

**PENGAMATAN KONDISI RISOSFER TANAH
TANAMAN JAGUNG DAN BEBERAPA TANAMAN YANG
TUMBUH DI LERENG SELATAN GUNUNG MERAPI**

LAPORAN PENELITIAN MANDIRI

Oleh:

Dr. Ir. Arthur Frans Cesar Regar, M.Sc.Ag.

**Dosen Fakultas Pertanian
Universitas Jember**



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
LEMBAGA PENELITIAN

Dilaksanakan atas dasar Surat Tugas Ketua Lembaga
Penelitian Universitas Jember
Nomor: 1290/UN25.3.1/LT/2016, tanggal 31 Agustus 2016
(Sumber Dana Mandiri)

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Pengamatan Kondisi Risosfer Tanah Tanaman Jagung Dan Beberapa Tanaman Yang Tumbuh Di Lereng Selatan Gunung Merapi
2. Ketua Peneliti :
 - a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Arthur Frans Cesar Regar, M.Sc.Ag
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIP : 195809171986011001
 - d. Pangkat/Golongan : Penata Tk.I / IIID
 - e. Jabatan Struktural : -
 - f. Jabatan Fungsional : Lektor
 - g. Fakultas/Jurusan : Pertanian/Ilmu Tanah
 - h. Pusat Penelitian : Universitas Jember
 - i. Alamat : Jalan Kalimantan No.37 Jember
 - j. Telepon/Fax. : (0331) 334054
 - k. Alamat Rumah : Perum. Sumber Alam C/3 Jember
 - l. E-mail : arthur.faperta@unej.ac.id
3. Jangka Waktu Penelitian : 6 (enam) bulan
4. Pembiayaan : Rp. 6.000.000,- (enam juta rupiah)
5. Sumber Dana : Mandiri

Jember, Februari 2017

Mengetahui:
Fakultas Pertanian Universitas Jember
Dekan

Ketua Peneliti



Soeparjono, MS. Ph.D
NIP. 196005061987021001

Dr. Ir. Arthur Frans Cesar Regar, M.Sc.Ag
NIP. 195809171986011001

Menyetujui:

Lembaga Penelitian Universitas Jember

Ketua,



Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr, Ph.D.
NIP. 196905171992011001

RINGKASAN

Tanaman asli lokal serta tanaman-tanaman budidaya yang tumbuh pada tanah-tanah yang berada di lereng selatan Gunung Merapi, dapat dijumpai dengan pertumbuhan dan hasil yang berbeda. Berdasarkan hasil analisis hasil tanaman dan menggunakan pengamatan melalui pengukuran Scanning Electron Microscopy, Fourier Transform Infrared Spectroscopy dan Root Adhering Soil, maka penelitian ini bertujuan agar didapatkan informasi, metode atau usaha pertanian yang tepat dan sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Metode penelitian dilakukan dengan pengambilan contoh tanaman dari 3 (tiga) lokasi ketinggian desa di Kecamatan Pakem yaitu Pakem Binangun (578m), Harjo Binangun (348m) dan Sardono Harjo (279m). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada pengamatan SEM walaupun terdapat perbedaan tekstur di ke tiga lokasi, tetapi penyusunan bahan tanah yang didominasi pasir menyebabkan tanah tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Sifat kimia memerlukan pengamatan lebih lanjut karena dengan penambahan pupuk organik, dengan jumlah klei yang tertinggi sekitar 2% ternyata hasil yang didapat tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Pengamatan terhadap FTIR menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hidrofobisitas sesuai dengan ketinggian tempat. Hasil tertinggi di desa Pakem Binangun menyebabkan kemampuan tanahnya mengalami defisit air selama pertumbuhan tanaman. Pada dua lokasi lain hal ini tidak begitu terlihat, disebabkan nilai hidrofobisitas yang lebih rendah sehingga ada kemungkinan bagi tanah, walaupun tidak banyak tetapi mampu melakukan dan menyimpan air lebih banyak dibandingkan dengan tanah di desa Pakem Binangun. Nilai RAS/RT desa Sardono Harjo (7,24) > Pakem Binangun (4,81) > Harjo Binangun (3,7). Kesimpulan yang didapat adalah (1). Pertumbuhan alami dan hasil tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah dan ketersediaan air, serta dipengaruhi oleh ketinggian lokasi. (2). SEM, FTIR dan SAR/RT dapat dipakai menjadi bahan pertimbangan perbaikan tanah pada lahan pasiran yang terdapat di lereng selatan Gunung Merapi.

PRAKATA

Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan YME, sehingga atas karunia-Nya laporan penelitian mandiri ini dapat kami selesaikan.

Laporan akhir ini merupakan bentuk tanggung jawab dari pelaksanaan tugas dari Ketua Lembaga Penelitian Universitas Jember Nomor 1290/UN25.3.1/LT/2016, untuk perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan umumnya, baik bagi Fakultas Pertanian Universitas Jember dan peneliti sendiri khususnya, untuk itu kami ucapkan banyak terimakasih. Ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya juga kami sampaikan kepada Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember dan para staf-nya karena atas perkenan dan bantuannya penelitian ini dapat terlaksana..

Kami menyadari bahwa hasil yang kami capai ini masih jauh dari sempurna, terdapat disana-sini kekurangan, namun kami cukup berbangga hati dan bersyukur terutama dengan banyaknya saran dan bantuan pemikiran dari rekan-rekan dosen, serta bantuan yang bersifat teknis dari staf Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Meskipun demikian kami yakin adanya manfaat dari hasil yang dicapai dalam penelitian ini, atau paling tidak ikut memberikan warna bagi perkembangan ilmu pertanian di Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Jember, Februari 2017

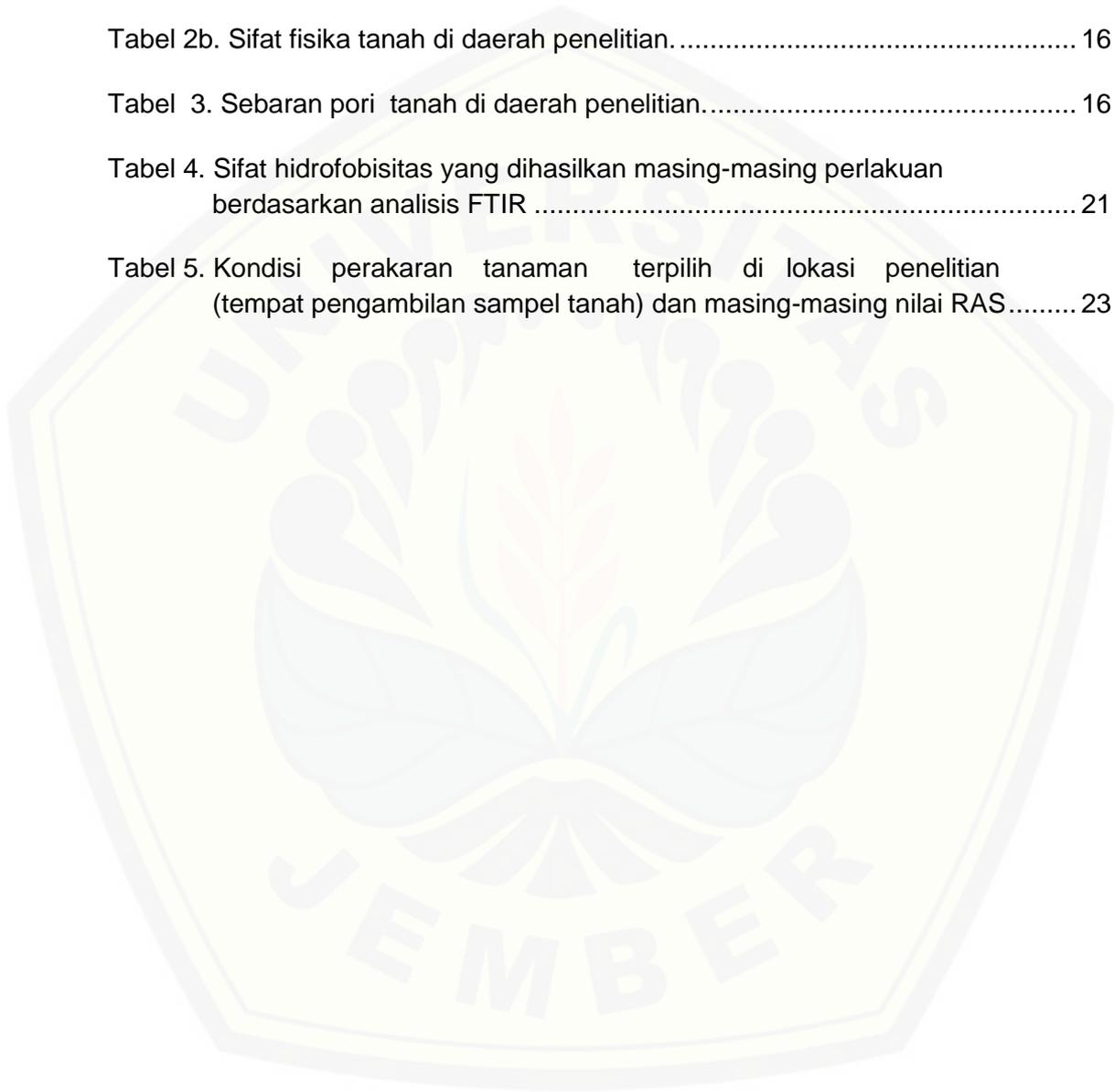
Peneliti

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	ii
Ringkasan	iii
Prakata.....	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Lampiran	viii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
I.3. Perumusan Masalah.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III. KONDISI UMUM LOKASI PENELITIAN.....	8
III.1. Lokasi Penelitian	8
III.2. Keadaan Geologi	8
III.3. Iklim	8
III.4. Ketinggian Tempat dan Kemiringan Lereng.....	8
III.5. Vegetasi dan Penggunaan Lahan.....	9
BAB IV. METODE PENELITIAN	10
IV.1. Metodologi Penelitian.	10
IV.2. Bahan dan Alat.	10
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
BAB VI. KESIMPULAN	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	29

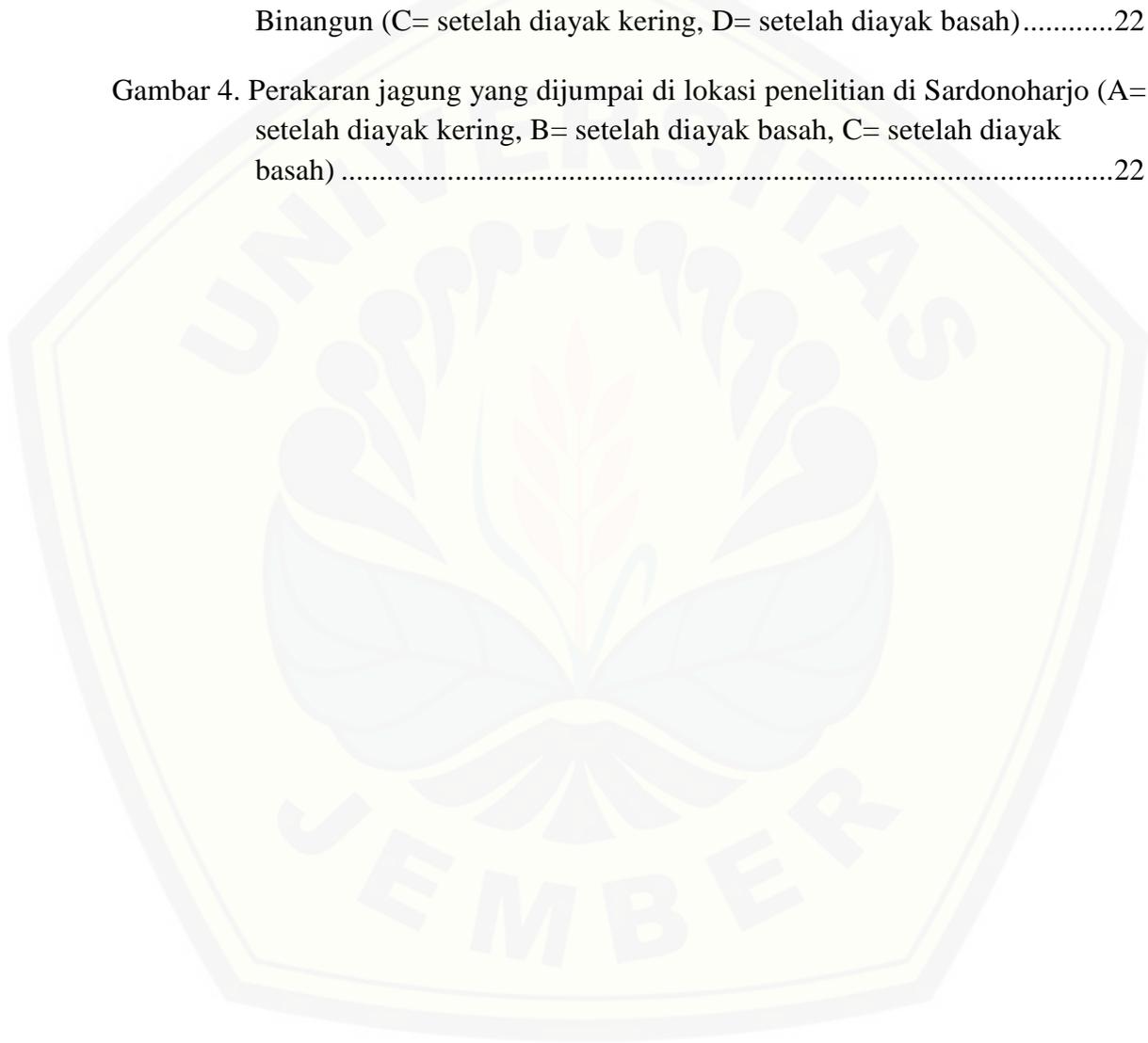
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pengamatan dan perhitungan beberapa anasir sifat tanah, sebelum dan saat digunakan dalam penelitian.....	12
Tabel 2a. Sifat kimia tanah di daerah penelitian.....	14
Tabel 2b. Sifat fisika tanah di daerah penelitian.....	16
Tabel 3. Sebaran pori tanah di daerah penelitian.....	16
Tabel 4. Sifat hidrofobisitas yang dihasilkan masing-masing perlakuan berdasarkan analisis FTIR	21
Tabel 5. Kondisi perakaran tanaman terpilih di lokasi penelitian (tempat pengambilan sampel tanah) dan masing-masing nilai RAS.....	23



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Hasil SEM tanah perbesaran 10.000x yang diambil dari desa Pakem Binangun (a), Harjo Binangun (b) dan Sardonoarjo (c)..... 19
- Gambar 2. Hasil SEM tanah perbesaran 20.000x yang diambil dari desa Pakem Binangun (a), Harjo Binangun (b) dan Sardonoarjo (c)..... 20
- Gambar 3. Perakaran jagung yang dijumpai di lokasi penelitian Pakem Binangun (A= setelah diayak kering, B= setelah diayak basah) dan di Harjo Binangun (C= setelah diayak kering, D= setelah diayak basah).....22
- Gambar 4. Perakaran jagung yang dijumpai di lokasi penelitian di Sardonoarjo (A= setelah diayak kering, B= setelah diayak basah, C= setelah diayak basah)22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian29



BAB I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Tanah abu vulkan terdiri dari produk vulkan segar yang belum atau hanya sedikit melapuk. Abu vulkan dalam hal ini adalah semua bahan lepas vulkan seperti debu, pasir, kerikil dan batu. Rayes (2000) dan Utami (1998) menyebutkan bahwa tanah-tanah yang berasal dari abu vulkan menunjukkan diferensiasi horison yang belum jelas sehingga mineral dan tekstur tanah merupakan faktor utama pembagian satuan tanah. Lebih lanjut Rayes (2000) menyebutkan, berdasarkan perkembangannya dibedakan 2 macam tanah yaitu tanah-tanah sangat muda, belum melapuk dan tanah tua yang agak melapuk. Secara mineralogi, komposisinya didominasi oleh augit, hipersten (Rayes, 2000), dan kristobalit (Sutanto, 1988).

Fraksi pasir dari tanah ini terdiri dari plagioklas intermedier, augit dan gelas berukuran halus, hipersten, hornblende, magnetit dan limonit. Mineral fraksi lempung tanah, didominasi oleh mineral-mineral primer, terutama plagioklas (andesin dan labradorit), kristobalit, augit dan hiperstin. Mineral sekunder yang dijumpai adalah haloisit, kaolinit dan smektit. Kandungan bahan amorf menunjukkan adanya ketidakpastian. Rayes (2000) menyebutkan tidak terdapat alofan, sedangkan Indra (2005) menemukan bahwa kandungan bahan amorf menurun dengan menurunnya ketinggian tempat.

Dalam pengamatan lanjutan melalui analisis DTA (Differential Thermal Analysis) pada tanah-tanah di lereng selatan Gunung Merapi ini, Malidi (2006) menemukan bahwa dibandingkan mineral lain yang sering terdeteksi pada tanahtanah tersebut seperti misalnya smektit, kaolinit, dan haloisit, disebutkan bahwa haloisit lebih mendominasi.

Scanning Electron Microscopy (SEM) adalah salah satu metode yang paling cocok untuk menggambarkan secara visual keberadaan dalam sebuah satuan volume tanah adanya bahan pembentuk (soil constituents) mineral tanah dan keberadaan bakteri di dalamnya secara tiga dimensi. Namun dalam pelaksanaannya, haruslah diperhatikan akan terjadinya perubahan yang mungkin terjadi terhadap kemungkinan “tidak tampaknya” atau “hilangnya” mikroba karena proses yang tidak tepat, misalnya pemberian bahan kimia yang terlalu kuat, adanya pemanasan dll. Prinsip dasar prosedur SEM bakteri adalah isolasi, fiksasi, dehidrasi, pengeringan, penghitungan dan fotografi.

Rombang (1992) menyebutkan bahwa metode pengamatan EDS dan SEM secara gabungan merupakan suatu kesempatan dan keuntungan untuk mempelajari agregat tanah. Hasil pengamatan sebelum ini menunjukkan bahwa menggunakan metode ini banyak peneliti (Gallavan dan Green-Kelly, 1974; Skidmore *et al.*, 1975; Davey, 1978) menemukan adanya pembentukan alami bahan pengikat atau penyemen di dalam retakan-retakan tanah. Kemampuan SEM untuk mengamati obyek yang sangat kecil seperti lempung dan partikel-partikel organik, dan kemampuan EDS menganalisis secara kimiawi bahan-bahan yang sangat kecil ini memberikan harapan

didapatnya informasi yang akurat sehingga dapat menambah pengertian tentang agregat tanah.

Dari sampel contoh tanah di lokasi penelitian, pada gambar dengan perbesaran 10.000x dan perbesaran 20.000x dari suatu citra mineral pembentuk tanah dan bahan-bahan lain di dalam atau sekelilingnya, fraksi ukuran pasir tampak mendominasi. Berdasarkan analisis Malidi (2006), bahan yang tampak mengisyaratkan bahwa pada tanah-tanah di lereng selatan Gunung Merapi didominasi oleh campuran mineral haloisit, dengan bentuk (tubular to spheroidal (Parham, 1969; Askenasy *et al.*, 1973), dan kaolinit berbentuk lempeng (Dixon, 1989). Pada gambar-gambar tersebut tampak pula keberadaan partikel-partikel organik. Dalam beberapa kasus partikel-partikel organik tampak lebih dominan dan dalam jumlah yang banyak bila dibandingkan dengan sampel tanah lainnya. Tidak tampak adanya mikroba, tetapi di beberapa tempat tampak perlekatan yang kemungkinan besar disebabkan EPS dimana partikel ukuran halus dapat menempel di permukaan atau dinding fraksi pasir.

Dalam Kizil *et al.* (2002) dan Huang *et al.* (2003) disebutkan bahwa infra merah merupakan sebuah gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 0,78 sampai dengan 1000 mikron meter atau bilangan gelombang 4000 sampai dengan 10 cm⁻¹, dengan penggunaan yang paling banyak pada daerah dengan kisaran gelombang 4000 sampai 670 cm⁻¹. Dalam penggunaannya yang penting adalah untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat beragam karena terdiri dari banyak puncak. Lebih lanjut disebutkan bahwa karena sifat fisiknya yang khas, maka kemungkinan dua senyawa akan memiliki spektrum yang sama adalah kecil sekali. Energi radiasi infra merah akan diabsorpsi oleh senyawa organik sehingga molekulnya akan mengalami rotasi atau vibrasi. Setiap ikatan kimia yang berbeda seperti O-H, C-C, C=C, C=O dan lain-lainnya mempunyai frekuensi vibrasi yang berbeda. Itulah sebabnya kemungkinan dua senyawa berbeda akan mempunyai absorpsi yang sama adalah sangat kecil sekali.

Aplikasi FTIR untuk tanah telah umum digunakan. Informasi yang didapat merupakan sifat alami tanah beserta juga kemungkinansifat-sifat lain yang membedakan satu tanah dengan tanah lainnya, tergantung isi yang terdapat di dalam tanahnya. Contoh hasil perhitungan gugus-gugus fungsional yang terbaca oleh FTIR untuk tanah gambut diungkapkan oleh Utami *et al.* (2010). Beberapa hasil menunjukkan bahwa tanah yang telah ditambah bahan organik mencapai 2,0% menyebabkan tanah memiliki indeks yang cukup tinggi 17,06 dengan adanya hidrofobisitas tanah.

Seperti yang didapatkan oleh Rombang (1992), hasil pengamatan terhadap sifat-sifat tanah menggunakan DTA, SEM dan FTIR membantu memberikan gambaran tentang kondisi tanah, yang apabila dihubungkan dengan pengamatan hasil pengukuran di laboratorium lebih jauh akan membantu mengetahui kemungkinannya bila akan digunakan sebagai media pertumbuhan tanaman.

Ketidakmampuan tanah menumbuhkan tanaman sehingga berproduksi rendah yang disebabkan karena kondisi tanah beragregasi lemah atau bahkan tidak membentuk agregat telah lama disadari dan dimengerti (Thompson dan Troeh, 1972; Brady, 1990;

Stevenson, 1994). Struktur tanah dalam kondisi ini umumnya kurang mampu mempertahankan keberadaan bahan organik dari serangan mikroba, daya mengikat atau mempertahankan air dalam pori-pori tanah yang rendah dan kemampuan melalukan air yang kurang baik, dan meningkatnya kepadatan tanah sehingga akar tanaman tak mampu menembus, serta rendahnya nilai keharaan yang dibutuhkan tanaman.

I.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah penelusuran hubungan antara hasil biomassa tanaman di lokasi penelitian dengan sifat-sifat tanahnya.

1. Dalam keadaan alami, dengan mengetahui pertumbuhan dan hasil tanaman pada kondisi tanah dan ketersediaan air serta ketinggian lokasi diharapkan dapat diduga potensi lokasi untuk kepentingan pemilihan komoditas pertanian yang baik dan cocok.
2. SEM, FTIR dan SAR/RT dapat dipakai menjadi bahan pertimbangan untuk pertimbangan perbaikan tanah pada lahan pasiran yang terdapat di lereng selatan

I.3. Perumusan Masalah.

Penanaman tanaman tertentu dengan aktivitas akar mengeluarkan atau memproduksi bahan sekresi yang mampu mengikat butiran tanah merupakan salah satu cara untuk mencegah perusakan agregat. Selain itu dengan adanya pertumbuhan akar yang dapat menembus massa tanah akan terbentuk bidang-bidang belah atau retakan tanah. Adanya desakan akar menyebabkan tekanan sehingga butir-butir tanah menjadi lebih padat dan dekat satu sama lainnya. Peningkatan KPK tanah melalui perombakan bahan organik oleh biota tanah merupakan cara yang tepat, mengingat sedikitnya kandungan koloid anorganik pada tanah ini. Bila ini bisa dilakukan maka agregasi dan stabilitas agregat, serta struktur tanah akan tetap baik dan terjaga.

Meskipun demikian, sampai saat ini, masih sangat terbatas perhatian diberikan dan penelitian dilakukan terhadap pengaruh mikrobia, terutama bakteri penghasil EPS, pada pembentukan dan stabilisasi agregat, serta agregasi pada root-adhering-soil (RAS) (Alami *et al.*, 2000). Memahami pengaruh mikrobia pada agregasi RAS sangat penting, karena RAS membentuk mikro-lingkungan yang spesifik di daerah risosfer, dimana didalamnya terjadi penyerapan air dan unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Alami *et al.*, 2000).

Seperti yang didapatkan oleh Rombang (1992), hasil pengamatan terhadap sifat-sifat tanah menggunakan DTA, SEM dan FTIR membantu memberikan gambaran tentang kondisi tanah, yang apabila dihubungkan dengan pengamatan hasil pengukuran di laboratorium lebih jauh akan membantu mengetahui kemungkinannya bila akan digunakan sebagai media pertumbuhan tanaman.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Tanah yang dibentuk dari hasil letusan gunung berapi memiliki sifat fisika, kimia dan mineralogi yang unik dan banyak berbeda yang jarang dimiliki atau ditemukan pada tanah-tanah yang berasal dari bahan-bahan induk lain. Ini disebabkan karena pembentukan bahan-bahan non-kristalin (yaitu alofan, imogolit, ferihidrit) yang mengandung permukaan-permukaan muatan variabel, dan adanya penimbunan bahan organik (Dahlgren *et al.*, 2004). Keunikan tanah-tanah ini menjadikan tantangan tersendiri bagi upaya pengelolaannya. Dalam upaya pengelolaan tanah, beberapa penelitian yang telah dilakukan, misalnya dalam hubungannya dengan kekahatan tanah terhadap P (Egawa, 1977; Otsuka *et al.*, 1988; Martini dan Luzuriaga, 1989; van Wambeke, 1992; Sanyal *et al.*, 1993) dan unsur-unsur hara lainnya (Mongia dan Bandyopadhyay, 1993; Shoji *et al.*, 1993).

Tanah-tanah ini mempunyai kapasitas pertukaran kation (KPK) yang spesifik karena memiliki karakteristik muatan variabel yang tergantung pH tanah yang disebabkan oleh keberadaan klei dan bahan humus, sehingga diperlukan pengelolaan spesifik termasuk perlakuan pengapuran dan pemupukan (Uehara dan Gillman, 1981; Radcliffe dan Gillman, 1985; Tisdale *et al.*, 1993). Pada umumnya sifat fisika tanah bukan merupakan faktor penghambat dalam mengusahakan tanah-tanah ini, tetapi sering terjadi dalam proses perkembangan selanjutnya mengalami erosi atau terjadi perubahan struktur tanah karena terbentuknya berbagai bentuk lapisan padas misal, terbentuknya duripan pada lahan sawah (Raves, 2000).

Dalam penelitiannya untuk mengelola tanah yang berasal dari bahan abu vulkanik, Ellis *et al.* (2000) mendapatkan bahwa struktur tanah mengalami perubahan karena dikelola untuk pertanian tertentu, sampai kedalaman tanah 50cm dapat diamati terjadinya pemadatan tanah dan perkembangan akar tanaman yang terhambat, sehingga disimpulkan terjadinya perubahan terhadap distribusi ukuran pori dan ketahanan terhadap penetrasi.

Daerah penelitian berada di lereng selatan Gunung Merapi yang aktif dan merupakan wilayah endapan dari bahan-bahan yang dimuntahkan. Oleh karena itu, material yang terdapat di lereng Gunung Merapi dapat dibagi menjadi dua, yaitu yang berasal dari gunung api tua dan gunung api muda. Pada lereng yang terbentuk dari material gunung api tua telah mengalami pengikisan yang dalam dan mengalami patahan. Materialnya mengandung mineral olivin basalt, augit, hiperstin, hornblende andesit. Material gunung api muda banyak mengandung mineral augit, hiperstin andesit, dengan sub ordinat hornblende (van Bemmelen, 1970). Faktor ini merupakan salah satu faktor pembentuk tanah penting karena peranannya yang besar dalam proses pembentukan tanah yaitu dari awal terjadi proses pelapukan sampai terjadi perubahan mineral primer menjadi mineral sekunder. Berdasarkan klasifikasi iklim menurut Oldeman (1977), maka daerah penelitian termasuk dalam tipe B2, yaitu berkisar 7-9 bulan basah dan 2-4 bulan kering dan menggunakan perhitungan dengan persamaan $T=26,30C - 0,6h$ (Oldeman, 1977), dimana T adalah suhu rata-rata tahunan dan h

adalah tinggi tempat (dalam hektometer), maka suhu rata-rata tahunan daerah penelitian berturut-turut adalah Pakem Binangun = 22,09oC; Harjo Binangun = 24,11oC; dan Sardonoharjo = 24,46oC. Berdasarkan ketinggian tempat dari muka laut, daerah penelitian berada pada ketinggian 578m, 348m dan 279m berturut-turut untuk lokasi: 1. Pakem Binangun yang mempunyai permukaan tanah bergelombang dengan kemiringan lereng 20-30%; 2. Harjo Binangun dengan permukaan tanah berombak dengan kemiringan lereng 11-13%; dan 3. Sardonoharjo dengan permukaan tanah landai dengan kemiringan lereng 3-6%. Survey dan pengamatan terhadap wilayah Kecamatan Pakem/Ngaglik menunjukkan bahwa daerah penelitian sebagian besar ditumbuhi dengan tanaman tahunan baik sebagai pepohonan sampai dengan tanaman rumput. Sebagian besar daerah penelitian dimanfaatkan untuk tegalan.

Tanah-tanah yang berkembang dari hasil erupsi gunung api, di banyak bagian di dunia adalah tanah yang dengan dapat dikatakan memiliki kesuburan yang relatif tinggi, kadang dihubungkan dengan banyaknya penduduk yang tinggal di daerah tersebut. Di Pulau Jawa, yang memiliki luas total 126.000 km², sepertiga dari permukaannya atau 35.140 km² tanahnya dilingkupi dengan bahan-bahan langsung dari letusan. Daerah ini memiliki bahan-bahan abu yang masih muda dengan jumlah penduduk beragam 800 sampai 1000 orang tinggal di lereng-lereng, sedangkan yang di daerah bukan abu vulkanik berjumlah kurang lebih 425 orang setiap km². Daerah-daerah tersebut saat inipun masih merupakan daerah yang penting bagi pertanian Indonesia karena produktivitas dan luasannya untuk mendukung pertumbuhan tanaman pangan dan industri, yaitu untuk perkebunan teh dan tanaman-tanaman hortikultura (Utami, 1998).

Tanah-tanah yang berkembang dari bahan vulkan atau tanah abu vulkan, biasanya merujuk pada tanah-tanah yang terbentuk dari bahan-bahan lepas gunung api, yang dihasilkan oleh serangkaian proses yang berkaitan dengan letusan gunung api. Tanah-tanah yang terbentuk dari bahan ini seringkali diasosiasikan dengan Andisol, meskipun tidak semua tanah tsb adalah Andisol. Utami (1998) menyebutkan bahwa beberapa dari 12 lokasi penelitiannya pada lereng gunung-gunung api di P. Jawa menemukan bahwa pada lereng utara G. Merapi bersambung dengan G. Merbabu terdiri dari tanah-tanah Andisol dan non-Andisol, dengan sifat-sifat tanah yang spesifik. Sebaliknya (Rayes, 2000) yang mengadakan penelitian pada lereng selatan G. Merapi menemukan bahwa walaupun berasal dari bahan yang sama, tanah-tanah ini tidak seluruhnya termasuk Andisol karena tidak seluruh persyaratan bagi Andisol bisa dipenuhi. Sutanto (1988) dalam penelitiannya pada lereng selatan Gunung Merapi sampai daerah pantai selatan, yaitu pada tanah-tanah dengan keragaman yang besar karena berasal dari bahan-bahan abu vulkan yang berbeda asal dan umurnya, berdasarkan klasifikasi Soil Taxonomy (1975) menemukan tanah-tanah Fluvaquents, Tropaquents, dll. Terdapat pula tanah-tanah dimana kandungan gelas vulkan yang tidak memenuhi sifat andik agar bisa termasuk dalam Andisols.

Penelitian tanah-tanah yang berasal dari bahan vulkan di Indonesia menemukan jenis tanah yang berbeda-beda, tergantung dari jenis bahan vulkan serta iklim setempat.

Pada bahan vulkan andesit di wilayah iklim humid, van Schuylenborgh menemukan Andisol (elevasi >600 m dpl), serta Alfisol dan Ultisol (elevasi 0 - 300 m dpl). Tanah yang berkembang dari bahan andesit tetapi di bawah iklim monsun (2 - 3 bulan kering; 10 - 7 bulan basah), Tan dan van Schuylenborgh menemukan tanah yang setara dengan Andisol (Eutrandept) pada elevasi > 1400 m dpl, Andisol (Vitrandept) pada elevasi 1000 - 1400 m dpl dan Alfisol (Haploxeralf) pada elevasi 1000 - 300 m dpl. Tan dan van Schuylenborgh dalam penelitiannya pada daerah iklim humid tetapi dari bahan vulkan riolitik menemukan tanah-tanah yang setara dengan Spodosol (2000 - 1500 m dpl), Inceptisol (1500 - 500 m dpl) dan Ultisol (500 - 0 m dpl) (Utami, 1998).

Tanah-tanah abu vulkan yang sangat muda tanpa atau dengan sedikit perkembangan profil termasuk Entisol. Tanah-tanah abu vulkan yang mengalami pelapukan sangat lanjut termasuk Oxisol, tanah yang mempunyai horison spodik termasuk Spodosol, sedangkan yang memiliki horison argilik dapat digolongkan sebagai sub-grup andik dari Hapludalf dan Hapludult.

Tanah abu vulkan terdiri dari produk vulkan segar yang belum atau hanya sedikit melapuk. Abu vulkan dalam hal ini adalah semua bahan lepas vulkan seperti debu, pasir, kerikil dan batu. Rayes (2000) dan Utami (1998) menyebutkan bahwa tanah-tanah yang berasal dari abu vulkan menunjukkan diferensiasi horison yang belum jelas sehingga mineral dan tekstur tanah merupakan faktor utama pembagian satuan tanah. Lebih lanjut Rayes (2000) menyebutkan, berdasarkan perkembangannya dibedakan dua macam tanah yaitu tanah-tanah sangat muda, belum melapuk dan tanah tua yang agak melapuk. Secara mineralogi, komposisinya didominasi oleh augit, hipersten (Rayes, 2000), dan kristobalit (Sutanto, 1988). Fraksi pasir dari tanah ini terdiri dari plagioklas intermedier, augit dan gelas berukuran halus, hipersten, hornblende, magnetit dan limonit. Mineral fraksi lempung tanah, didominasi oleh mineral-mineral primer, terutama plagioklas (andesin dan labradorit), kristobalit, augit dan hiperstin. Mineral sekunder yang dijumpai adalah haloisit, kaolinit dan smektit. Kandungan bahan amorf menunjukkan adanya ketidakpastian. Rayes (2000) menyebutkan tidak terdapat alofan, sedangkan Indra (2005) menemukan bahwa kandungan bahan amorf menurun dengan menurunnya ketinggian tempat.

Hasil pengujian laboratorium, tekstur tanah pada lereng selatan Gunung Merapi menunjukkan adanya keragaman, namun secara umum merupakan tanah-tanah yang bertekstur pasiran. Distribusi dan kandungan fraksi pasirnya sangat beragam, begitu pula dengan fraksi debunya. Persentase fraksi lempung sangat kecil dibandingkan kedua fraksi lainnya. Bahan organik pada tanah-tanah di lereng selatan Gunung Merapi menunjukkan keragaman yang besar. Berdasarkan ketinggian tempat, nilai KPK tanah menunjukkan peningkatan searah meningkatnya ketinggian tempat. Reaksi tanah (pH) baik H₂O dan KCl menurun searah menurunnya ketinggian tempat. Nilai pH H₂O cenderung netral pada ± 6 , sedangkan pH NaF semakin meningkat terhadap ketinggian tempat. Kandungan bahan organik, Kandungan N total dan KPK cenderung meningkat terhadap ketinggian tempat.

Tekstur tanah terdiri dari pasir geluhan, geluh pasiran dan pasiran. Pola sebaran fraksi pasir cenderung menurun searah menurunnya ketinggian empat, sebaliknya sebaran fraksi lempung cenderung meningkat searah menurunnya ketinggian tempat. Nilai berat volume, berat jenis tanah, nilai plastisitas dan jangka olah semakin meningkat terhadap menurunnya tinggi tempat.

Pengusahaan tanah untuk pertanian pada daerah ini agar memberikan hasil yang baik dapat dilakukan dengan penambahan lempung, bahan organik dan senyawa-senyawa lain yang berfungsi terutama untuk perbaikan sifat tanah.

Tanah yang dibentuk dari hasil letusan gunung berapi memiliki sifat fisika, kimia dan mineralogi yang unik dan banyak berbeda yang jarang dimiliki atau ditemukan pada tanah-tanah yang berasal dari bahan-bahan induk lain. Ini disebabkan karena pembentukan bahan-bahan non-kristalin (yaitu alofan, imogolit, ferihidrit) yang mengandung permukaan-permukaan muatan variabel, dan adanya penimbunan bahan organik (Dahlgren et al., 2004). Keunikan tanah-tanah ini menjadikan tantangan tersendiri bagi upaya pengelolaannya. Dalam upaya pengelolaan tanah, beberapa penelitian yang telah dilakukan, misalnya dalam hubungannya dengan kekahatan tanah terhadap P (Egawa, 1977; Otsuka et al., 1988; Martini dan Luzuriaga, 1989; van Wambeke, 1992; Sannyal et al., 1993) dan unsur-unsur hara lainnya (Mongia dan Bandyopadhyay, 1993; Shoji et al., 1993). Tanah-tanah ini mempunyai kapasitas pertukaran kation (KPK) yang spesifik karena memiliki karakteristik muatan variabel yang tergantung pH tanah yang disebabkan oleh keberadaan lempung dan bahan humus, sehingga diperlukan pengelolaan spesifik termasuk perlakuan pengapuran dan pemupukan (Uehara dan Gillman, 1981; Radcliffe dan Gillman, 1985; Tisdale et al., 1993). Pada umumnya sifat fisika tanah bukan merupakan faktor penghambat dalam mengusahakan tanah-tanah ini, tetapi sering terjadi dalam proses perkembangan selanjutnya mengalami erosi atau terjadi perubahan struktur tanah karena terbentuknya berbagai bentuk lapisan padas misal, terbentuknya duripan pada lahan sawah (Reyes, 2000).

III. KONDISI UMUM LOKASI PENELITIAN

III.1. Lokasi Penelitian.

Secara geografis peta lokasi penelitian (Lampiran 1.) terletak pada sekitar koordinat 110° 25' BT (Bujur Timur) dan 7° 40' LS (Lintang Selatan) yaitu daerah Kecamatan Pakem dengan batas bagian timur Kecamatan Cangkringan, batas barat Kecamatan Sleman dan batas selatan Kecamatan Ngaglik di daerah Provinsi daerah Istimewa Yogyakarta (DIY).

III.2. Keadaan Geologi.

Daerah penelitian berada di lereng selatan Gunung Merapi yang aktif dan merupakan wilayah endapan dari bahan-bahan yang dimuntahkan. Oleh karena itu, material yang terdapat di lereng Gunung Merapi dapat dibagi menjadi dua, yaitu yang berasal dari gunung api tua dan gunung api muda. Pada lereng yang terbentuk dari material gunung api tua telah mengalami pengikisan yang dalam dan mengalami patahan. Materialnya mengandung mineral olivin basalt, augit, hiperstin, hornblende andesit. Material gunung api muda banyak mengandung mineral augit, hiperstin andesit, dengan sub ordinat hornblende (van Bemmelen, 1970).

III.3. Iklim.

Faktor ini merupakan salah satu faktor pembentuk tanah penting karena peranannya yang besar dalam proses pembentukan tanah yaitu dari awal terjadi proses pelapukan sampai terjadi perubahan mineral primer menjadi mineral sekunder.

Berdasarkan klasifikasi iklim menurut Oldeman (1977), maka daerah penelitian termasuk dalam tipe B2, yaitu berkisar 7-9 bulan basah dan 2-4 bulan kering dan menggunakan perhitungan dengan persamaan $T=26,30C - 0,6h$ (Oldeman, 1977), dimana T adalah suhu rata-rata tahunan dan h adalah tinggi tempat (dalam hektometer), maka suhu rata-rata tahunan daerah penelitian berturut-turut adalah Pakem Binangun = 22,09oC; Harjo Binangun = 24,11oC; dan Sardonoharjo = 24,46oC.

III.4. Ketinggian Tempat dan Kemiringan Lereng.

Berdasarkan ketinggian tempat dari muka laut, daerah penelitian berada pada ketinggian 578m, 348m dan 279m berturut-turut untuk lokasi: 1. Pakem Binangun yang mempunyai permukaan tanah bergelombang dengan kemiringan lereng 20 - 30%; 2. Harjo Binangun dengan permukaan tanah berombak dengan kemiringan lereng 11 - 13%; dan 3. Sardonoharjo dengan permukaan tanah landai dengan kemiringan lereng 3 - 6%.

III.5. Vegetasi dan Penggunaan Lahan.

Survey dan pengamatan terhadap wilayah Kecamatan Pakem/Ngaglik menunjukkan bahwa daerah penelitian sebagian besar ditumbuhi dengan tanaman tahunan baik sebagai pepohonan sampai dengan tanaman rumput. Sebagian besar daerah penelitian dimanfaatkan untuk tegalan.



IV. METODOLOGI PENELITIAN

IV.1. Metodologi Penelitian.

Penelitian dilaksanakan di daerah Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode yang digunakan mencakup pengamatan profil lengkap untuk penggambaran secara umum proses perkembangan tanah dan pemilihan horizon B untuk pengamatan dan penelitian lebih lanjut. Pengamatan biomassa tanaman dan kondisi akar tanaman jagung dan beberapa tanaman lokal yang tumbuh di lokasi penelitian dilaksanakan dengan mengambil baik sampel tanah dan tanaman pada saat pelaksanaan penelitian lapangan.

IV.2. Bahan dan Alat.

Diantaranya peta rupa bumi skala 1:25.000 tahun 1995, peta sebaran jenis tanah, buku munsell, kompas, altimeter, clinometer, sekop, pisau, meteran, kaca pembesar (loupe), kamera, palu geologi, kantong plastik, ring sample, kartu label, karung plastik dan alat tulis. Pemerian profil tanah menggunakan acuan Boring Log. Penentuan titik profil di lapangan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut: 1). Tanah yang berkembang dari bahan abu vulkan Merapi; 2). Perbedaan ketinggian.

Pengambilan contoh tanah dilaksanakan sesuai keperluan yaitu:

1. Untuk pemenuhan kelengkapan data pengamatan profil tanah.
2. Untuk penelitian di laboratorium.

Pengamatan untuk kelengkapan data pengamatan profil:

1. Informasi pada lokasi cuplikan meliputi nomor profil, nama tanah, klasifikasi, kategori tanah, tanggal pengamatan, kelompok pemerian, lokasi, elevasi, bentuk wilayah, lereng, vegetasi alami atau penggunaan tanah dan iklim.
2. Informasi umum tanah mencakup bahan induk, drainase, kondisi kelembaban tanah, kedalaman air tanah, kadar erosi dan pengaruh manusia.
3. Pemerian individu horison tanah mencakup simbol horison, kedalaman horison, lapisan horison atas dan bawah, warna tanah, tekstur, struktur, konsistensi, pori tanah, kandungan semeri, kondisi perakaran, dan pH.

Pengamatan di laboratorium

1. Tekstur tanah 3 fraksi dan 5 sub-fraksi pasir dengan metode pemipetan.
2. Berat volume (BV) dengan metode Gravimetri
3. Berat jenis (BJ) dengan piknometer

4. Permeabilitas dengan permeameter
5. Kadar lengas tanah untuk penggambaran kurva pF menggunakan water column, pressure plate dan pressure membrane apparatus pada tegangan lengas 0,00; 2,00; 2,54; dan 4,20.
6. Agregasi dengan metode ayakan kering.
7. Kemantapan agregat menggunakan metode pengayakan kering-basah.
8. Bahan organik dengan metode Walkley dan Black.
9. pH (H₂O), (KCl), dan NaF dengan pH meter (Blackmore, 1987).

Khusus untuk pengamatan horison B di masing-masing profil, dilakukan pengamatan terhadap beberapa sifat fisika tanah antara lain: permeabilitas, stabilitas agregat, ketahanan terhadap penetrasi, distribusi ukuran pori, dinamika bahan organik dan lempung serta mineraloginya.

Metode Pengambilan Contoh Tanah dan Tanaman

- a. Pengambilan contoh tanaman di lapangan.

Contoh tanaman yang akan dijadikan bahan dalam penelitian ini diambil dari tanah pasiran abu vulkan dari 3 (tiga) lokasi ketinggian desa di Kecamatan Pakem yaitu Pakem Binangun (578m), Harjo Binangun (348m) dan Sardono Harjo (279m), yaitu: jagung, ubi jalar, “sirih”, rumput gajah, dan bayam.

- b. Pengambilan contoh tanah di lapangan.

Contoh tanah untuk keperluan penelitian ini diambil pada lahan yang tanamannya diambil sebagai sampel. Pengambilan sampel tanah dalam hal ini dilakukan untuk pengukuran SEM, FTIR dan RAS.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil pengamatan dan perhitungan beberapa anasir sifat tanah, sebelum dan saat digunakan dalam penelitian.

Anasir sifat tanah	Analisis Pendahuluan			Penelitian		
	Pakem Binangun	Harjo Binangun	Sardonoharjo	Pakem Binangun	Harjo Binangun	Sardonoharjo
<u>Tekstur:</u>						
Lempung (%)	4	5	8			
Debu (%)	14	16	21			
Pasir (%)	82	79	68			
C-Total	1,17	1,01	0,78	0,78	1,56	1,09
N-Total	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
Nisbah C/N	9,00	7,77	6,50	6,50	13,00	9,08
<u>Unsur Tersedia:</u>						
P (ppm)	42,65	40,05	40,47	43,80	46,19	41,51
K (cmol(+)/kg)	0,14	0,14	2,22	0,85	0,98	1,10
Ca (cmol(+)/kg)	5,53	6,05	10,94	9,11	5,42	10,25
Na (cmol(+)/kg)	0,31	0,31	2,92	1,56	1,73	1,78
Mg (cmol(+)/kg)	-	-	-	-	-	-
ph H ₂ O	6,50	6,50	6,40	6,70	6,70	6,80
pH KCl	2,02	1,75	1,34	1,34	2,69	1,88
Bahan Organik (%)	2,02	1,75	1,34	1,34	2,69	1,88
<u>Kemantapan Agregat (%)</u>						
Kerapatan Bongkah (BV) g/cm ³	1,34	1,48	1,32			
Kerapatan Partikel (BJ) g/cm ³	2,58	2,77	2,63			
Porositas Total (%)	48,24	46,44	49,93			
Permeabilitas (cm/jam)				15,72	16,49	31,05
<u>pF:</u>						
0 (%)				50,17	35,40	56,75
1 (%)				48,17	31,84	55,64
2 (%)				29,97	18,78	35,54
2,54 (%)				17,69	6,83	19,17
4,2 (%)				7,91	3,45	9,36
Pori Penyimpan Lemas (%)				26,47	21,16	26,97
Pori Drainase Cepat (%)				24,24	22,94	21,85
Pori Drainase Lambat (%)				14,74	16,49	16,86
Pori Berguna (%)				50,71	44,09	48,81

Tabel 1. Menunjukkan hasil pengukuran sifat tanah pada saat akan dilaksanakan penelitian lapangan sebagai kelanjutan hasil analisis tanah pendahuluan pada waktu survei dilakukan.

Hasil pengamatan terhadap sifat-sifat tanah dirangkum dalam Tabel 2a. dan Tabel 2b. (Data hasil pengamatan profil tidak ditampilkan). Tabel 2a. menunjukkan secara umum sifat kimia tanah. Menggambarkan bahwa di daerah penelitian seperti yang telah banyak ditemukan di daerah lain dengan kondisi yang hampir sama, pada umumnya merupakan tanah yang memiliki reaksi tanah yang agak netral sampai agak masam, pH(H₂O) antara 6,20 sampai 6,57 dan pH (KCl) antara 5,49 sampai 6,04; bahan organik antara 0,99 sampai 3,3 dengan C-organik antara 0,58 dan 1,91; kapasitas pertukaran kation yang rendah antara 3,09 sampai 8,01, dan juga adsorpsi P yang tinggi serta kandungan unsur hara yang rendah (Dahlgren et al., 2004).



Tabel 2a. Sifat kimia tanah di daerah penelitian.

Parameter	Lokasi								
	Pakem Binangun			Harjo Binangun			Sardonoharjo		
	Lapisan								
	P1-1	P1-2	P1-3	P2-1	P2-2	P3-1	P3-2	P3-3	P3-4
pH H ₂ O 1:5	6,40	6,42	6,25	6,20	6,21	6,21	6,46	6,57	6,51
pH KCl 1:5	6,00	6,04	6,02	5,66	5,68	5,49	5,88	5,90	5,96
pH NaF	10,1	10,08	9,98	9,65	9,57	9,63	9,71	9,85	9,78
Bahan organik (%)	3,3	1,4	0,99	1,62	1,49	1,86	1,51	1,47	1,14
N-total	0,09	0,13	0,16	0,14	0,08	0,19	0,16	0,12	0,09
KPK (cmol(+)/kg)	6,39	4,24	3,09	6,42	6,02	8,01	6,77	7,36	5,49
C-organik (%)	1,91	0,81	0,58	0,94	0,86	1,08	0,87	0,85	0,66

Tabel 2b. Menunjukkan secara umum sifat fisika tanah. Menggambarkan bahwa di daerah penelitian merupakan tipikal tanah berasal dari bahan abu vulkanik yaitu tekstur tanah pasir atau pasiran dengan kandungan pasir antara 70 sampai 93 %, debu antara 4 sampai 18 % dan lempung antara 2 sampai 12 %; berat jenis tanah beragam antara 2,6 sampai 2,9 g / cm³ dan dengan berat volume tanah antara 1,37 dan 1,65 g / cm³; permeabilitas tanah antara 14,2 sampai 30,38 cm / jam dengan kelas permeabilitas cepat sampai sangat cepat. Ketahanan terhadap penetrasi menurut kedalaman tanah menunjukkan keragaman yang cukup besar yaitu antara 320 dan 1000N/cm². Nilai ini masih belum menjadi masalah bagi perakaran tanaman karena masih dibawah nilai 2000 N/cm² pada horison 2Bw₂ dan 2Bw₃ yang ditemukan oleh Reyes (2000) pada tanah di daerah yang sama, yang merupakan lapisan padas. Kemantapan agregat pada tanah ini cukup baik karena masih di dalam harkat yang mantap yaitu antara 54,44 dan 68,24 %. Warna tanah pada daerah penelitian menunjukkan adanya keseragaman proses karena menunjukkan pola yang sama. Lapisan permukaan mempunyai warna yang gelap, coklat atau merah namun tidak menunjukkan perbedaan warna yang tegas dengan tingkat hue yaitu 10YR, value antara 2 - 3 dan kroma antara 2 - 4. Namun perubahan warna yang disebabkan adanya tingkat kelembaban tanah yang meningkat dengan nyata maka perlu mendapat pertimbangan, terutama bila telah diketahui bahwa tanah mempunyai kandungan dalam jumlah besar antara lain humus, hidroksida-hidroksida besi, mangan, kwarsa, dan feldspar.

Dengan menggunakan data pF maka sebaran pori untuk masing-masing profil dapat dihitung, yang hasilnya disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2b. Sifat fisika tanah di daerah penelitian.

Parameter	Lokasi								
	Pakem Binangun			Harjo Binangun		Sardonoharjo			
	Lapisan								
	P1-1	P1-2	P1-3	P2-1	P2-2	P3-1	P3-2	P3-3	P3-4
Lempung (%)	2	3	4	6	5	12	9	10	7
Debu (%)	6	4	7	12	8	18	11	14	10
Pasir (%)	92	93	89	82	87	70	80	76	83
Kelas tekstur	Pasir	Pasir	Pasir	Pasir geluhan	Pasir	Geluh pasiran	Pasir geluhan	Geluh pasiran	Pasir geluhan
BJ (g/cm ³)	2,71	2,9	2,7	2,66	2,67	2,55	2,61	2,6	2,62
BV (g/cm ³)	1,62	1,65	1,37	1,51	1,52	1,46	1,49	1,48	1,5
Ketahanan terhadap penetrasi N/cm ²	400	1000	780	380	900	320	890	660	720
Kemantapan agregat (%)	66,99	65,68	62,46	68,24	67,89	58,96	54,44	56,78	55,24
Permeabilitas (cm/jam)	23,66	26,21	22,83	14,2	17,06	9,46	30,38	17,86	32,82
Kelas permeabilitas	Cepat	Sangat cepat	Cepat	Cepat	Cepat	Agak cepat	Sangat cepat	Cepat	Sangat cepat
pF 0 (%)	29,20	23,84	20,28	45,66	41,34	36,28	27,73	36,53	34,47
pF 2 (%)	17,44	4,95	8,72	30,49	24,88	25,09	20,62	23,14	19,72
pF 2,54 (%)	11,74	3,96	5,09	19,23	14,78	20,67	8,66	16,33	11,31
pF 4,2 (%)	6,46	2,15	1,19	8,95	7,52	6,76	6,07	7,24	3,67

(lanjutan...)

Horison	A	B1	B2	A	B	A	B1	B2	B3
Jeluk (cm)	0-35	35-74	74-130	0-25	25-60	0-30	30-65	65-100	100-150
Warna	10YR2/2	10YR3/4	10YR3/3	10YR4/3	10YR2/2	10YR4/2	10YR3/4	10YR3/3	10YR3/4
Tipe struktur	Sab	Ab	Sab	Sab	Sab	Sab	Sab	Sab	Sab
Derajat struktur	2	1	1	1	1	2	2	1	1
Konsistensi	Gembur	Gembur	Sangat gembur	Sangat gembur	Sangat gembur	Sangat gembur	Teguh	Gembur	Sangat gembur

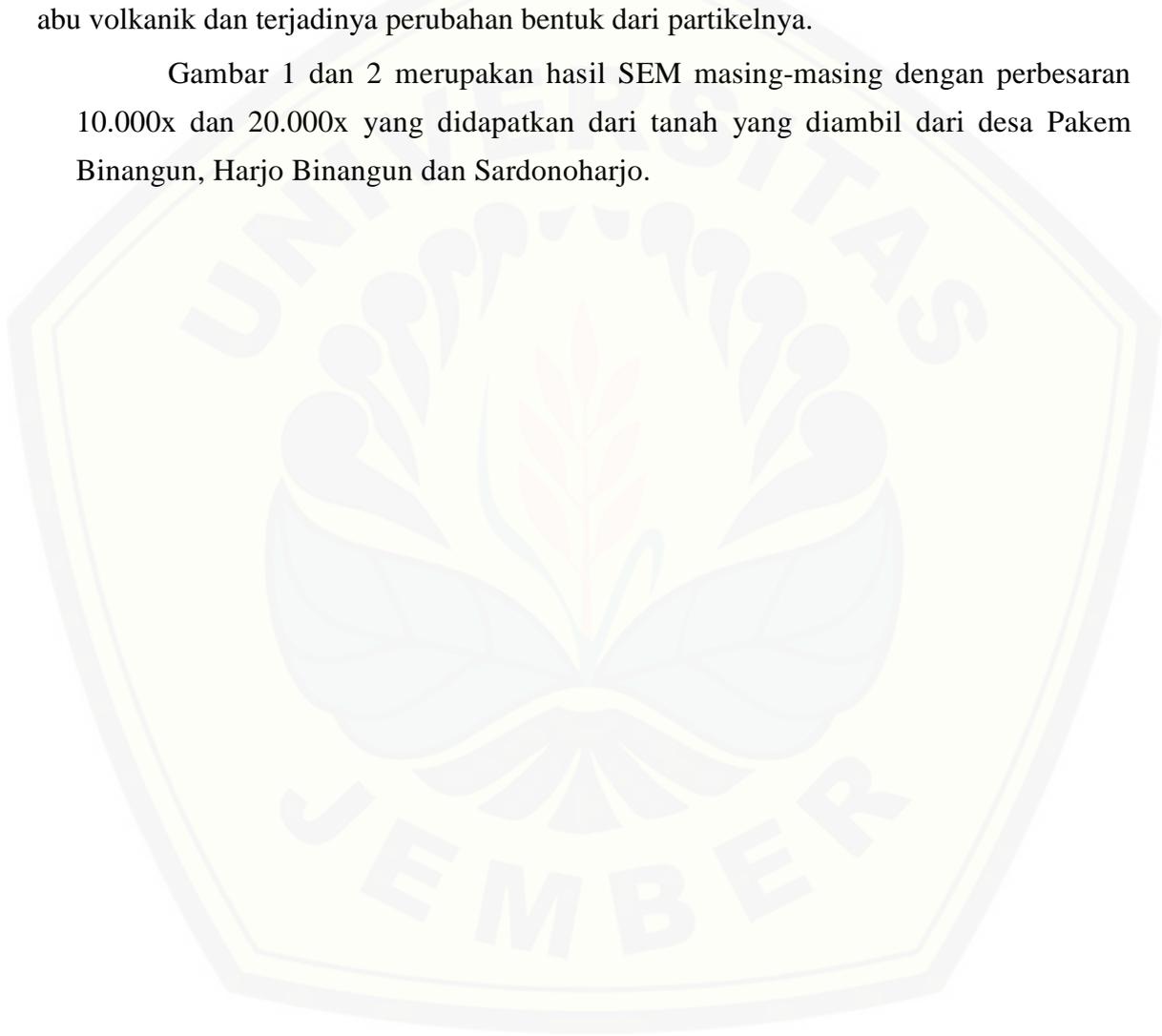
Tabel 3. Sebaran pori tanah di daerah penelitian.

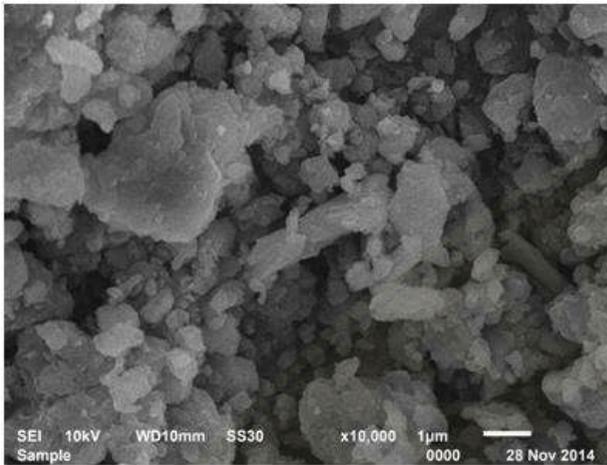
Parameter	Lokasi											
	Pakem Binangun				Harjo Binangun				Sardonoharjo			
	Lapisan											
	P1-1	P1-2	P1-3	rerata horison	P2-1	P2-2	rerata horison	P3-1	P3-2	P3-3	P3-4	rerata horison
Pori drainase cepat (%)	19,16	31,11	15,58	21,95	22,87	25,12	24,00	16,3	10,68	19,97	22,09	17,26
Pori drainase lambat(%)	9,52	1,64	5,02	5,39	17,06	15,31	16,19	6,46	17,82	10,06	12,62	11,74
Pori penahan air (%)	8,6	3,08	5,36	5,68	15,38	10,97	13,18	20,32	3,86	13,51	11,5	12,30
Pori berguna (%)	36,65	35,65	26,15	32,82	55,33	51,35	53,34	43,12	32,34	43,48	46,12	41,27

Dengan memperhatikan distribusi ukuran pori, stabilitas agregat dan permeabilitas tanah yang terbentuk pada horison B maka dapat diketahui perubahan dinamika kelengasan tanahnya.

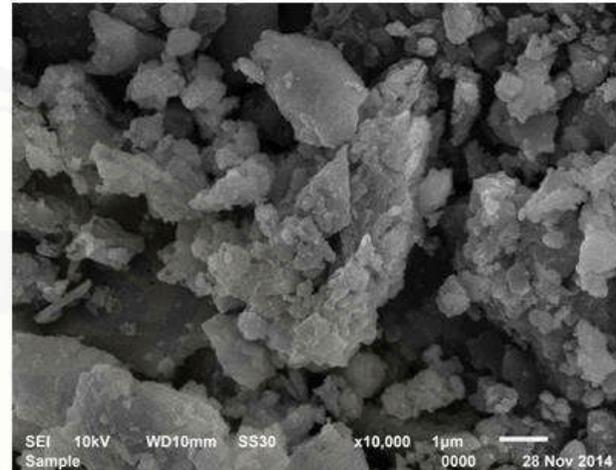
Perkembangan tanah menyebabkan terjadinya perubahan terhadap beberapa sifat tanah. Terjadi perubahan terhadap permeabilitas tanah, stabilitas agregasi, ketahanan terhadap penetrasi, dan distribusi ukuran pori pada horison B. Terjadi penurunan permeabilitas tanah pada horison B dibandingkan horison di atas dan di bawahnya. Stabilitas agregasi pada horison B meningkat dibandingkan horison di atas dan di bawahnya. Terdapat penurunan pori besar dan adanya peningkatan pori sedang pada horison B. Perubahan ini disebabkan adanya penyusunan kembali bahan yang berasal dari abu vulkanik dan terjadinya perubahan bentuk dari partikelnya.

Gambar 1 dan 2 merupakan hasil SEM masing-masing dengan perbesaran 10.000x dan 20.000x yang didapatkan dari tanah yang diambil dari desa Pakem Binangun, Harjo Binangun dan Sardonoarjo.

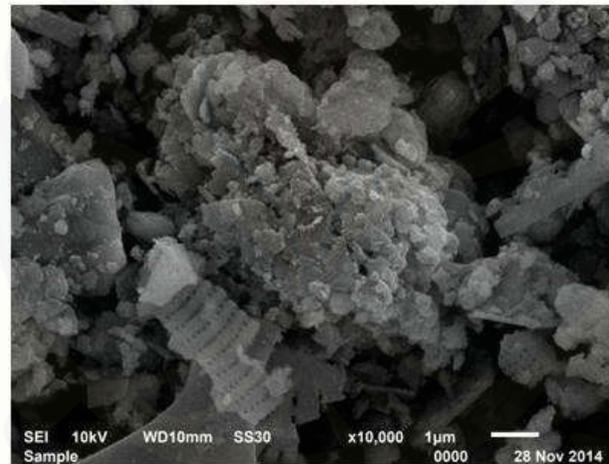




(a)

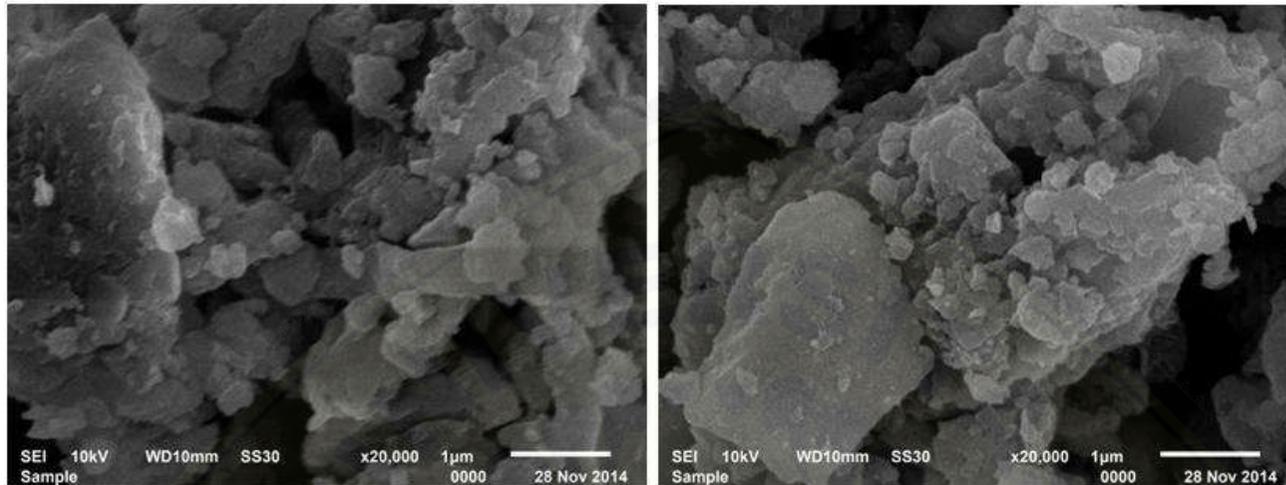


(b)



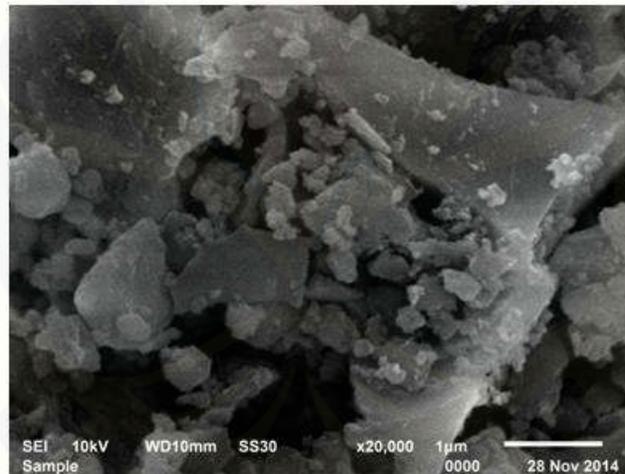
(c)

Gambar 1. Hasil SEM tanah perbesaran 10.000x yang diambil dari desa Pakem Binangun (a), Harjo Binangun (b) dan Sardonoharjo (c)



(a)

(b)



(c)

Gambar 2. Hasil SEM tanah perbesaran 20.000x yang diambil dari desa Pakem Binangun (a), Harjo Binangun (b) dan Sardonoarjo (c)

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan gugus-gugus fungsional yang terbaca (Kizilet *al.*, 2002; Utamiet *al.*, 2003) oleh FTIR untuk tanah-tanah yang berasal dari tanah yang diperlakukan dengan bahan pembenah tanah dan inokulasi bakteri penghasil eksopolisakarida.

Tabel 4. Sifat hidrofobisitas yang dihasilkan masing-masing perlakuan berdasarkan analisis FTIR

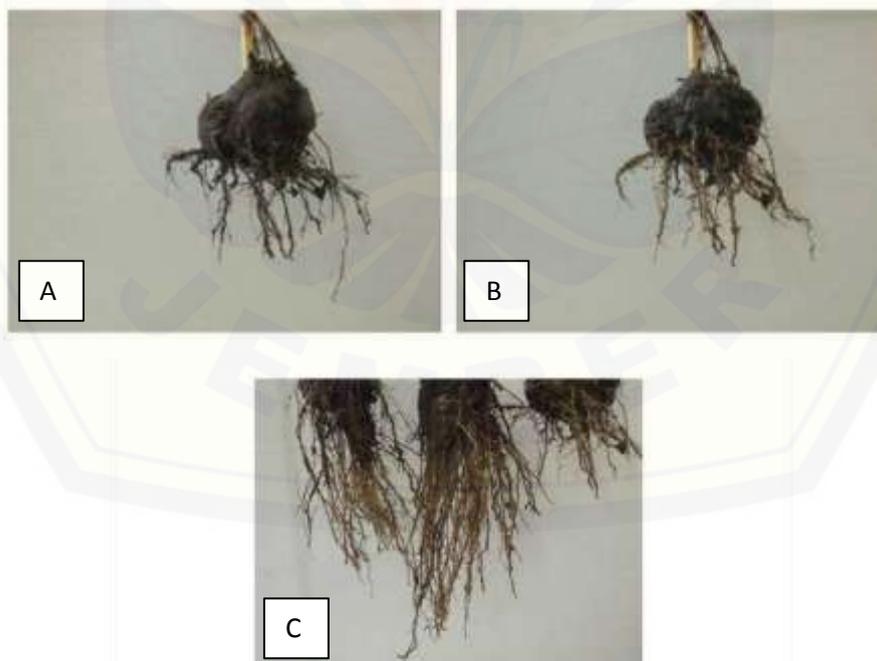
Panjang gelombang 3000-2800	Aliphatic C (% Area)			C-org (%)			Aliphatic C-to-C-org/hydrophobicity index		
	P	H	S	P	H	S	P	H	S
Kontrol	13,26	15,36	12,73	0,78	1,56	1,09	17,06	9,84	11,67
Mikroba	16,15	11,55	11,79	0,78	1,56	1,09	20,78	7,40	10,82
PVA	11,72	12,05	11,82	0,78	1,56	1,09	15,08	7,72	10,84
Lateks	12,62	15,61	13,78	0,78	1,56	1,09	16,23	10,01	12,64
Amylum	-	12,87	11,09	0,78	1,56	1,09	-	8,25	10,17

Akar tanaman dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungannya. Metabolisme perakaran yang meliputi penyerapan air dan hara, respirasi, dan penyesuaian diri untuk bagian tanaman di atas permukaan tanah (trubus). Akar mengeluarkan eksudat, selain diduga secara langsung berpengaruh terhadap strukturisasi tanah (Czames,*et al.*, 2000) dan dimanfaatkan oleh kegiatan mikrobial tanah yang interaksi kedua proses tersebut dapat menghasilkan bahan perekat yang ada di sekitar akar. Bahan ini dapat berperan untuk meningkatkan daya simpan air, daya pegang hara dan pengaturan aerasi yang lebih baik. Untuk itu diperlukan pengamatan sistem perakaran yang menyatu dengan tempelan butiran fraksi tanah.

Pengamatan pengaruh populasi mikroba di dalam tanah menunjukkan akumulasi kondisi sifat tanah yang amat dinamis. Untuk itu sebagai pembanding dilakukan pengamatan terhadap kondisi perakaran tanaman (risosfer) di lokasi penelitian (tempat pengambilan sampel tanah). Gambar 3 dan 4 menunjukkan perakaran beberapa tanaman yang dijumpai di lokasi penelitian. Tabel 5 menunjukkan berat akar (kering), berat tanah (kering) dan RAS (root adhering soil) yang menunjukkan stabilitas agregat tanah yang berada di risofer. Rerata RAS untuk jagung 5,26 (antara terendah 0,95 dan tertinggi 10,78), sedangkan rerata tanaman-tanaman lain 0,44 (antara terendah 0,02 dan tertinggi 1,43)



Gambar 3. Perakaran jagung yang dijumpai di lokasi penelitian Pakem Binangun (A= setelah diayak kering, B= setelah diayak basah) dan di Harjo Binangun (C= setelah diayak kering, D= setelah diayak basah)



Gambar 4. Perakaran jagung yang dijumpai di lokasi penelitian di Sardonoarjo (A= setelah diayak kering, B= setelah diayak basah, C= setelah diayak basah)

Tabel 5. Kondisi perakaran tanaman terpilih di lokasi penelitian (tempat pengambilan sampel tanah) dan masing-masing nilai RAS

Lokasi akar+tanah	Jenis Tanaman	Ulangan	Berat	RAS/RT			
				Tanah	Akar	Jagung	Lain2
P	Jagung	1	537,7	130,4	46,5	2,80	
		2	154,7	65,9	24,2	2,72	
		3	184,6	166	18,6	8,92	
	Ubi Jalar	1	16,65	5,85	4,75		1,23
		2	31,17	10,15	7,65		1,33
		3	8,19	6,83	4,77		1,43
	Sirih	1	0,89	0,1	4,8		0,02
		2	22,32	0,1	4,8		0,02
		3	1,27	0,1	4,88		0,02
H	Jagung	1	175,58	101,3	23,54	4,30	
		2	432,42	230,4	39,26	5,87	
		3	273,78	16,3	17,16	0,95	
	Rumput Gajah	1	59,42	7,59	32,09		0,24
		2	128,57	13,15	93,78		0,14
		3	168,78	29,92	79,36		0,38
	Bayam	1	51,23	4,94	21,25		0,23
		2	11,33	4,52	11,39		0,40
		3	22,47	5,14	19,88		0,26
S	Jagung	1	548,41	279,3	52,57	5,31	
		2	777,23	379,9	67,33	5,64	
		3	418,45	312,7	29,02	10,78	
	Rumput Gajah	1	161,28	43,34	175,5		0,25
		2	312,18	71,43	79,5		0,90
		3	184,50	7,45	286,9		0,03
	Bayam	1	12,92	5,66	14,72		0,38
		2	17,48	4,91	16,49		0,30
		3	48,26	6,81	15,05		0,45
Rerata						5,26	0,44

Keterangan: P: Pakem Binangun; H: Harjo Binangun; S: Sardonoharjo

Tabel 5 menunjukkan berat akar (kering), berat tanah (kering) dan RAS (root adhering soil) yang menunjukkan stabilitas agregat tanah yang berada di risosfer. Seperti yang telah disajikan sebelumnya (Regar, 2015), pada lokasi penelitian yang diteliti beberapa sampel tanaman yang diamati menunjukkan gejala yang berbeda; tanaman dengan jenis yang berbeda juga memberikan pertumbuhan dan hasil biomassa yang berbeda pula. Pengamatan terhadap sifat tanah yang berhasil dianalisis di laboratorium menunjukkan bahwa pada daerah atasan (misal Pakem Binangun), hasil tanaman menunjukkan tingkatan hasil yang paling rendah. Sedangkan di dua lokasi lain (Harjo Binangun dan Sardonoharjo) menunjukkan hasil yang hampir sama. Selain ketinggian lokasi yang sedikit berbeda, pH tanah, kandungan bahan organik, tata air dan sifat tanah yang mempengaruhi pergerakan lengas yang hampir sama menyebabkan ke dua daerah ini menyebabkan pertumbuhan dan hasil biomassa yang sama.

Hasil pengamatan SEM menunjukkan bahwa walaupun terdapat perbedaan tekstur di ke tiga lokasi, tetapi penyusunan bahan tanah yang didominasi pasir menyebabkan tanah tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Sifat kimia memerlukan pengamatan lebih lanjut karena dengan penambahan pupuk organik, dengan jumlah klei yang tertinggi sekitar 2% ternyata hasil yang didapat tidak menunjukkan perbedaan yang berarti.

Pengamatan terhadap FTIR menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hidrofobisitas sesuai dengan ketinggian tempat. Hasil tertinggi di desa Pakem Binangun menyebabkan kemampuan tanahnya mengalami defisit air selama pertumbuhan tanaman. Pada dua lokasi lain hal ini tidak begitu terlihat, disebabkan nilai hidrofobisitas yang lebih rendah sehingga ada kemungkinan bagi tanah, walaupun tidak banyak tetapi mampu melakukan dan menyimpan air lebih banyak dibandingkan dengan tanah di desa Pakem Binangun.

Hasil pengukuran biomassa (berat trubus basah; dan akar basah dan kering) tanaman yang diambil dari lokasi menunjukkan bahwa desa Sardonoharjo menghasilkan biomassa tertinggi, sedangkan ke dua lokasi lain menunjukkan desa Harjo Binangun menghasilkan biomassa yang lebih tinggi sedikit dibandingkan dengan desa Pakem Binangun

Erat dengan hasil tanaman ini juga berkaitan dengan pengukuran RAS dimana seperti yang ditunjukkan Tabel 5, nilai RAS/RT pada lokasi penelitian menunjukkan tanaman jagung memiliki nilai jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman-tanaman lainnya. Sedangkan bila membandingkan lokasi penelitian, desa Sardonoharjo dan Harjo Binangun memiliki nilai RAS/RT dibandingkan Pakem Binangun.

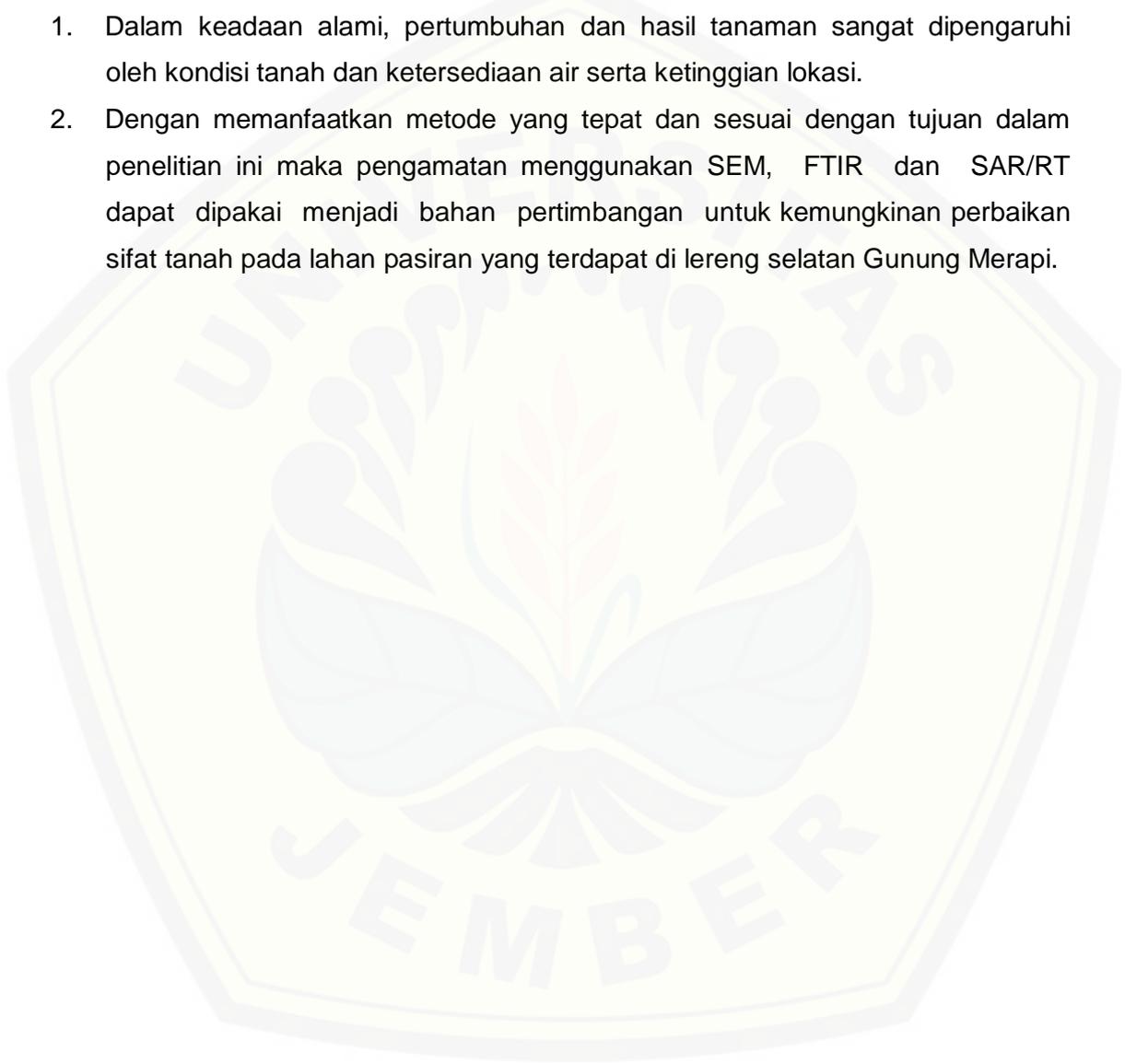
Agregasi tanah sebagai bagian pembentukan struktur tanah merupakan penentu keberhasilan usaha perbaikan sifat tanah agar pertumbuhan tanaman dan hasil produksi bisa lebih baik. Terbentuknya sifat hidrofobik pada tanah-tanah pasiran karena penambahan bahan organik ering terjadi (Mawardi, 1999).

Tekstur tanah pasiran dengan struktur butir tanah yang lepas-lepas merupakan kendala yang perlu diperbaiki, Beberapa kemungkinan bisa dipilih untuk mengatasi hal ini, misalnya dengan memberikan lebih banyak bahan organik yang cepat terurai diikuti dengan inokulasi mikroba bermanfaat sehingga pembentukan agregasi bisa terjadi dan struktur tanah bisa diperbaiki.

BAB VI. KESIMPULAN

Penelitian ini dilaksanakan pada 3 (tiga) ketinggian di lereng selatan Gunung Merapi pada tanah-tanah yang masih muda dan masih sangat intensif mengalami perubahan. Walaupun mencakup luasan yang cukup besar serta komposisi yang tidak terlalu berbeda tetapi pada pengamatan terhadap tanaman di lokasi penelitian dan pengukuran sifat-sifat tanah menunjukkan bahwa:

1. Dalam keadaan alami, pertumbuhan dan hasil tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah dan ketersediaan air serta ketinggian lokasi.
2. Dengan memanfaatkan metode yang tepat dan sesuai dengan tujuan dalam penelitian ini maka pengamatan menggunakan SEM, FTIR dan SAR/RT dapat dipakai menjadi bahan pertimbangan untuk kemungkinan perbaikan sifat tanah pada lahan pasiran yang terdapat di lereng selatan Gunung Merapi.

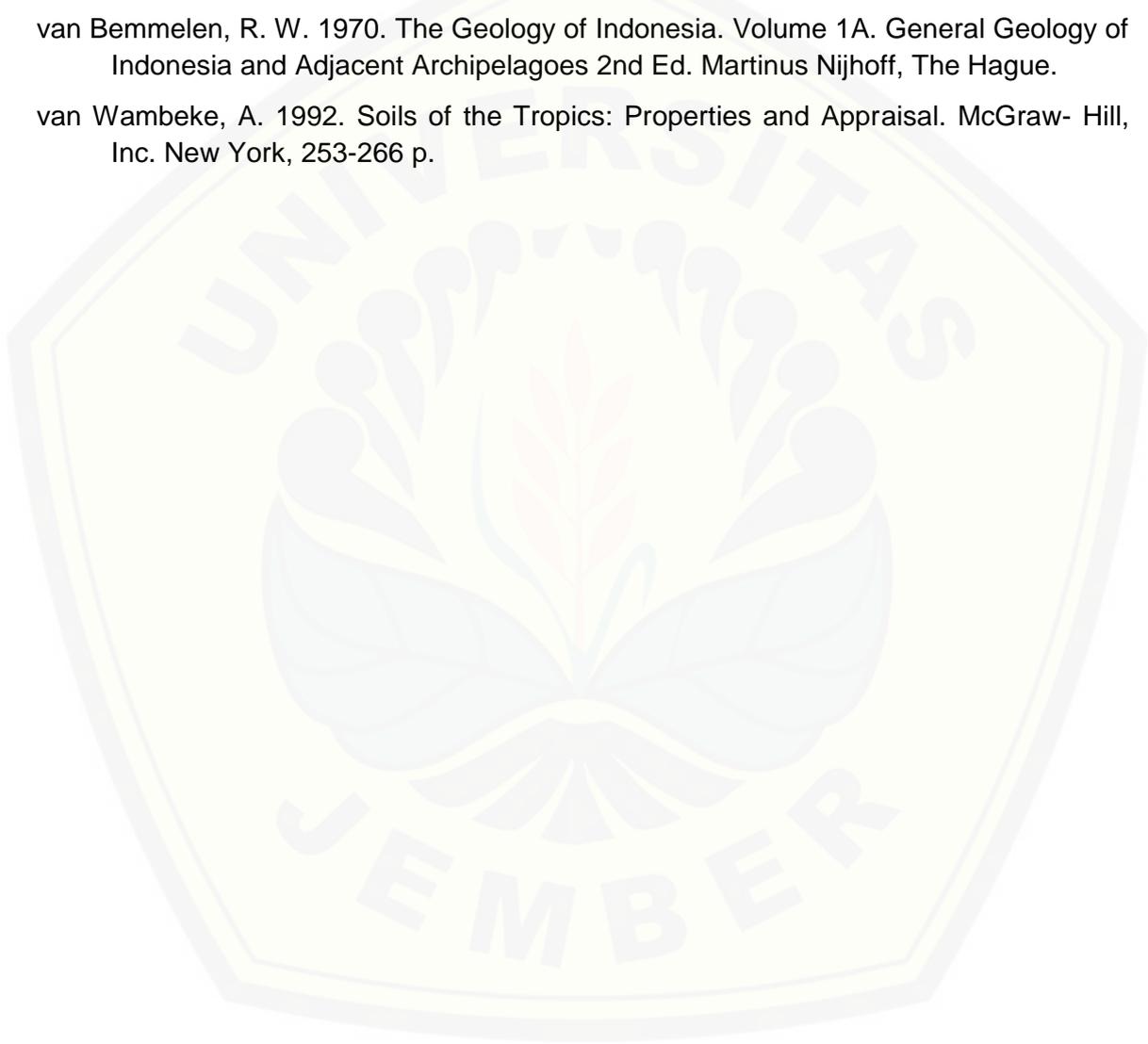


DAFTAR PUSTAKA

- Alami, Y., Achouak, W., Marol, C., & Heulin, T. 2000. Rhizosphere soil aggregation and plant growth promotion of sunflowers by an exopolysaccharide-producing *Rhizobium* sp. Strain isolated from sunflower roots. *Applied and environmental microbiology*, 66(8), 3393-3398.
- Askenasy, P. E., J. B. Dixon, and T. R. McKee. 1973. Spheroidal Halloysite in Guatemalan Soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 37:799-803.
- Brady; N. C., 1990. *The Nature and Properties of Soil*. Tenth edition, Maximillan Publishing Company. New York.
- Czarnes, S., Dexter, A. R., & Bartoli, F. (2000). Wetting and drying cycles in the maize rhizosphere under controlled conditions. *Mechanics of the root-adhering soil. Plant and Soil*, 221(2), 253-271.
- Dahlgren, R.A., M. Saigusa, and F.C. Ugolini. 2004. The Nature, Properties and Management of Volcanic Soils. *Advances in Agronomy*. 82: 113-182.
- Davey, B. G. 1978. Soil Structures as Revealed by Scanning Electron Microscope. P.97-102. In W. W. Emerson, R. D. Bond, and A. R. Dexter (eds.) *Modification of Soil Structure*. John Wiley Sons, Chichester.
- Dixon, J. B. 1989. Kaolin and Serpentine Group Minerals. P:467-526. In J. B. Dixon and S. B. Weed (eds.) *Minerals in Soil Environments*, 2nd ed. SSSA Book Series 1. Madison.
- Egawa, T., 1977. Properties of soils derived from volcanic ash. In: Ishizuka, Y., Black, C.A. (Eds.), *Soils Derived from Volcanic Ash in Japan*. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, pp. 10-63.
- Gallavan, R. J. and R. Green-Kelly. 1974. The Effect of the Evaporation of Entrained Liquid on Soil Fabric. *J. Soil Sci.* 25:449-504.
- Gurdev S. Kush. 2002. *Food Security By Design: Improving The Rice Plant in Partnership With NARS*. Makalah disampaikan Pada Seminar IPTEK padi Pekan Padi Nasional di Sukamandi 22 Maret 2002.
- Huang, Y., Tang, J., Swanson, B. G., Cavinato, A. G., Lin, M., & Rasco, B. A. 2003. Near infrared spectroscopy: a new tool for studying physical and chemical properties of polysaccharide gels. *Carbohydrate polymers*, 53(3), 281-288.
- Indra, R. 2005. *Kajian Sifat Fisika, Kimia dan Beberapa Aspek Pengelolaan Tanah pada Toposekuen Lereng Selatan Tanah Abu Volkan Merapi Kab. Sleman*. Tesis. Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kizil, R., Irudayaraj, J., & Seetharaman, K. 2002. Characterization of irradiated starches by using FT-Raman and FTIR spectroscopy. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(14), 3912-3918.
- Malidi, L. 2005. *Karakteristik Inceptisol Berdasarkan Toposekuen di Lereng Selatan Gunung Merapi Kabupaten Sleman*. Tesis. Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Martini, J. A. and C. Luzuriaga, 1989. Classification and Productivity of six Costa Rican Andepts. *Soil Sci.* 147:326-338.
- Mawardi. 1999. Perubahan Sifat Kehidupan Hidrofobik Tanah Tanah Pasiran Akibat Penambahan Bahan Organik. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Jogjakarta.
- Mongia, A. D. and A. K. Bandyopadhyay, 1993. *Soils of the Tropics*. Vikas Publ. House Pvt Ltd. New Delhi.
- Oldeman, L. R. Irsal Las, and S. N. Darwis. 1977. An Agroclimatic Map of Soil Sumatera. *Centr. Res. Inst. Agric. Bogor*.
- Otsuka, H., A. Brioness, N. Daquiado and F. Evangelis 1988. Characteristics and Genesis of Volcanic ash Soils in the Philippines. *Technical Bulletin of the Tropical Agriculture Research Center No. 24*. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan.
- Parham, W. E. 1969. Formation of Halloysite from Feldspar: Low Temperature, Artificial weathering Versus Natural Weathering. *Clays Clay Miner.* 17:13- 22.
- Radcliffe, D. J. dan G. P. Gillman, 1985. Surface Charge Characteristics of Volcanic ash soils from the Southern Highlands of Papua New Guinea. P35-46. In E. Fernandez Caldas and D. H. Yaalon (eds.) *Volcanic Soils*. CATENA Suppl. 7. Braunsschweig Catena Verlag, Desdedt, Germany.
- Rayes, M. Luthfi. 2000. Karakteristik, Genesis, Dan Klasifikasi Tanah Sawah Berasal Dari Bahan Volkan Merapi. Disertasi. IPB (Bogor Agricultural University), Bogor
- Regar, A. F. C, 2015. Rekayasa Agregasi Tanah Pasiran Dari Gunung Merapi Dengan Penambahan Pembena Tanah Dan Bakteri Penghasil Ekso polisakarida. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rombang, J. A. 1992. The Role of Clay Mineralogy in Aggregate Stability and Scanning Electron Microscope Study of Bonds in Soil Aggregate. Thesis. The University of Guelph, Canada.
- Sanyal S. K., S. K. De Datta and P. Y. Chan. 1993. Phosphate Adsorption and Desorption Behaviour of Some Acidic soils of South and South-east ASIA. *SSSAJ* 51:937-945.
- Shoji S., M Nanzyo, dan R. Dahlgren. 1993. *Volcanic Ash Soils. Genesis, Properties and Utilization*. *Developments in Soil Sci.* No. 21. Elsevier, Amsterdam.
- Skidmore, E. L., W. A. Carstenson and E. E. Banbury. 1975. Soil Changes Resulting from Cropping. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 39:964-967.
- Stevenson, F. J., 1994. *Humus Chemistry. Genesis, composition, reaction*. Sec. Ed. John Wiley & sons, Inc. USA.
- Sutanto, R 1988. *Mineralogy, Charge Properties and Classification of Soils on Volcanic Materials and Limestone in Central Java (Indonesia)*. PhD-Thesis. State University Ghent, Belgium.
- Thompson M.L. and F.R. Troeh. 1978. *Soils and Soil Fertility*. McGraw Hill Book Co. New York. 451 pp.

- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, J. D. Beaton and J. L. Havlin. 1993. Soil Fertility and Fertilizers. 5th Ed. Macmillan Publishing Co. New York.
- Uehara, G dan G. Gillman, 1981. The Mineralogy, Chemistry and Physics of Tropical Soils with Variable Charge Clays. West View Press, Boulder, Colorado, USA.
- Utami, S. N. H., Maas, A., Radjagukguk, B., & Purwanto, B. H. (2013). Sifat fisik, kimia dan FTIR Spektrofotometri gambut hidrofobik Kalimantan Tengah. Jurnal TANAH TROPIKA (Journal of Tropical Soils), 14(2), 159-166.
- Utami, S. R. 1998. Properties and Rtional Management Aspects of Volcanic Ash Soils from Java, Indonesia. PhD-Thesis. RUG. Ghent.
- van Bemmelen, R. W. 1970. The Geology of Indonesia. Volume 1A. General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes 2nd Ed. Martinus Nijhoff, The Hague.
- van Wambeke, A. 1992. Soils of the Tropics: Properties and Appraisal. McGraw- Hill, Inc. New York, 253-266 p.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian.

Lokasi pengambilan sampel tanah
untuk penelitian

