. Namun untuk besarnya lengas tanah pada daerah yang mempunyai variasi lereng dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu variasi iklim, vegetasi, bahan organik dan

perkembangan tanah terutama sifat fisiknya. Terutama pada daerah pegunungan juga dipengaruhi oleh faktor litologi, stratigrafi dan struktur endapan-endapan geologi (Freeze dan Cherry, 1979).

2.2.3 Konsep Lengas Tersedia dan Faktor yang Mempengaruhinya

Wild (1994) menerangkan bahwa lengas yang tersedia untuk tanaman terdiri dari dua hal yang harus dipahami yaitu kapasitas lapang (*Field Capacity*) dan titik layu permanen (*Permanent Wilting Point*).

Setelah semua pori terisi air (tercapai kapasitas penyimpanan air maksimum), pemberian air dihentikan. Karena adanya gaya gravitasi, gerakan air tanah tetap berlangsung. Gerakan ini makin lama makin lambat, dan setelah $\pm 2-3$ hari gerakan tersebut praktis berhenti. Pada keadaan ini air tanah dalam keadaan kapasitas lapang. Dalam jurnal *Soil and Water*, FAO (2006) pada kondisi kapasitas lapangan proses drainase berhenti, sehingga ruang besar pori tanah terisi oleh udara dan air, sedangkan ruang pori kecil akan tetap terisi oleh air. Jika dihubungkan dengan energi air tanah pada keadaan ini potensial matriks air tanah, $\psi_m \infty 30 - 50$ kPa dengan harga rata-rata -33 kPa atau jika dinyatakan dalam skala $pF = 2,47$ s/d $2,70$ dengan rata-rata $2,52$ (Islami dan Utomo, 1995).

Jika proses kehilangan air dibiarkan berlangsung terus, pada suatu saat akhirnya kandungan air tanah sedemikian rendahnya sehingga energi potensialnya sangat tinggi dan mengakibatkan tanaman tidak mampu menggunakan air tanah tersebut. Hal ini ditandai dengan layunya tanaman terus menerus, oleh karena itu keadaan air tanah pada keadaan ini disebut titik layu permanen dan potensial matriks air tanahnya $= -1,5$ Mpa atau -15 bar, atau $pF 4,2$ (Wild, 1994).

Air tanah yang berada di antara kapasitas lapang dan titik layu permanen merupakan air yang dapat digunakan oleh tanaman, oleh karena itu disebut lengas tersedia. Selain dipengaruhi oleh tekstur, struktur dan kandungan bahan organik tanah, lengas tersedia juga dipengaruhi oleh kedalaman tanah dan sistem perakaran tanaman (Wild, 1994).

Salah satu faktor yang mempengaruhi lengas tersedia adalah tingkat kandungan bahan organik. Pengaruh bahan organik terhadap jumlah lengas tersedia ini, sebagian besar terjadi secara tidak langsung melalui pengaruhnya terhadap porositas tanah (Brady, 2002). Hal ini diperkuat oleh penelitian Tika, Setiyo dan Pandiangan (2009) yang menyebutkan bahwa kadar air tanah pada saat kapasitas lapang dan titik layu permanen semakin meningkat dengan semakin tingginya rasio pemberian kompos pada tanah.

Menurut Olatunji (2007), sifat fisik dan kimia tanah selain dipengaruhi oleh bahan induk juga dipengaruhi oleh topografi. Pengaruh topografi tercermin dengan perbedaan perkembangan tanah yang disebabkan oleh proses *bio* dan *geokimia* (pelapukan dan pencucian). Adanya perkembangan tanah misal persebaran tekstur tanah dalam posisi topografi akan berpengaruh terhadap lengas tersedia. Tanah dengan tekstur yang cenderung kasar mempunyai lengas tersedia lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang bertekstur halus. Hal ini dikarenakan pada tanah bertekstur kasar mempunyai sifat daya mengikat air yang rendah dan cepat mengalami kehilangan air berupa perkolasi maupun evaporasi.

2.2.4 Kurva pF

Air tanah sebagian besar ditahan oleh potensial matrik, yaitu air yang terjepit oleh permukaan partikel tanah dan hanya sedikit yang terikat secara osmosis karena terlarutnya garam mineral dalam tanah. Karakteristik air tanah penting untuk diketahui dalam kegiatan budidaya pertanian karena tanah pada umumnya memiliki jenis partikel yang berbeda sehingga memiliki kemampuan menahan air yang berbeda pula. Karakteristik air tanah dapat digambarkan melalui suatu metoda dengan cara membuat kurva hubungan antara potensial air tanah dengan kandungan air untuk mengetahui suplai air pada suatu jenis tanah tertentu. Kurva pF atau kurva retensi air tanah menggambarkan hubungan antara nilai pF (tegangan air tanah) dengan kandungan air (% volume) (Puslitbangtanak, 2004).

Jenis partikel mineral tanah mempengaruhi nilai kurva pF. Tanah dengan tekstur yang lebih halus memiliki kemampuan menahan air yang berbeda dengan tanah yang bertekstur kasar. Hal ini sesuai dengan penelitian Susanti (2005)

bahwa, tanah dengan tekstur halus (dominan liat) akan membentuk kurva pF yang lebih tegak dibandingkan dengan tanah yang bertekstur kasar (dominan pasir). Kandungan liat dan bahan organik yang tinggi pada tanah menyebabkan tanah mempunyai kemampuan meretensi air yang kuat pada tiap nilai hisapan matriks. Hal tersebut menyebabkan selisih kadar air dari tiap-tiap hisapan matriks tidak terlalu besar, sehingga kurva pF yang terbentuk lebih tegak. Berbeda dengan tanah bertekstur kasar (dominan pasir) umumnya memiliki ukuran pori yang besar, sehingga saat tekanan diberikan air segera keluar dari jerapan tanah dan hanya sedikit saja yang mampu dijerap. Akibatnya, selisih kadar air pada tiap-tiap nilai hisapan matriks sangat besar, sehingga kurvanya menjadi landai.

Menurut Bowo (2009), kurva pF atau retensi air tanah menggambarkan karakteristik penahanan matriks tanah terhadap air, kemampuan tanah untuk menyediakan air tanaman, ataupun pola distribusi pori tanah. Distribusi pori tanah yang dapat dihitung melalui pendekatan kurva pF meliputi pori makro, meso dan mikro. De Boodt dan de Leenheer *dalam* Brata (1974) mengemukakan bahwa, pembagian ukuran pori tanah yang terpenting adalah $< 0,2$ mikron = pori tidak berguna. Pori tanah dengan ukuran $< 0,2$ mikron setara dengan tegangan air sebesar 15 bar (pF 4,2). Pori air berguna bagi tanaman :

- | | |
|---------------------|----------------------------------|
| 0,2 s/d 8,6 mikron | = pori air tersedia bagi tanaman |
| 8,5 s/d 29,6 mikron | = pori drainase terlambat |
| $\geq 29,6$ mikron | = pori drainase cepat. |

Total porositas berarti sama dengan jumlah air yang dapat mengisi pori-pori tanah apabila tanah dalam keadaan jenuh air. Jumlah pori dari 0 s/d 8,6 mikron menunjukkan jumlah air dalam keadaan kapasitas lapang. Pori tanah dengan ukuran 8,6 mikron setara dengan 0,337 bar (pF 2,5) tegangan air. Jumlah pori dari 0,2-8,6 mikron menunjukkan jumlah air tersedia bagi tanaman. Selanjutnya, untuk pembagian sebaran pori tanah dapat menggunakan nilai kadar air pada pF 0; 2,5; 4,2. Berikut merupakan pembagian sebaran pori tanah :

- Pori Makro = KA pF 0 – KA pF 2,5
- Pori Meso = KA pF 2,5 – KA pF 4,2
- Pori Mikro = KA pF 4,2

Berdasarkan uraian sebelumnya, pori tanah yang berfungsi untuk menyediakan air bagi tanaman adalah pori meso dan pori mikro, sedangkan pori makro berfungsi sebagai pergerakan air dan udara.

Pada umumnya, perhitungan pori-pori tanah di lapang biasanya menggunakan metode *semi-kuantitatif* yaitu menggunakan larutan metilen blue (*Methylene Blue*). Metode ini digunakan untuk mengetahui jumlah pori makro yang ada di dalam tanah (Hairiah *et al.*, 2004), sehingga untuk pori meso dan mikro tidak diketahui persentasenya. Padahal, keberadaan lengas tersedia yang ada di dalam tanah berada pada pori meso dan mikro. Oleh sebab itu, untuk analisa yang digunakan dalam kajian lengas tersedia menggunakan metode kurva pF.

2.3 Toposekuen

Pengaruh topografi terhadap pembentukan tanah disebut juga toposekuen yaitu sekuen tanah pada suatu bentang lahan yang sifatnya ditentukan atau dipengaruhi oleh keadaan topografinya (Handayanto, 1987). Topografi adalah pola permukaan bumi yang disebabkan oleh perbedaan tinggi antara suatu tempat dengan tempat yang lainnya. Meskipun pada prinsipnya topografi sama dengan relief, topografi biasanya dinyatakan dalam hubungannya dengan peta. Faktor topografi terdiri atas unsur-unsur perbedaan ketinggian dan derajat kemiringan. Faktor lereng dibedakan atas bentuk, posisi, kemiringan dan arah lereng. Lebih lanjut Munir (2001) menjelaskan bahwa topografi dapat mempengaruhi sifat-sifat tanah khususnya toposekuen dimana toposekuen merupakan konsep pendekatan perubahan sifat-sifat tanah karena perbedaan letak ketinggian.

Pengaruh topografi sering berkombinasi dengan iklim. Topografi dan iklim merupakan faktor yang besar pengaruhnya terhadap pelapukan bahan induk (Miller, 1977 dan Foth, 1978 *dalam* Santoso, 1993). Sedangkan Buol *et al.* (1980) mengemukakan bahwa topografi mempengaruhi proses erosi, pengangkutan dan penimbunan, sehingga mempengaruhi tingkat pelapukan secara mekanik, kimia maupun biologi dalam tanah. Lebih lanjut Hardjowigeno (2007) mengemukakan bahwa, topografi mempengaruhi proses pembentukan tanah yaitu melalui cara : 1)

mempengaruhi jumlah air hujan yang meresap ke dalam tanah; 2) mempengaruhi dalamnya air tanah; 3) mempengaruhi besarnya erosi dan; 4) mengarahkan gerakan air serta bahan-bahan terlarut didalamnya.

Tanah di lereng bagian bawah cenderung bertekstur lebih halus karena partikel tanah yang halus relatif lebih mudah diangkut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wahyudianto (2007) menunjukkan bahwa pada toposekuen G. Begadung terdapat variasi tekstur tanah dari empat titik pengamatan yaitu P1 (lereng atas) berlempung halus, P2 (lereng tengah) berlempung kasar, P3 (lereng tengah) berlempung kasar dan P4 (lereng bawah) berlempung halus. Adanya variasi persebaran partikel tanah juga terlihat pada toposekuen G. Geger yaitu dari keenam lokasi pengamatan dua lokasi yang berada pada puncak bertekstur lempung berdebu dan empat lokasi lainnya yang berada pada lereng atas, tengah dan bawah bertekstur lempung liat berdebu (Pujiyanto, 2009). Dari kedua penelitian tersebut membuktikan bahwa pada satu barisan topografi mempunyai persebaran butir tekstur yang secara umum dari puncak sampai lereng bawah bertekstur kasar sampai halus.

Topografi mempengaruhi horisonisasi tanah dengan modifikasi air dan temperatur. Tanah di lereng atas cenderung kurang berkembang horisonisasinya karena infiltrasinya rendah dibandingkan dengan aliran permukaannya. Menurut Dharmawijaya (1997), topografi dapat menunjukkan secara sederhana perubahan elevasi (tinggi tempat) suatu bidang lahan. Topografi mempengaruhi perkembangan tanah secara langsung melalui pengaruh matahari, angin dan udara serta secara tidak langsung mempengaruhi drainase, aliran permukaan (*runoff*) dan erosi.

2.4 Hubungan Penggunaan Lahan dengan Kedalaman Efektif

Lahan merupakan lingkungan fisik yang meliputi iklim, relief, tanah, hidrologi dan vegetasi. Faktor-faktor ini hingga batas tertentu mempengaruhi potensi dan kemampuan lahan untuk mendukung suatu tipe penggunaan tertentu (FAO, 1975 dalam Arsyad, 1989). Menurut Mallingreau dan Rosalia (1981), penggunaan lahan merupakan campur tangan manusia baik secara permanen atau

periodik terhadap lahan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan, baik kebutuhan kebendaan, spiritual maupun gabungan keduanya. Lebih lanjut Arsyad (2000) mengartikan penggunaan lahan sebagai setiap bentuk campur tangan manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya. Penggunaan lahan merupakan hasil dari upaya manusia yang sifatnya terus menerus dalam memenuhi kebutuhannya terhadap sumberdaya lahan yang tersedia. Oleh karena itu, penggunaan lahan sifatnya dinamis mengikuti perkembangan kehidupan manusia dan budayanya (Sitorus, 1989).

Penggunaan lahan dapat dikelompokkan ke dalam dua golongan besar, yaitu penggunaan lahan pertanian dan bukan pertanian. Penggunaan lahan pertanian dibedakan secara garis besar ke dalam macam penggunaan lahan berdasarkan penyediaan air dan komoditi yang diusahakan. Berdasarkan hal itu dikenal macam penggunaan lahan yaitu sawah, tegalan, kebun, kebun campuran, ilalang, perkebunan dan hutan. Penggunaan lahan bukan pertanian dapat dibedakan ke dalam penggunaan kota atau desa (pemukiman), industri, rekreasi dan sebagainya (Arsyad, 2000).

Setiap penggunaan lahan mempunyai jenis tutupan lahan yang berbeda, sehingga pengaruhnya terhadap sifat biofisik tanah juga berbeda. Terutama untuk tutupan lahan yang berupa tanaman semusim dan tahunan. Perbedaan sifat biofisik tanah ini dikarenakan setiap vegetasi memiliki sistem perakaran yang berbeda (Winanti, 1996). Sistem perakaran pada tanaman semusim dan tahunan berbeda dalam hal jangkauan perakaran yang selanjutnya berpengaruh terhadap kedalaman efektif tanah. Kedalaman efektif adalah kedalaman tanah yang masih dapat ditembus oleh akar tanaman. Perbedaan kedalaman jangkauan perakaran menyebabkan kemampuan tanaman dalam menyerap air di dalam tanah juga berbeda, karena air yang tersimpan di dalam tanah lebih besar pada kedalaman yang lebih dalam dibandingkan pada tanah dengan kedalaman yang lebih dangkal. Oleh sebab itu, tutupan lahan berupa tanaman semusim mempunyai jangkauan perakaran yang dangkal sehingga lebih berpotensi mengalami kekurangan air jika dibandingkan dengan tanaman tahunan yang jangkauan perakarannya lebih dalam.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di kawasan Sub DAS Konto, tepatnya berada pada wilayah kompleks G. Kawi, kecamatan Pujon, kabupaten Malang. Secara administratif, lokasi titik pengamatan terletak di desa Bendosari, kecamatan Pujon, kabupaten Malang, Jawa Timur. Peta administrasi dan titik pengamatan dapat dilihat pada Lampiran 1. Kegiatan analisa tanah dilaksanakan di laboratorium Fisika dan Kimia Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dilakukan pada bulan Mei-September 2012. Pada bulan Mei 2012 dilakukan seminar proposal dan persiapan pelaksanaan penelitian di lapang. Pelaksanaan penelitian di lapang dan pengambilan contoh tanah dilakukan pada bulan Juni-Juli 2012. Kegiatan analisa laboratorium dilakukan pada bulan Juli-Agustus 2012 dan penyelesaian penyusunan pelaporan pada bulan September 2012.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini berupa peralatan pengambilan contoh tanah, pengamatan kondisi aktual lahan dan analisis tanah. Peralatan pengambilan contoh tanah meliputi ring sampel, plastik, label, karet, sekop, cangkul, balok kayu dan palu. Untuk peralatan pengamatan kondisi lapang meliputi tali rafia, kamera, GPS dan klinometer serta peralatan analisis yang terdapat di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah bahan-bahan untuk analisis fisika dan kimia tanah.

3.3 Tahapan Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

- (1) Persiapan, (2) Pengumpulan Data Sekunder, (3) Penentuan lokasi Pengamatan,
- (4) Pengamatan Kondisi Aktual Lahan, (5) Pengambilan contoh tanah, (6) Analisis Laboratorium dan (7) Analisis Data.

3.3.1 Persiapan

Pada tahap persiapan, dilakukan kegiatan perizinan lokasi dan persiapan peta kerja yang diperlukan pada pelaksanaan survei lapang. Peta kerja yang

diperlukan meliputi Peta Administrasi (Lampiran 1), Peta Penggunaan Lahan (Lampiran 2), Peta Lereng (Lampiran 3), Peta Ketinggian Tempat (Lampiran 4), Peta Topografi (Lampiran 5), Peta Tanah (Lampiran 6) dan Peta Bentuk Lahan (Lampiran 7) dengan skala 1:40000. Peta-peta tersebut merupakan data sekunder yang berfungsi sebagai petunjuk dalam menentukan lokasi titik pengamatan dan penunjang dalam analisa data selanjutnya.

3.3.2 Pengumpulan Data Sekunder

Pada tahap ini meliputi studi pustaka dari data sekunder, pengumpulan data dari penelitian sebelumnya dan kondisi umum wilayah setempat. Kompilasi dari data-data awal yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk dasar penentuan rencana kerja dan observasi yang sistematis.

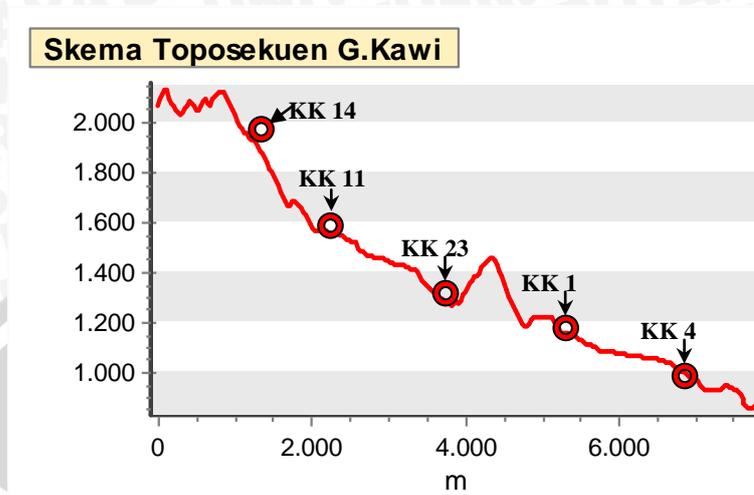
3.3.3 Penentuan Lokasi Pengamatan

Penentuan lokasi pengamatan didasarkan pada ortophoto toposekuen lereng utara G. Kawi 1984. Pada toposekuen lereng utara G. Kawi terdapat lima seri tanah, yaitu : Seri G. Butak, Seri Coban Rondo, Seri Kraantje lek, Seri Sebaluh dan Seri Tawang Sari. Lokasi titik pengamatan berdekatan dengan lokasi titik profil tanah yang dibuat pada tahun 1981 sampai dengan 1984 oleh Team Nuffic. Penamaan masing-masing titik pengamatan mengacu pada penelitian tahun 1984 yaitu 'KK' menerangkan singkatan dari 'Kali Konto' dan diikuti dengan angka yang menerangkan nomor pedon. Keterangan masing-masing lokasi pengamatan disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Titik Lokasi Pengamatan

Lokasi			
Titik Pengamatan	Koordinat		Seri
	X	Y	
KK 14	0659328	9125630	Gunung Butak
KK 11	0659132	9126623	Coban Rondo
KK 23	0658643	9128625	Sebaluh
KK 1	0658436	9129179	Kraantje lek
KK 4	0658001	9129782	Tawang sari

Pada Gambar 2 di bawah ini merupakan skema toposekuen lereng utara G. Kawi yang menjelaskan transek lokasi titik pengamatan yang disesuaikan dengan lokasi pengamatan yang telah dilakukan oleh team NUFFIC pada tahun 1984.



Gambar 2. Skema Toposekuen Lereng Utara G. Kawi pada Tahun 1984 (Team NUFFIC-Unibraw, 1984)

3.3.4 Pengamatan Kondisi Aktual Lahan

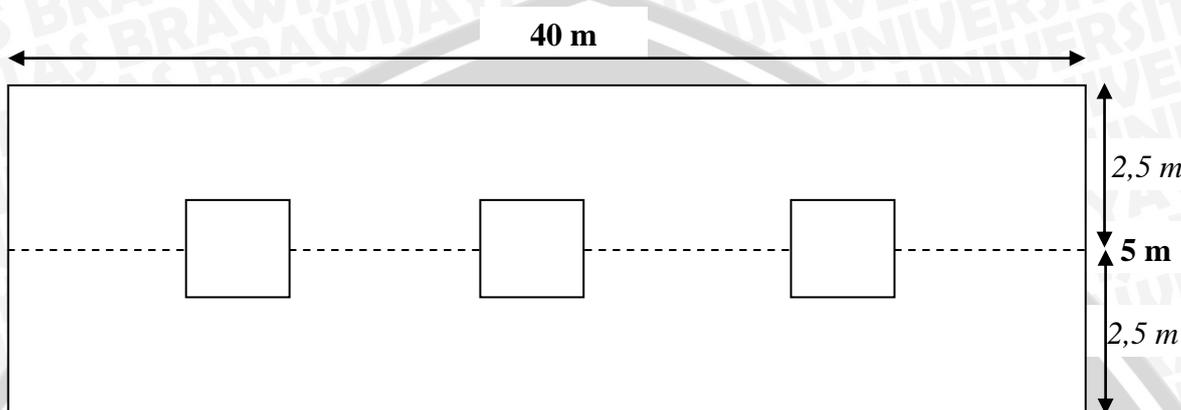
Pengamatan kondisi aktual lahan meliputi beberapa parameter yaitu : tutupan lahan, kelerengan dan ketinggian tempat pengambilan contoh tanah.

3.3.4.1 Pengamatan Tutupan Lahan

Pengamatan tutupan lahan aktual dibedakan berdasarkan tipe tanaman yang ada, yaitu: tanaman semusim atau tanaman tahunan. Selain itu juga dilakukan inventarisasi data mengenai kondisi fisik lahan meliputi jenis vegetasi dan luas penutupan permukaan tanah oleh tanaman bawah dan seresah. Pengamatan tutupan lahan dilakukan dengan membuat plot pengamatan 40 x 5 m (200 m²) pada masing-masing titik pengambilan contoh tanah. Pembuatan plot pengamatan ini bertujuan untuk memudahkan pengamatan, sehingga untuk pembuatan plot dengan ukuran 200 m² harus dapat mewakili kondisi aktual dari lokasi pengamatan.

Pengamatan luas penutupan lahan oleh tanaman bawah dan seresah dihitung dengan cara memfoto permukaan lahan (dalam plot pengamatan) dengan membuat tiga sub plot pengamatan yang memiliki luas maksimal 1 m². Peletakkan

posisi sub plot pengamatan dilakukan dengan membagi plot 40 x 5 m menggunakan tali yang diletakkan dibagian tengah, sehingga akan terbentuk sub plot dengan ukuran 40 x 2,5 m. Pada garis tengah plot pengamatan diletakkan sub plot dengan jarak yang teratur sejumlah tiga buah. Gambar skema plot pengamatan disajikan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Skema Plot Pengamatan

(Hairiah *et al.*, 2011)

Perhitungan persentase penutupan oleh tumbuhan bawah dan seresah dengan menggunakan pendekatan metode piksel. Gambar hasil foto dianalisis dengan menggunakan Adobe Photoshop CS2 untuk mengetahui persentase luas penutupan tanaman bawah dan seresah. Perhitungan persen tutupan tanaman bawah dan seresah dapat dihitung dengan rumus :

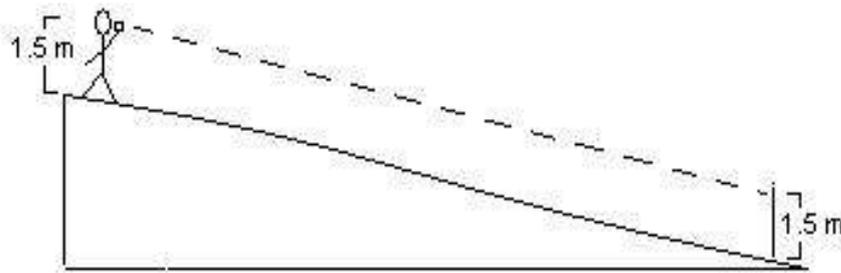
$$\% \text{ Tutupan} = \frac{x}{y} \times 100 \%$$

Keterangan : x = jumlah piksel kanopi yang menutupi
y = jumlah total piksel luasan

Jika diketahui persen tutupan tanaman bawah dan seresah pada plot pengamatan maka dapat dihitung luasan total tutupan tanaman bawah dan seresah.

3.3.4.2 Pengukuran Tingkat Kelerengan

Pengukuran tingkat kelerengan menggunakan klinometer. Metode pengukurannya adalah dengan cara berdiri di bagian ujung lokasi pengamatan yang dipisahkan oleh panjang lokasi pengamatan, lalu membidik pada suatu objek yang memiliki nilai tinggi yang sama dengan pembidik. Nilai yang tercantum pada klinometer berupa satuan persen. Cara mengukur tingkat kecuraman lereng pada lokasi pengamatan disajikan pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Cara Pengukuran Tingkat Kelerengan

Nilai persen kelerengan dari hasil pengukuran, selanjutnya dapat dimasukkan dalam kriteria kelas kelerengan. Keterangan kriteria kelas kelerengan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kelas Kelerengan

Kriteria	Deskripsi
Datar	0-3%
Landai/berombak	3-8%
Agak miring/bergelombang	8-15%
Miring berbukit	15-30%
Agak curam	30-45%
Curam	45-60%
Sangat curam	> 60%

Sumber : Rayes (2006)

3.3.4.3 Pengukuran Ketinggian Tempat

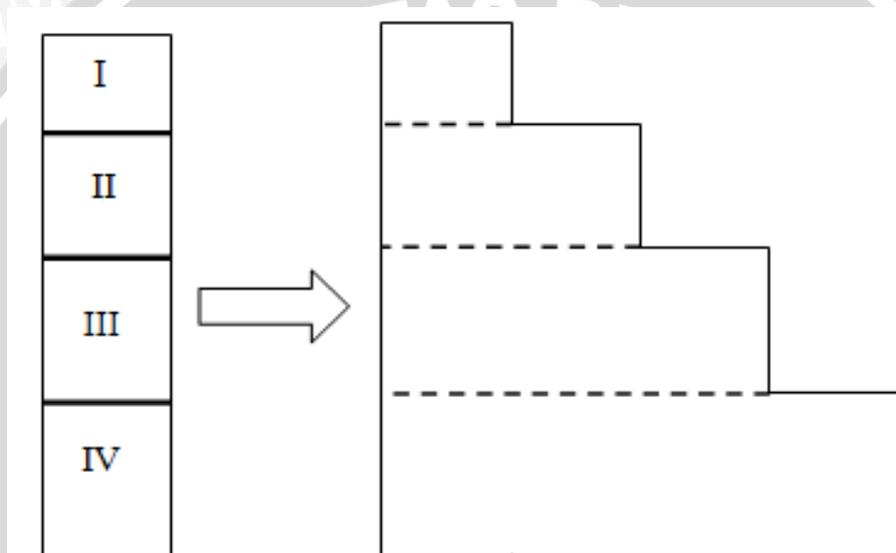
Pengukuran ketinggian tempat pengambilan contoh tanah menggunakan GPS dan juga didukung dengan keterangan dari peta elevasi yang sebelumnya telah dibuat.

3.3.5 Pengambilan Contoh Tanah

Pengambilan contoh tanah di lapang merupakan tahapan pengumpulan data primer. Pengambilan contoh tanah dilakukan dengan menggunakan metode pengambilan contoh tanah utuh (ring) dan tidak utuh pada berbagai horison tanah berdasarkan kedalaman perakaran untuk tipe penggunaan lahan tanaman semusim atau tahunan. Pengambilan contoh tanah pada tipe tutupan lahan tanaman semusim dilakukan pada masing-masing horison sampai kedalaman 50 cm,

sedangkan pada tanaman tahunan sampai kedalaman 120 cm (Team Nuffic, 1984).

Pengambilan contoh tanah berupa contoh tanah utuh dan tidak utuh masing-masing dilakukan tiga kali ulangan. Pengambilan contoh tanah utuh digunakan untuk analisis berat isi, sebaran pori, dan lengas tanah (pF 0 dan pF 2,54). Sedangkan pengambilan contoh tanah tidak utuh digunakan untuk analisis bahan organik, kemantapan agregat, tekstur dan lengas tanah (pF 4,2). Sketsa pengambilan contoh tanah pada profil disajikan pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Sketsa Pembuatan Profil Tanah untuk Pengambilan Contoh Tanah

Pada Gambar 5 menerangkan skema pembuatan profil tanah untuk pengambilan contoh tanah per horisonnya. Pada awalnya, dilakukan deskripsi tanah untuk penentuan batas-batas horison tanah. Selanjutnya, profil tanah yang telah ditentukan batas horisonnya dibuat seperti alur tangga sesuai dengan batas horison. Pengambilan contoh tanah dilakukan dari horison terbawah kemudian dilanjutkan dengan horison yang ada di atasnya. Hal ini bertujuan untuk menjaga penampang tanah agar tidak terkontaminasi atau rusak.

3.3.6 Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Jurusan Tanah FP UB. Macam dan metode analisa sifat kimia dan fisik tanah tersaji pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Macam dan Metode Analisis Contoh Tanah

Lapisan	Variabel Pengamatan	Satuan	Metode
Seluruh Lapisan	Analisa Sifat Kimia Tanah		
	C-Organik	%	Walkey & Black
	Analisa Sifat Fisika Tanah		
	Berat Isi	g cm ⁻³	Silinder
	Tekstur	%	Kualitatif
	Kemantapan Agregat	tetes	Villensky
	Sebaran Pori	mm	Ayakan Basah
	Lengas tanah	cm ³ cm ⁻³	Kurva pF
			Gravimetrik

3.3.7 Analisis Data

Analisis data secara statistik yang digunakan adalah analisis korelasi dan regresi (sederhana dan berganda). Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan antar parameter yang dinyatakan dengan koefisien korelasi (r). Sedangkan analisis regresi untuk mengetahui pengaruh sebab akibat antar parameter. Koefisien determinasi (R²) menyatakan berapa persen keragaman data yang bisa dijelaskan oleh variabel x. Analisis korelasi dan regresi menggunakan Genstat Discovery Edition 4 dan Microsoft Office Excel 2007.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Lahan

4.1.1 Karakteristik Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di desa Bendosari kecamatan Pujon kabupaten Malang. Wilayah ini berada pada suatu kawasan vulkanik yang dikelilingi oleh G. Kawi dan G. Butak. Menurut Team Nuffic (1984), G. Kawi (2631 mdpl) dan G. Butak (2868 mdpl) terletak pada suatu sesar (patahan dalam pembentukan batuan yang disebabkan oleh pergerakan kulit bumi) kecil yang membujur ke arah utara-selatan. Kompleks yang bertipe *strato-volcano* ini terdiri dari campuran lapisan-lapisan batuan andesitik, bresia, aglomerat dan *tuff* (bahan lahar dan piroklastik yang mengeras) serta abu yang saling tumpang tindih. Meskipun kedua gunung berapi tersebut dianggap tidak aktif lagi, G. Butak diduga berumur lebih muda dibandingkan dengan G. Kawi. Gunung Kawi mempunyai kepundan yang dalam, berbentuk sempurna yang terbuka ke arah barat daya sebagai akibat dari runtuhnya tepi kepundan. Tanah-tanah yang berkembang pada lokasi penelitian hanya berasal dari material letusan G. Kawi.

Mohr dan Schuylenborgh (1972) beranggapan bahwa, di daerah vulkanik seperti Jawa penyebaran jenis tanah dipengaruhi oleh umur dari bahan vulkanik tersebut serta letak ketinggian dari muka laut. Di daerah humid, abu vulkanik cepat melapuk membentuk alofan yaitu aluminium silika amorf yang membentuk kompleks dengan bahan organik. Penelitian yang dilakukan oleh Santoso (1997) menunjukkan adanya kandungan mineral alofan pada tanah-tanah di lereng timur G. Kawi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan alofan pada lokasi ini sudah berkembang dan dominasi kandungan alofan berada pada lapisan bawah. Berdasarkan penelitian tersebut, maka kemungkinan besar mineral alofan juga terdapat pada lereng utara G. Kawi.

Pada masing-masing lokasi pengamatan mempunyai karakteristik lahan yang berbeda meliputi ketinggian, kelerengan, penggunaan dan tutupan lahan. Karakteristik lahan pada masing-masing lokasi pengamatan tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik Lahan Lokasi Penelitian

Lokasi	Seri	Ketinggian (mdpl)	Lereng (%)	Penggunaan Lahan	Tutupan Lahan	Penutupan Lahan (%)
KK 14	Gunung Butak	2150	35	Hutan	Cemara, Rumput Gajah	62
KK 11	Coban Rondo	1610	35	Hutan	Cemara, Rumput Gajah	52
KK 23	Sebaluh	1195	26	Tegalan	Kubis, Jagung, Pinus, Rumput Gajah, Pisang	46
KK 1	Kraantje Lek	1149	14	Tegalan	Cabai, Sawi, Jagung, Wortel, Singkong	37
KK 4	Tawang Sari	1061	5	Sawah	Cabai, Kubis, Wortel (Padi)	34

Ketinggian lokasi pengamatan bervariasi antara 1061-2150 mdpl. Ketinggian terendah pada lokasi KK 4 dan tertinggi pada KK 14. Karena lokasi penelitian didasarkan pada topografi maka terdapat variasi nilai ketinggian yang semakin menurun dari KK 14 sampai KK 4. Kriteria kelas kelerengan pada lokasi pengamatan termasuk dalam kelas landai, agak miring, miring berbukit dan agak curam. Variasi kelas kelerengan ini berpengaruh terhadap jenis penggunaan lahan pada masing-masing lokasi pengamatan. Lokasi KK 14 dan 11 yang termasuk dalam kelas kelerengan agak curam dengan kemiringan lereng sebesar 35% mempunyai penggunaan lahan berupa hutan. Pada Lokasi KK 23 dengan kemiringan lereng 26% yang termasuk dalam kelas lereng miring berbukit mempunyai penggunaan lahan berupa tegalan. Pada lokasi ini terdapat kombinasi antara tanaman tahunan dengan tanaman semusim. Pembudidayaan tanaman semusim yang dilakukan hanya pada luasan yang kecil, sedangkan pada lokasi ini didominasi oleh pinus dan rumput gajah. Sedangkan pada lokasi KK 1 dan 4 termasuk dalam kawasan lahan pertanian dengan penggunaan lahan berupa tegalan dan sawah. Hal ini didukung oleh kondisi lereng dengan kemiringan 14% dan 5%, sehingga masih sesuai untuk dilakukan pengelolaan lahan.

Perbedaan tipe penggunaan lahan pada masing-masing lokasi pengamatan menunjukkan adanya perbedaan daya dukung lahan. Pada Gambar 6, 7, 8, 9 dan

10 di bawah ini merupakan dokumentasi kondisi penggunaan dan tutupan lahan pada masing-masing lokasi.



Gambar 6. Lokasi KK 14 (Hutan Cemara)



Gambar 7. Lokasi KK 11 (Hutan Cemara)



Gambar 8. Lokasi KK 23 (Tegalan)



Gambar 9. Lokasi KK 1 (Tegalan)



Gambar 10. Lokasi KK 4 (Sawah)

Pada lokasi pengamatan terjadi suatu gradasi penggunaan dan tutupan lahan dari lokasi KK 14 sampai KK 4. Secara umum, gradasi penggunaan lahan yang terbentuk dari lokasi paling atas sampai bawah berupa hutan-tegalan-sawah. Perbedaan penggunaan lahan maupun tutupan lahan pada masing-masing lokasi pengamatan menunjukkan adanya campur tangan manusia dalam upaya pengelolaan lahan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Upaya pengelolaan lahan merupakan suatu usaha manipulasi tanah secara mekanis agar sesuai untuk perkembangan tanaman (Utomo dan Soelistyari, 1988). Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap potensi maupun kemampuan lahan dalam mendukung suatu tipe penggunaan adalah iklim, relief, tanah, hidrologi dan vegetasi (FAO, 1975 dalam Arsyad, 1989). Selanjutnya, potensi dan kemampuan lahan juga dicerminkan dengan jenis tanaman yang dapat tumbuh pada spesifik lokasi. Jika dicermati pada kondisi umum lokasi pengamatan, tingkat keintensifan pengelolaan tertinggi pada KK 4 (Gambar 10) yang selanjutnya KK 1 (Gambar 9) dan semakin menurun di KK 23 (Gambar 8). Pada KK 11 (Gambar 7) dan KK 14 (Gambar 6) tidak ada upaya pengelolaan yang dilakukan oleh manusia. Perbedaan tingkat keintensifan pengelolaan yang dilakukan selain dikarenakan oleh daya dukung lahan, juga didukung oleh kemudahan akses bagi kegiatan manusia.

Dampak yang ditimbulkan dengan adanya perbedaan penggunaan lahan dan tingkat pengelolaan yang dilakukan adalah penutupan lahan oleh vegetasi. Pada lokasi KK 4 dan 1 dilakukan pengelolaan yang intensif, hal ini dikarenakan jenis tanaman yang dibudidayakan adalah tanaman pangan dan hortikultura. Kedua jenis tanaman ini merupakan tanaman semusim, sehingga secara periodik tutupan lahan yang terbentuk akan cepat berubah. Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan kualitas lahan jika tidak dilakukan suatu upaya pengelolaan lahan yang lebih bijaksana. Karena lahan yang terbuka akan semakin rentan terhadap pukulan air hujan yang nantinya dapat menimbulkan erosi, pemadatan, pencucian dan lain-lain. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Liu *et al.* (2005) bahwa, tutupan lahan (*cover crop*) berpengaruh terhadap kemantapan agregat tanah, total c-organik dan polisakarida. Perbedaan penutupan lahan antara tanaman tahunan dengan semusim membuktikan bahwa pada semua jenis *cover crop* dapat

meningkatkan jumlah polisakarida, namun hanya pada tanaman tahunan yang dapat meningkatkan kemantapan agregat sebesar 2 mm menjadi 6 mm (Indeks DMR) dalam satu tahun. Masukan c-organik di dalam tanah sebagian besar dihasilkan dari aktivitas perakaran tanaman, namun total c-organik di dalam tanah tidak berpengaruh langsung terhadap peningkatan kemantapan agregat.

Pada persentase penutupan lahan oleh tanaman bawah dan seresah, lokasi KK 14 memiliki rata-rata persentase penutupan tertinggi yaitu 62%, KK 11 sebesar 52%, kemudian diikuti oleh KK 23 sebesar 46%, KK 1 sebesar 37% dan terendah pada KK 4 sebesar 34%. Pada lokasi KK 14 dan KK 11 mempunyai nilai persentase tinggi ($> 50\%$) dikarenakan lokasinya berupa hutan dengan tutupan semak yang sangat rapat. Sedangkan pada KK 23 terdapat kombinasi antara sistem penanaman semusim dan tahunan, sehingga untuk penutupan lahan lebih tinggi jika dibandingkan KK 1 dan 4. Penutupan lahan di lokasi KK 1 lebih tinggi dibandingkan KK 4 dikarenakan KK 4 pada kondisi bera, sehingga hanya sedikit tanaman yang tersisa setelah dilakukan pemanenan, sedangkan pada KK 1 masih terdapat tanaman semusim yang belum dipanen seperti cabai dan jagung.

Peran penutupan tanah oleh vegetasi maupun seresah tidak hanya dalam intersepsi air hujan yang dapat melindungi permukaan tanah dari gaya perusak air hujan, melainkan juga menyumbang sumber bahan organik ke dalam tanah sehingga akan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Semakin tinggi persentase penutupan tanah maka permukaan tanah semakin terlindungi, sehingga dimungkinkan air yang diserap ke dalam tanah semakin besar dan juga siklus bahan organik berlangsung secara terus menerus. Noordwijk *et al.* (2004) mengemukakan bahwa, tutupan lahan terutama pohon berpengaruh terhadap fungsi hidrologi. Pada sistem agroforestri yang mempunyai tutupan lahan hampir sama dengan hutan menunjukkan dengan semakin padatnya penutupan menyebabkan peningkatan terhadap serapan air, sehingga fungsi hidrologi dalam satu kawasan DAS dapat terjaga.

4.1.2 Sifat Fisik dan Kimia Tanah Lokasi Penelitian

Sifat fisik dan kimia tanah pada lokasi penelitian yang diuraikan pada pembahasan ini meliputi, tekstur, kemantapan agregat, berat isi, c-organik, bahan organik dan sebaran pori. Faktor-faktor tersebut yang diduga mempengaruhi lengas tersedia dalam tanah. Kedalaman pengamatan tanah yang dilakukan berbeda untuk masing-masing lokasi, hal ini disesuaikan dengan tipe penggunaan lahan berupa tanaman semusim atau tahunan. Data mengenai sifat fisik dan kimia tanah pada lokasi penelitian tercantum pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5, terlihat terjadi perubahan sifat fisik tanah dalam satu barisan topografi mulai dari lokasi pengamatan paling atas (KK 14) sampai paling bawah (KK 4). Semakin menurun lokasi pengamatan menunjukkan sifat-sifat yang mencirikan Andisols semakin berkurang. Pada KK 14, 11 dan 23 menunjukkan ciri-ciri sifat Andik, sedangkan pada KK 1 sifat tersebut semakin berkurang dan sudah tidak ada karakteristik sifat Andik pada KK 4. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Team Nuffic (1984), tanah yang berkembang di lokasi penelitian adalah Andisols. Hal ini dikarenakan bahan penyusun tanah pada lokasi penelitian hanya berasal dari aktifitas vulkanik G. Kawi sejak masa lampau. Berdasarkan Soil Survey Staff (1998), sifat tanah andik dicirikan oleh kandungan c-organik kurang dari 25% (berat) dan memenuhi persyaratan untuk fraksi tanah halus ($< 2 \text{ mm}$) sebagai berikut :

- (a) Jumlah $\text{Al} + \frac{1}{2}\text{Fe}$ (ekstrak amonium oksalat masam) adalah 2% atau lebih, dan
- (b) Bobot isi (33 kPa) adalah $0,90 \text{ g cm}^{-3}$ atau kurang, dan
- (c) Retensi fosfat 85% atau lebih.

Dari beberapa persyaratan tersebut, yang terpenuhi pada karakteristik tanah lokasi penelitian adalah nilai c-organik sebesar 0,79% – 5,03% dan berat isi sebesar $0,439 \text{ g cm}^{-3}$ – $0,999 \text{ g cm}^{-3}$ (KK 14, 11, 23 dan 1).

Tabel 5. Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Lokasi Penelitian

LOKASI	Horison	Kedalaman (cm)	Tekstur				Kemantapan agregat		Berat isi (g/cm ³)	C-organik (%)	BO (%)	Sebaran Pori (%)		
			% Pasir	% Debu	% Liat	Kelas Tekstur	Ayakan Basah (Indeks DMR) (mm)	Villensky (Tetes)				Makro	Meso	Mikro
KK 14	A	0-34	20	70	10	Lempung Berdebu	4,511	> 600	0,748	3,54	6,21	42,92	19,88	15,66
	AB	34-71	25	65	10	Lempung Berdebu	3,671	> 600	0,653	3,28	5,65	31,26	14,06	24,72
	BA	71-98	10	65	25	Lempung Berdebu	3,878	> 600	0,584	2,95	4,48	42,82	25,58	21,59
	Bw1	98-113	10	70	20	Lempung Berdebu	3,259	> 600	0,439	3,78	6,47	29,07	18,09	25,61
	Bw2	113-141	10	65	25	Lempung Berdebu	3,183	> 600	0,472	2,88	5,29	33,13	17,25	33,52
KK 11	A	0-29	30	55	15	Lempung Berdebu	4,062	> 600	0,630	3,84	5,61	34,09	15,77	28,89
	AB	29-73	25	60	15	Lempung Berdebu	3,815	> 600	0,735	4,68	8,25	40,49	10,35	25,21
	Bw1	73-95	15	75	10	Lempung Berdebu	3,053	> 600	0,602	5,03	8,67	39,56	14,80	27,73
	Bw2	95-150	10	80	10	Lempung Berdebu	2,440	> 600	0,523	5,47	9,48	30,07	19,30	25,48
KK 23	A	0-43	30	55	15	Lempung Berdebu	3,758	352	0,885	3,86	7,03	63,54	18,73	12,79
	AB	43-66	15	60	25	Lempung Berdebu	3,861	339	0,689	4,10	7,51	30,59	17,33	19,19
	BA	66-100	25	55	20	Lempung Berdebu	3,985	356	0,855	1,65	2,52	32,91	21,48	15,66
	Bw	100-124	35	40	25	Lempung	4,317	349	0,999	1,38	2,56	29,10	17,83	16,22
KK 1	Ap	0-20	45	35	20	Lempung	3,142	11	0,858	1,34	2,08	35,52	8,94	24,86
	Bw1	20-39	45	30	25	Lempung	1,352	10	0,684	0,79	1,56	30,37	14,14	26,38
	Bw2	39-76	40	35	25	Lempung	3,498	31	0,825	2,59	4,11	43,36	23,54	33,79
KK 4	Ap	0-30	30	35	35	Lempung Berliat	1,469	33	1,240	1,59	2,97	26,22	12,74	24,25
	Bw	30-51	25	35	40	Lempung Berliat	1,226	31	1,264	1,50	2,88	9,87	15,10	6,56

Keterangan : Penentuan batas dan nama horison dilakukan oleh Aditya Nugraha Putra.

Selain dicirikan oleh nilai c-organik dan berat isi, pedogenesis Andisols yang berupa melanisasi dan proses pembentukan padasan terlihat pada tanah-tanah di lokasi penelitian. Melanisasi terlihat pada warna hitam yang terbentuk di lapisan atas tanah, sedangkan proses pembentukan padasan terlihat pada lapisan bawah tanah yang lebih padat jika dibandingkan lapisan atasnya.

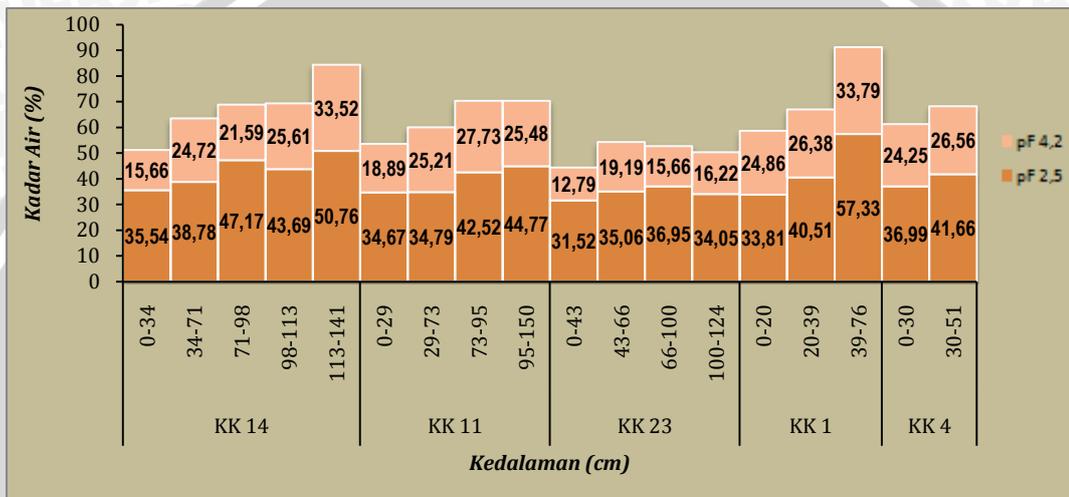
Sifat fisik tanah yang diamati pada lokasi penelitian meliputi tekstur, kemantapan agregat, berat isi dan sebaran pori. Tekstur tanah pada lokasi penelitian secara umum mempunyai fraksi debu yang tinggi terutama pada tiga lokasi teratas yaitu KK 14, 11 dan 23. Ketiga lokasi tersebut bertekstur lempung berdebu, sedangkan pada KK 1 dan 4 terjadi penurunan fraksi debu dan peningkatan fraksi liat, sehingga kelas tekstur yang terbentuk adalah lempung dan lempung berliat. Kemantapan agregat pada semua lokasi penelitian termasuk dalam kelas yang stabil bahkan sangat stabil, hal ini sebanding dengan nilai persen bahan organik yang tinggi. Alexander (1977) mengemukakan bahwa, salah satu peran penting bahan organik adalah dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah. Selain itu, dengan adanya bahan organik di dalam tanah dapat menjadi stimulan aktivitas mikroorganisme dan selanjutnya dapat meningkatkan stabilitas agregat melalui produksi polisakarida, hifa-hifa dsb. Sebaran pori-pori tanah yang meliputi pori mikro, meso dan makro pada lokasi penelitian mempunyai nilai yang tinggi. Porositas tanah yang tinggi terbentuk sebagai akibat rendahnya berat isi tanah per satuan volume dan tingginya bahan organik yang ada di dalam tanah. Pada Tabel 5 menunjukkan berat isi tanah sebagian besar bernilai $\leq 0,9 \text{ g cm}^{-3}$, hanya satu lokasi saja yang mempunyai nilai berat isi $> 0,9 \text{ g cm}^{-3}$ yaitu KK 4. Tingginya porositas tanah pada lokasi penelitian juga dimungkinkan disebabkan oleh keberadaan mineral alofan yang mempunyai luas permukaan besar.

4.2 Karakteristik Lengas Tersedia

Pengamatan kondisi lengas tersedia dilakukan pada pF 2,54 dan pF 4,2. Kadar air tanah antara pF 2,54 dengan pF 4,2 merupakan lengas tersedia. Pengukuran kedua pF ini didasarkan pada tegangan tertentu sehingga air dalam tanah nantinya akan mencapai pada kondisi yang dikehendaki, kadar air mencapai

kapasitas lapang ketika diberi tegangan $\frac{1}{3}$ bar (pF 2,54) dan mencapai titik layu permanen pada tegangan 15 bar (pF 4,2).

Hasil perhitungan kadar air menunjukkan bahwa pada pF 2,54 selalu lebih besar dibandingkan dengan pF 4,2, sehingga semakin jelas bahwa semakin tinggi tegangan yang diberikan maka semakin rendah kadar air yang tersisa di dalam tanah. Pada Gambar 11 di bawah ini merupakan persentase lengas tersedia pada berbagai kedalaman di lokasi penelitian.



Gambar 11. Lengas Tersedia pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian

Kadar air kondisi kapasitas lapang (pF 2,54) merupakan kadar air yang tersimpan di dalam tanah setelah hilangnya air gravitasi ketika kondisi jenuh, yang berupa air kapiler. Air kapiler merupakan air maksimal yang dapat ditahan oleh tanah dari gaya gravitasi. Besarnya kadar air terendah yang tersimpan ketika kapasitas lapang adalah 31,52% dan tertinggi sebesar 57,33%. Persentase kadar air tersebut menunjukkan bahwa kapasitas tanah dalam menahan dan menyimpan air cukup tinggi. Secara keseluruhan, besarnya simpanan kadar air pada pF 2,54 di masing-masing lokasi mengalami tren semakin dalam kedalaman, semakin meningkat kadar air pada kapasitas lapang. Peningkatan yang signifikan terjadi pada KK 1, sedangkan peningkatan kadar air yang tidak signifikan terjadi pada KK 23.

Kadar air pada pF 4,2 menunjukkan kadar air pada kondisi titik layu permanen. Pada kondisi ini merupakan lengas tersedia di dalam tanah pada titik terbawah untuk bisa diserap tanaman. Kadar air tertinggi yang tersedia ketika kondisi titik layu permanen sebesar 33,79% pada KK 1 dan terendah pada KK 23 sebesar 12,79%. Kadar air pada pF 4,2 sangat bervariasi besarnya pada setiap kedalaman, namun secara umum persentase kadar air semakin meningkat seiring dengan peningkatan kedalaman tanah.

Besarnya kadar air pada pF 2,54 dan pF 4,2 dipengaruhi langsung oleh sebaran pori-pori tanah. Pembentukan pori-pori tanah dipengaruhi oleh partikel dan struktur tanah. Partikel tanah yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan pori-pori yang ditempati oleh air kapiler adalah debu dan liat. Kedua partikel ini mempunyai luas permukaan yang tinggi sehingga akan membentuk ruang pori meso dan mikro yang seragam. Semakin meningkat porositas tanah maka berat isi tanah justru semakin rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian Nurmi *et al.* (2009) yang menunjukkan peningkatan porositas tanah sebesar 63% diimbangi dengan penurunan nilai berat isi tanah sebesar $0,989 \text{ g cm}^{-3}$ dan ketika porositas tanah sebesar 61%, nilai berat isi tanah lebih tinggi yakni $1,057 \text{ g cm}^{-3}$. Nilai berat isi tanah berbanding terbalik dengan ruang pori tanah karena nilai berat isi yang tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut lebih padat dibandingkan dengan tanah yang berat isinya lebih rendah. Pengaruh struktur terhadap pembentukan pori-pori tanah adalah kestabilan agregat yang nantinya berperan dalam penyusunan kerangka ruang pori.

Keberadaan bahan organik tanah selain dapat memperbaiki agregasi tanah, ternyata mempunyai kemampuan yang cukup tinggi untuk mengisap dan memegang air karena bersifat *hidrofilik*, sehingga dapat terjadi peningkatan pori air tersedia (Stevenson, 1997). Kemampuan bahan organik untuk menyerap air mencapai dua sampai empat kali dari bobotnya. Penelitian peran bahan organik terkait perbaikan sifat fisik tanah telah banyak dilakukan. Menurut Low dan Piper (1973) dalam Sugito, Yulia dan Ellis (1995), pemberian pupuk kandang sebanyak 75 ton ha^{-1} per tahun selama 6 tahun berturut-turut dapat meningkatkan 4% porositas tanah, 14,5% volume udara tanah pada kapasitas lapangan dan 33,3%

bahan organik serta menurunkan kepadatan tanah sebesar 3%. Lebih lanjut Mowidu (2001) mengemukakan bahwa, pemberian 20-30 ton ha⁻¹ bahan organik berpengaruh nyata dalam meningkatkan porositas total tanah, jumlah pori berguna, jumlah pori penyimpanan lengas dan kemantapan agregat serta menurunkan zarah kerapatan bongkah dan permeabilitas.

Pada KK 1 yang merupakan lokasi dengan kadar air pF 2,54 dan pF 4,2 tertinggi serta mempunyai peningkatan kadar air yang signifikan untuk setiap peningkatan kedalaman, ternyata didukung oleh persebaran pori makro, meso dan mikro yang seimbang. Terbentuknya persebaran pori tanah terutama pada horison ketiga dipengaruhi oleh persentase debu dan liat yang seimbang, kematapan agregat yang sangat stabil, berat isi rendah dan kandungan bahan organik yang cukup besar. Sedangkan pada KK 23 (horison 1) merupakan lokasi dengan nilai lengas tersedia terendah (pF 2,54 dan pF 4,2) mempunyai persentase pori meso dan pori mikro yang lebih rendah dibandingkan dengan KK 1 pada horison ketiga. Kondisi ini disebabkan oleh persentase partikel debu yang tiga kali lipat lebih besar dari pada partikel liat, sehingga air yang terikat oleh matriks tanah menjadi lebih sedikit dibandingkan dengan komposisi partikel liat dan debu yang seimbang. Meskipun pada lokasi ini mempunyai kemantapan agregat yang lebih stabil, berat isi sama rendah dan bahan organik lebih besar dibandingkan dengan horison ketiga KK 1, ternyata untuk kemampuan menyimpan air pada pF 2,54 dan pF 4,2 lebih rendah. Hal ini menunjukkan pengaruh partikel liat pada lokasi penelitian lebih besar dibandingkan dengan pengaruh yang diberikan partikel debu, berat isi, kemantapan agregat dan bahan organik.

Lengas tersedia merupakan kisaran kadar air pada kapasitas lapang dan titik layu permanen. Pada kisaran ini, kadar air yang tersimpan dalam tanah masih bisa diserap oleh perakaran tanaman. Pada Gambar 11 menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air pada pF 2,54, semakin rendah kadar air pada pF 4,2, sehingga jumlah total lengas tersedia akan semakin besar. Pada Tabel 6 menunjukkan lengas tersedia dan total lengas tersedia pada masing-masing lokasi.

Tabel 6. Kisaran dan Total Lengas Tersedia pada Lokasi Penelitian

LOKASI	Kedalaman (cm)	KADAR AIR		Total Lengas Tersedia (%)
		pF 2,54 (%)	pF 4,2 (%)	
KK 14	0-34	35,54	15,66	19,88
	34-71	38,78	24,72	14,06
	71-98	47,17	21,59	25,58
	98-113	43,69	25,61	18,08
	113-141	50,76	33,52	17,24
KK 11	0-29	34,67	18,89	15,78
	29-73	34,79	25,21	9,58
	73-95	42,52	27,73	14,79
	95-150	44,77	25,48	19,29
KK 23	0-43	31,52	12,79	18,73
	43-66	35,06	19,19	15,87
	66-100	36,95	15,66	21,29
	100-124	34,05	16,22	17,83
KK 1	0-20	33,81	24,86	8,95
	20-39	40,51	26,38	14,13
	39-76	57,33	33,79	23,54
KK 4	0-30	36,99	24,25	12,74
	30-51	41,66	26,56	15,1

Berdasarkan Tabel 6 di atas, menunjukkan tanah yang mempunyai kadar air pada pF 2,54 yang cukup tinggi, ternyata mempunyai kadar air pada pF 4,2 yang tidak lebih rendah dibandingkan dengan kadar air pF 4,2 pada tanah-tanah yang mempunyai kadar air pF 2,54 lebih kecil. Kondisi ini mengakibatkan total lengas tersedia pada masing-masing horison disetiap lokasi tidak berbeda jauh selisihnya. Total lengas tersedia pada semua lokasi berada pada kisaran 8,95% – 25,58%. Namun, ketika dicermati pada setiap horison di masing-masing lokasi, selisih total lengas tersedia yang tersimpan tidak lebih dari 10%. Hal ini sesuai dengan perbedaan jumlah pori meso dan mikro antar horison yang juga tidak begitu besar.

Total lengas tersedia tertinggi terdapat pada horison ketiga KK 14 dan terendah pada horison pertama KK 1. Perbedaan besarnya total lengas tersedia antar lokasi tentu saja dipengaruhi oleh suatu faktor. Soepardi (1983) mengemukakan bahwa, besar kecilnya lengas tersedia dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

- 1) Hisapan Matriks dan Osmotik
- 2) Kedalaman Tanah
- 3) Pelapisan Tanah.

Dari ketiga faktor tersebut, yang mempengaruhi lengas tersedia pada lokasi penelitian adalah hisapan matriks dan kedalaman tanah, sedangkan untuk pelapisan tanah tidak terbentuk pada lokasi penelitian.

Pengaruh hisapan matriks tanah terhadap jumlah lengas tersedia ditentukan oleh tekstur, struktur dan bahan organik. Pada horison ketiga KK 14 mempunyai jumlah partikel debu dan liat yang lebih tinggi dibandingkan dengan horison pertama KK 1, sehingga penyerapan dan penyimpan air dalam tanah juga jauh lebih tinggi. Partikel debu dan liat merupakan dua partikel penyusun tekstur tanah yang mempunyai luas permukaan yang besar, sehingga air yang terikat oleh matriks tanah semakin banyak. Selain itu, kedua partikel ini juga berpengaruh terhadap pembentukan pori-pori tanah yang berukuran lebih kecil dari pori makro dan seragam serta jumlah yang banyak. Oleh sebab itu, porositas tanah yang terbentuk pada horison ketiga KK 14 lebih besar dibandingkan dengan horison pertama KK 1. Tingkat kemantapan agregat pada kedua lokasi ini termasuk dalam kategori sangat stabil sekali, sehingga pengaruhnya sama besar dalam hal pembentukan susunan ruangan pori antar *ped*. Persentase bahan organik di kedua lokasi berbeda, pada horison ketiga KK 14 mempunyai persentase bahan organik sebesar dua kali lipat dibandingkan dengan KK 1 horison pertama. Peran bahan organik disini selain memperbaiki proses agregasi tanah, peningkatan porositas tanah dan penurunan berat isi juga meningkatkan penyerapan lengas tersedia di dalam tanah. Selain itu, karena lokasi penelitian merupakan tanah-tanah yang berkembang dari aktivitas vulkanik, maka di beberapa titik pengamatan diduga terdapat mineral alofan yang menyebabkan jumlah ruang pori menjadi tinggi dan secara dinamis akan terisi oleh air dan udara. Jumlah mineral alofan mengalami penurunan seiring dengan semakin bawahnya lokasi penelitian.

Pada beberapa faktor yang mempengaruhi lengas tersedia seperti persentase partikel pasir, debu, dan liat, kemantapan agregat, berat isi, persentase bahan organik, persentase sebaran pori makro, meso dan mikro yang nilai kuantitatifnya tidak berbeda nyata, maka faktor lain yang memungkinkan berpengaruh adalah kedalaman tanah yang ditembus akar. Tanah-tanah yang memiliki solum dalam mempunyai lengas tersedia lebih besar dibandingkan

dengan tanah-tanah bersolum dangkal (Soepardi, 1983). Pada seluruh titik pengamatan pada lokasi penelitian mempunyai solum yang dalam, hanya saja pengamatan kedalaman disetiap lokasi berbeda-beda. Perbedaan kedalaman ini disesuaikan dengan kedalaman perakaran vegetasi di atasnya.

Secara umum, jumlah lengas tersedia pada penggunaan lahan tegalan dan sawah dengan tutupan berupa tanaman semusim lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan lahan hutan. *Land cover* pada penggunaan lahan hutan adalah tanaman tahunan (cemara) dan rumput gajah. Perbedaan tipe tutupan lahan mempengaruhi besarnya serapan air dan simpanan air. Noordwijk *et al.* (2004) mengemukakan bahwa, tutupan lahan terutama pohon berpengaruh terhadap fungsi hidrologi melalui : (a) intersepsi air hujan, (b) daya pukul air hujan, (c) infiltrasi air, (d) serapan air dan (e) drainase lansekap. Pada sistem agroforestri yang mempunyai tutupan lahan hampir sama dengan hutan menunjukkan dengan semakin padatnya penutupan menyebabkan peningkatan terhadap serapan air, sehingga fungsi hidrologi dalam satu kawasan DAS dapat terjaga. Sebaliknya, jika persentase penutupan lahan sangat rendah terutama dengan semakin sedikitnya jumlah pohon, mengakibatkan permukaan tanah cenderung lebih terbuka sehingga semakin rentan terhadap gempuran air hujan. Akibatnya, tanah dimungkinkan menjadi padat dan selanjutnya air yang meresap ke dalam tanah sedikit. Selain itu, masukan sumber bahan organik ke dalam tanah juga sangat rendah. Oleh sebab itu, untuk mengelola ketersediaan air pada tegalan dan sawah agar air tetap tersedia bagi tanaman adalah,

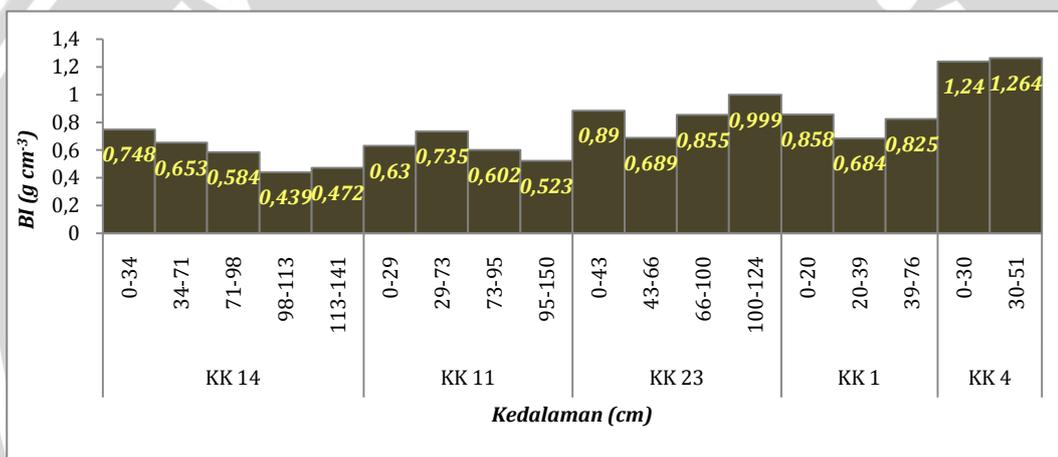
1. Membudidayakan tanaman yang toleran terhadap kekurangan air
2. Mengatur pola tanam pada lahan
3. Mengaplikasikan sistem irigasi.

Ketiga upaya pengelolaan tersebut sangat sesuai dengan kondisi lahan dan sosial ekonomi masyarakat pada lokasi penelitian. Pemilihan tindakan pengelolaan yang dilakukan terutama disesuaikan dengan karakteristik masing-masing lokasi.

4.3 Kondisi Lengas Tersedia dengan Faktor yang Mempengaruhinya

4.3.1 Pengaruh Berat Isi terhadap Lengas Tersedia

Berat isi tanah menunjukkan perbandingan antara massa tanah dengan volume tanah. Dari perbandingan kedua hal tersebut dapat diketahui besarnya pori-pori tanah, sehingga selanjutnya seberapa besar kemampuan tanah dalam menyimpan air juga dapat diketahui. Menurut Koenig (2003), tingginya nilai berat isi tanah akan sangat berpengaruh pada kuantitas simpanan air. Selain itu, ruang pori yang terisi oleh padatan tanah secara tidak langsung juga berpengaruh terhadap terhambatnya pertumbuhan tanaman karena proses penetrasi akar untuk mencari unsur hara maupun air terhambat. Pada Gambar 12 di bawah ini menunjukkan nilai berat isi pada berbagai kedalaman di lokasi pengamatan.



Gambar 12. Nilai Berat Isi Tanah pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian

Dari lima lokasi pengamatan, keempat lokasi yaitu KK 14, 11, 23 dan 1 mempunyai berat isi sebesar 0,5 – 0,9 g cm⁻³. Sedangkan nilai berat isi pada KK 4 sebesar > 0,9 g cm⁻³ yaitu 1,2 g cm⁻³. Berat isi tanah menunjukkan terjadinya pemadatan pada suatu tanah, semakin tinggi nilai berat isi berarti tanah tersebut semakin padat (Hardjowigeno, 2007), sehingga tanah akan semakin sulit meneruskan air. Kemampuan tanah dalam menghantarkan atau pun menyimpan air dipengaruhi ketersediaan dan ukuran dari pori-pori tanah. Semakin rendah nilai berat isi, maka ruang pori yang berada dalam volume tanah semakin besar dan begitu pula sebaliknya. Pada KK 14, 11, 23 dan 1 mempunyai nilai berat isi

yang rendah, sehingga terbentuk porositas yang tinggi dan pada KK 4 yang mempunyai nilai berat isi lebih tinggi, maka porositasnya lebih rendah.

Lebih lanjut Brady (2002) menyatakan bahwa, tinggi rendahnya berat isi ditentukan oleh banyaknya pori dan padatan tanah. Pemberian bahan organik, besarnya tingkat agregasi, penembusan akar, pemadatan dan pengelolaan tanaman serta tanah merupakan hal-hal yang dapat mempengaruhi berat isi tanah. Pada lokasi KK 14, 11, 23 dan 1 mempunyai berat isi yang rendah yakni $\leq 0,9 \text{ g cm}^{-3}$, sebagai akibat dari kandungan alofan, bahan organik tinggi, tingkat agregasi yang tinggi, dalamnya penumbusan akar dan tingkat pengelolaan yang rendah bahkan di beberapa lokasi tidak dilakukan pengelolaan sama sekali. Namun, pada KK 1 untuk kandungan bahan organik dan tingkat kemantapan agregat tidak sebesar pada KK 14, 11 dan 23 (lihat Tabel 5). Selain itu, pada KK 1 telah dijadikan kawasan budidaya pertanian tanaman semusim, sehingga sepanjang tahun akan dilakukan pengolahan. Pada lokasi ini dimungkinkan masih terdapat mineral alofan dengan komposisi yang lebih sedikit dibandingkan KK 14, 11 dan 23. Parfitt, Saigusa dan Cowic (1984) mengemukakan bahwa, antara bobot isi tanah dengan mineral alofan membentuk hubungan negatif, maksudnya semakin rendah jumlah alofan maka nilai berat isi semakin tinggi. Sebaliknya pada KK 4 mempunyai berat isi lebih tinggi yakni $1,2 \text{ g cm}^{-3}$, disebabkan oleh pemadatan tanah sebagai akibat semakin intensifnya pengolahan yang dilakukan, karena penggunaan lahan pada lokasi ini merupakan sawah. Hal ini diperkuat oleh Logsdon dan Cambardella (2000) yang menyatakan dalam penelitiannya bahwa, tanah dengan pengelolaan intensif dapat menyebabkan pemadatan pada lapisan yang lebih dalam. Dari beberapa lokasi penelitian yang diamati menunjukkan berat isi pada tanah lapisan sebesar $0,9-1,3 \text{ Mg m}^{-3}$ dan pada lapisan yang dibawahnya berkisar $1,2-1,6 \text{ Mg m}^{-3}$. Selain itu, pada lokasi KK 4 menunjukkan adanya penurunan persentase bahan organik dan peningkatan persentase partikel liat yang juga mempengaruhi peningkatan berat isi tanah. Keberadaan mineral alofan pada lokasi ini diduga telah mengalami perkembangan, sehingga sudah tidak ada materinya di dalam tanah.

Berdasarkan analisa regresi, berat isi berpengaruh nyata terhadap lengas tersedia pada lokasi penelitian. Pengaruh positif berat isi tanah terhadap lengas tersedia bermakna setiap terjadi kenaikan nilai berat isi tanah maka kadar lengas tersedia juga mengalami kenaikan. Kenaikan berat isi tanah disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, peningkatan jumlah partikel liat dan terjadi pemadatan tanah. Semakin meningkat berat isi tanah berarti untuk porositas tanah semakin menurun, sehingga ruang untuk tempat air juga semakin sedikit. Namun, dengan hubungan yang positif antara berat isi tanah dengan lengas tersedia dimungkinkan kenaikan berat isi tanah dikarenakan bertambahnya jumlah partikel liat bukan dikarenakan pemadatan tanah akibat pengolahan. Menurut Foth (1994), partikel liat mempunyai luas permukaan paling besar dibandingkan dengan pasir dan debu, sehingga media untuk pengikatan air juga lebih luas. Karena sebagian besar air disimpan sebagai lapisan pada permukaan partikel, maka jumlah liat di dalam tanah mempunyai pengaruh besar terhadap kapasitas penyimpanan air total. Selanjutnya Islami dan Utomo (1995) mengemukakan bahwa, tanah yang tersusun dengan kandungan liat $> 35\%$ maka akan mempunyai porositas tanah yang relatif tinggi (60%), tetapi sebagian besar berupa pori berukuran kecil. Akibatnya, daya hantar air sangat lambat dan sirkulasi udara kurang lancar. Kemampuan tanah dalam menyimpan air dan hara tanaman tinggi. Namun, jika jumlah persentase partikel liat yang menyusun tanah terlalu tinggi bisa menyebabkan air yang berada dalam tanah menjadi tidak tersedia bagi tanaman karena gaya adhesi antara liat dan air lebih kuat dibandingkan dengan gaya isap akar tanaman. Sedangkan peningkatan berat isi tanah yang disebabkan karena adanya pemadatan sebagai akibat pengolahan tanah yang intensif juga mengakibatkan porositas tanah menurun. Saribun (2007) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa, jenis penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap bobot isi, porositas total dan kadar air tanah. Dari ketiga macam penggunaan lahan yaitu tegalan, hutan campuran dan hutan pinus, penggunaan lahan yang mempunyai bobot isi tertinggi serta porositas total dan kadar air tanah terendah adalah Tegalan. Kondisi inilah yang menyebabkan kemampuan tanah dalam menyediakan air tersedia menjadi rendah, karena air akan terikat kuat pada partikel tanah.

Faktor lain yang mempengaruhi berat isi tanah pada lokasi penelitian adalah adanya mineral alofan. Pengaruh mineral alofan berbanding terbalik dengan nilai berat isi tanah, semakin banyak kandungan mineral alofan dalam tanah, nilai berat isi semakin rendah. Menurut Moldrup *et al.* (2003), mineral alofan merupakan mineral yang sangat porous (umumnya total porositas mencapai 60-85%). Kondisi inilah yang menyebabkan redahnya berat isi pada tanah-tanah yang mengandung mineral alofan.

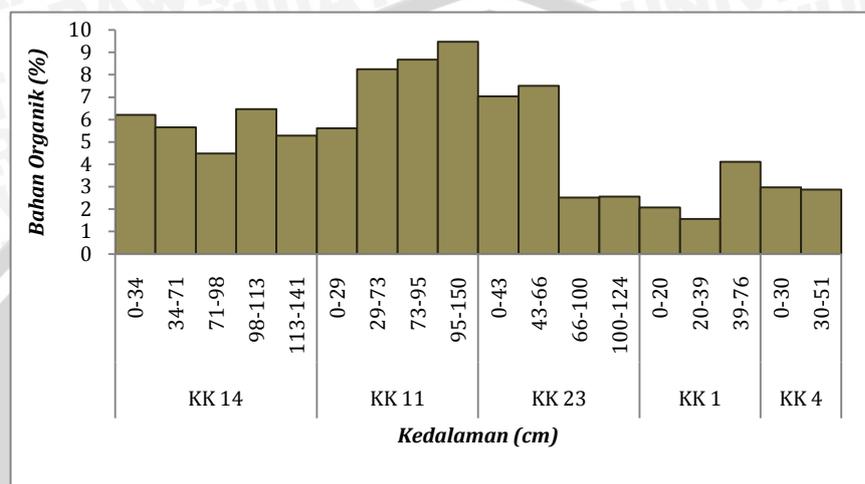
Berdasarkan uraian di atas, dikarenakan partikel penyusun tanah pada lokasi penelitian didominasi oleh partikel debu, maka sangat dimungkinkan terjadi peningkatan partikel liat ketika mengalami perkembangan tanah lebih lanjut. Selain itu, semakin berkurangnya mineral alofan yang terkandung di dalam tanah akibat pelapukan lebih lanjut juga dapat menyebabkan berat isi tanah meningkat. Dengan demikian, kemungkinan terbesar peningkatan nilai berat isi pada lokasi penelitian disebabkan oleh peningkatan jumlah partikel liat dan penurunan jumlah mineral alofan.

4.3.2 Pengaruh Bahan Organik terhadap Lugas Tersedia

Bahan organik dalam tanah memberikan pengaruh yang besar terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahkan pengaruhnya akan jauh lebih besar jika dibandingkan dengan jumlahnya di dalam tanah. Lebih lanjut Alexander (1977) mengemukakan bahwa, bahan organik berperan penting dalam proses pembentukan dan menentukan sifat-sifat tanah. Bahan ini umumnya berperan dalam hal:

- 1) Genesis dan stabilitas struktur tanah
- 2) Meningkatkan kapasitas tukar kation dan daya menahan air tanah
- 3) Mengkelat logam-logam (reaksi kompleks, misalnya dengan Fe, Al, Cu, Zn, Mn dan lain-lain) dan membantu translokasi bahan di dalam solum tanah
- 4) Sumber karbon (C) dan energi bagi mikroorganisme tanah
- 5) Pelarutan mineral-mineral tanah oleh asam-asam organik yang diproduksi melalui proses dekomposisi.

Besarnya bahan organik dapat diketahui dengan menghitung c-organik terlebih dahulu. Bahan organik tersusun dari 1,742 x c-organik, sehingga bahan organik berbanding lurus dengan c-organik. Gambar 13 di bawah ini menunjukkan perbandingan nilai bahan organik pada berbagai kedalaman di lokasi penelitian.



Gambar 13. Nilai Bahan Organik pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian

Secara umum, besarnya c-organik (tersaji pada Tabel 5) pada lokasi penelitian sangat bervariasi mulai dari kriteria sangat rendah sampai sangat tinggi (lihat Lampiran 8). Persentase bahan organik pada lokasi pengamatan tertinggi mencapai 9,48% dan terendah sebesar 1,56%. Keberadaan bahan organik dalam tanah dipengaruhi oleh sumber bahan organik yang berupa jaringan tanaman dan biota tanah. Jasad mikro yang berperan sebagai pengurai sumber bahan organik juga sangat menentukan ketersediaan bahan organik dalam tanah. Karakteristik bahan organik di dalam tanah dipengaruhi oleh jenis pengolahan yang dilakukan. Ding *et al.* (2002) mengemukakan bahwa, manajemen pengolahan yang dilakukan dapat merubah kuantitas maupun kualitas bahan organik tanah. Perubahan ini terjadi sebagai akibat penggunaan bahan-bahan kimia seperti pupuk, pestisida dll. Lebih lanjut dinyatakan dalam penelitian Grandy dan Robertson (2006) bahwa, pengolahan tanah (misal: pembajakan) yang dilakukan secara terus menerus dapat menyebabkan perubahan agregasi dan ketersediaan bahan organik dalam tanah, sehingga terjadi penurunan daya dukung tanah. Oleh sebab itu, penerapan

minimum tillage atau *zero tillage* perlu dilakukan guna mempertahankan agregasi dan ketersediaan bahan organik dalam tanah.

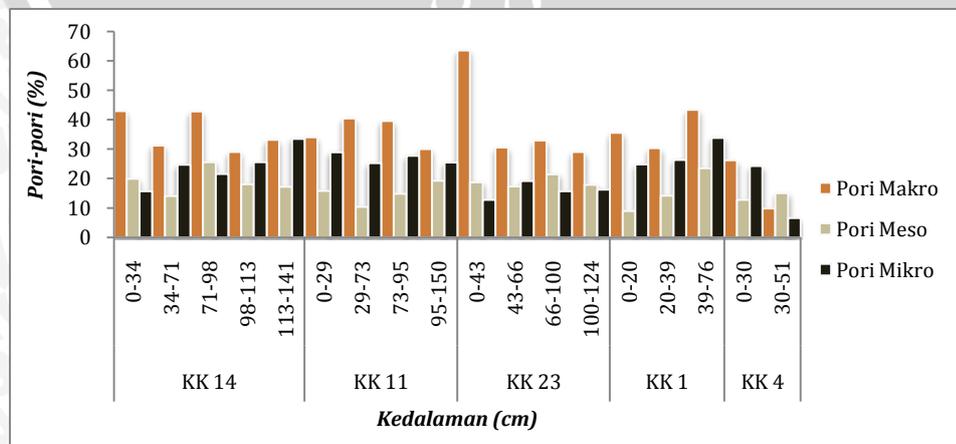
Tingginya persentase bahan organik pada KK 14, 11 dan 23 (horison 1-2) dibandingkan KK 1 dan 4 dikarenakan pada ketiga lokasi ini masih dalam sistem yang tertutup. Maksud dari tertutupnya sistem ini adalah masukan sumber bahan organik terutama dari tanaman masih tinggi jika dibandingkan dengan bahan organik yang keluar dari sistem. Karena minimnya atau bahkan tanpa adanya pengelolaan menyebabkan masukan sisa-sisa tumbuhan ke dalam tanah cukup besar dan berlangsung secara terus. Sistem tertutup yang masih terbentuk pada KK 14, 11 dan 23 terlihat pada sistem penggunaan lahan dan *land cover*. Penggunaan lahan KK 14 dan 11 berupa hutan dengan *land cover* tanaman cemara dan rumput gajah, sedangkan pada KK 23 sebagian area telah ditanami tanaman semusim, hanya saja sebagian besar masih tertutup oleh pinus dan rumput gajah, sehingga siklus bahan organik masih cukup terjaga. Hal ini berbeda pada KK 1 dan 4, kedua lokasi ini merupakan lahan pertanian dengan tutupan tanaman semusim yang tentu saja dilakukan pengelolaan sepanjang tahun dan pengangkutan biomassa tanaman ketika panen. Adanya tindakan penggarapan lahan akan merubah keseimbangan bahan organik yang telah terbentuk sebelumnya (Foth, 1994). Lebih lanjut sistem pengolahan tanah yang dilakukan pada lahan pertanian juga mempercepat pengurusan bahan organik. Pengolahan tanah yang intensif akan menyebabkan kandungan bahan organik semakin rendah dengan meningkatnya oksidasi bahan organik oleh mikroorganisme tanah. Pengolahan tanah yang terus menerus akan mempercepat dekomposisi seresah dan oksidasi bahan organik, sehingga mengurangi kandungan bahan organik dan kestabilan agregat tanah (Rovira dan Greacen, 1957).

Hasil pengujian regresi menunjukkan bahwa bahan organik berpengaruh positif terhadap persentase lengas tersedia dalam tanah. Mekanisme peningkatan lengas tersedia sebagai pengaruh adanya bahan organik dalam tanah melalui peningkatan porositas tanah dengan menurunkan berat volume tanah (Wiskandar, 2002). Bahan organik memberikan pengaruh negatif terhadap berat isi, jadi semakin tinggi kandungan bahan organik maka semakin rendah berat isi tanah

(Arifin, 1994). Tidak hanya dapat meningkatkan porositas tanah, bahan organik juga mempunyai kemampuan menyerap air berkali lipat dari massanya. Kandungan bahan organik di lokasi penelitian relatif tinggi, sehingga memungkinkan dapat meningkatkan ketersediaan air dalam tanah. Selain itu, tanah-tanah pada lokasi penelitian merupakan tanah yang diduga mengandung mineral alofan, sehingga pada proses pedogenesisnya terjadi akumulasi bahan organik yang kemudian berikatan dengan mineral di dalam tanah. Menurut Syarif (1990), tanah yang berkembang dari abu vulkan mempunyai daya menahan air yang sangat tinggi dikarenakan adanya kandungan mineral alofan dalam tanah. Tanah yang mengandung mineral alofan dicirikan dengan berat isi yang rendah, porositas dan kemampuan tanah menahan air yang tinggi. Oleh sebab itu, bahan organik yang terdapat pada lokasi penelitian berpengaruh nyata terhadap kenaikan lengas tersedia.

4.3.3 Pengaruh Sebaran Pori terhadap Lengas Tersedia

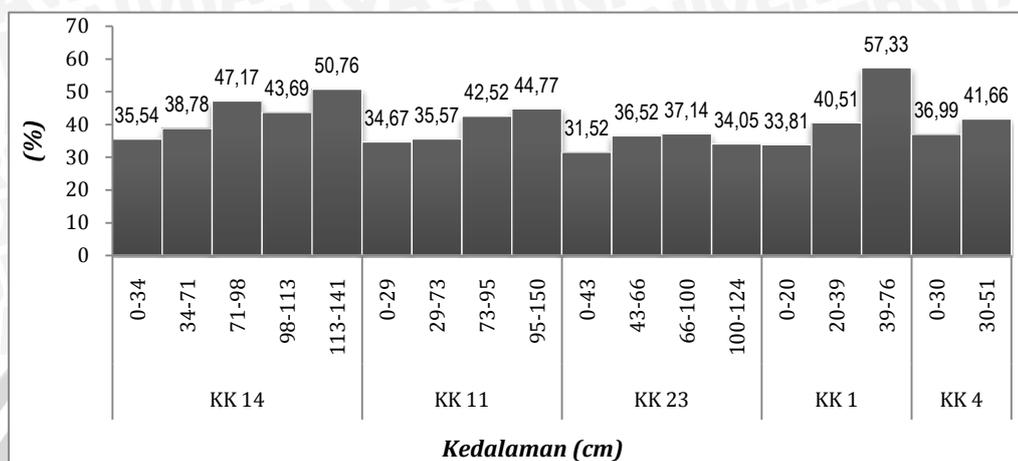
Pori tanah merupakan bagian dari penyusun tanah yang terisi oleh udara dan air. Dalam satu volume tanah, proporsi ideal pori tanah adalah 50% dari volume tanah, namun pada kenyataannya besar jumlah ruang pori sangat bervariasi bisa <50% atau >50%. Kondisi ini ditentukan oleh susunan butir-butir padat tanah. Secara umum pori-pori tanah dibedakan menjadi tiga macam yaitu pori makro, pori meso dan pori mikro. Jika diketahui besarnya masing-masing pori dalam badan tanah, maka dapat diketahui kemampuan tanah dalam menghantarkan dan menahan air. Pada Gambar 14 di bawah ini menunjukkan sebaran pori-pori tanah pada berbagai kedalaman di lokasi penelitian.



Gambar 14. Sebaran Pori Makro, Pori Meso dan Pori Mikro pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian

Pada Gambar 14 terlihat bahwa secara keseluruhan jumlah pori makro lebih besar dibandingkan dengan pori meso dan pori mikro, selanjutnya jumlah dari pori mikro lebih besar dibandingkan dengan pori meso. Namun, tidak seluruh lokasi mempunyai perbandingan yang demikian, di beberapa lokasi jumlah pori makro lebih sedikit dibandingkan dengan pori meso maupun pori mikro dan juga jumlah pori meso lebih banyak jika dibandingkan dengan pori mikro. Adanya perbedaan proporsi dari jumlah pori-pori tanah tentu saja dipengaruhi oleh suatu faktor. Menurut Foth (1994), tekstur dan struktur tanah memberikan pengaruh yang besar terhadap bobot dan ruang pori tanah. Selain kedua faktor ini, bahan organik dan berat isi secara tidak langsung juga mempengaruhi pori-pori tanah. Pada intinya, semua faktor tersebut berpengaruh terhadap pembentukan ruang antar partikel dan antar *ped*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Helmi (2009) membuktikan bahwa, dengan pengaplikasian bahan organik ke dalam tanah menyebabkan perubahan beberapa sifat fisik tanah, diantaranya: berat volume tanah, porositas total, pori air tersedia, indeks stabilitas agregat dan agregasi tanah. Hal ini dikarenakan bahan organik bersifat agak plastis sehingga mampu menjadikan struktur tanah dan agregat tanah lebih mantap serta perbaikan porositas tanah dengan menurunnya berat volume tanah. Selain itu, tipe vegetasi yang tumbuh juga mempengaruhi sebaran pori berkaitan dengan jangkauan perakaran dan sumbangan bahan organik ke dalam tanah. Sedangkan model pengelolaan secara langsung akan berpengaruh terhadap pemadatan atau bahkan kegemburan tanah, sehingga tentu saja sebaran pori juga akan berubah. Nurmi *et al.* (2009) mengemukakan bahwa, porositas total pada sistem penanaman kakao + padi gogo+kedelai (P1) lebih rendah dibandingkan dengan penanaman kakao + *A. pintoi* (P2). Tingginya porositas tanah pada perlakuan P2 disebabkan oleh adanya pembedaan pangkasan *A. pintoi* disekililing piringan kakao sehingga meningkatkan kadar bahan organik tanah dan menjadikan tanah pada petak perlakuan tersebut lebih porous jika dibandingkan dengan P1. Selain itu, juga didukung oleh kandungan bahan organik tanah lebih tinggi (2%) dibandingkan dengan P1 sebesar 1,73%. Dengan demikian, persebaran pori-pori tanah dipengaruhi oleh banyak faktor baik secara langsung maupun tidak langsung dan kesemua faktor tersebut saling berkaitan satu dengan lainnya.

Ketiga macam pori tanah ini mempunyai fungsi yang berbeda, sehingga tidak semua pori ini dapat menyediakan air bagi tanaman. Pori-pori tanah yang berisi lengas tersedia bagi tanaman adalah pori meso dan pori mikro. Gambar 15 di bawah ini menunjukkan jumlah pori air tersedia disetiap lokasi.



Gambar 15. Persentase Pori Air Tersedia pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian

Pada Gambar 15 terlihat bahwa persentase pori air tersedia di lokasi penelitian sebesar $>31\%$. Jumlah pori air tersedia terendah sebesar $31,52\%$ dan tertinggi sebesar $57,33\%$. Nilai persentase tersebut menunjukkan bahwa porositas tanah pada lokasi penelitian termasuk kategori tinggi, sehingga kemampuan tanah dalam menyediakan air bagi tanaman juga sangat baik.

Jika dilihat pada Gambar 15, terdapat kecenderungan pola persebaran pori air tersedia yaitu terjadi peningkatan persentase pori-pori secara terus menerus dimulai dari horison teratas yang kemudian setelah mencapai titik tertentu, persentase pori akan menurun jumlahnya. Secara umum, jumlah pori air tersedia pada satu profil tanah terjadi peningkatan seiring dengan penambahan kedalaman. Tinggi rendahnya jumlah pori-pori pada lokasi penelitian disebabkan oleh jumlah persentase partikel debu dan liat, baiknya agregasi tanah, jumlah bahan organik dan didukung oleh tipe vegetasi serta pengelolaannya. Tingginya persentase partikel debu dan liat akan membentuk banyak ruang pori dengan ukuran kecil dan seragam, sehingga kapasitas tanah menahan air menjadi tinggi. Selain itu, dimungkinkan juga karena adanya mineral alofan yang mempunyai permukaan luas sehingga terbentuk porositas yang tinggi.

Data hasil pengujian regresi menunjukkan bahwa pori makro tidak berpengaruh terhadap lengas tersedia, sedangkan pori meso dan mikro berpengaruh positif terhadap lengas tersedia di dalam tanah. Hubungan antara pori-pori tanah dengan lengas tersedia berbeda pada masing-masing jenis pori-pori. Pori-pori makro merupakan pori-pori tanah yang berfungsi untuk pergerakan air dan udara, sehingga pada pori ini sangat menentukan kondisi aerasi tanah (Foth, 1994). Fungsi pori meso dan mikro adalah sebagai tempat pengikatan air oleh permukaan matriks tanah setelah hilangnya air gravitasi. Air yang berada pada kondisi ini termasuk air kapiler yang memang tersedia bagi tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Sudaryono (2006) yang menunjukkan adanya pengaruh langsung penambahan lempung ke dalam tanah berpasir terhadap peningkatan kemampuan tanah menahan air. Tanah dengan tekstur berpasir didominasi oleh pori-pori makro sehingga air yang meresap akan segera mengalami perkolasi, dengan penambahan lempung ke dalam tanah ternyata bisa memperbaiki fisik tanah terutama terkait dengan daya menahan air. Peran lempung di dalam tanah dapat meningkatkan jumlah pori meso maupun mikro, sehingga air yang meresap dapat diikat.

4.3.4 Pengaruh Tekstur Tanah terhadap Lengas Tersedia

Tekstur tanah menyatakan ukuran relatif partikel tanah yang mengacu pada kehalusan atau kekasaran tanah. Partikel-partikel tanah yang menyusun badan tanah adalah pasir, debu dan liat. Ketiga partikel tanah ini mempunyai karakteristik yang berbeda karena dipengaruhi oleh luas permukaan masing-masing partikel. Ketika ketiga partikel ini bercampur, namun dengan komposisi yang berbeda-beda, maka dapat menyebabkan berbagai variasi pada sifat tanah. Untuk itu analisis distribusi partikel tanah pada lokasi penelitian dilakukan disetiap horison.

Secara keseluruhan, kelas tekstur pada seluruh horison di lokasi penelitian termasuk dalam kelas lempung berdebu, lempung dan lempung berliat. Lokasi penelitian yang berada pada titik paling atas sampai bawah, menunjukkan adanya penurunan persentase partikel debu dan peningkatan persentase partikel liat. Pada KK 14, 11 dan 23 menunjukkan persentase partikel debu mencapai $\geq 40\%$,

sedangkan persentase liat hanya 10% – 25%. Selanjutnya, pada KK 1 dan 4 menunjukkan persentase debu yang menurun menjadi 30% – 35% dan persentase liat meningkat menjadi 20% – 40%. Besarnya persentase debu maupun liat dalam tanah akan mempengaruhi besarnya ikatan dengan air. Proses pengikatan ini berkaitan dengan luas permukaan pada masing-masing partikel. Luas permukaan masing-masing partikel tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Luas Permukaan Partikel Pasir, Debu dan Liat

Partikel	Jumlah Partikel per Gram	Luas Permukaan dalam 1 Gram (cm^2)
Pasir sangat kasar	90	11
Pasir kasar	720	23
Pasir sedang	5.700	45
Pasir halus	46.000	91
Pasir sangat halus	722.000	227
Debu	5.776.000	454
Liat	90.260.853.000	8.000.000

Sumber : Foth (1994)

Partikel liat mempunyai luas permukaan per satuan massa paling besar dibandingkan partikel debu dan pasir, sehingga media yang bisa diinteraksikan untuk aktivitas kimia maupun fisika tanah semakin besar termasuk kaitannya dengan pengikatan air.

Berdasarkan hasil analisa regresi, partikel pasir tidak berpengaruh terhadap lengas tersedia. Foth (1994) mengemukakan bahwa, partikel pasir mempunyai ukuran relatif besar, sehingga luas permukaan yang dimiliki jauh lebih kecil dibandingkan dengan partikel debu dan liat. Karena mempunyai luas permukaan yang kecil maka media yang bisa diinteraksikan untuk aktivitas pengikatan air juga kecil. Jika persentase partikel pasir tinggi maka air yang ada di dalam tanah merupakan air gravitasi sehingga lengas tersedia semakin sedikit atau bahkan tidak ada. Hal ini berkaitan dengan fungsi pori-pori makro yang terbentuk karena adanya partikel pasir. Berbeda dengan pengaruh partikel debu dan liat, kedua partikel berpengaruh negatif terhadap lengas tersedia. Maksudnya, ketika terjadi kenaikan persen debu dan liat maka akan diikuti dengan penurunan lengas tersedia. Hal ini berbanding terbalik dengan beberapa literatur yang menyebutkan bahwa, dengan meningkatnya jumlah partikel debu maupun liat maka media

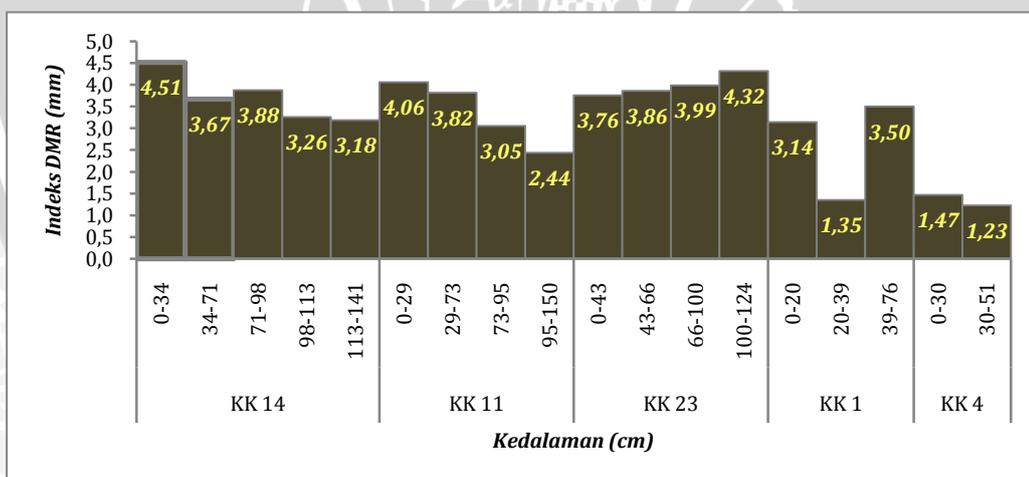
untuk mengikat air semakin besar, sehingga lengas tersedia semakin tinggi. Sebagaimana hasil penelitian Olness dan David (2005), lengas tersedia sangat dipengaruhi oleh kadar c-organik tanah dan pengaruh c-organik bervariasi dengan tekstur tanah. Sebagai contoh, pada kadar c-organik 0,35%-2,35% tanpa liat akan meningkatkan lengas tersedia sekitar 5% untuk setiap peningkatan persentase c-organik. Sedangkan pada kadar c-organik yang sama dengan kadar liat sebesar 40% ternyata akan meningkatkan lengas tersedia lebih dari 10% pada setiap peningkatan persen c-organik. Namun, pada kondisi tanah di lokasi penelitian menunjukkan bahwa agar diperoleh persen lengas tersedia yang tinggi, maka proporsi antara partikel pasir, debu dan liat seimbang sesuai dengan karakteristik masing-masing partikel. Jika persentase partikel pasir dalam perbandingan yang relatif sedikit, maka partikel ini dapat berfungsi untuk meningkatkan jumlah ruang antar partikel tanah. Sebaliknya, semakin tinggi partikel debu dan liat justru mengakibatkan persentase lengas tersedia semakin rendah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Winarso (2005) bahwa, lengas tersedia terbesar pada tanah dengan tekstur lempung berdebu dibandingkan pada tanah liat. Tanah dengan kandungan liat >35% mempunyai porositas yang relatif tinggi, akan tetapi sebagian besar merupakan pori berukuran kecil. Air yang ada dalam pori ini akan diserap dengan energi yang tinggi oleh partikel tanah, sehingga air akan sulit dilepaskan terutama bila kering dan menjadi kurang tersedia untuk tanaman (Hillel, 1998). Selain itu, tanah bertekstur halus (liat) mudah mengalami pemadatan, sehingga mengurangi pergerakan air dan udara di dalam tanah (Winarso, 2005).

4.3.5 Pengaruh Kemantapan Agregat terhadap Lengas Tersedia

Kemantapan agregat merupakan nilai kuantitatif dari struktur tanah yang menggambarkan kemampuan agregat untuk bertahan dari gaya-gaya perusak seperti tiupan angin, pukulan hujan, beban pengolahan dsb. Air merupakan sumber energi perusak utama agregat tanah di alam. Pembasahan agregat menyebabkan sejumlah ikatan antar partikel dalam agregat menjadi lemah, lebih lentur dan bahkan ada yang hancur.

Analisis kemantapan agregat dalam penelitian ini menggunakan dua metode yaitu ayakan basah dan villensky. Kedua metode ini menggunakan agen

penghancur air, namun dengan mekanisme menghancurkan yang berbeda. Metode ayakan basah dapat menghancurkan stabilitas agregat dengan mekanisme air bergerak ke dalam agregat, sehingga menekan udara dalam ruang pori keluar dari agregat (Foth, 1994). Sedangkan metode villensky merupakan simulasi dari kekuatan jatuhnya air hujan. Mekanisme penghancuran hampir sama dengan metode ayakan basah, selain adanya aktivitas pembasahan juga terjadi penghancuran fisik melalui gaya tumbukan massa air dengan agregat tanah. Pengukuran kemantapan agregat pada daerah dengan curah hujan tinggi didasarkan pada empat mekanisme penghancuran agregat karena pengaruh air. Mekanisme tersebut yaitu: (i) pemecahan oleh udara yang terperangkap di dalam agregat selama proses pembasahan yang cepat dan tiba-tiba, (ii) pemecahan oleh *swelling* dan *shrinkage* selama proses pembasahan dan pengeringan yang lambat, (iii) pemecahan secara mekanik oleh pengaruh curah hujan dan (iv) dispersi setelah penurunan kekuatan internal yang saling tarik menarik antar partikel koloid selama pembasahan (dipengaruhi oleh kation monovalen khususnya Na⁺), dimana mekanisme ini hanya terjadi di bawah kondisi yang spesifik (Le Bissonais, 1996).



Gambar 16. Nilai Kemantapan Agregat pada Berbagai Kedalaman di Lokasi Penelitian

Pada Gambar 16 menunjukkan perbedaan tingkat kemantapan agregat (metode ayakan basah) yang ada pada lokasi. Secara umum, untuk kelas kemantapan agregat pada lokasi penelitian termasuk agregat yang mantap. Hal ini terbukti pada hasil analisa metode ayakan basah yang termasuk dalam kelas

kriteria sangat stabil dan sangat stabil sekali (kriteria kemantapan agregat lihat pada Lampiran 9). Nilai indeks DMR pada lokasi penelitian sebagian besar > 2 mm, hanya tiga horison saja yang mempunyai indeks DMR < 2 mm. Sedangkan hasil pada metode villensky menunjukkan jumlah tetesan yang bervariasi yaitu 10 - >600 tetes. Berdasarkan Tabel 5, secara keseluruhan jumlah tetesan yang menghancurkan agregat terutama pada KK 14 dan 11 sebesar > 600 tetes, KK 23 sebesar >300 tetes, KK 4 sebesar >30 tetes dan KK 1 sebesar 10-30 tetes. Santi *et al.* (2008) mengemukakan bahwa, agregat yang stabil akan menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Agregat dapat menciptakan lingkungan fisik yang baik untuk perkembangan akar tanaman melalui pengaruhnya terhadap porositas, aerasi dan daya menahan air. Pada tanah yang agregatnya kurang stabil bila terkena gangguan maka agregat tanah tersebut akan mudah hancur. Butir-butir halus hasil hancuran akan menghambat pori-pori tanah sehingga bobot isi tanah meningkat, aerasi buruk dan permeabilitas menjadi lambat.

Proses penghancuran agregat pada metode ayakan basah maupun villensky menunjukkan adanya ikatan-ikatan perekat yang dipecah oleh agen penghancur. Proses agregasi tanah membutuhkan agen perekat untuk membentuk suatu ikatan antar partikel tanah, sehingga terbentuk agregat tanah. Foth (1994) mengemukakan bahwa, tiga kelompok bahan koloid yang berperan sebagai agen perekat dalam pembentukan agregat antara lain:

- 1) Mineral tanah liat
- 2) Oksida-oksida koloid dari besi dan mangan
- 3) Koloid materi organik, termasuk getah jasad renik.

Dari ketiga agen perekat tersebut, agen yang paling kuat merekatkan antar partikel tanah untuk membentuk agregat adalah getah jasad renik, yang kemudian disusul oleh oksida besi, karbon organik dan terakhir tanah liat.

Pada Tabel 5 menunjukkan kemantapan agregat yang bertolak belakang antara metode ayakan basah dengan villensky pada beberapa contoh tanah di lokasi yang sama. Hal ini menunjukkan adanya kombinasi faktor perekat agregat yang berbeda. Selanjutnya, jika dibandingkan antara nilai kemantapan agregat, c-organik dan persentase liat, menunjukkan bahwa besarnya c-organik dan

persentase liat pada masing-masing lokasi tidak menunjukkan adanya pengaruh yang sebanding, maksudnya ketika nilai c-organik dan liat meningkat belum tentu diikuti dengan peningkatan kemantapan agregat tanah. Pada beberapa penelitian sebelumnya (Kemper dan Koch, 1966; Chaney dan Swift, 1984; Schlecht-Pietsch *et al.*, 1994) menyatakan bahwa, peningkatan partikel liat di dalam tanah menyebabkan peningkatan stabilitas agregat. Mekanisme peningkatan stabilitas agregat oleh partikel liat ialah dengan pengikatan material organik (c-organik) di permukaan liat, sehingga terjadi agregasi melalui gaya adhesi maupun kohesi di dalam partikel liat. Selanjutnya, Liu *et al.* (2005) menyatakan bahwa pada proses peningkatan agregasi tanah dipengaruhi langsung oleh produksi polisakarida, sedangkan total c-organik di dalam tanah tidak berpengaruh. Hal tersebut membuktikan terdapat faktor lain yang berpengaruh terhadap agregasi tanah pada lokasi penelitian. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Shiddieq dan Partoyo (2000) bahwa seperempat bagian bahan organik berupa karbohidrat dan setengah bagian karbohidrat adalah polisakarida tanaman yang terutama selulosa yang tidak terlibat dalam agregasi. Sisanya adalah zat perekat yang terbentuk selama pertumbuhan akar. Campuran dari bahan-bahan tersebut membentuk zat perekat (*cementing agent*) yang berperan dalam pengikatan antar partikel liat. Peran zat perekat ini banyak terlibat dalam agregat mikro yang tidak mudah terusik dengan praktek pengolahan tanah.

Lebih lanjut Santi *et al.* (2008) mengemukakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kemantapan agregat antara lain pengolahan tanah, aktivitas mikroorganisme tanah, dan penutupan tajuk tanaman pada permukaan tanah. Akar tanaman memberikan kontribusi terhadap kelimpahan bahan organik tanah dan kemantapan agregat tanah secara langsung melalui material akar halus yang mengikat partikel tanah dan secara tidak langsung melalui stimulasi aktivitas mikroorganisme di daerah sekitar perakaran (Watt *et al.*, 1993). Adapun agensia organik yang dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah ialah produk dekomposisi biomas, ekso-polisakarida (EPS) asal bakteri, miselium fungi, dan produk hasil sintesis tanaman.

Dari kedua metode analisa kemantapan agregat yang lebih sesuai untuk tanah-tanah pada lokasi penelitian adalah metode ayakan basah. Hal ini dikarenakan metode ayakan basah lebih stabil untuk analisa tanah yang mempunyai kemantapan agregat tinggi. Sedangkan metode villensky lebih sesuai untuk analisa tanah dengan kemantapan agregat yang lebih rendah, sehingga hasil analisa metode ayakan basah lebih akurat jika dibandingkan dengan villensky.

Berdasarkan hasil analisa regresi, kemantapan agregat ternyata tidak berpengaruh terhadap lengas tersedia. Peran dari agregat tanah terutama mikroagregat adalah sebagai penyedia ruang pori tanah untuk lengas tersedia (Cambardella, 2005). Karena pembentukan dari mikroagregat melalui proses flokulasi partikel debu dan liat, maka dimungkinkan pengaruh dari kemantapan agregat tertutupi oleh pengaruh partikel debu dan liat. Sebagai penyedia pori tanah, peran agregat tanah berkaitan dengan penyusunan kerangka pori-pori tanah. Sama halnya dengan partikel debu dan liat, terbentuknya pori-pori tanah ternyata berpengaruh langsung terhadap lengas tersedia dibandingkan dengan pengaruh dari kemantapan agregat. Kondisi tersebutlah yang menyebabkan kemantapan agregat pada lokasi penelitian tidak berpengaruh nyata terhadap lengas tersedia.

4.4 Pembahasan Umum Faktor yang Mempengaruhi Lengas Tersedia

Kondisi lengas tersedia pada masing-masing lokasi berbeda. Pengamatan lengas tersedia dilakukan pada setiap horison sampai kedalaman yang dapat ditembus akar. Keeratan hubungan antara kedalaman tanah yang ditembus akar dengan lengas tersedia termasuk berkorelasi cukup dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,3930. Kriteria kekuatan hubungan antar dua variabel tersaji pada Lampiran 10. Hasil pengujian regresi antara faktor kedalaman tanah dengan persentase lengas tersedia diperoleh hasil bahwa besarnya keragaman yang mampu dijelaskan oleh kedalaman tanah sebesar 13,8% (R^2) (data analisa regresi tercantum pada Lampiran 11). Persamaan regresi antara faktor kedalaman dengan lengas tersedia adalah $y = 27,98 + 0,0617x$. Jadi dapat disimpulkan bahwa, kedalaman tanah mempengaruhi besarnya lengas tersedia di dalam tanah, setiap kenaikan kedalaman tanah yang dapat ditembus akar sebesar 1 cm maka lengas tersedia di dalam tanah juga akan naik sebesar 0,0617%. Menurut Soepardi

(1983), salah satu faktor yang mempengaruhi lengas tersedia adalah kedalaman tanah. Tanah-tanah yang memiliki solum dalam mempunyai lengas tersedia lebih besar dibandingkan dengan tanah-tanah bersolum dangkal. Semakin besarnya lengas tersedia seiring dengan peningkatan kedalaman berkaitan dengan pergerakan akar tanaman, masukan bahan organik dan agregasi tanah yang selanjutnya akan membentuk pori-pori tanah untuk pergerakan maupun pengikatan air, sehingga air yang masuk ke dalam tanah akan tersimpan dan tersedia bagi tanaman.

Unsur kedalaman tanah disini tidak mutlak berdiri sendiri, namun terdapat faktor lain yang berpengaruh meliputi berat isi, kemantapan agregat, bahan organik, tekstur dan sebaran pori. Keeratan hubungan masing-masing parameter dengan faktor lengas tersedia mempunyai kelas korelasi yang berbeda-beda. Faktor debu dan bahan organik termasuk dalam kelas korelasi sangat kuat dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,979 dan 0,848. Koefisien korelasi (r) partikel pasir sebesar 0,297 termasuk dalam kategori korelasi cukup dan selanjutnya mempunyai korelasi sangat lemah adalah partikel liat, berat isi, pori makro, pori meso dan kemantapan agregat dengan nilai koefisien korelasi (r) berturut-turut sebesar 0,167; 0,129; 0,104; 0,0119; 0,0235. Hubungan pori mikro dengan lengas tersedia setelah dilakukan uji korelasi ternyata menunjukkan hasil tidak berkorelasi. Selanjutnya, untuk mengetahui seberapa besar pengaruh masing-masing faktor dilakukan analisa regresi berganda dengan faktor $y =$ lengas tersedia dan faktor $x =$ berat isi, kemantapan agregat, bahan organik, tekstur dan sebaran pori. Pada analisa regresi berganda terdapat uji simultan dan uji parsial. Pengaruh seluruh faktor x terhadap y dapat diketahui melalui uji simultan dengan menunjukkan hasil keragaman yang bisa dijelaskan oleh kesemua variabel x terhadap y sebesar 84,1% (R^2). Karena pengaruh pada masing-masing faktor x terhadap y belum diketahui, maka pada uji parsial akan diketahui faktor mana yang memang berpengaruh. Dari kesemua faktor yang diujikan pengaruhnya terhadap lengas tersedia, ternyata yang berpengaruh adalah berat isi, bahan organik, pori meso, pori mikro, partikel debu dan liat. Sedangkan pori makro, partikel pasir dan kemantapan agregat tidak berpengaruh terhadap lengas tersedia.

Untuk data perhitungan analisa regresi berganda tercantum pada Lampiran 12. Karena besar kecilnya pengaruh yang diberikan oleh masing-masing faktor tidak sama, pada Tabel 8 tersaji hasil analisa regresi berganda yang menunjukkan tingkat pengaruh yang diberikan oleh masing-masing faktor x terhadap y .

Berdasarkan Tabel 8, bentuk dan besar pengaruh dari keenam faktor terhadap lengas tersedia berbeda-beda. Perbedaan pengaruh yang terjadi tentu saja akan menyebabkan variasi persentase lengas tersedia pada masing-masing lokasi.

Tabel 8. Persamaan dan Tingkat Pengaruh Sifat Fisik dan Kimia Tanah (x) terhadap Lengas Tersedia (y)

Persamaan Regresi			
$y = -2,13+29,49x_1+0,642x_2+0,5509x_3+0,3931x_4-0,2595x_5-0,2753x_6$			
No.	Faktor	Bentuk Pengaruh	Besar Pengaruh (%)
1	Berat Isi	Positif	29,49
2	Bahan Organik	Positif	0,642
3	Pori Mikro	Positif	0,5509
4	Pori Meso	Positif	0,3931
5	Partikel Debu	Negatif	0,2595
6	Partikel Liat	Negatif	0,2753
7	Pori Makro	Tidak Berpengaruh	-
8	Partikel Pasir	Tidak Berpengaruh	-
9	Kemantapan Agregat	Tidak Berpengaruh	-

Keterangan : $y =$ Lengas Tersedia (%) $x_4 =$ Pori Meso (%)
 $x_1 =$ Berat Isi ($g\ cm^{-3}$) $x_5 =$ Partikel Debu (%)
 $x_2 =$ Bahan Organik (%) $x_6 =$ Partikel Liat (%)
 $x_3 =$ Pori Mikro (%)

Berat isi, bahan organik, pori mikro dan pori meso berpengaruh positif terhadap lengas tersedia, maksudnya setiap terjadi kenaikan nilai berat isi ($g\ cm^{-3}$), bahan organik (%), pori mikro (%) dan pori meso (%) maka persentase lengas tersedia juga akan mengalami kenaikan. Sebaliknya, pengaruh partikel debu dan liat terhadap lengas tersedia bersifat negatif, maka setiap kenaikan persen debu maupun liat justru akan diikuti penurunan persen lengas tersedia. Seperti yang tersaji pada Tabel 8, besar pengaruh terhadap kenaikan lengas tersedia tertinggi pada faktor berat isi yang kemudian terus semakin rendah pada faktor bahan organik, pori mikro, pori meso, partikel debu dan terendah adalah partikel liat. Berat isi berpengaruh sebesar 29,49% terhadap kenaikan lengas tersedia setiap peningkatan $1\ g\ cm^{-3}$. Setiap kenaikan 1% dari bahan organik, pori mikro dan pori

mikro maka persen lengas tersedia akan meningkat berturut-turut sebesar 0,642%, 0,5509% dan 0,3931%. Sedangkan setiap kenaikan 1% dari partikel debu dan liat justru diikuti penurunan lengas tersedia sebesar 0,2595% dan 0,2753%. Jika dicermati antar kesemua faktor tersebut tidak berdiri sendiri melainkan terbentuk interaksi di dalam tanah sehingga pengaruh yang diberikan terhadap lengas tersedia akan berbeda-beda. Pada lokasi penelitian yang terbagi menjadi lima lokasi pengamatan, faktor yang paling besar berpengaruh terhadap lengas tersedia adalah berat isi. Berat isi tanah identik dengan tingkat kepadatan tanah yang menggambarkan proporsi padatan dan ruang pori di dalam tanah, sehingga banyak faktor yang mempengaruhi maupun dipengaruhi. Oleh sebab itu, berat isi tanah berpengaruh paling besar terhadap kenaikan lengas tersedia pada lokasi penelitian. Pengaruh positif berat isi terhadap kenaikan lengas tersedia menunjukkan terjadinya kenaikan berat isi tanah akan diikuti peningkatan persen lengas tersedia. Penyebab kenaikan berat isi tanah meliputi peningkatan materi liat, penurunan mineral alofan dan bahan organik. Peningkatan materi liat menyebabkan pori mikro yang terbentuk semakin banyak, sehingga air yang tersimpan di dalam tanah lebih kuat terikat oleh gaya matrik tanah dibandingkan dengan gaya isap akar, air seperti ini menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Islami dan Utomo, 1995). Selain itu, semakin tinggi nilai berat isi berhubungan erat dengan semakin menurunnya sifat alofanik (Team Nuffic, 1984). Karena tanah-tanah pada lokasi penelitian diduga mengandung mineral alofan dan perkembangan tanah akan terus berlansung, maka pelapukan mineral ini akan terus terjadi, sehingga jumlahnya di dalam tanah akan semakin berkurang. Peran bahan organik di dalam tanah salah satunya adalah meningkatkan porositas tanah, hal ini berarti nilai berat isi semakin rendah, sehingga dengan semakin rendahnya bahan organik di dalam tanah maka dimungkinkan nilai berat isi tanah akan semakin meningkat. Menurut Team Nuffic (1984), penurunan temperatur ke arah puncak gunung berhubungan dengan peningkatan bahan organik. Dengan demikian, jika pada lokasi penelitian terjadi peningkatan temperatur maka dimungkinkan kadar bahan organik tanah akan semakin menurun.

4.5 Kondisi Lengas Tersedia pada Toposekuen

Toposekuen menggambarkan satu *sequence* tanah yang perkembangannya dipengaruhi oleh topografi. Topografi merupakan asosiasi antara ketinggian dan kelerengan pada suatu tempat. Perbedaan ketinggian dan kelerengan pada suatu tempat dengan tempat lain akan mempengaruhi besarnya jumlah air yang meresap dan tersimpan di dalam tanah.

Faktor topografi (ketinggian dan kelerengan) ternyata berkorelasi dengan lengas tersedia. Ketinggian tempat mempunyai hubungan yang positif sedangkan kelerengan berhubungan negatif dengan lengas tersedia. Koefisien korelasi (r) ketinggian tempat sebesar 0,2098 dan kelerengan sebesar 0,0659, keduanya termasuk kedalam kelas korelasi sangat lemah (tersaji pada Lampiran 10). Hasil pengujian regresi menunjukkan bahwa, ketinggian tempat dan kelerengan berpengaruh terhadap lengas tersedia pada lokasi penelitian, kedua faktor ini dapat menjelaskan keragaman terhadap lengas tersedia sebesar 15,1% (R^2). Namun, pengaruh yang diberikan oleh ketinggian tempat dan tingkat kelerengan terhadap lengas tersedia saling bertolak belakang sama. Persamaan regresi kedua variabel tersebut terhadap lengas tersedia dapat dilihat di bawah ini.

$$y = 25,63 + 0,00991 x_1 - 0,35x_2$$

Keterangan : x_1 = faktor ketinggian tempat (mdpl)
 x_2 = faktor kelerengan (%)

Bentuk hubungan pada persamaan di atas adalah, ketika terjadi kenaikan ketinggian tempat sebesar 1 mdpl maka persentase lengas tersedia akan mengalami kenaikan sebesar 0,00991%, sedangkan ketika terjadi kenaikan kemiringan lereng sebesar 1% maka akan menurunkan lengas tersedia sebesar 0,35%. Data hasil analisa regresi tersaji pada Lampiran 13.

Lokasi penelitian berada pada kawasan pegunungan dimana tanah yang berkembang sebagai akibat dari aktivitas vulkanik G. Kawi. Secara umum, perkembangan tanah yang berada pada satu topografi menunjukkan adanya persebaran kelas butir tekstur tanah kasar sampai halus dari lokasi paling atas sampai bawah. Pachepsky, Timlin dan Rawls (2001) menyatakan bahwa, terdapat hubungan antara retensi air tanah dengan tekstur tanah pada suatu topografi.

Persebaran tekstur tanah pada titik teratas sampai terbawah berturut-turut *Sand*, *Loamy Sand*, dan *Sandy Loam*. Setelah dilakukan analisa pada masing-masing partikel penyusun tekstur (pasir, debu, liat), ternyata yang mempengaruhi besarnya retensi air (pada tekanan 10 dan 33 kPa) adalah partikel pasir dan debu. Distribusi partikel dari puncak sampai dataran yang secara umum dari kasar ke halus mengakibatkan kemampuan tanah dalam menahan air pada lokasi bawah lebih besar dibandingkan dengan lokasi atas. Namun pada lokasi penelitian, kemampuan tanah dalam menahan lengas tersedia semakin besar seiring dengan kenaikan ketinggian tempat. Hal ini dikarenakan, pada lokasi penelitian diduga terdapat mineral alofan yang keberadaannya semakin banyak dengan semakin tingginya tempat. Alofan mempunyai bentuk bulat dan berlubang dengan ukuran berkisar 35-50 Å (Wada, 1989). Struktur yang dimiliki oleh mineral alofan tersebut memudahkan air untuk masuk dan bertahan dalam waktu tertentu sehingga kandungan air pada tanah menjadi selalu tinggi. Selain dikarenakan kemampuan mineral alofan dalam menyerap air, tingginya ketersediaan air pada tanah-tanah yang berada pada lokasi atas didukung oleh rendahnya nilai berat isi tanah dan tingginya bahan organik, sehingga untuk porositas tanah juga tinggi terutama untuk pori meso dan pori mikro.

Tingkat kemiringan lereng mempengaruhi seberapa besar tenaga limpasan air. Jika tenaga limpasan air besar maka air yang dapat diserap ke dalam tanah menjadi sangat sedikit, sehingga air yang tersimpan menjadi sangat terbatas. Hasil penelitian Saribun (2007) menunjukkan bahwa, tingkat kemiringan lereng memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air tanah. Kadar air tanah pada kelerengan 8% – 15% lebih besar dibandingkan dengan kelerengan 30% – 45%. Hal ini dikarenakan pada kelerengan 30% – 45% mempunyai aliran permukaan yang besar, sehingga mengakibatkan *top soil* dan lapisan bahan organik tanah menjadi terkikis. Selain itu, dengan semakin curam lereng berarti jumlah butir-butir tanah yang terpecek dan mengisi ruang pori akibat tumbukan air hujan semakin besar, sehingga menyebabkan tanah menjadi padat dan air yang masuk ke dalam tanah menjadi lebih sedikit. Kerentanan tanah terhadap pengikisan oleh air juga semakin tinggi, terutama tanah pada lokasi penelitian didominasi oleh

partikel debu. Morgan (1979) mengemukakan bahwa, tanah dengan kandungan debu tinggi mempunyai kepekaan terhadap erosi lebih tinggi.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan, bahwa :

1. Lengas tersedia pada lokasi penelitian dipengaruhi oleh berat isi, bahan organik, pori mikro, pori meso, partikel debu dan partikel liat. Sedangkan untuk pori makro, partikel pasir dan kemandapan agregat tidak berpengaruh nyata terhadap lengas tersedia pada lokasi penelitian.
2. Pada toposekuen lereng utara G. Kawi yang terbagi menjadi lima lokasi pengamatan mempunyai lengas tersedia yang berbeda-beda. Lengas tersedia akan meningkat seiring dengan kenaikan topografi (ketinggian dan kelerengan). Faktor ketinggian tempat memberikan pengaruh positif, yaitu setiap terjadi kenaikan ketinggian tempat maka persentase lengas tersedia juga meningkat. Namun, ketika kemiringan lereng bertambah maka persentase lengas tersedia akan menurun.
3. Lengas tersedia pada penggunaan lahan tegalan dan sawah dengan tutupan tanaman semusim lebih rendah jika dibandingkan pada hutan dengan tutupan tanaman tahunan dan rumput gajah. Upaya pengelolaan yang dilakukan pada tegalan dan sawah adalah dengan menyesuaikan jenis tanaman yang dibudidayakan, strategi pola tanam dan penerapan sistem irigasi di lahan.

5.2 Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut mengenai kandungan mineral alofan yang diduga terdapat pada lokasi penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap lengas tersedia. Selanjutnya dapat dijadikan salah satu pertimbangan yang tepat dalam penentuan pengelolaan penggunaan lahan. Selain itu, perlu dilakukan penelitian mengenai metode analisa tekstur tanah pada Andisols agar diperoleh data yang sesuai dengan kondisi lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. 2nd Ed. John Willey & Sons. New York. 443p.
- Arifin, M. 1994. *Pedogenesis Andisol Berbahan Induk Abu Vulkan Andesit dan Basalt pada Beberapa Zona Agroklimat di Daerah Perkebunan Teh Jawa Barat*. Disertasi. Program Pascasarja IPB. 195 hal.
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
- _____. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Cetakan Ketiga. IPB Press. Bogor.
- Bowo, C., M. Hasan dan B. Marhaenanto. 2009. *Penentuan Kurva Retensi Air Tanah Laboratorium dengan Sensor Resistensi dan Kapasitansi*. Jurnal Tanah Trop. 14 (1) : pp. 57-64.
- Brady, N. C. dan Harry O Buckman. 2002. *Ilmu Tanah*. Penerbit Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Brata, K. R. 1974. *Karakterisasi Sifat-Sifat Fisik Tanah Areal Perkebunan Tebu Pabrik Gula Jatiroto*. Tesis Fakultas Pertanian, IPB. Bogor. (tidak dipublikasikan)
- Buol, S. W., F.D. Hole dan R. J. Mc. Cracken. 1980. *Soil Genesis and Classification*. The Iowa University Press. Amer. USA.
- Cambardella, C. 2005. *Aggregation and Organic Matter*. Encyclopedia of Soil Science, 2nd ed. Rattan L. CRC Press.
- Chaney, K.. dan R. S. Swift. 1984. *The Influence of Organic Matter on Aggregate Stability in Some British Soils*. J. Soil. Sci. 35:223-230.
- Dharmawijaya, M. I. 1997. *Klasifikasi Tanah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ding, G., J. M. Novak, D. Amarasiriwardena, P. G. Hunt dan B. Xing. 2002. *Soil Organic Matter Characteristics as Affected by Tillage Management*. SSSAJ. 66: 421-429.
- Erwiyono, R. 2008. *Produksi dan Mutu Buah Tanaman Kopi Arabika pada Lahan Miring Tanah Andosol Gunung Argopuro*. Jurnal Sains dan Teknologi Vol. 8 (1) : 7-18.
- FAO. 2006. *Soil and Water*. www.fao.org/docrep/R4082Er4082e03.htm. Diakses Pada Tanggal 02 Januari 2010.
- Foth, H. D. 1994. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah Edisi Keenam*. Penerbil Erlangga. Jakarta.

- Grandy, A. S. dan G. Philip Robertson. 2006. *Aggregation and Organic matter Protection Following Tillage of a Previously Uncultivated Soil*. SSSAJ. 70:1398-1406.
- Hairiah, K., Widiyanto, Didik Suprayogo, Rudi Harto Widodo, Pratiknyo Purnomosidhi, Subekti Rahayu dan Meine van Noordwijk. 2004. *Ketebalan Seresah Sebagai Indikator Daerah Aliran Sungai (DAS) Sehat*. ICRAF. Bogor.
- Hairiah, K., Ekadinata A, Sari R. R, Rahayu S. 2011. *Pengukuran Cadangan Karbon: dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan*. Petunjuk Praktis. Edisi Kedua. Bogor. World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya (UB), Malang, Indonesia.
- Handayanto, E. 1987. *Genesa dan Klasifikasi Tanah*. Jurusan Tanah Unibraw. Malang.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Presindo. Jakarta.
- Helmi. 2009. *Perubahan Beberapa Sifat Fisika Regosol dan Hasil Kacang Tanah Akibat Pemberian Bahan Organik dan Pupuk Fosfat*. STIK Banda Aceh.
- Hermawan, Y. 1996. *Hidrologi untuk Insinyur*. Erlangga. Jakarta.
- Hikmatullah. 2010. *Sifat-Sifat Tanah yang Berkembang dari Bahan Volkan di Halmahera Barat Maluku Utara*. JIPI. 12 (1) : 40-48.
- Hillel, D. 1998. *Pengantar Fisika Tanah*. Edisi Pertama, Terjemahan Robiyanto, H.S. dan Rahmad, H.P. Mitra Gama Widya. Yogyakarta.
- Islami, T. dan Wani Hadi Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. IKIP Semarang Press. Semarang.
- Kemper, W. D. dan E. J. Koch. 1966. *Aggregate Stability of Soils from Western US and Canada*. Technical Bulletin No. 1355, USDA.
- Koenig, R. 2003. *Solutions to Soil Problems*. Utah State University.
- Le Bissonais Y. 1996. *Aggregate Stability and Assessment of Soil Crust Ability and Erodibility: I. Theory and methodology*. Eur. J. Soil Sci. 47: 425-437.
- Liu, A., B. L. Ma, dan A. A. Bomke. 2005. *Effects of Cover Crop on Soil Aggregate Stability, Total Organic Carbon, and Polysaccharides*. SSSAJ. 69: 2041-2048.
- Logsdon, S. D. dan C. A. Cambardella. 2000. *Temporal Changes in Small Depth-Incremental Soil Bulk Density*. SSSAJ. 64: 710-714.

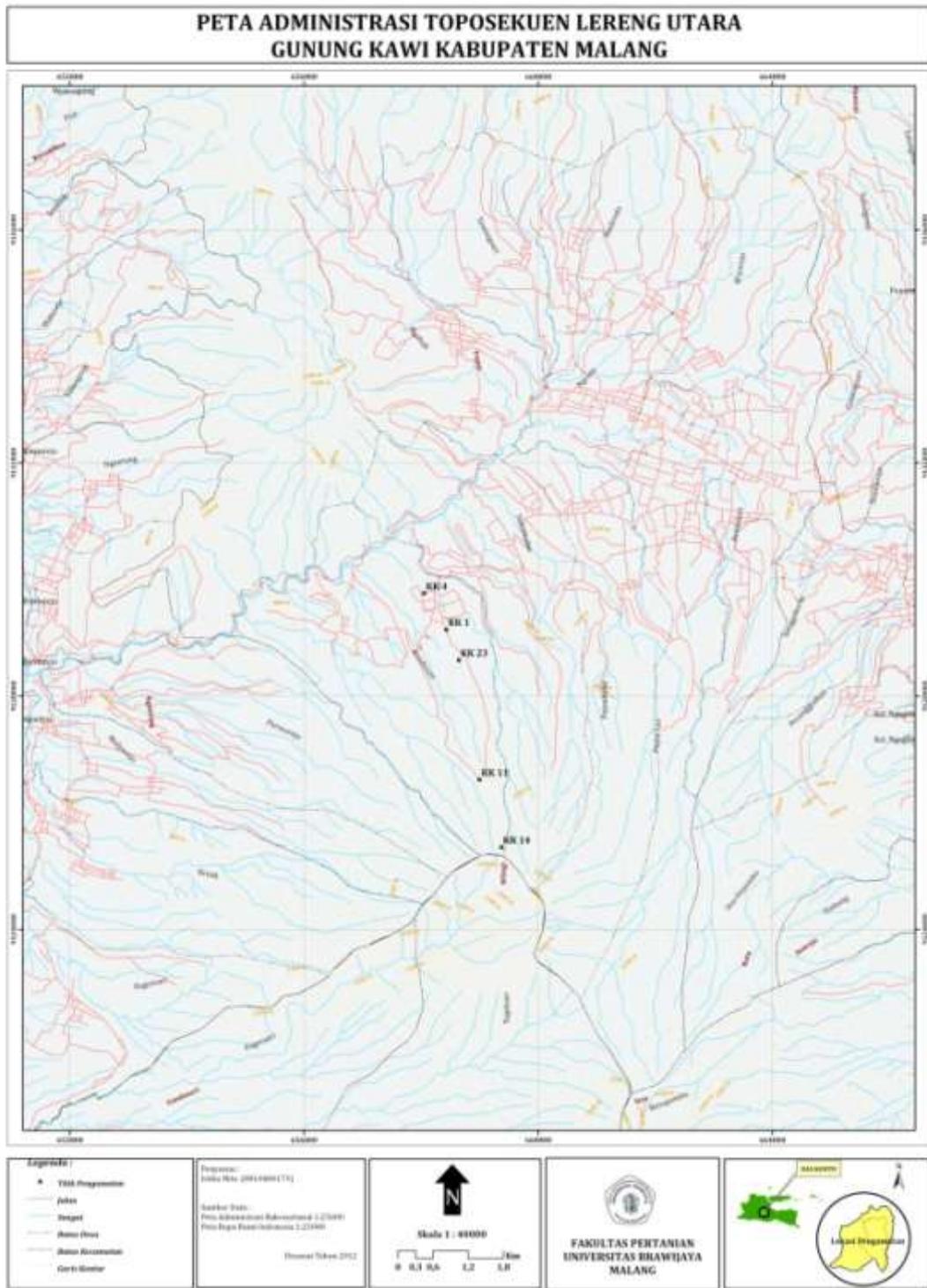
- Lubis, KS. 2007. *Keterhantaran Hidrolik dan Permeabilitas: Kaitan, Perumusan, dan Perkembangan Pengelompokan*. USU Repository. Medan.
- Mahyaranti, N. 2007. *Studi Sifat Fisik Tanah terhadap Konduktivitas Hidrolik Jenuh (KHJ) di Sumberjaya, Lampung Barat*. Skripsi. Jurusan Tanah FP-UB. Malang.
- Mallingreau dan Rosalia, 1981. *Land Use/Land Cover Classification in Indonesia*, Fakultas Geografi UGM Yogyakarta.
- Mariana, Z. T. 2000. *Pergerakan Air pada Tanah Bertekstur Halus dan Kasar Akibat Pengaruh Kapur dan Senyawa Humat dari Air Gambut*. Thesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor
- Mohr, E. C. J., Van Baren, F. A. dan Schuylenborgh, J. 1972. *Tropical Soils. A Comprehensive study of their genesis*. Mouton, The Hague.
- Morgan, R. P. C. 1979. *Soil Erosion*. Topic in Applied Geography. Longman-London and New York.
- Moldrup, Per., Seiko Yoshikawa, Torben Olesen, Toshiko Komatsu dan Dennis E. Rolston. 2003. *Air Permeability in Undisturbed Volcanic Ash Soils: Predictive Model Test and Soil Structure Fingerprint*. SSSAJ. 67: 32-40.
- Mowidu. 2001. *Peranan Bahan Organik dan Lempung terhadap Agregasi dan Agihan Ukuran Pori pada Entisol*. Tesis Pasca Sarjana. UGM. Yogyakarta.
- Munir, M. 2001. *Hubungan antara Sifat Andik dan Kelas Kesesuaian Lahan di Bromo-Tengger-Semeru*. Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati (Life Sciences), Vol. 13 (1) Juni 2001. Hal. 16.
- Nazemi, D. dan K. Anwar. 2004. *Pengaruh Dimensi dan Jarak Saluran Drainase terhadap Dinamika Lengas Tanah*. Balittra. pp. 369-374.
- Noordwijk, M. V., Fahmuddin Agus, Didik Suprayogo, Kurniatun Hairiah, Gamal Pasya, Bruno Verbist dan Farida. 2004. *Peranan Agroforestri dalam Mempertahankan Fungsi Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS)*. Agrivita. 26(1): 1-8.
- Nurmi, O. H., Sitanala Arsyad dan Sudirman Yahya. 2009. *Perubahan Sifat Fisik Tanah sebagai Respons Perlakuan Konservasi Vegetatif pada Pertanaman Kaka*. Forum Pascasarjana. 32(1): 21-31.
- Olatunji, O. O. M., A. O Ogukunle dan F. O Tabi. 2007. *Influence of Parent Material and Topography on Some Soil Properties in Southwestern Nigeria*. Nigerian Journal of Soil and Environmental Research. 7: 1-6.

- Olness, A. dan Archer David. 2005. *Effect of Organic Carbon on Available Water in Soil*. SSSAJ. 170(2): 101-107.
- Pachepsky, Ya. A., D. J. Timlin dan W. J. Rawls. 2001. *Soil Water Retention as Related to Topographic Variables*. SSSAJ. 65:1787-1795.
- Parfitt, R. L., M. Saigusa, dan J. D. Cowic. 1984. *Allophane and Halloysite Formation in Volcanic Ash Bed Under Different Moisture Condition*. Soil Sci. 138: 360-364.
- Pujiyanto, M. A. 2009. *Studi Perkembangan Tanah pada Toposekuen Gunung Geger Kecamatan Pagak Kabupaten Malang*. Skripsi. Jurusan Tanah Fp-UB. Malang.
- Puslitbangtanak. 2004. *Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya*. Badan Penelaahan dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.
- Rayes, M. L. 2006. *Deskripsi Profil Tanah di Lapangan*. FP-UB. Malang.
- Rogers, D. H. 1996. *Soil Water and Plant Relationships*. Irrigation Management Series. Cooperative Extension Service. Kansas State University. Manhattan. Kansas.
- Rovira, A. D. dan E. L. Greacen, 1957. The Effect of Agregate Disruption on the Activity of Microorganism in the Soil. Aust J. Agr. Res. 8: 6-59.
- Santoso, B. 1993. *Sifat dan Ciri Tanah Andisol*. Universitas Brawijaya. Malang.
- _____. 1997. *Pengkajian Sifat-Sifat Andisol untuk Pengelolaan dan Perkembangan Pertanian*. Karya Ilmiah. UB. Malang.
- Santi, L. P., Ai Dariah dan Didiek Hadjar Goenadi. 2008. *Peningkatan Kemantapan Agregat Tanah Mineral oleh Bakteri Penghasil Eksopolisakarida*. Menara Perkebunan . 76 (2): 93-103.
- Saribun, D. S. 2007. *Pengaruh Jenis Penggunaan Lahan dan Kelas Kemiringan Lereng Terhadap Bobot Isi, Porositas Total dan Kadar Air Tanah Pada Sub-DAS Cikapundung Hulu*. Skripsi. Jurusan Ilmu Tanah FP Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Schlecht-Pietsch, S., U. Wagner dan T. H. Anderson. 1994. *Change in Composition of Soil Polysaccharides and Aggregate Stability After Carbon Amendments to Different Textured Soils*. Appl. Soil Ecol. 1: 145-154.
- Setyowati, N., U. Nurjanah dan R. Korisma. 2009. *Korelasi antara Sifat-sifat Tanah dengan Hasil Cabai Merah pada Subtitusi Pupuk N-Anorganik dengan Bokasi Tusuk Konde (Wedelia trilobata L.)*. Akta Agrosia. 12(2): 184-193.

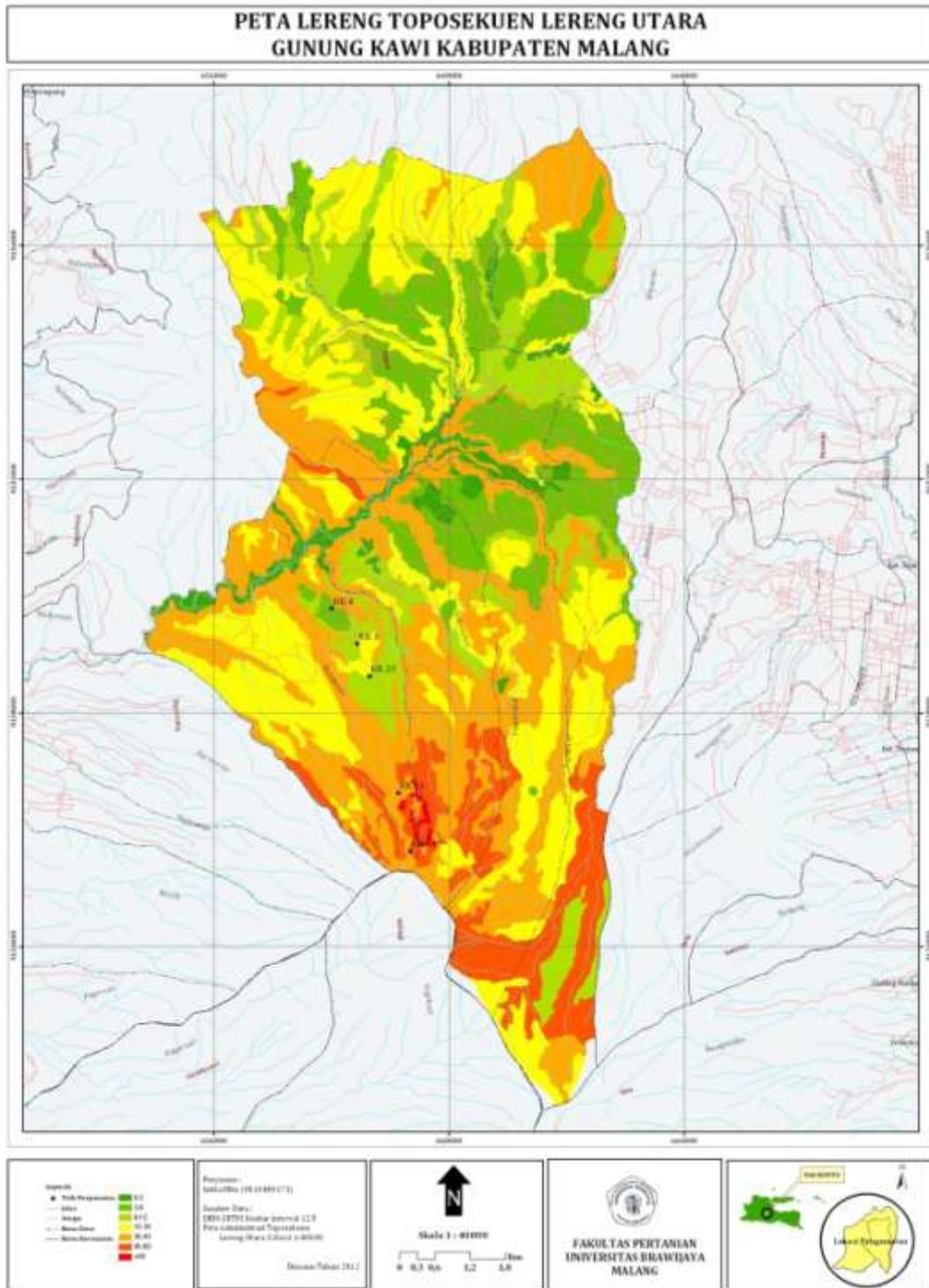
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Shiddieq, J. dan Partoyo. 2000. *Suatu Pemikiran Mencari Paradigma Baru dalam Pengelolaan Tanah yang Ramah Lingkungan*. Prosiding, Kongres Nasional VII HITI tanggal 2-4 Nopember 1999. Bandung. Hal 136-156.
- Sitorus, S. R. P. 1989. *Survai Tanah dan Penggunaan Lahan*. Laboratorium Perencanaan Sumberdaya Lahan Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Fakultas Pertanian, IPB. Bogor
- Soil Survey Staff. 1998. *Kunci Taksonomi Tanah*. Edisi Kedua Bahasa Indonesia. 1999. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Stevenson, F. J. 1997. *Humus Chemistry*. Genesis Composition Reaction. John Wiley and Sons, New York.
- Sudaryono. 2006. *Pengaruh Pemberian Lapisan Lempung terhadap Peningkatan Lemas Tanah pada Lahan Marginal Berpasir*. Jurnal Teknologi Lingkungan. 7 (2): 198-205.
- Sugito, Y., Yulia N. dan Ellis N. 1995. *Sistem Pertanian Organik*. FP-UB. Malang. 83p.
- Suharta, N. 2010. *Karakteristik dan Permasalahan Tanah Marginal dari Batuan Sedimen Masam di Kalimantan*. Jurnal Litbang Pertanian. 29(4): 139-146.
- Suryatmojo, H. 2006. *Konsep Dasar Hidrologi Hutan*. Jurusan Konservasi Sumber Daya Hutan, Fakultas Kehutanan, UGM. Yogyakarta.
- Susanti, R. S. 2005. *Karakteristik Kelembaban Tiga Jenis Tanah (Grumosol Cihea, Latosol Darmaga, Regosol Laladon)*. Skripsi. FP IPB. Bogor.
- Suwarno, B. 2006. *Rumus dan Data dalam Aplikasi Statistika*. Alfabeta. Jakarta.
- Syarif, S. 1990. *Some Characteristics of Andosols From Western Indonesia*. PhD Thesis. Univ. Western Australia. 247 p.
- Team Nuffic UNIBRAW-LHW. 1984. *Soils and Soils Conditions Kali Konto Upper Watersheed, East Jawa, Final Document*.
- Tika, I. W., Y. Setiyo dan A. R. H Pandiangan. 2009. *Pengaruh Ratio Penggunaan Kompos terhadap Ketersediaan Air Tanah pada Budidaya Jahe Merah (Zingiber Officinale Rosc.)*. Prosiding Seminar Nasional FTP UNUD. pp. 381-383.

- Utomo, W. H. dan H. T. Soelistyari. 1988. *Pengaruh Sub-Soiling dan Pengelolaan Bahan Organik Terhadap Sifat Fisik Podzolik Merah Kuning dan Produksi Tebu PC dan Kepras I*. PT. Jawa Pos. Surabaya. 141 hal.
- Wada, K. 1989. *Allophane and Imogolite*. In Dixon, JB (Ed) *Minerals in Soil Environment*, 2nd ed. Soil Sci. Soc. Am., USA, p. 1051-1088.
- Wahyudianto. 2007. *Morfologi dan Klasifikasi Tanah pada Toposekuen Gunung Begadung dengan Penggunaan Lahan yang Berbeda*. Skripsi. Jurusan Tanah FP-UB. Malang.
- Watt, M., M. E. McCully dan C. E. Jeffree. 1993. *Plant and bacterial mucilages of the maize rhizosphere: comparison of their soil binding properties and hictochemistry in a model system*. *Plant Soil*, **151**, 151-165.
- Wild, A. 1994. *Soils and The Environment : An Introduction*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Winanti, T. 1996. *Pekarangan sebagai Media Peresapan Air Hujan dalam Upaya Pengelolaan Sumberdaya Air*, Makalah disajikan dalam *Konferensi Nasional Pusat Studi Lingkungan BKPSL*, Tanggal 22-24 Oktober 1996 di Universitas Udayana, Denpasar, Bali.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah ; Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Penerbit Gaya Media. Yogyakarta.
- Wirasoedarmo, Ruslan, Bambang Suharto dan Wulan Ruhunnaqih 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*. 10(2): 88-96.
- Wiskandar. 2002. *Pemanfaatan Pupuk Kandang untuk Memperbaiki Sifat Fisik Tanah di Lahan Kritis yang telah di Teras*. Kongres Nasional VII.
- Yuanshu, J. dan A. Thimm. 2003. *Dynamic of Soil Moisture and Water Balance Analysis along Gentle Slope Upland in Southern China*. Nanjing University of Information Science .pp. 940-944.

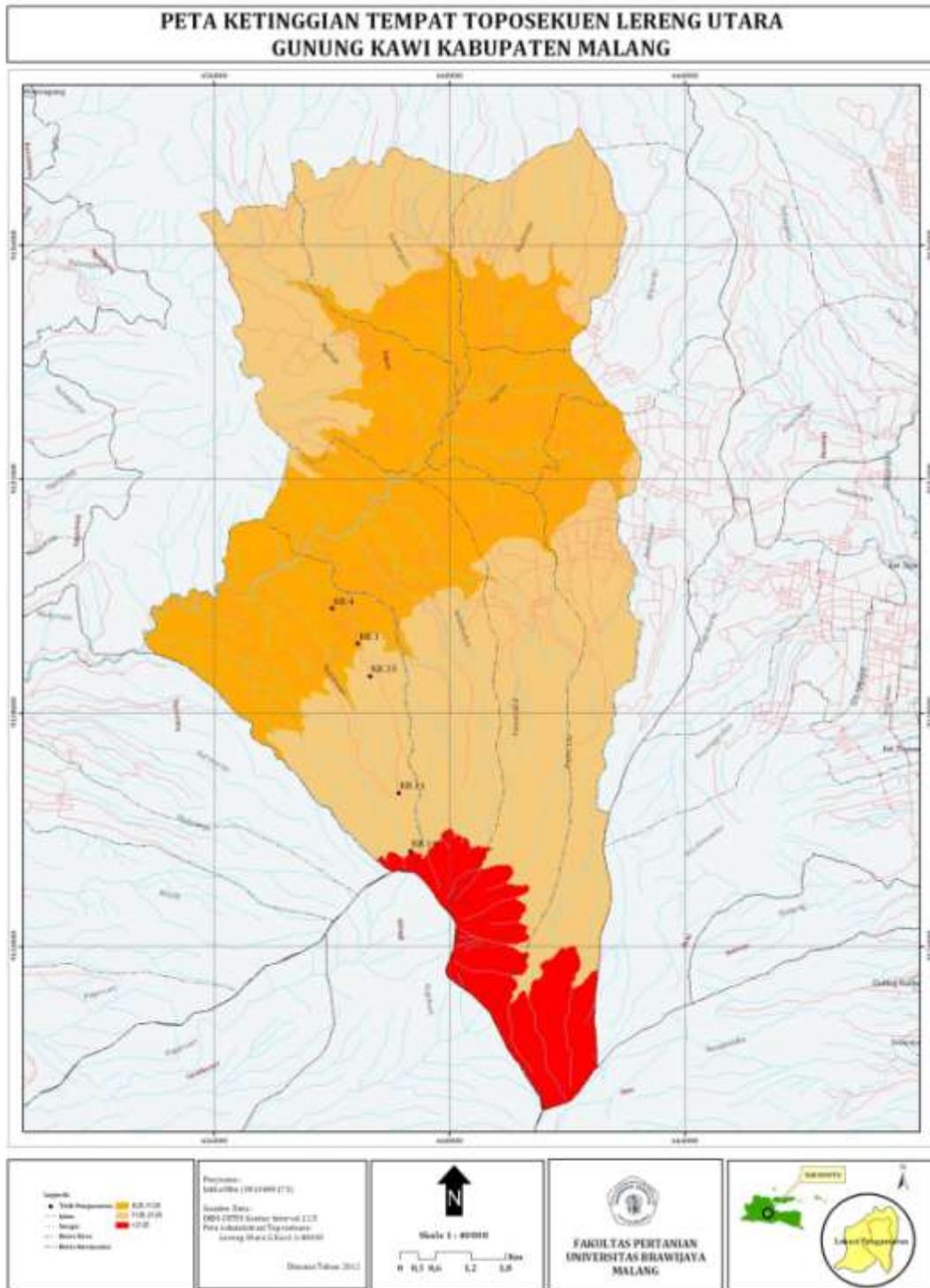
Lampiran 1. Peta Administrasi Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang



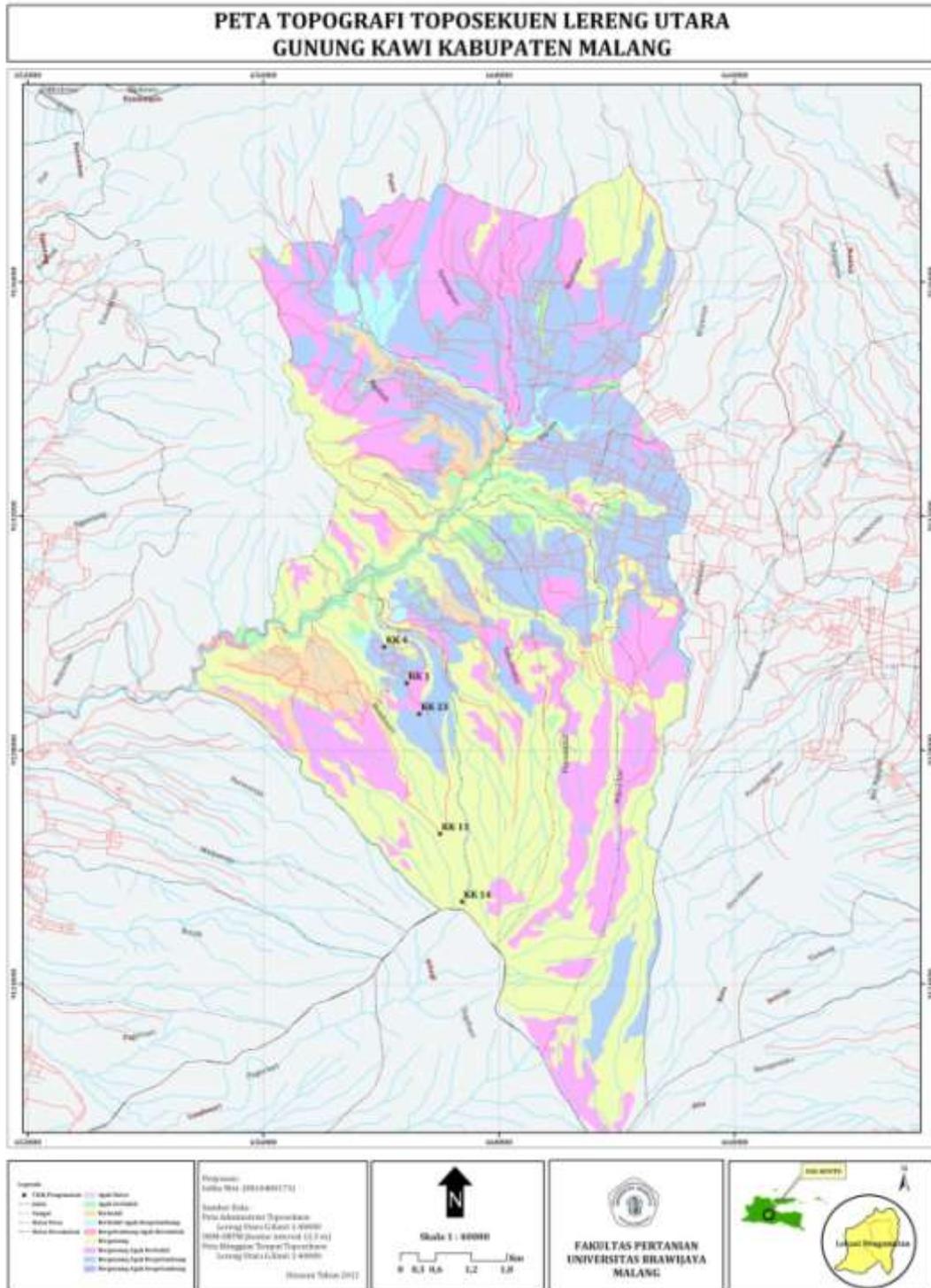
Lampiran 3. Peta Lereng Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang



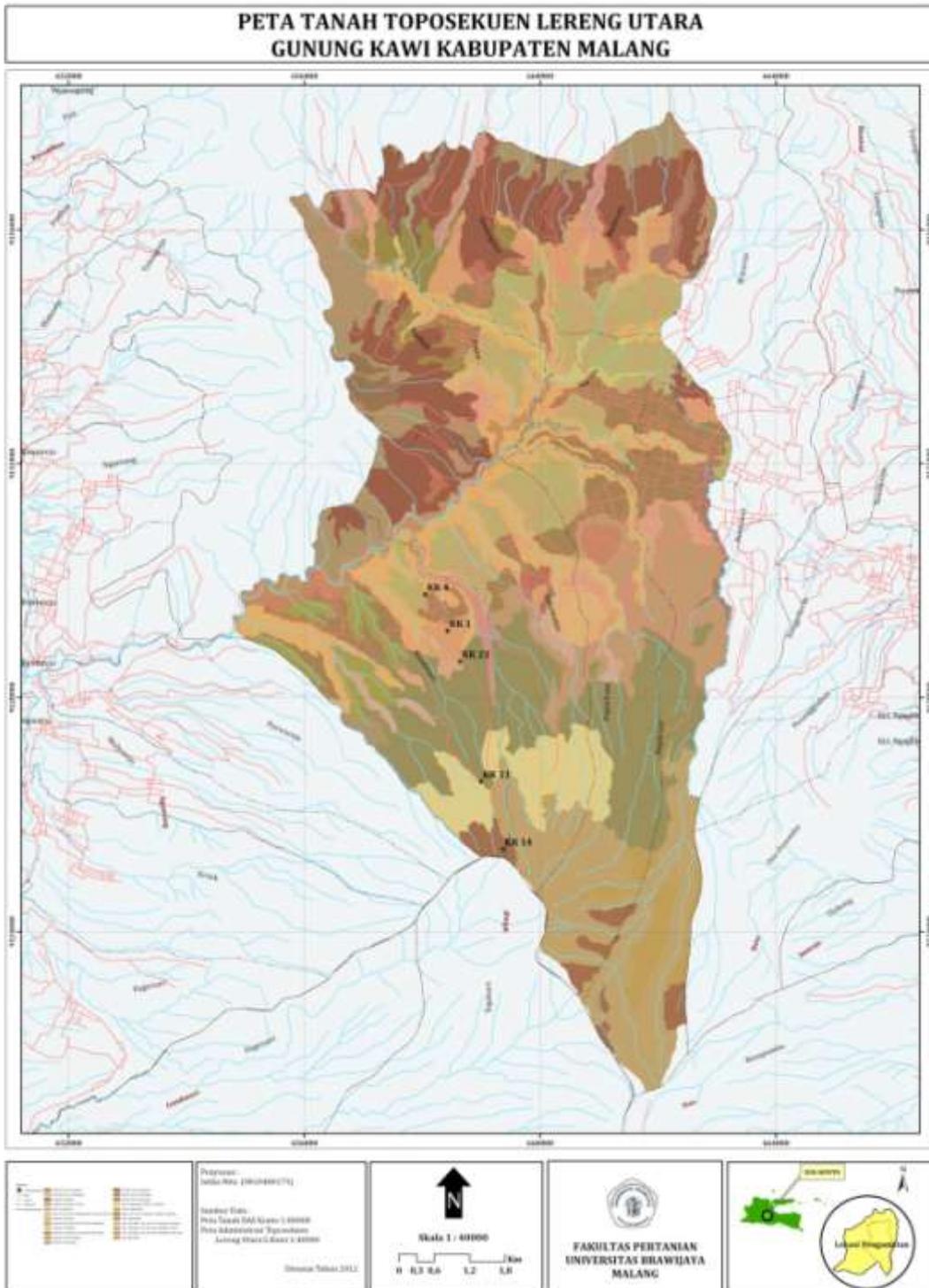
Lampiran 4. Peta Ketinggian Tempat Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang



Lampiran 5. Peta Topografi Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang



Lampiran 6. Peta Tanah Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang



Lampiran 7. Peta Bentukan Lahan Toposekuen Lereng Utara Gunung Kawi Kabupaten Malang



Lampiran 8. Tabel Kriteria Kandungan C-organik Tanah

No.	C-organik (%)	Kelas
1	<1	Sangat Rendah
2	1-2	Rendah
3	2,01-3	Sedang
4	3,01-5	Tinggi
5	>5	Sangat Tinggi

Sumber : Team Nuffic (1984)

Lampiran 9. Tabel Kriteria Kemantapan Agregat dengan Metode Ayakan Basah

No.	Indeks DMR (mm)	Kelas
1	> 2,00	Sangat Stabil Sekali
2	0,80-2,00	Sangat Stabil Sekali
3	0,66-0,80	Stabil
4	0,50-0,66	Agak Stabil
5	0,40-0,50	Kurang Stabil
6	<0,40	Tidak Stabil

Sumber : Islami dan Utomo (1995)

Lampiran 10. Tabel Kriteria Kekuatan Hubungan Antar Dua Variabel

No.	Koefisien Korelasi (r)	Kelas
1	$r = 0$	Tidak Ada Korelasi
2	$0 < r \leq 0,25$	Korelasi Sangat Lemah
3	$0,25 < r \leq 0,5$	Korelasi Cukup
4	$0,5 < r \leq 0,75$	Korelasi Kuat
5	$0,75 < r \leq 0,99$	Korelasi Sangat Kuat
6	$r = 1$	Korelasi Sempurna

Sumber : Suwarno (2006)

Lampiran 11. Data Hasil Analisa Regresi x = Kedalaman Tanah yang Ditembus Akar, y = Lengas Tersedia

Uji Simultan			
Fhitung	9,50	R ²	13,8 %
Ftabel	4,026	Derajat Bebas	1
Pvalue	0,003		52
α	0,05		

Keputusan:

1. Fhitung (9,50) > Ftabel(4,026), Tolak H₀
2. Pvalue (0,003) < α (0,05), Tolak H₀

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa kedalaman tanah mempengaruhi lengas tersedia. Keragaman yang mampu dijelaskan oleh x sebesar 13,8%.

Uji Parsial			
t hitung	3,08	Derajat Bebas	52
t tabel	2,006	Persamaan :	$y = 27,98 + 0,0617x$
Pvalue	0,003		
α	0,05		

Keputusan:

1. t hitung (3,08) > t tabel(2,006), Tolak H₀
2. Pvalue (0,003) < α (0,05), Tolak H₀

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa kedalaman tanah yang ditembus akar mempengaruhi lengas tersedia.

Setiap kenaikan kedalaman tanah sebesar 1 cm maka akan menaikkan lengas tersedia sebesar 0,0617%.

Lampiran 12. Data Hasil Analisa Regresi x = Berat Isi, Kemantapan Agregat, Bahan Organik, Tekstur dan Sebaran pori, y = Lengas Tersedia

Uji Simultan			
Fhitung	36,01	R ²	84,1 %
Ftabel	2,152	Derajat Bebas	8
Pvalue	<0,001		45
α	0,05		

Keputusan:

1. Fhitung (36,01) > Ftabel (2,152), Tolak H₀
2. Pvalue (<0,001) < α (0,05), Tolak H₀

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa % liat, % debu, % pasir, kemantapan agregat, berat isi, bahan organik tanah, pori makro, pori meso dan pori mikro mempengaruhi lengas tersedia. Keragaman yang mampu dijelaskan oleh kesemua variabel tersebut sebesar 84,1%.

Uji Parsial				Uji Parsial			
$x_1 = \text{Berat Isi}$				$x_5 = \text{Partikel Debu}$			
t hitung	7,25	α	0,05	t hitung	-4,82	α	0,05
t tabel	2,014	Derajat Bebas	45	t tabel	-2,014	Derajat Bebas	45
Pvalue	<0,001			Pvalue	<0,001		
$x_2 = \text{Bahan Organik}$				$x_6 = \text{Partikel Liat}$			
t hitung	2,36	α	0,05	t hitung	-3,13	α	0,05
t tabel	2,014	Derajat Bebas	45	t tabel	-2,014	Derajat Bebas	45
Pvalue	0,023			Pvalue	0,003		
$x_3 = \text{Pori Mikro}$				$x_7 = \text{Pori Makro}$			
t hitung	12,82	α	0,05	t hitung	-0,85	α	0,05
t tabel	2,014	Derajat Bebas	45	t tabel	-2,014	Derajat Bebas	45
Pvalue	<0,001			Pvalue	0,401		
$x_4 = \text{Pori Meso}$				$x_8 = \text{Kemantapan Agregat}$			
t hitung	5,26	α	0,05	t hitung	0,79	α	0,05
t tabel	2,014	Derajat Bebas	45	t tabel	2,014	Derajat Bebas	45
Pvalue	<0,001			Pvalue	0,432		

Persamaan :

$$y = -2,13 + 29,49x_1 + 0,642x_2 + 0,5509x_3 + 0,3931x_4 - 0,2595x_5 - 0,2753x_6$$

Keputusan Berat Isi :

1. t hitung (7,25) > t tabel (2,014), Tolak H_0
2. P value (<0,001) < α (0,05), Tolak H_0

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa berat isi mempengaruhi lengas tersedia.

Setiap kenaikan nilai berat isi sebesar 1 g cm^{-3} maka akan menaikkan lengas tersedia sebesar 29,49%, dengan asumsi faktor lain tetap.

Keputusan Bahan Organik :

1. t hitung (2,36) > t tabel (2,014), Tolak H_0
2. P value (0,023) < α (0,05), Tolak H_0

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa bahan organik mempengaruhi lengas tersedia.

Setiap kenaikan nilai persentase bahan organik sebesar 1% maka akan menaikkan lengas tersedia sebesar 0,642%, dengan asumsi faktor lain tetap.

Keputusan Pori Mikro :

1. t hitung (12,82) > t tabel (2,014), Tolak H_0
2. P value (<0,001) < α (0,05), Tolak H_0

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa Pori Mikro mempengaruhi lengas tersedia.

Setiap kenaikan nilai persentase pori mikro sebesar 1% maka akan menaikkan lengas tersedia sebesar 0,5509%, dengan asumsi faktor lain tetap.

Keputusan Pori Meso :

1. t hitung (5,26) > t tabel (2,014), Tolak H_0
2. P value (<0,001) < α (0,05), Tolak H_0

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa Pori Meso mempengaruhi lengas tersedia.

Setiap kenaikan nilai persentase pori meso sebesar 1% maka akan menaikkan lengas tersedia sebesar 0,3931%, dengan asumsi faktor lain tetap.

Keputusan Partikel Debu :

1. t hitung (-4,82) > t tabel (-2,014), Tolak H_0
2. P value (<0,001) < α (0,05), Tolak H_0

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa persentase debu mempengaruhi lengas tersedia.

Setiap kenaikan persentase partikel debu sebesar 1% maka akan menurunkan lengas tersedia sebesar 0,2595%, dengan asumsi faktor lain tetap.

Keputusan Partikel Liat :

1. t hitung (-3,13) > t tabel (-2,014), Tolak H_0
2. P value (0,003) < α (0,05), Tolak H_0

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa persentase liat mempengaruhi lengas tersedia.

Setiap kenaikan persentase partikel liat sebesar 1% maka akan menurunkan lengas tersedia sebesar 0,2753%, dengan asumsi faktor lain tetap.

Keputusan Pori Makro :

1. t hitung (-0,85) > t tabel (-2,014), Terima H_0
2. P value (0,401) < α (0,05), Terima H_0

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa Pori Makro tidak mempengaruhi lengas tersedia.

Keputusan Kematapan Agregat :

1. t hitung (0,79) > t tabel (2,014), Terima H_0
2. P value (0,432) < α (0,05), Terima H_0

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa kematapan agregat tidak mempengaruhi lengas tersedia.

Lampiran 13. Data Hasil Analisa Regresi $x_1 =$ Ketinggian Tempat dan $x_2 =$ Kemiringan Lereng, $y =$ Lengas Tersedia

Uji Simultan			
Fhitung	5,70	R^2	15,1 %
Ftabel	3,178	Derajat Bebas	2
Pvalue	0,006		
α	0,05		

Keputusan:

1. Fhitung (5,70) > Ftabel (3,178), Tolak H_0
2. Pvalue (0,006) < α (0,05), Tolak H_0

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa ketinggian tempat dan kemiringan lereng mempengaruhi lengas tersedia. Keragaman yang mampu dijelaskan oleh kedua variabel tersebut sebesar 15,1%.

Uji Parsial			
$x_1 =$ Ketinggian Tempat			
t hitung	3,34	α	0,05
t tabel	2,007	Derajat Bebas	51
Pvalue	0,002		
$x_2 =$ Kemiringan Lereng			
t hitung	-2,94	α	0,05
t tabel	-2,007	Derajat Bebas	51
Pvalue	0,005		
$y = 25,63 + 0,00991x_1 - 0,35x_2$			

Keputusan ketinggian tempat:

1. t hitung (3,34) > t tabel (2,007), Tolak H_0
2. Pvalue (0,002) < α (0,05), Tolak H_0

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa ketinggian tempat mempengaruhi lengas tersedia.

Setiap kenaikan ketinggian tempat sebesar 1 mdpl maka akan menaikkan lengas tersedia sebesar 0,00991%, dengan asumsi faktor lain tetap.

Keputusan kemiringan lereng:

1. t hitung (-2,94) > t tabel (-2,007), Tolak H_0
2. Pvalue (0,005) < α (0,05), Tolak H_0

Kesimpulan:

Dengan tingkat kesalahan 5%, maka dapat disimpulkan bahwa kemiringan lereng mempengaruhi lengas tersedia.

Setiap kenaikan kemiringan lereng sebesar 1% maka akan menurunkan lengas tersedia sebesar 0,35%, dengan asumsi faktor lain tetap.

