

I. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1. Deskripsi Permukaan Lahan

Kecamatan Puncu berada di lereng Utara Gunung Kelud yang berjarak sekitar 6 km dari puncak Gunung kelud, Kecamatan Puncu juga dilalui oleh airan lahar Gunung Kelud yang menjadi sumber air bagi lahan pertanian. Pertanian adalah sumber utama sebagai pencarian utama di Kecamatan Kelud, penggunaan lahan pertanian yang ada di Puncu antara lain; Hutan produksi, Perkebunan, dan tegalan.

Tabel 1. Analisis permukaan lahan Kecamatan Puncu lereng utara Gunung Kelud

Nama lokasi	penggunaan lahan	Vegetasi	elevasi	lereng	Relief
Puncu	Tegalan	Cabai (<i>Capsicum annum L.</i>) Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>) Kopi (<i>coffea</i>)	622 mdpl	8%	berombak
Puncu	Tegalan	Cabai (<i>Capsicum annum L.</i>) Jagung (<i>Zea mays</i>) Kopi (<i>coffea</i>)	486 mdpl	6%	bergelombang
Satak	Tegalan	Cabai (<i>Capsicum annum L.</i>) Jagung (<i>Zea mays</i>) Sengon (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	385 mdpl	4%	Datar
Wonorejo	Tegalan	Cabai (<i>Capsicum annum L.</i>) Sengon (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>) Jagung (<i>Zea mays</i>)	303 mdpl	3%	Datar
Wonorejo	Tegalan	Cabai (<i>Capsicum annum L.</i>) Jagung (<i>Zea mays</i>)	274 mdpl	3%	Datar

Berdasarkan tabel 2 diatas bahwa Kecamatan Puncu memiliki penggunaan lahan tegalan, dan setiap tegalan didominasi oleh tanaman cabai yang baru tanam hingga umur 6 bulan, tanaman cabai memiliki akar yang tumbuh menyebar dalam tanah terutama akar cabang dan akar rambut. Bagian ujung akarnya hanya mampu menembus tanah sampai kedalaman 25-30 cm. Oleh karena itu pengemburan



tanah harus dilakukan sampai kedalaman tersebut agar perkembangan akar lebih sempurna (Samadi, 1997).

FAO (2000a) mendefinisikan lahan (pertanian) kering sebagai daerah-daerah yang tergolong beriklim arid, semi-arid, atau subhumid kering, berdasarkan pada panjangnya periode pertumbuhan tanaman semusim. Masa pertumbuhan dimulai ketika curah hujan bulanan melebihi setengah dari potensial evapotranspirasi bulanan. Daerah-daerah dimana curah hujan bulanan tidak pernah melebihi setengah dari potensial evapotranspirasi memiliki nol hari periode-tumbuh dan tidak termasuk ke dalam lahan kering. Daerah seperti ini diklasifikasikan sebagai daerah hyper-arid yang dianggap terlalu kering untuk budidaya tanaman pertanian. Daerah lahan kering memiliki 1-59 hari periode tumbuh, semi-arid memiliki 60-119 hari periode tumbuh, dan wilayah subhumid kering memiliki 120-179 hari periode tumbuh. Secara bersama-sama, daerah seperti ini mencakup 45% dari luas daratan dunia: 7 % arid, 20% semi-arid, dan 18% subhumid kering. Sistem klasifikasi yang dikembangkan oleh FAO ini berdasarkan pada faktor-faktor agroekologi, umumnya bekerja dengan baik untuk menilai potensi daerah untuk budidaya tanaman pertanian, tetapi memang ada pengecualiannya. Tidak ada satu bulan dalam setahun yang rata-rata curah hujannya melebihi setengah dari evapotranspirasi referensi. Berdasarkan sistem klasifikasi ini, daerah sangat kering seperti ini dapat diklasifikasikan sebagai hyperarid dan dianggap tidak cocok untuk budidaya pertanian. Namun demikian, tanaman dapat tumbuh di daerah ini karena praktek manajemen khusus telah dikembangkan dan memungkinkan akumulasi 100-200 mm air tersedia dalam tanah selama periode bera untuk melengkapi curah hujan yang diterima selama musim tanam. Sistem tanamnya memiliki intensitas tanam (proporsi lahan yang ditanami untuk setiap tanaman selama setahun) kurang dari satu, yang berarti bahwa tanaman tidak dipanen setiap tahun. Contoh dari sistem tanam seperti ini adalah: jagung-bero, sehingga ada satu tanaman setiap dua tahun; jagung-sorgum bero, menghasilkan dua tanaman setiap tiga tahun; dan jagung-jagung-sorgum bera, sehingga tiga tanaman setiap empat tahun. Curah hujan rata-rata tahunan untuk daerah dimana pertanian lahan kering dipraktekkan berkisar 400-600 mm, tetapi jumlahnya untuk setiap tahun

untuk lokasi tertentu bervariasi mulai sekitar 50% dari jumlah rata-rata tahunan hingga 200%. Variasi dalam hasil tanaman bahkan lebih besar, mulai dari 0-3 kali hasil rata-rata. Kondisi kekeringan terjadi setiap tahun, tetapi luas dan keparahannya sangat bervariasi.

Lahan kering (tegalan) mungkin lebih baik ditandai dengan indeks kekeringan iklim. Satu indeks yang diusulkan oleh Konferensi PBB tentang Desertifikasi (UNESCO, 1977) mendefinisikan zona bioclimatic dengan membagi curah hujan tahunan (P) dengan evapotranspirasi potensial tahunan (PET). Zona iklim didefinisikan sebagai hyper-arid ($P / PET < 0.03$), Arid ($0.03 < P / PET < 0.20$), semi-arid ($0.20 < P / PET < 0.50$), dan subhumid ($0.50 < P / PET < 0.75$). Indeks kekeringan ini mengklasifikasikan suatu daerah sebagai semi-arid dimana pertanian lahan kering secara luas dipraktekan, sedangkan system periode pertumbuhan menunjukkan daerah ini sebagai hiper-arid. Mungkin tidak ada sistem klasifikasi yang dapat diterapkan secara universal dan setiap daerah harus mempertimbangkan pada kemampuan lokalnya sendiri. Klasifikasi nasional dan regional yang mencerminkan karakteristik lokal juga telah dikembangkan untuk mendukung proses pengambilan keputusan pembangunan pertanian.

Pertanian lahan kering didominasi pertanian tadah hujan yang meliputi dryfarming dan budidaya lahan kering. Di daerah lahan kering, variasi jumlah dan distribusi curah hujan mempengaruhi produksi tanaman serta kondisi sosial ekonomi petani. Daerah pertanian lahan kering secara nasional berkontribusi cukup besar dalam produksi pangan. Sebagian besar tanaman palawija seperti jagung, sorgum, singkong, kacang-tunggak dan lainnya ditanam di lahan kering. Perhatian telah banyak dilakukan oleh negara ini terhadap pengembangan pertanian lahan kering.

Berikut ini adalah berbagai teknik dan praktek budidaya tanaman yang direkomendasikan untuk mencapai tujuan peningkatan produksi dan stabilitas produksi tanaman di lahan kering.

1. Perencanaan tanaman:

varietas tanaman untuk lahan kering harus berumur genjah, toleran dan unggul, dapat dipanen selama periode masih ada hujan dan sisaan lengas-tanah dalam profil tanah cukup untuk penanaman akhir musim.

2. Perencanaan untuk cuaca.

Variasi hasil tanaman pertanian lahan kering adalah karena adanya fluktuasi kondisi cuaca, terutama curah hujan. Keanehan cuaca dapat dikategorikan menjadi tiga jenis, yaitu: (1) Tertundanya hujan, (2) kesenjangan yang panjang atau periode tanpa hujan dan (3) penghentian dini hujan menjelang akhir musim. Petani harus membuat beberapa perubahan dalam hal jadwal tanamnya dari kondisi normal untuk mendapatkan produksi di tempat yang mengalami gagal panen.

3. Sistem Pertanaman.

Intensitas tanam dapat ditingkatkan dengan sistem tumpangsari dan beberapa kali tanam merupakan cara untuk memanfaatkan sumberdaya secara lebih efisien. Intensitas tanam tergantung pada panjangnya musim tanam, yang pada gilirannya tergantung pada pola curah hujan dan kapasitas penyimpanan lengas-tanah (Kapasitas Air Tersedia).

4. Penggunaan pupuk.

Ketersediaan nutrisi biasanya terbatas di lahan kering karena lengas-tanah membatasi. Oleh karena itu, aplikasi pupuk harus dilakukan dalam alur-alur di bawah benih. Penggunaan pupuk tidak hanya membantu dalam memberikan hara bagi tanaman, tetapi juga membantu dalam efisiensi penggunaan lengas-tanah. Campuran yang tepat dari pupuk organik dan anorganik meningkatkan kapasitas memegang lengas-tanah dan peningkatan lengas-tanah dalam rentang toleransinya.

5. Pengelolaan air hujan.

Pengelolaan air hujan yang efisien dapat meningkatkan produksi pertanian dari daerah lahan kering. Aplikasi kompos dan pupuk kandang dan biomasa kacang-kacangan menambahkan bahan organik ke tanah dan meningkatkan kapasitas air tersedia. Air, yang tidak ditahan oleh tanah, mengalir ke luar sebagai

limpasan permukaan. Air limpasan yang berlebihan ini dapat dipanen dan disimpan dalam kolam-kolam penampungan air hujan untuk dimanfaatkan selama periode tidak ada hujan atau untuk membudidayakan tanaman selama musim kemarau.

6. Pengelolaan DAS.

Pengelolaan DAS merupakan pendekatan untuk mengoptimalkan penggunaan lahan, air dan vegetasi di daerah tangkapan (daerah aliran) dan dengan demikian dapat memberikan solusi kekeringan, moderasi banjir, mencegah erosi tanah, meningkatkan ketersediaan air dan meningkatkan produksi kayu bakar, hijauan pakan ternak dan produksi pertanian di secara berkelanjutan.

7. Penggunaan-lahan alternatif.

Tidak semua lahan kering cocok untuk produksi tanaman. Lahan yang sama mungkin cocok untuk manajemen padang rumput dan tegakan-pohon, hortikultura lahan kering, sistem agroforestry, termasuk sistem pertanaman lorong (alley cropping). Semua sistem alternatif untuk produksi tanaman lahan kering ini disebut sebagai sistem penggunaan lahan alternatif. Sistem ini membantu untuk budidaya tanaman off-season dan meminimalkan risiko, memanfaatkan musim hujan, mencegah degradasi tanah dan mengembalikan keseimbangan ekosistem. Sistem penggunaan lahan alternatif yang lainnya adalah pertanaman lorong, sistem agribisnis hortikultura dan sistem silvikultur pastoral, yang memanfaatkan sumberdaya dengan cara yang lebih baik untuk meningkatkan dan menstabilkan produksi pertanian lahan kering.

Pengelolaan air hujan adalah kunci sukses di bidang pertanian lahan kering karena sebagian besar lahan budidaya tergantung pada pertanian tadah hujan. Pendekatan terpadu untuk pengelolaan air hujan terdiri dari peningkatan penyimpanan air di dalam tanah, penggunaan optimal air hujan ini melalui sistem tanam yang efisien, panen air limpasan untuk "mendukung" irigasi, dan penataan konsep dan organisasi irigasi, termasuk irigasi dengan tangki penampung air hujan, untuk meningkatkan produktivitas tanaman per unit air hujan.

Pengembangan sumber daya air dalam DAS kecil dimana petani atau kelompok petani bekerja dapat membawa reaksi berantai yang mengarah ke pengembangan pertanian yang lebih efisien dan sangat produktif. Pengelolaan air hujan dapat meningkatkan produktivitas pertanian lahan kering berkali-kali, mengurangi bahaya banjir, dan mengurangi bahaya kekeringan. Studi intensif dan pendekatan pembangunan yang inovatif diperlukan untuk memungkinkan petani miskin menggunakan teknologi pengelolaan air hujan.

Curah hujan di lahan kering beriklim arid ini sangat variabel intensitasnya, jumlahnya, dan distribusi hujan menurut waktu dan ruang. Sebagian besar daerah lahan kering mempunyai iklim monsun yang menghasilkan hujan. Beberapa daerah lahan kering memiliki pola biomodel curah hujan dan menerima lebih banyak hujan pada musim tertentu. Karena hanya ada waktu yang singkat ketika curah hujan melebihi evapotranspirasi, maka pengelolaan air hujan selama periode ini sangat penting bagi usaha budidaya pertanian.

Daerah Humid dan Sub-humid.

Daerah beriklim humid dan semi-humid mendapatkan jaminan curah hujan terjamin dan status lengas-tanah yang menguntungkan bagi tanaman. Namun demikian, di daerah-daerah seperti ini, periode cekaman lengas-tanah dan kurangnya curah hujan juga dapat terjadi. Budidaya padi gogo dan jagung di lahan kering beriklim basah menunjukkan fluktuasi produksi yang besar. Curah hujan di daerah ini berkontribusi pada limpasan permukaan, erosi dan banjir. Air limpasan ini menjadi sumber utama sungai musiman dan sungai abadi. Topografi lahan kering di daerah iklim basah ini adalah sedemikian rupa sehingga retensi kelebihan air in-situ mungkin sulit, kecuali melalui rekayasa teknis-sipil. Oleh karena itu, strategi utama pemanfaatan air hujan adalah untuk mengalirkan kelebihan air ini dan mengurangi erosi tanah melalui praktik konservasi tanah yang lebih baik.

Strategi di Daerah Arid dan Semi-Arid Tropis.

Lahan kering di daerah iklim ini telah mendapatkan perhatian yang sangat besar. Produktivitas pertanian lahan kering ini dicirikan oleh ketidakstabilan besar dan ketidakpastian. Tanaman lahan kering yang terkenal adalah padi gogo, jagung

lahan kering, kacang-kacangan dan sayuran. Hal ini tidak mengherankan bahwa produksi tanaman ini sangat berfluktuasi. Air adalah faktor pembatas utama di lahan kering ini, tetapi karena distribusi hujan tidak merata menurut ruang dan waktu, serta intensitas hujan sangat beragam, ada banyak kehilangan air sebagai air limpasan (10-25%). Kelebihan air hujan selain menjadi kerugian serius terhadap pertanian, juga menimbulkan masalah drainase dan menjadi bahaya banjir di tempat lain. Perkiraan menunjukkan bahwa sekitar 10 % dari curah hujan yang hilang sebagai limpasan-permukaan pada musim hujan pada tanah-tanah Vertisols, dan sekitar 25% pada tanah-tanah Alfisols. Sebagian besar limpasan-permukaan ini terjadi pada beberapa kejadian hujan dengan intensitas tinggi. Jika intensitas hujan dan jumlah hujan melebihi kapasitas infiltrasi dan kapasitas simpanan air-tanah, kelebihan air dapat dipanen di tempat, atau pada titik-titik tertentu di DAS.

Penggunaan air limpasan untuk mengisi akuifer dan memanfaatkan kembali cadangan air bawah-tanah ini telah dipahami dengan baik. Sayangnya banyak dari air limpasan tidak masuk ke dalam akuifer, tetapi hilang mengalir di permukaan tanah. Dalam beberapa tahun terakhir, sistem tangki perkolasi sedang dikembangkan di lahan kering; efisiensi teknis, sosial dan ekonomi dari sistem tersebut memerlukan evaluasi secara kritis.

Aspek-aspek dasar dalam panen air hujan di lahan kering adalah:

1. Pengembangan sumber daya air pada DAS kecil sehingga memberikan sumber air tersedia bagi petani atau kelompok petani untuk irigasi menyelamatkan usahatannya. Ketersediaan air hujan untuk irigasi akan secara dramatis mengubah pandangan petani subsisten dengan kepastian yang lebih besar. Air menjadi agen perubahan masyarakat petani.
2. Pembangunan tangki dan kolam penampung air hujan dan renovasi yang sudah ada untuk mendukung sistem irigasi yang ada dapat memperluas manfaat air hujan yang dipanen untuk produksi tanaman.
3. Membuat sumber energi yang lebih murah untuk mengangkat air guna "mendukung" irigasi yang ada.

4. Alsintan yang cocok untuk memfasilitasi adopsi sistem pengelolaan tanah dan air yang lebih efisien.
5. Teknologi dengan manfaat yang lebih tinggi, dan insentif yang lebih baik untuk meningkatkan produksi, dan fasilitas untuk pemasaran produk pertanian;
6. Pengembangan sumberdaya air di lahan kering harus dianggap sebagai investasi jangka panjang untuk stabilisasi pertanian dan untuk mendorong perkembangan sistem pertanian yang produktif.

Strategi pemanenan air hujan in situ dianggap sebagai investasi dalam pengembangan sumber daya air untuk usaha pertanian skala kecil. Strategi ini mengandung makna keadilan sosial dan menjadi prasyarat yang diperlukan untuk memecahkan stagnasi pertanian lahan kering. Jika sejumlah besar sumberdaya dikerahkan untuk memerangi kekeringan, kelaparan, banjir, bencana dan keadaan darurat dalam pengembangan on-farm sumberdaya air, maka masalah pertanian lahan kering dapat diatasi.

Panen Air hujan di daerah beriklim Kering (Arid).

Di daerah iklim kering (arid) dengan curah hujan yang rendah, strategi utama manajemen air hujan adalah melalui praktik pertanian lahan kering yang efisien air. Namun demikian, kadang-kadang di lahan kering ini juga terjadi volume runoff air hujan yang cukup besar. Kejadian kekeringan dan banjir adalah fenomena yang lazim terjadi di banyak daerah di dunia. Oleh karena itu dalam zona iklim kering ini juga ada beberapa kemungkinan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan air hujan guna meningkatkan produktivitas pertanian. Pengumpulan air limpasan untuk menyediakan air minum bagi ternak dan untuk memenuhi kebutuhan manusia telah menjadi tradisi di daerah beriklim kering. Pengisian akuifer melalui air limpasan dan eksploitasi akuifer di lokasi yang cocok telah mendapatkan banyak perhatian.

Penggunaan panen air hujan untuk pertanian lahan kering.

Air hujan yang dipanen merupakan komoditas yang langka dan harus digunakan secara hemat termasuk untuk mendukung air irigasi pada tahap yang paling penting dari pertumbuhan tanaman atau untuk memperpanjang musim tanam sehingga memungkinkan pola pergiliran tanaman. Pendekatan ini berbeda dengan

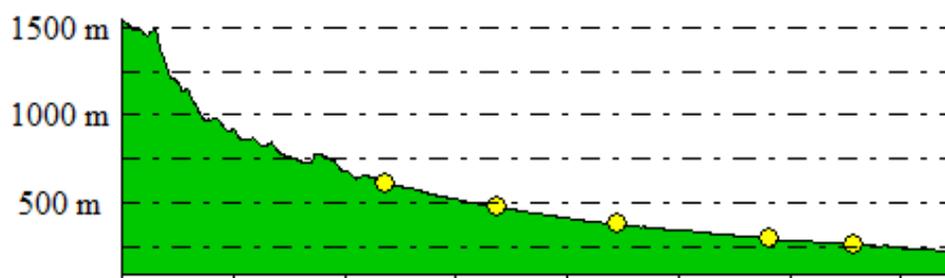
konsep konvensional pertanian beririgasi, yang didasarkan pada pasokan yang cukup untuk tanaman guna memaksimalkan hasil per satuan luas. Pemanfaatan air hujan secara efisien dapat dilakukan melalui (1) penyimpanan lengas-tanah, (2) konservasi air yang lebih baik dan (3) penanaman kultivar tanaman yang efisien memanfaatkan air.

Program penelitian pertanian lahan kering harus didasarkan pada filosofi meningkatkan jumlah air yang disimpan dalam zone akar dan meningkatkan efisiensi penggunaannya. Beberapa teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air hujan yang lebih besar adalah: (1) Memilih spesies dan kultivar yang membutuhkan lebih sedikit air; (2) menanam tanaman sesuai dengan periode yang sesuai dengan ketersediaan air tanah. Berdasarkan probabilitas curah hujan dan kapasitas penyimpanan lengas-tanah yang berbeda dapat dikembangkan model konseptual yang menunjukkan durasi paling menguntungkan bagi tanaman pada berbagai Situasi; (3) meningkatkan manajemen kesuburan tanah dan manajemen air hujan untuk lahan kering pertanian; (4) efek sinergis pengelolaan tanah, pengelolaan air dan pengelolaan pertanaman (Harikrishna, 1980; Kampen, 1980; Narayana, 1980).

1.2. Deskripsi Profil

Berdasarkan tabel 1 diatas Bahwa bentuk lereng dan relief di Kecamatan Puncu menjukkan bahwa sesuai digunakan sebagai lahan pertanian . Kecamatan puncu berada diposisi lereng tengah pada Desa Puncu dan Satak, sedangkan Wonorejo berada pada posisi lereng bawah. Pada penggunaan lahan di Kecamatan Puncu yang dominan ditanami oleh tanaman cabai dengan umur tanah antara 1-3 bulan setelah tanam, lahan pertanian di Kecamatan puncu rusak akibat letusan Gunung Kelud pada tanggal 14 februari 2014 dengan menyemburkan material vulkanik berupa kerakal, kerikil dan pasir, material tersebut merusak sebagian besar tanaman, dan membentuk lapisan baru pada permukaan tanah. Berikut jarak antara puncak gunung ke lokasi penelitian.

From Pos: 7° 55' 46.7961" To Pos: 7° 47' 39.8937" S, 112° 15' 05.7356" E



Gambar 1. Transek titik pengamatan jarak titik pengamatan ke puncak Kelud

Berdasarkan gambar diatas bahwa lokasi penelitian memiliki lereng yang landai , dan jarak dari puncak Gunung Kelud dari T1 yang ber jarak 6,7 km dari puncak, dan pada T2 berjarak 8,9 km dari T3 berjarak 11,1 km, T4 berjarak 14,1 km, dan T5 berjarak 15,3 km.

1.2.1. Profil 1 Lahar pang a (LPn a)

Profil 1 (LPn a) merupakan pedon paling atas di wilayah penelitian dengan ketinggian 622 mdpl dan dengan kelerengan 8 % menghadap ke utara. profil 1 terdapat pada Dusun laharpang di desa puncu kecamatan Puncu. Keadaan fisiografis pada profil ini merupakan lereng tengah dengan bahan induk abu vulkanik dan *tuff*. Penggunaan lahan pada profil ini merupakan tegalan dengan tanaman cabai, jagung dan tomat. profil dibuat sampai kedalaman 150 cm dari permukaan dan menghasilkan 10 horison pada penampang profilnya dengan kedalaman efektif hingga 89 cm.

Material letusan pada profil ini merupakan lapisan yang paling tebal pada lereng utara yaitu 9 cm. material vulkanik pada letusan banyak ditemukan batu, kerakal, kerikil dan pasir. Horizon Ap diperkirakan mencapai 33 cm dikarenakan warna yang sangat gelap pada horizon ini dan sejarah dari pengolahan lahan, lahan ini sering diolah secara tradisional. Dibawah horizon Bw hingga horizon terakhir. Berdasarkan morfologi tanah bahwa pedon ini masuk kedalam ordo inceptisol dengan penciri khusus kambik mulai dari horizon ke-2 hingga horizon terakhir (Lampiran 4a).

1.2.2. Profil 2 Lahar pang b (LPn b)

Profil 2 (LPn b) merupakan pedon ulangan dari profil 1. Hal ini ditujukan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan yang berada di titik 1 yang berada di dusun laharpang desa puncu. Penggunaan lahan pada profil 2 merupakan lahan

tegalan dengan tanaman cabai dan jagung. Pengelolaan tanah yang dilakukan dengan cara tradisional yaitu pencangkulan secara manual. Persiapan penggunaan lahan yang dilakukan adalah dengan menggunakan teras bangku untuk mengurangi tingkat kemiringan lereng dan pembuatan saluran irigasi minimalis pada samping gulutan untuk aliran air hujan.

Titik profil diambil tidak jauh dari profil 1. Profil 2 dibuat sampai kedalaman 150 cm dari permukaan tanah dan menghasilkan 7 horison pada penampang profilnya serta kedalaman efektif hingga mencapai 81 cm. Ketebalan letusan ditemukan 8 cm berupa krakal, krikil, dan pasir, horizon Ap pada topsoil mempunyai ketebalan 27 cm, merupakan lapisan olah dengan warna paling gelap (10 YR 3/2) dibanding dengan horizon yang dibawahnya (10 YR 4/4). Profil ini memiliki epipedon umbrik dan endopedon kambik dimana terdapat struktur tanah yang sudah mulai berkembang yaitu gumpal membulat dan terdapat perbedaan warna pada masing-masing horizon. Ditemukannya discontinuity lithologic mulai pada horizon lima hingga horizon keenam.

Pada tingkat sub ordo masuk kedalam Udepts mengacu pada rejim kelembaban yaitu udik. Pada tingkat great group masuk kedalam dystrudepts karena tidak memenuhi persyaratan pada great group lainnya. Pada tingkat group masuk kedalam typic dystrudepts, karena tidak memenuhi persyaratan group lainnya (Lampiran 4b).

1.2.3. Profil 3 Lahar pang c (Lpn c)

Profil 3 (Lpn c) merupakan titik kedua dari tempat pengamatan yang berada di dusun Laharpang desa punco. Penggunaan pada pada lokasi ini merupakan lahan telan yang ditanami oleh tanaman cabai. Porfil ini terletak pada ketinggian 486 mdpl dan kelerengan 6% menghadap kebarat.

Profil dibuat sampai kedalaman 150 cm dari permukaan dan menghasilkan 7 horison dengan ketebalan material letusan 8 cm. Pada profil ini juga ditemukan sisa letusan pada horison terakhir dengan ketebalan 11 cm pada ketebalan 139 cm. Perkembangan tanah ditunjukkan dengan struktur gumpal membulat. Kedalaman efektif hampir pada semua horisonnya.

Perkembangan warna dapat dilihat di profil 2. Pada profil ini ditemukan discontinuity lithologic pada horizon 4 dengan ditemukannya warna yang gelap (10 YR 3/3) dibandingkan dengan horizon dibawahnya. Pada profil ini juga ditemukannya sisa letusan pada horizon terakhir dengan ketebalan 11 cm pada kedalaman 139 cm. perkembangan tanah ditunjukkan dengan struktur gumpal membulat dan perbedaan warna yang ada di profil ini

Pedon ini masuk kedalam ordo inceptisol dengan penciri khusus horizon kambik mulai dari horizon 2 (tidak ditemukannya bahan sulfidik pada kedalaman 50 cm dari permukaan tanah mineral) hingga horizon terakhir. Epipedon pada pedon ini merupakan umbrik (Lampiran 4c).

1.2.4. Profil 4 Lahar pang d (Lpn d)

Profil 4 (Lpn d) berada pada lokasi titik kedua yang berada pada desa Puncu Kecamatan Laharpang yang terletak pada ketinggian 486 mdpl dengan kelerengan 6%. Penggunaan lahan pada lokasi (Lpn d) ini ditanami oleh tanaman cabai dengan pengplahan tanah dilakukan secara tradisional. Profil ini dibuat dengan kedalaman 150 cm dengan 8 horison dan kedalaman efektif mencapai 78 cm. Pada profil 4 ditemukan sisa letusan sebelumnya pada horizon 5 dengan ketebalan 17 cm pada kedalaman 101-118 cm. Perbedaan kedalaman letusan sebelumnya profil ini dan profil 3 dimungkinkan karena titik pengamatan berada di dekat aliran lahar dan pengolahan lahan sebelumnya (Lampiran 3d).

1.2.5. Profil 5 Satak a (Stk a)

Profil 5 (Stk a) berada di Dusun Satak Desa Satak Kecamatan Puncu yang merupakan titik ketiga pada penelitian ini. Kemiringan lereng cenderung datar yaitu 4% menghadap utara. sistem penggunaan lahan pada lokasi penelitian berupa tegalan dengan tanaman kacang panjang, cabai dan jagung dan sengon. Pengelolaan lahan yang dilakukan menggunakan alat berat yang berupa bajak mesin. Profil ini dibuat hingga kedalaman 150 cm dengan 11 horison dengan kedalaman efektif 30 cm.

Profil 5 memiliki susunan horizon Ap, Bw1, 2Bw2 2Bw3 , 2Bw4, 2Bw5, 2Bw6, 2 Bw7 dan 2 Bw8. Ketebalan letusan pada profil ini adalah 7 cm, setelah itu didapati horizon yang merupakan horizon Ap, dengan ciri warna paling gelap (10 YR

3/3) dan merupakan lapisan olah pada profil ini. Horizon ke-2 merupakan Bw1 karena ditemukannya perubahan warna yang lebih terang (10 YR 4/3). Pada kedalaman 40-63 ditemukan lapisan yang diduga bekas letusan Gunung Kelud. Horizon selanjutnya merupakan 2 bw3, dengan penciri warna yang lebih gelap dari horizon atasnya dan terjadi *discontuniuty lithology*. Horizon ini tidak dimasukkan ke horizon A dikarenakan sudah mengalami penumpukan dengan waktu yang lama meskipun pencirinya hampir sama dengan horizon A yang di atasnya. Proses perubahan warna muncul sampai horizon terakhir (Lampiran 4e).

1.2.6. Profil 6 Satak b (Stk b)

Profil 6 (Stk b) merupakan pedon ulangan dari titik ketiga dari pengamatan. Pengambilan titik tidak jauh dari profil lima dengan jarak 20 m dari titik pengamatan. Pengambilan ulangan ini ditujukan sebagai penguat dalam penjelasan dalam titik kedua. Profil ini terletak di Dusun Puncu Kecamatan Puncu. Keadaan fisiografis pada profil ini cenderung datar. Pengolahan lahan pada profil dilakukan secara tradisional. Penggunaan lahan di profil ini merupakan tegalan dengan tanaman cabai (*Capsicum annum L.*), tanaman kopi (*Coffea*), tanaman jagung (*Zea Mays*), dan tanaman sengon (*Enterolibium Cyclocarpum*). Profil ini dibuat dengan kedalaman 150 cm dengan 10 horison dan 1 lapisan dengan kedalaman efektif mencapai 82 cm.

Lapisan berada di paling atas penampang profil ini setebal 7 cm dengan komposisi pasir, kerikil, kerakal dan debu yang sedikit. Horizon pertama termasuk kedalam horizon Ap dengan penciri warna yang gelap dan lahan olah pada profil ini. Horizon ini ditemukan pada kedalaman 7-26 cm. Horison selanjutnya masuk kedalam horizon Bw, hal ini dapat dilihat dari perubahan warna yang semakin cerah (10 YR 4/3). Pada profil ini terjadi *discontuniuty lithology* dengan penciri warna yang lebih gelap dari horizon atasnya. Horizon ini tidak dimasukkan ke horizon A dikarenakan sudah mengalami penumpukan dengan waktu yang lama meskipun pencirinya hampir sama dengan horizon A yang di atasnya. Proses perubahan warna muncul sampai horizon terakhir.

Profil 6 mempunyai endopedon kambik dan epipedon umbrik. hal ini dapat dilihat dari struktur yang sudah mulai berkembang yaitu gumpal membulat dan

terdapat perbedaan warna pada masing-masing horizon. Epipedon umbrik ditemukan pada kedalaman 7-26 cm warna kroma 3 dan sebagian epipedon yang lembab. Oleh karena penciri tersebut ordo pada profil ini masuk kedalam Inceptisol. Pada tingkat sub ordo masuk kedalam Udepts mengacu pada rejim kelembaban yaitu udik. Rejim kelembaban udik dapat dilihat dari curah hujan yang merata pada daerah ini dan masa kering selama 45 hari secara berturut-turut. Pada tingkat great group masuk kedalam dystrudepts karena tidak memenuhi persyaratan pada great group lainnya seperti tidak ditemukannya duripan ataupun fragipan. Pada tingkat group masuk kedalam humic dystrudepts dengan penciri epipedon umbrik (Lampiran 4f).

1.2.7. Profil 7 Wonorejo a (Wnr a)

Profil 7 (Wnr a) berada di Dusun Wonorejo Desa Wonorejo yang merupakan berada pada lokasi titik pengamatan ke-4. Daerah profil ini memiliki lereng 3% dengan penggunaan lahan tegalan yang ditanami oleh tanaman cabai, dan jagung. Pengolahan lahan masih secara tradisional dengan menggunakan cangkul. Profil ini dibuat dengan kedalaman 150 cm dengan 5 horison dengan kedalaman efektif hanya 10 cm. Pasir letusan ditemukan pada profil ini hanya 5 cm dengan komposisi pasir yang cenderung lebih banyak dibandingkan dengan batu dan kerakal. Horison Ap sangat diragukan karena kedalamannya yang mencapai 10 cm saja. karena menurut penuturan dari pemilik lahan, tanah ini sudah lama tidak diolah dan hanya diolah pada akhir-akhir ini tanpa menggunakan alat berat. Penggunaan lahan ini digunakan saat adanya sisa bibit dari lahan lain. Penambahan material dari luar berupa pasir urukan yang mencapai 63 cm. Oleh karena itu, profil ini memiliki epipedon plagen. Profil ini mempunyai endopedon kambik dimana ditemukannya perubahan warna yang cenderung dari gelap ke terang dan struktur yang mulai berkembang (Lampiran 4g).

1.2.8. Profil 8 Wonorejo b (Wnr b)

Profil 8 (Wnr b) merupakan ulangan kedua dari titik keempat. Hal ini ditujukan untuk mengurangi kesalahan proses mengklasifikasi tanah. Profil ini dibuat tidak jauh dari profil yang ke 7. penggunaan lahan pada profil ini merupakan tegalan dengan tanaman cabai, dan jagung. Profil ini dibuat dengan kedalaman 150 cm

dengan 8 horison penciri. Profil ini memiliki kedalaman efektif hingga 92 cm. Profil 8 ditemukan sisa letusan setebal 5 cm yang komposisinya mayoritas pasir dan debu, sedangkan untuk material lainnya seperti kerakal, kerikil dan batu sangat jarang ditemukan. Profil ini memiliki horizon Ap setebal 24 cm, dan horizon Bw sampai horizon terakhir. Epipedon pada profil ini merupakan epipedon umbrik dengan ketebalan 24 cm dan warna dengan *value* dan *chroma* kurang dari 3. Pada profil ini memiliki struktur dominan gumpal membulat hampir disetiap horisonnya, terkecuali pada kedalaman 92-115 yang remah tidak lekat dan tidak plastis (Lampiran 4h).

1.2.9. Profil 9 Wonorejo c (Wnr c)

Profil 9 (Wnr c) terletak di Desa Wonorejo. Kecamatan Puncu yang berada pada lokasi titik pengamatan ke-5. Profil ini memiliki kelerengan yang cukup landai yaitu 3%. Penggunaan lahan merupakan tegalan dengan tanaman cabai, mentimun, jagung. Sistem pengolahan lahan di profil ini sudah menggunakan alat berat yaitu bajak mesin.

Profil dibuat dengan kedalaman 150 cm dengan 11 horison. Profil ini memiliki kedalaman efektif mencapai keseluruhan profil. Secara fisik, tekstur lempung mendominasi pada seluruh horizon. Pada setiap horizon memiliki struktur gembur. Horizon Ap hanya memiliki ketebalan 14 cm, merupakan lapisan olah dengan warna yang lebih gelap (10 YR3/2) dibandingkan dengan horizon yang dibawahnya (10 YR 6/2). Profil ini memiliki epipedon umbrik dengan konsistensi lembabnya sangat gembur, dan sedikit partikel pseudosand pada yang jika partikel di tekan maka rasa kasarnya berangsur menghilang. Profil ini memiliki endopedon kambik dimana struktur yang berkembang dan terdapat perbedaan warna pada setiap horisonnya.

Pada tingkat sub ordo masuk kedalam udept karena rejim kelembaban udik. Pada tingkat great group masuk kedalam dystrudept karena tidak memenuhi persyaratan yang lain. hummic psammentic dystrudept karena memiliki kedua sifat 1) epipedon umbrik atau molik 2) kelas besar –butir berpasir pada keseluruhan penampang kontrolnya (Lampiran 4i).

1.2.10. Profil 10 Wonorejo 10 (Wnr d)

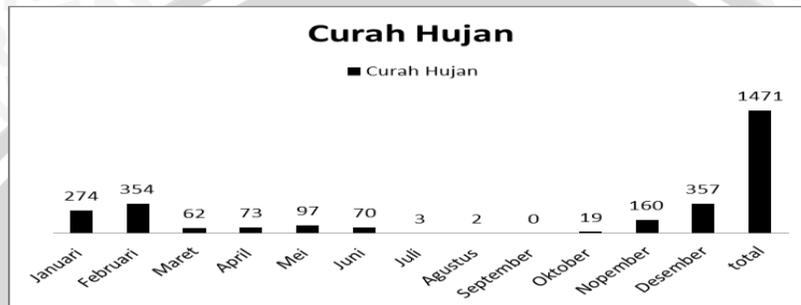
Profil 10 merupakan pedon ulangan dari titik kelima dari pengamatan. Pengambilan titik tidak jauh dari profil 9 dengan jarak 20 m dari titik pengamatan. Pengambilan ulangan ini ditujukan sebagai penguat dalam penjelasan dalam titik kedua. profil ini terletak di Dusun Wonorejo Desa Wonorejo. Keadaan fisiografis pada profil ini cenderung datar. Pengolahan lahan pada profil dilakukan secara tradisional. Penggunaan lahan di profil ini merupakan tegalan dengan tanaman cabai (*Capsicum annum L.*), tanaman jagung (*Zea Mays*) dan tanaman sengon (*Enterolibium Cyclocarpum*).. Profil ini dibuat dengan kedalaman 150 cm dengan 8 horison dan 1 lapisan dengan kedalaman efektif hampir semua horison.

Lapisan berisi material letusan setebal 5 cm banyak ditemukan pasir dan debu, sedangkan material lainnya seperti batu, kerakal dan kerikil sedikit ditemukan pada profil ini. Horizon Ap diperkirakan mencapai 24 cm dikarenakan warna yang sangat gelap pada horizon ini dan sejarah dari pengolahan lahan, lahan ini sering diolah secara tradisional. Horizon selanjutnya masuk kedalam horizon Bw hingga horizon yang terakhir, dapat dilihat dari perubahan warna yang berkelanjutan dari gelap (10 YR 5/2) menjadi terang (10 YR 6/4). Perkembangan tanah bisa ditunjukkan dengan adanya perkembangan warna atau struktur pada horizon tersebut

Profil ini masuk kedalam ordo Inceptisol dengan penciri khusus horizon kambik mulai dari horizon 2 (tidak ditemukannya bahan sulfidik pada kedalaman 50 cm dari permukaan tanah mineral) hingga horizon terakhir. Pada tingkat subordo masuk kedalam Udept mengacu pada rejim kelembabapan udik. Pada tingkat grup profil ini termasuk kedalam grup *dystrudepts* dengan tidak ditemukannya duripan dan karbonat bebas dalam tanah. Pada tingkat sub grup profil ini termasuk dalam humic *dystrudepts* dengan penciri epipedon umbrik. Epipedon pada profil ini merupakan epipedon umbrik dengan ketebalan 24 cm dan warna dengan *value* dan *chroma* kurang dari 3 pada kondisi lembab namun mempunyai *value* 6 pada keadaan kering (Lampiran 4j).

1.3. Curah hujan

Curah hujan mempengaruhi terhadap kondisi tanah dan pertumbuhan tanaman, jika dilihat dari grafik curah hujan bahwa kecamatan puncu memiliki lahan yang kering hampir disetiap bulannya, yang mengakibatkan lahan kekurangan air, hal ini juga disampaikan oleh salah satu petani yang berada di Kecamatan Puncu, sehingga para petani di Kecamatan Puncu membuat rorak di tepi lahan sebagai tempat penampungan air.



Grafik

Gambar 2.
hasil data

curah hujan tahunan Kecamatan Puncu

Berdasarkan grafik curah hujan pada gambar 3, bahwa curah hujan di daerah Kecamatan Puncu termasuk dalam kategori hujan yang rendah dengan total curah hujan pertahunnya adalah 1471 mm/tahun, jika dilihat dari curah hujan setiap bulannya bahwa curah hujan sangat rendah yang diperoleh mulai dari bulan januari sampai desember, curah hujan tertinggi diperoleh pada bulan Desember dengan nilai 357 mm, sedangkan nilai curah hujan terendah diperoleh pada bulan September dengan nilai 0 mm yang artinya tidak ada hujan turun pada bulan tersebut.

Setiap profil hanya mampu menyimpan air antara 5,2 mm pada titik 3 hingga 7,0 mm yaitu pada titik 1. Pada musim hujan air yang masuk akan terbuang melalui perkolasi tanah, sedangkan pada musim kemarau air yang disimpan oleh tanah juga akan semakin berkurang dengan adanya evaporasi tanah dan penyerapan air oleh tanaman.

1.4. Hasil Analisis Sifat Fisika dan Kimia Tanah

Sifat fisika tanah mempelajari tentang mekanisme pergerakan dan pengaturan tanah. Perubahan-perubahan sifat fisika tanah akibat erosi, perpindahan dan perubahan secara fisik baik bentuk proses maupun hasil dapat disebut sebagai sifat

fisik. Pada Penelitian ini analisa sifat fisika dan kimia tanah meliputi tekstur, air tersedia, BI, BJ, porositas, kemantapan agregat, dan C-organik.

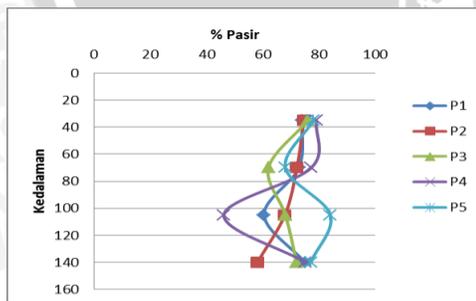
Menurut Harsono (1995), pengolahan tanah dapat berpengaruh terhadap porositas tanah, dan menyebabkan berat jenis tanah meningkat. Selain itu, pengolahan tanah akan mempengaruhi struktur tanah, bentuk permukaan tanah, dan kondisi tanaman. Peran bahan organik akan berfungsi sebagai bahan perekat dan dapat mengubah struktur tanah.

1.4.1. Tekstur Tanah

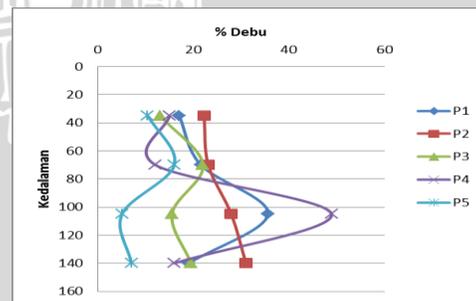
Tekstur tanah adalah perbandingan kandungan partikel-partikel tanah primer berupa fraksi liat, debu dan pasir dalam suatu tanah. Partikel-partikel tanah itu mempunyai bentuk dan ukuran yang berbeda-beda dan dapat digolongkan ke dalam tiga fraksi seperti tersebut di atas. Tekstur pasir yang tinggi diakibatkan oleh letusan Gunung Kelud yang mengeluarkan material yang dominan pasir pada Kecamatan Puncu. Tekstur dapat mempengaruhi sifat fisika tanah seperti porositas, berat isi, air tersedia, dan sifat kimia tanah seperti C-organik. Tekstur yang baik adalah tekstur yang memiliki perbandingan fraksi 1:1:1 yang termasuk kedalam kategori lempung.

Kategori tekstur tanah pada lokasi Kecamatan Puncu memiliki nilai sangat beragam pada setiap lokasi titik pengamatan dan juga kedalaman tanahnya, seperti yang terlihat pada grafik sebaran tekstur berikut:

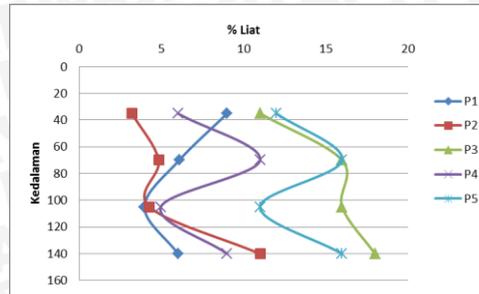
a. Grafik Persentase pasir



b. Grafik Persentase Debu



c. Grafik Persentase Liat



Keterangan: T1= Titik Lokasi 1 (Laharpan 1); T2= Titik Lokasi 2 (Puncu 1); T3= Titik Lokasi 3 (Satak 1); T4= Titik Lokasi 4 (Wonorejo 1); T5= Titik Lokasi 5 (Wonorejo 2)

Gambar 3. Grafik persentase pasir, debu dan liat pada titik 1 hingga titik 5, kedalaman (0-35), (35-70), (70-105), (105-130)

Berdasarkan grafik 1a diatas pada titik pengamatan 1 kedalaman 0-35 cm adalah pasir berlempung dengan rata-rata persentase pasir 74%, liat 14%, debu 14%. Pada kedalaman 35-70 cm adalah tekstur pasir berlempung dengan persentase pasir 73%, liat 6%, dan debu 22%. Pada kedalaman 70-105 cm memiliki tekstur lempung berpasir dengan fraksi pasir 60%, debu 4% dan liat 36% Pada kedalaman 105-140 cm adalah lempung berpasir dengan fraksi pasir 69%, debu 28%, dan liat 3%. Pada kedalaman 105-140 cm ini memiliki persentase tekstur tertinggi, dan debu tertinggi pada kedalaman 70-105 cm, dan persentase liat tertinggi pada kedalaman kedalaman 35-70 cm.

Pada titik pengamatan 2 kedalaman 0-35 cm adalah pasir berlempung dengan rata-rata persentase pasir 77%, debu 22% dan liat 3%. Pada kedalaman 35-70 cm adalah tekstur lempung berpasir dengan persentase pasir 72%, debu 23 dan liat 5%. Pada kedalaman 70-105 cm memiliki tekstur lempung berpasir dengan fraksi pasir 68%, debu 28%, dan liat 4%. Pada kedalaman 105-140 cm adalah lempung berpasir dengan fraksi pasir 64%, debu 32%, dan liat 4%. Nilai persentase pasir tertinggi terdapat pada kedalaman 0-35 cm, sedangkan nilai debu tertinggi terdapat pada kedalaman 105-140 cm, dan nilai liat tertinggi terdapat pada kedalaman 35-70 cm.

Pada titik pengamatan 3 kedalaman 0-35 cm adalah lempung berpasir dengan rata-rata persentase pasir 67%, debu 22% dan liat 11%. Pada kedalaman 35-70 cm adalah tekstur pasir berlempung dengan persentase pasir 73%, debu 16 dan liat 11%. Pada kedalaman 70-105cm memiliki tekstur lempung berpasir dengan fraksi pasir 68%, debu 16%, dan liat 16%. Pada kedalaman 105-140 cm adalah lempung berpasir dengan fraksi pasir 41%, debu 20%, dan liat 39%. Nilai persentase pasir tertinggi terdapat pada kedalaman 35-70 cm, sedangkan nilai persentase debu tertinggi terdapat pada kedalaman 0-35 cm dan nilai liat tertinggi terdapat pada kedalaman 105-140 cm.

Pada titik 4 kedalaman 0-35 cm adalah teksur pasir dengan rata-rata persentase pasir 73%, debu 22% dan liat 5%. Pada kedalaman 35-70 cm adalah tekstur pasir berlempung dengan persentase pasir 77%, debu 12 dan liat 11%. Pada kedalaman 70-105cm memiliki tekstur pasir dengan fraksi pasir 46%, debu 49%, dan liat 5%. Pada kedalaman 105-140 cm adalah lempung berpasir dengan fraksi pasir 75%, debu 16%, dan liat 9%. Nilai persentase pasir tertinggi terdapat pada kedalaman 105-140 cm, sedangkan nilai persentase debu tertinggi terdapat pada kedalaman 70-105 cm, dan nilai liat tertinggi terdapat pada kedalaman 35-70 cm.

Pada titik 5 kedalaman 0-35 cm adalah tekstur pasir berlempung dengan rata-rata persentase pasir 78%, debu 10% dan liat 12%. Pada kedalaman 35-70 cm adalah tekstur lempung berdebu dengan persentase pasir 68%, debu 16 dan liat 16%. Pada kedalaman 70-105cm memiliki tekstur pasir berlempung dengan fraksi pasir 84%, debu 5%, dan liat 11%. Pada kedalaman 105-140 cm adalah pasir berlempung dengan fraksi pasir 77%, debu 7%, dan liat 16%. Nilai persentase pasir tertinggi terdapat pada kedalaman 70-105 cm, sedangkan nilai persentase debu tertinggi terdapat pada kedalaman 35-70 cm, dan nilai liat tertinggi terdapat pada kedalaman 35-70 dan kedalaman 105-140 cm.

Fraksi pasir berhubungan dengan sifat fisika dan kimia tanah, hal tersebut dibuktikan dengan uji regresi berganda dengan nilai $R^2 = 0.97$, yang artinya nilai fraksi pasir berhubungan dengan sifat fisika tanah sebesar 97% (lampiran 5). Menurut (Islami dan Utomo, 1995) tanah yang didominasi pasir akan banyak mempunyai pori-pori makro, tanah yang didominasi debu akan mempunyai pori-pori meso (sedang),

sedangkan didominasi liat akan banyak mempunyai pori-pori mikro. Hal ini berbanding terbalik dengan luas permukaan yang terbentuk, luas permukaan mencerminkan luas situs yang dapat bersentuhan dengan air, energi atau bahan lain, sehingga makin dominan fraksi pasir akan makin kecil daya tahannya untuk menahan tanah (Hakim, 1986).

Tidak ada konsensus tentang bagaimana struktur tanah dapat menguntungkan pertumbuhan tanaman (atau sebaliknya), meskipun seringkali diasumsikan bahwa tanah-tanah yang 'terstruktur' memungkinkan penetrasi akar yang lebih dalam dan akses air dan hara pada lapisan tanah yang lebih dalam (Passioura, 1991) dan memudahkan aerasi tanah (Kooistra dan Van Noordwijk, 1996). Dalam konteks ini tanah yang strukturnya baik biasanya mengacu pada keberadaan pori-pori yang kontinyu dari tanah lapisan permukaan hingga kedalaman tertentu, yang memungkinkan akar untuk melewati lapisan tanah yang padat atau tanah yang rusak. Struktur tanah adalah kondisi kualitas, bukan cekaman, yang kadang-kadang menyebabkan "kebingungan" dalam literatur. Kesulitan untuk sampai pada konsensus tentang efek struktur tanah terhadap pertumbuhan tanaman adalah bahwa struktur tanah merupakan kondisi tanah yang mempengaruhi keseimbangan tegangan (air, udara, dan kekuatan tanah) yang secara langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Struktur tanah juga dapat mempengaruhi distribusi panjang akar dengan kedalaman tanah dan upaya penelitian banyak diarahkan pada identifikasi lapisan kedap akar. Struktur tanah sangat penting dalam memasok pori-pori yang dapat diakses oleh akar. Tanpa struktur yang baik, hanya tanah-tanah yang teksturnya sangat ringan memiliki jumlah pori yang cukup dimana akar atau akar rambut dapat menembus tanpa memperluas rongga. Pori-pori tersebut juga menawarkan tempat berpijak (jangkar) bagi akar dalam tanah sehingga memberikan daya tahan untuk melawan tekanan dari tempat lain. Panjang akar ternyata lebih besar pada tanah-tanah berpasir daripada tanah-tanah liat (Hoad et al., 2001); hal ini mendukung gagasan bahwa perpanjangan akar ke pori-pori lebih mudah pada tanah-tanah dengan pori-pori ukuran optimal. Tanah tidak berstruktur cenderung memiliki ruang pori kecil dimana akar dapat tumbuh secara langsung dan penciptaan pori-pori di antara agregat

medium dan tanah bertekstur berat mungkin penting bagi pertumbuhan akar. Akar-akar rambut tampaknya mampu tumbuh memasuki matriks tanah liat (Champion dan Barley, 1969). Banyak literatur yang menggambarkan interaksi antara akar tanaman dan struktur tanah (Ball et al., 2005). Akar tanaman menimbulkan efek pada struktur tanah dan demikian juga sebaliknya. Struktur tanah yang baik sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, karena media persemaian optimal bagi eksplorasi akar harus berisi beragam ukuran agregat dengan rata-rata ukuran yang sama (Dexter, 1988). Hal ini memfasilitasi eksplorasi tanah oleh sistem akar, terutama pada fase perkecambahan (Wuest, 2007).

Ho *et al.*, (2005) menunjukkan bahwa tanaman yang meningkatkan kerapatan akarnya dalam tanah lapisan atas dapat memperoleh fosfor lebih efektif daripada tanaman yang tidak. Genotipe dengan akar yang berkembang lebih dalam ternyata lebih mampu menahan stres kekeringan. Lynch (2007) menegaskan bahwa tanaman cenderung untuk mengembangkan akar di tanah lapisan permukaan untuk menyerap hara (terutama P) dan dalam lapisan bawah tanah untuk menyerap air. Liu dan Li (2005) menemukan bahwa berkurangnya aktivitas akar yang disebabkan oleh kekeringan pada awal pertumbuhannya ternyata meningkatkan produksi gabahnya darimana mereka menyimpulkan bahwa fotosintat akan digunakan untuk meningkatkan eksplorasi media tumbuh. Gen yang terkait dengan reduksi tinggi tanaman tampaknya tidak mempengaruhi kemampuan akar menembus tanah (Kubo et al., 2005), demikian juga tampaknya zat pengatur tumbuh tampaknya tidak mengurangi kekuatan penetrasi akar (Hoad *et al.*, 2001). Mikoriza yang dapat meningkatkan toleransi kekeringan tanaman ternyata mampu membentuk asosiasi dengan tanaan, dan telah terbukti mampu meningkatkan penyerapan air oleh tanaman gandum di lahan kering (Al-Karaki et al., 2004), tetapi biaya pemeliharaan hubungan yang intensif dengan mikoriza dapat mengurangi hasil tanaman gandum (Ryan et al., 2005), mungkin karena konsumsi fotosintat oleh mikorhiza.

Van Noordwijk dan de Willigen (1987) menunjukkan bahwa pertumbuhan sistem akar yang besar seringkali mengorbankan pertumbuhan tajuknya, meskipun sistem akar yang besar mampu mengurangi risiko gagal panen akibat cekaman hara

dan air. Van Noordwijk et al. (1998) berpendapat bahwa tanaman tidak mampu untuk terus berinvestasi untuk memelihara akarnya selama periode kering dan bahwa tanaman dapat lebih baik tumbuh dengan membiarkan sebagian dari sistem akarnya mati dan menginvestasikan kembali dalam pertumbuhan baru ketika kondisi lingkungannya menguntungkan kembali. Sebaliknya, Hoad et al. (2001) menunjukkan bahwa panjang akar dan massa akar cenderung dilestarikan di antara musim tumbuhnya. Hoad et al. (2001) memberikan penjelasan yang berbeda tentang tingkat ekstensi akar yang bervariasi dan permintaan akar bisa bertentangan dengan permintaan tajuknya pada tahap pertumbuhannya, sehingga pertumbuhan tunasnya terhambat. Waines dan Ehdaie (2007) menyimpulkan bahwa sistem akar kultivar gandum modern kecil, memiliki mungkin dua-pertiga dari massa akar landraces dari mana mereka berasal. Tidak diragukan lagi kurangnya akar adalah hasil dari seleksi untuk hasil yang lebih besar dari butiran ketika tumbuh di bawah pengelolaan yang optimal, nutrisi dan air. Selama jangka panjang tampaknya mungkin bahwa tanaman dapat mempengaruhi sifat-sifat tanah dengan karbon organik yang mereka tinggalkan (Watts et al., 2001, 2006).

Diameter akar rambut yang khas tidak mungkin jauh kurang dari 10 μ m, namun pori-pori ukuran saluran ini di bawah hisap dari 30 kPa. Hisap seperti sering dikutip sebagai kapasitas lapang, yaitu pori-pori ukuran ini menguras bawah gravitasi dalam beberapa hari. Ini begitu, kontak akar-air jarang bisa lengkap tanpa risiko hipoksia dari genangan air. Sebuah perhitungan sederhana dari luas permukaan akar tidak bisa karena itu diambil sebagai panduan untuk akses oleh tanaman untuk air kecuali serapan dari fase uap yang cukup (Dalton, 1988). Van Noordwijk et al. (1993); van Noordwijk dan de Willigen (1984) telah mengembangkan metodologi untuk menilai akar-akar yang kuat dan ber-kontak. Veen dkk. (1992) menunjukkan bahwa akar mungkin mencoba untuk mengoptimalkan akar-air dan kontak akar-udara dan bahwa jarak lokal antara celah udara bisa menjadi penting dalam menentukan optimal ini. Baru-baru ini, Segal et al. (2008) berpendapat atas dasar pemodelan yang akar rambut tidak meningkatkan luas permukaan akar tetapi fungsi dengan efektif meningkatkan radius akar induk. Daerah akar efektif adalah kemudian silinder dibatasi oleh ujung

rambut akar. Ini adalah daerah ini maka yang akan memerlukan optimasi untuk kontak dari akar dan tanah; dan akar kontak dan udara tanah.

1.4.2. Porositas

Porositas tanah dipengaruhi oleh berat isi dan berat jenis, porositas dan Berat isi berhubungan terbalik dengan nilai porositas, Semakin menurun nilai berat isi tanah maka semakin meningkat nilai porositas tanah. Tanah dengan struktur granuler/remah, mempunyai porositas yang tinggi daripada tanah-tanah dengan struktur *massive*/pejal.

Tabel 2. Analisis porositas tanah pada titik 1 hingga titik 5, kedalaman (0-35), (35-70), (70-105), (105-130)

Kedalaman (cm)	Nilai porositas tanah (%) di lokasi:				
	T1	T2	T3	T4	T5
0-35	48	43.16	46.75	40.42	43.24
35-70	50.8	44.66	54.11	45.4	53.67
70-105	56.27	48.72	52.67	59.18	33.88
105-140	43.13	59.16	50.38	56.49	47.26

Keterangan: T1= Titik Lokasi 1 (Laharpan 1); T2= Titik Lokasi 2 (Puncu 1); T3= Titik Lokasi 3 (Satak 1); T4= Titik Lokasi 4 (Wonorejo 1); T5= Titik Lokasi 5 (Wonorejo 2)

Berdasarkan tabel 3 Dilihat nilai porositas memiliki variasi yang beragam disetiap profil dan kedalaman. Pada Tabel 3 nilai porositas pada T4K3 memiliki nilai tertinggi yaitu 59,18%, sedangkan nilai terendah pada T5k3 dengan nilai porositas yaitu 33,88 hal tersebut dikarenakan nilai fraksi pasir pada T4K3 memiliki fraksi pasir yang tinggi dibandingkan dengan T5K3 hal tersebut sesuai dengan pernyataan (Hardjowigeno, 2003) bahwa Tanah dengan struktur granuler/remah, mempunyai porositas yang tinggi daripada tanah-tanah dengan struktur *massive*/pejal. Tanah dengan tekstur pasir banyak mempunyai pori-pori makro sehingga sulit menahan air

Nilai porositas dilokasi penelitian memiliki nilai yang beragam, Nilai Porositas pada titik 1 dan 2 lebih tinggi jika dibandingkan dengan titik 3, 4 dan 5.

Berdasarkan kedalaman tanah nilai porositas memiliki hubungan yang kuat dan terbukti dengan hasil regresi ($R^2 = 0.76$) artinya porositas memiliki pengaruh yang kuat sebesar 76% (lampiran 18), dan 24% dipegaruhi oleh faktor lainnya.

1.4.3. Berat Isi Tanah

Berat isi tanah (*Bulk density*) adalah perbandingan antara massa tanah kering oven dengan volume partikel ditambah dengan ruang pori diantaranya (Priyono, 2008). Berdasarkan tabel 4 bahwa berat isi di lokasi Puncu tergolong dalam kategori sedang (Laboratorium Fisika Jurusan Tanah FP UB, 2007).

Tabel 3. Analisis Berat Isi Tanah pada titik 1 hingga titik 5, kedalaman (0-35), (35-70), (70-105), (105-130)

Kedalaman (cm)	Nilai berat isi tanah (g.cm^{-3}) di lokasi:				
	T1	T2	T3	T4	T5
0-35	1.21	1.05	1.21	1.21	1.08
35-70	0.98	1.07	1.11	1.04	1.13
70-105	0.96	1.07	1.08	1.17	1.17
105-140	1.07	0.94	1.02	1.19	1.20

Keterangan: T1= Titik Lokasi 1; T2= Titik Lokasi 2; T3= Titik Lokasi 3; T4= Titik Lokasi 4; T5= Titik Lokasi 5

Berdasarkan tabel 4 diatas bahwa, nilai berat isi memiliki variasi yang berbeda-beda disetiap kedalaman pada tiap profil. Berdasarkan nilai berat isi yang bervariasi, dapat dikatakan bahwa pada titik pengamatan 1,3 dan 4 memiliki nilai berat isi yang sama dengan nilai tertinggi yaitu $1,21 \text{ g.cm}^{-3}$, sedangkan nilai berat isi terendah dari semua profil adalah pada titik 2 kedalaman 105-140 dengan nilai $0,96 \text{ g.cm}^{-3}$. Nilai berat isi tanah dipengaruhi oleh sifat fisik lainnya, hal ini dibuktikan dengan uji regresi pada lampiran 16 dengan nilai $R^2 = 0,46$.

Nilai berat isi tanah pada titik 1,2 dan 3 semakin menurun dengan semakin dalamnya kedalaman tanah, beda halnya dengan titik 4 dan 5 bahwa nilai berat isi tanah akan semakin meningkat dengan meningkatnya kedalaman tanah, hal ini berkaitan dengan pernyataan Lal dan Greenland (1979) dalam Hariah *et al.* (2001) bahwa pada umumnya nilai bobot isi tanah akan semakin meningkat dengan

meningkatnya kedalaman tanah karena semakin rendah kandungan bahan organik tanah, aktivitas perakaran, biota, dan kandungan liat tanah.

Bobot isi tanah dapat diubah dengan praktek manajemen yang mempengaruhi tingkat penutupan tanah, bahan organik, struktur tanah, pemadatan, dan porositas tanah. Pengolahan tanah secara berlebihan dapat menghancurkan bahan organik tanah dan melemahkan stabilitas agregat alami tanah, sehingga rentan terhadap erosi yang disebabkan oleh air dan angin. Ketika partikel tanah yang tererosi mengisi ruang pori, porositas berkurang dan BI meningkat. Pengolahan tanah dan perjalanan peralatan (alsintan) menghasilkan lapisan tanah yang padat dengan peningkatan BI, misalnya terbentuknya lapisan “tapak-bajak”.

Pengolahan tanah sebelum penanaman untuk sementara dapat menurunkan nilai BI pada lapisan tanah permukaan, tetapi meningkat pada pengolahan tanah yang dalam. Perjalanan selanjutnya di lapangan oleh peralatan pertanian, curah hujan, hewan, dan kegiatan lainnya juga dapat mengakibatkan pembantukan lapisan tanah kompak. Solusi jangka panjang untuk mengurangi efek pemadatan tanah adalah mengurangi olah-tanah dan meningkatkan kandungan BOT. Kapasitas air tersedia tanah juga dipengaruhi oleh bahan organik dan pemadatan tanah. Bahan organik meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pemadatan meningkatkan BI dan mengurangi total volume pori, akibatnya mengurangi kapasitas air tersedia.

Langkah-langkah berikut meningkatkan bahan organik, dan mengurangi pemadatan tanah, sehingga dapat meningkatkan BI dan porositas tanah:

1. Teknologi pengelolaan tanah yang meningkatkan bahan organik seperti TOT, tanaman penutup tanah, pupuk kandang dan kompos, beragam rotasi dengan tanaman yang kaya seresah dan kacang-kacangan atau rumput dalam sistem rotasi;
2. Minimize kerusakan tanah dan menghindari operasi alsintan ketika tanah kondisi basah;
3. Menggunakan jalan khusus untuk alsintan;
4. Mengurangi jumlah perjalanan lalu-lintas di lapangan;
5. Membongkar lapisan Subsoil yang padat; dan

6. Menerapkan sistem multi-tanaman yang melibatkan tanaman dengan kedalaman perakaran yang berbeda untuk membantu memecah lapisan tanah-bawah yang kompak dan padat.

Ketika menentukan BI, ruang pori yang berisi air dan total porositas dapat dihitung. Ketika ruang pori berisi air melebihi 60%, beberapa proses penting dalam dapat terpengaruh. Respirasi tanah dan siklus nitrogen (ammonifikasi dan nitrifikasi) meningkat dengan meningkatnya kelembaban tanah. Kurangnya aerasi juga mengganggu kemampuan organisme tanah untuk bernafas dan siklus nitrogen. Pada tanah-tanah kering, proses ini menurun karena kurangnya kelembaban tanah.

Tingginya nilai BI merupakan indikator porositas tanah rendah dan pemadatan tanah. Nilai BI yang tinggi berdampak pada kapasitas air tersedia, pertumbuhan akar, dan pergerakan udara dan air melalui tanah. Pemadatan meningkatkan BI dan mengurangi hasil panen tanaman dan vegetasi yang tersedia untuk melindungi muka tanah dari efek erosi. Dengan mengurangi infiltrasi air ke dalam tanah, pemadatan dapat menyebabkan peningkatan limpasan dan erosi dari lahan miring atau tanah jenuh di daerah datar. Nilai BI yang melampaui ambang batas atas dapat mengganggu pertumbuhan akar. Perbedaan tekstur tanah, struktur tanah dan kapasitas retensi air di antara tanah bakaran dan tanah yang tidak terbakar cukup signifikan di lokasi yang mengalami kebakaran hutan secara berkala. Tanah-tanah bakaran dan tanah yang tidak terbakar terletak pada ketinggian 100-1000 m dpl, dengan sedikit perbedaan iklim di antara lokasi. Di antara semua tanah yang terbakar dan tanah yang tidak terbakar hanya ada dua perbedaan signifikan, yaitu: stabilitas agregat yang lebih besar dan kandungan liat lebih kecil pada tanah-tanah yang terbakar. Namun demikian, pada beberapa situs, dimana kebakaran lebih intens, kapasitas retensi air lebih besar untuk tanah yang tidak terbakar daripada tanah-tanah yang terbakar. Model regresi untuk ukuran agregat (terutama 1-1.05 mm), kelas tekstur (terutama debu kasar) dan konten BOT memprediksi cukup baik kadar air tanah pada kondisi tanah-tanah yang terbakar pada tegangan lengas yang berbeda (Fayos, 1997).

Suatu parameter kualitas fisik tanah (S) dapat didefinisikan, yaitu sama dengan slope dari kurva tegangan air tanah pada titik beloknya. Kurva ini harus diplot

sebagai logaritma (log naturalis) dari tegangan air terhadap kadar air gravimetri (kg.kg⁻¹). Nilai S ini menjadi indikasi dari sejauh mana porositas tanah terkonsentrasi ke dalam kisaran ukuran pori yang sempit. Dalam sebagian besar tanah, nilai-nilai S yang lebih besar konsisten dengan kehadiran struktur (agregat) mikro. Hasil-hasil penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa agregat mikro ini bertanggung jawab untuk sebagian besar karakteristik fisik tanah yang diperlukan untuk berfungsinya tanah di bidang pertanian. Penggunaan S diilustrasikan dengan contoh tanah yang teksturnya berbeda-beda, kepadatan (atau derajat pemadatan), dan kandungan BOT berbeda-beda. Efek dari S terhadap pertumbuhan akar ternyata signifikan, dan S terbukti menjadi indikator yang lebih baik bagi “rootability” suatu tanah daripada nilai BI tanah. Sehingga disarankan bahwa S dapat digunakan sebagai indeks kualitas fisika tanah yang memungkinkan membandingkan berbagai tanah dan efek perlakuan manajemen yang berbeda, serta kondisi tanah yang berbeda-beda (Dexter, 2004).

Kemampuan untuk memprediksi waktu pengolahan tanah yang optimal tergantung pada pengetahuan tentang variabilitas karakteristik fisik tanah. Variabilitas tekstur dan kandungan karbon dalam unit peta tanah di DAS kecil yang didominasi lahan pertanian sangat menentukan operasi pengelolaan lahan, misalnya informasi kadar air tanah untuk waktu optimal pengolahan tanah. Informasi yang tersedia tentang tekstur tanah dan kandungan bahan organik tanah dari peta tanah dapat dimanfaatkan untuk pengelolaan tanah karena kelas tekstur tanah dipetakan. Ada perbedaan yang signifikan dalam hal kandungan fraksi liat, debu dan pasir di antara kelas tekstur tanah yang berbeda-beda pada peta tanah. Distribusi statistik dalam unit peta tanah umumnya bersifat miring positif atau negatif dan koefisien variasinya tergolong “menengah”, yaitu sebesar 15-50%. Implikasi dari variabilitas tekstur tanah dan kandungan BOT pada operasi pengelolaan lahan dinilai dalam kaitannya dengan kadar air maksimum untuk olah-tanah yang optimal (W_{opt}), yang diprediksi dengan menggunakan fungsi pedotransfer. Nilai W_{opt} biasanya dalam kisaran yang sama dengan kadar air pada potensial matriks -100 kPa. Hal ini menunjukkan bahwa penguapan yang cukup selain drainase diperlukan untuk memperoleh kondisi yang

dapat diterapkan di lapangan. Waktu yang diperlukan untuk mendapatkan kadar air optimal diperkirakan sekitar 5 hari, yang lebih panjang dari rata-rata lama periode tanpa curah hujan, median 3.7 hari. Nilai Wopt yang diperkirakan dari peta tanah berbeda dengan nilai Wopt yang diperkirakan dari grid sampel (Kværnø, Haugen dan Børresen, 2007).

1.4.4. Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah merupakan perbandingan antara massa total fase padat tanah dan volume fase padat, massa bahan organik dan anorganik diperhitungkan sebagai sebagai massa padatan tanah dalam penentuan berat jenis tanah.

Tabel 4. Analisis Berat Jenis Tanah titik 1 hingga titik 5, kedalaman (0-35), (35-70), (70-105), (105-130)

Kedalaman (cm)	Nilai berat jenis tanah (g.cm^{-3}) di lokasi:				
	T1	T2	T3	T4	T5
0-35	2.44	2.47	2.37	2.37	2.32
35-70	2.42	2.46	2.39	2.32	2.37
70-105	2.40	2.44	2.43	2.33	2.45
105-140	2.47	2.30	2.38	2.46	2.47

Keterangan: T1= Titik Lokasi 1 (Laharpan 1); T2= Titik Lokasi 2 (Puncu 1); T3= Titik Lokasi 3 (Satak 1); T4= Titik Lokasi 4 (Wonorejo 1); T5= Titik Lokasi 5 (Wonorejo 2)

Berdasarkan tabel 5 bahwa nilai berat jenis memiliki variasi yang berbeda-beda disetiap kedalaman pada tiap profil. Dari nilai berat isi yang bervariasi tersebut disimpulkan bahwa pada profil 1 kedalaman 105-140cm, profil 2 kedalaman 0-35 cm dan profil 5 kedalaman 105-140 memiliki nilai berat jenis yang sama dengan nilai tertinggi $2,47 \text{ g.cm}^{-3}$, sedangkan nilai berat isi terendah dari semua profil adalah pada profil 2 kedalaman 105-140 dengan nilai $2,30 \text{ g.cm}^{-3}$.

Berdasarkan analisis linear berganda antar variabel analisis fisika tanah terhadap berat jenis tanah menunjukkan $R^2 = 0,33$, artinya Nilai berat memiliki hubungan oleh sifat fisika dan kimia lainnya sebesar 33% (lampiran 9), sedangkan 67% dipengaruhi oleh sifat lainnya.

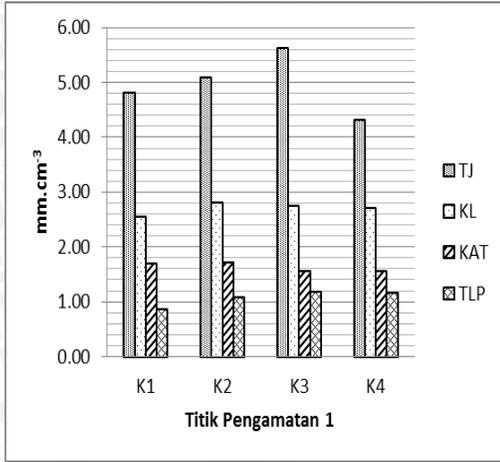
1.4.5. Titik Jenuh, Kapasitas Lapang, Kapasitas Air Tersedia, Titik Layu Permanen

Kapasitas air tersedia atau pori meso merupakan nilai antara kapasitas lapang dengan titik layu permanen, berdasarkan perbandingan rata-rata air tersedia di Kecamatan puncu memiliki kategori air tersedia yang tinggi (Laboratorium Fisika Jurusan Tanah FP UB, 2007).

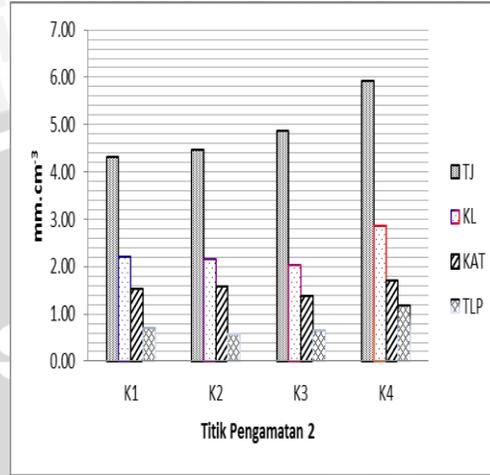
Berdasarkan gambar 3 Dilihat nilai air tersedia memiliki nilai yang bervariasi disetiap profil dan kedalaman. nilai tertinggi terdapat pada profil 4 dengan kedalaman 35-70 cm yaitu $1,84 \text{ mm.cm}^{-3}$, dan untuk nilai terendah juga terdapat pada profil 4 dengan kedalaman 70-105 cm yaitu $0,98 \text{ mm.cm}^{-3}$.

Berdasarkan gambar 3 dapat dikatakan bahwa pada titik 1 nilai kapasitas air tersedia tertinggi adalah pada kedalaman 35-70cm dengan nilai $1,69 \text{ mm.cm}^{-3}$, sedangkan nilai air tersedia terendah adalah pada kedalaman 70-105cm dengan nilai $1,41 \text{ mm.cm}^{-3}$. Pada titik 2 nilai air tersedia tertinggi yang diperoleh adalah pada kedalaman 105-130 cm dengan nilai $1,8 \text{ mm.cm}^{-3}$, sedangkan nilai terendah adalah pada kedalaman 70-105 cm diperoleh dengan nilai $1,37 \text{ mm.cm}^{-3}$. Pada titik 3 hasil air tersedia tertinggi diperoleh adalah pada kedalaman 105-130 cm dengan nilai $1,56 \text{ mm.cm}^{-3}$, sedangkan nilai air tersedia terendah pada kedalaman 35-70 cm dengan nilai $1,37 \text{ mm.cm}^{-3}$. Pada titik 4 nilai kapasitas air tersedia tertinggi yang diperoleh adalah pada kedalaman 35-70 cm dengan nilai $1,84 \text{ mm.cm}^{-3}$, sedangkan nilai terendah pada kedalaman 105-140cm dengan nilai $0,98 \text{ mm.cm}^{-3}$. Pada Titik 5 nilai air tersedia tertinggi diperoleh adalah pada kedalaman 35-70cm dengan nilai $1,80 \text{ mm.cm}^{-3}$, sedangkan nilai terendah adalah pada kedalaman 70-105cm dengan nilai $1,12 \text{ mm.cm}^{-3}$.

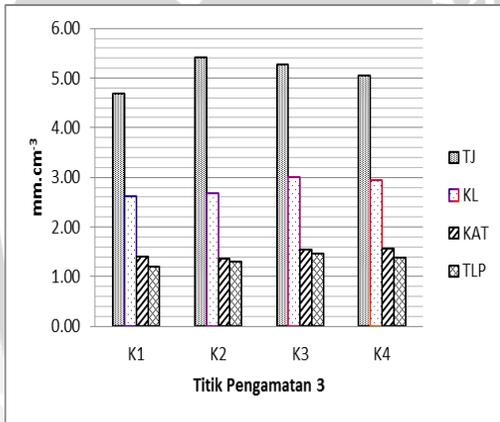
a. KAT titik 1



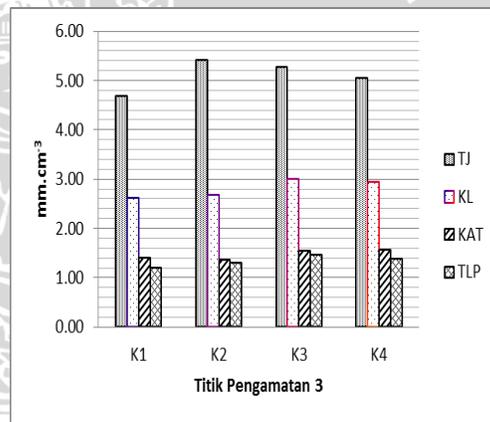
b. KAT titik 2



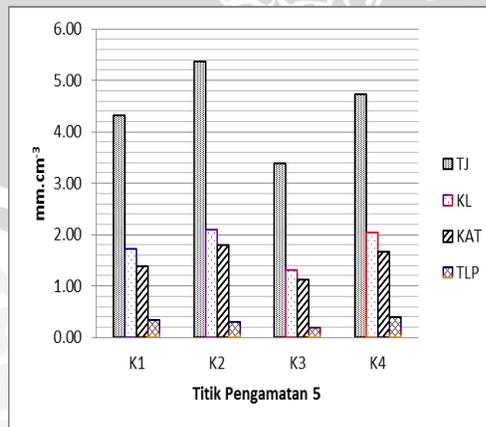
c. KAT titik 3



d. KAT titik 4



e. KAT titik 5



Keterangan: TJ= Titik jenuh, KL= Kapasitas lapang, KAT= Kapasitas air tersedia, TLP= Titik Layu permanen, K1= 0-35cm, K2= 35-70cm, K3= 70-105cm, K4= 105-130cm.

Gambar 4. Grafik kapasitas lapang, titik layu permanen dan kapasitas air tersedia pada titik 1 hingga titik 5 kedalaman (0-35), (35-70), (70-105), (105-130)

Nilai kapasitas air tersedia berhubungan dengan sifat fisika dan kimia dengan nilai $R^2 = 0.45$ (lampiran 11), artinya nilai kapasitas air tersedia dipengaruhi oleh sifat fisika dan kimia sebesar 45%, sedangkan 55% dipengaruhi oleh faktor lainnya. Berikut adalah grafik nilai Titik jenuh, kapasitas lapang, kapasitas air tersedia dan titik layu permanen

4.4.2. C-organik

Tabel 5. Analisis C-Organik titik 1 hingga titik 5, kedalaman (0-35), (35-70), (70-105), (105-130)

Kedalaman (cm)	Kandungan C-organik tanah (%C) di lokasi:				
	T1	T2	T3	T4	T5
0-35	0.87	0.77	0.86	0.66	0.76
35-70	0.57	0.86	0.64	0.83	0.50
70-105	1.06	0.78	0.60	0.45	0.37
105-140	0.39	0.47	0.55	0.66	0.58

Keterangan: T1= Titik Lokasi 1 (Laharpan 1); T2= Titik Lokasi 2 (Puncu 1); T3= Titik Lokasi 3 (Satak 1); T4= Titik Lokasi 4 (Wonorejo 1); T5= Titik Lokasi 5 (Wonorejo 2)

Berdasarkan hasil tabel 8 diatas bahwa nilai C-organik tertinggi ada pada profil 1 dengan kedalaman 70-105 cm yaitu 1,06 dan nilai terendah ada pada profil 5 dengan kedalaman 70-105 cm. C-organik dipengaruhi oleh tekstur tanah dimana fraksi pasir umumnya didominasi oleh mineral kuarsa (SiO_2), sedangkan fraksi debu biasanya berasal dari mineral feldspar dan mika yang cepat lapuk. pada saat pelapukannya, akan membebaskan sejumlah hara, sehingga tanah bertekstur debu umumnya lebih subur ketimbang tanah bertekstur pasir (Hanafiah, 2004).

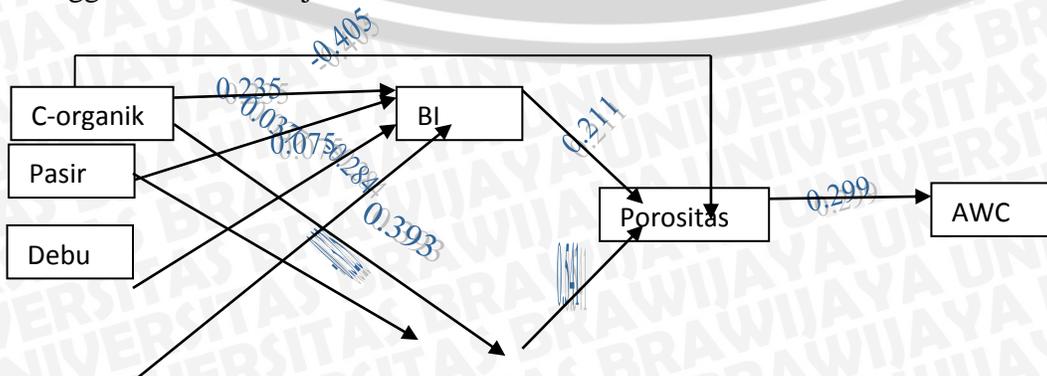
Berdasarkan tabel 8 diatas bahwa lahan di Kecamatan Puncu memiliki kandungan C-organik yang sangat rendah dengan nilai rata-rata kurang dari 1% yang membuktikan bahwa di lokasi masih kekurangan unsur hara karena nilai persentase pasir yang tinggi.

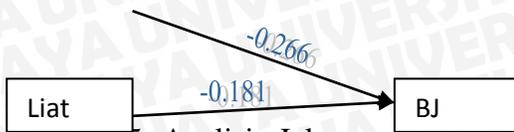
Berdasar analisis regresi linear berganda antar variabel analisis fisika tanah terhadap C-organik menunjukkan $R\ square = 0,41$ (lampian 12), artinya bahwa sifat fisika dan kimia mempengaruhi nilai C-organik sebesar 41% dan 59% dipengaruhi oleh faktor lain.

1.5. Pembahasan Umum Antar Parameter

Tanah di Kecamatan Puncu memiliki tekstur dominan lempung berpasir, berat isi yang sedang dan porositas yang tinggi hal ini tidak sesuai dengan (Hadrjowigeno 1993) menyatakan bahwa tanah bertekstur kasar mempunyai persentase ruang pori total lebih rendah dari pada tanah bertekstur halus, meskipun rataaan ukuran pori bertekstur kasar lebih besar dari pada ukuran pori tanah bertekstur halus sehingga tanah yang bertekstur kasar lebih sulit menahan air dibandingkan tanah bertekstur halus.

Berdasarkan hasil hubungan antar variabel dengan uji korelasi dan regresi secara berganda bahwa air tersedia dipengaruhi oleh berat isi tanah, fraksi liat dan porositas. Hasil regresi menunjukkan bahwa variabel pengamatan tersebut berhubungan dengan kategori cukup. Hasil korelasi pada (lampiran 4) menunjukkan bahwa Kapasitas air tersedia memiliki hubungan positif dengan porositas dan debu yaitu sebesar 0,541 dan 0.478 hal ini menunjukkan bahwa apabila nilai debu dan porositas meningkat maka nilai kapasitas air tersedia juga akan meningkat, Untuk mengetahui pengaruh terbesar terhadap kapasitas air tersedia dilakukan dengan menggunakan analisis jalur korelasi





Gambar 5. Analisis Jalur variabel X (c-organik, pasir, debu, liat, BI, BJ, porositas) terhadap faktor Y (kapasitas air tersedia)

Berdasarkan analisis jalur pada gambar 4 diatas bahwa nilai jalur terbesar adalah melalui Debu-BI-Porositas-AWC dengan nilai total korelasi adalah 0.06, dan dapat diartikan bahwa pasir berpengaruh positif terhadap BI dan BJ berpengaruh negatif dengan porositas dan porositas berpengaruh positif dengan kapasitas air tersedia.

Pengolahan tanah dan pemberian bahan organik tanah mempengaruhi kualitas sifat fisika tanah, di lokasi penelitian melakukan pengolahan tanah dengan cara tradisional seperti mencangkul tanah namun masih kurang dalam pemberian bahan organik ke dalam tanah.

Memelihara dan memperbaiki kualitas tanah adalah penting untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas pertanian secara berkelanjutan. Bahan organik tanah merupakan indikator penting dari kualitas tanah dan keberlanjutannya agronomik, karena pengaruhnya terhadap kualitas sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Ravees, 1997). Beberapa indikator sifat fisik tanah yang berhubungan dengan bahan organik tanah adalah pembentukan dan stabilitas agregat (Tisdall dan Oades, 1982), berat isi tanah dan porositas tanah (Revees, 1997) kadar air tanah (Zebarth *et al.*, 1999). Selanjutnya akan berpengaruh terhadap perkecambahan tanaman, distribusi perakaran, pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman (Bronik dan Lal, 2005), sehingga kemampuan akar tanaman menyerap unsur hara dan air akan lebih besar dan akan berpengaruh pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Yatno, 2011).

1.5.1. Hubungan timbunan abu vulkanik terhadap kapasitas air tersedia

Salah satu fungsi utama dari tanah adalah untuk menyimpan kelembaban dan pasokan air ke tanaman di antara kejadian hujan atau irigasi. Penguapan dari permukaan tanah, transpirasi oleh tanaman dan perkolasi secara bersama-sama mengurangi status kelembaban tanah selama periode di antara aplikasi air. Jika kadar air menjadi terlalu rendah, maka tanaman menjadi stres. Kapasitas air tersedia dalam

tanah menyediakan penyangga yang menentukan kapasitas tanaman untuk menahan kondisi kering. Air disimpan dalam tanah dengan berbagai cara dan tidak semua lengas-tanah tersedia bagi tanaman. Air kimiawi merupakan bagian integral dari struktur molekul mineral tanah. Air tanah dapat diikat (ditahan) dengan kuat oleh gaya elektrostatis pada permukaan kristal tanah liat dan mineral lain, dan tidak tersedia bagi tanaman. Sisa air dalam tanah disimpan dalam pori tanah, ruang di antara partikel tanah. Jumlah air tanah yang dapat disimpan dan jumlah yang dapat memasok kebutuhan tanaman tergantung pada jumlah dan ukuran ruang pori.

Air gravitasi disimpan dalam pori-pori makro dan cepat mengalir di bawah pengaruh gaya gravitasi dalam satu atau dua hari setelah hujan. Tanaman hanya dapat menggunakan air gravitasi selama beberapa hari setelah hujan. Air kapiler berada dalam pori kapiler yang cukup kecil untuk menahan air melawan gravitasi, tetapi tidak begitu erat mengikat air, sehingga akar tanaman masih dapat menyerapnya. Air ini terjadi sebagai film di seluruh partikel tanah dan di pori-pori dan merupakan sumber utama air bagi tanaman. Kalau air kapiler ini diserap oleh tanaman, maka pori makro yang lebih dahulu melepaskan airnya. Pori halus, yang lebih tahan terhadap penyerapan air. Kalau air kapiler ini diserap oleh tanaman, selaput air menjadi lebih tipis dan molekul air selanjutnya menjadi lebih sulit untuk melepaskan diri dari partikel tanah. Air kapiler ini dapat bergerak ke segala arah dalam menanggapi tegangan air dan dapat bergerak ke atas melalui massa tanah hingga dua meter, partikel dan pori-pori tanah bertindak seperti sumbu. Ketika tanah jenuh, semua pori-pori penuh air, tetapi setelah satu hari, semua air gravitasi mengalir ke luar, meninggalkan tanah pada kapasitas lapangan. Tanaman kemudian menyerap air dari pori-pori kapiler, mudah pada awalnya dan kemudian menjadi semakin sulit, hingga tidak ada lagi yang bisa diserap dan tinggal air dalam pori mikro. Tanah kemudian mencapai kondisi titik layu dan tanpa adanya penambahan air, tanaman akan layu dan akhirnya mati.

Jumlah air yang tersedia bagi tanaman ditentukan oleh porositas kapiler dan dihitung dengan perbedaan kadar air antara kapasitas lapang dan titik layu. Ini adalah total simpanan air tersedia dari tanah. Sebagian dari simpanan air tanah, yang dapat

diserap oleh tanaman tanpa menjadi stres, disebut air tersedia. Irigasi harus memiliki pengetahuan tentang kapasitas kelembaban tersedia sehingga air dapat diterapkan sebelum tanaman harus mengeluarkan energi berlebihan untuk mengekstrak kelembaban tanah.

Jumlah air tanah yang tersedia untuk tanaman diatur oleh kedalaman tanah yang dapat dijelajahi oleh akar (zona akar) dan sifat material tanah. Oleh karena total simpanan air dan kapasitas air tersedia terkait dengan porositas, maka ukuran partikel (tekstur) dan susunan partikel (struktur) merupakan faktor penting. Kandungan BOT, kandungan dan adanya fragmen batu-batu juga mempengaruhi kapasitas air tersedia. Tanah yang strukturnya jelek, bahan organiknya rendah, konten karbonatnya rendah dan adanya fragmen batu-batu, semuanya mengurangi kapasitas air tersedia pada kelas tekstur tanah tertentu.

Tanah-tanah bertekstur liat dapat menyimpan sejumlah besar air, tetapi karena mereka memiliki titik-layu yang tinggi, mereka membutuhkan air hujan yang signifikan untuk dapat memasok air bagi tanaman. Di sisi lain, tanah-tanah bertekstur pasir memiliki kapasitas penyimpanan air yang terbatas, tetapi karena sebagian besar air ini tersedia, tanaman dapat menggunakan hujan-ringan terlepas dari bagaimana tingkat keringnya tanah sebelum ada hujan. Tanaman yang tumbuh di tanah-tanah pasir umumnya memiliki sistem akar yang lebih rapat untuk memungkinkan mereka mengakses air dengan cepat sebelum pasir mengering.

Pengukuran kapasitas tanah untuk menahan air dapat dilakukan dengan menentukan kedalaman zona akar, baik dengan mengamati kedalaman akar tanaman sebelumnya, atau dengan mencatat kedalaman lapisan tanah penghambat (penghalang) akar. Akar tanaman semusim biasanya berada dalam lapisan tanah atas setebal 120 cm, jika tidak ada lapisan penghalang. Beberapa spesies tanaman perennial mempunyai kedalaman akar hingga 600 cm atau lebih jika kondisi tanahnya ideal dan kelembaban tanah cukup.

Kapasitas menahan air tanah harus diperkirakan pada masing-masing lapisan tanah dalam zona akar. Misalnya, lapisan tanah lempung-liat setebal 25 cm dengan air yang tersedia 1.8 mm air per cm tebal tanah, dapat menyimpan 45 mm air tersedia.

Kapasitas memegang air dari profil tanah dihitung dengan menjumlahkan kapasitas setiap lapisan dalam profil tanah.

Material vulkanik dari hasil letus Gunung Kelud berupa krakal, krikil, pasir, posisi material vulkanik tersebut sesuai dengan jarak ke titik letusan. material vulkanik yang memiliki berat jenis semakin besar maka akan jatuh atau berada dekat dengan daerah letusan. Kecamatan Puncu merupakan daerah yang terkena dampak letusan Gunung Kelud yang berupa material kasar dengan ketebalan sekitar 5-9 cm. Material vulkanik yang lebih dominan memiliki fraksi pasir akan menyebabkan pori makro yang lebih banyak daripada pori mikro sehingga aerasi dan drainasenya rata-rata sedang dan cukup peka terhadap gejala erosi, serta daya ikat air maupun unsur hara rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Syekhfani (1991) menyatakan bahwa material letusan Gunung Kelud yang tertimbun merupakan bahan kasar atau agak kasar berupa pasir atau debu yang memiliki sifat mudah hanyut oleh arliran air serta kemampuan untuk memegang air dan unsur hara rendah.

Peningkatan kandungan fraksi liat dalam profil tanah berkaitan dengan kapasitas simpanan air yang lebih besar. Namun demikian, hal ini tidak berarti lebih banyak air yang tersedia bagi tanaman, karena partikel liat membantu membuat matriks tanah dalam pori-pori mikro menahan air pada tegangan yang lebih besar. Tanah-tanah bertekstur kasar seragam (misalnya pasir, lempung berpasir) kandungan gfraksi liat dan debunya rendah, sehingga agregasi tanah kurang bagus dan profil tanah cepat mengering. Hal ini menyebabkan kapasitas yang rendah untuk menyimpan air atau hara dalam zona akar. Jenis tanah berpasir ini juga dapat bersifat anti air karena akumulasi lilin di permukaan partikel pasir, membatasi laju infiltrasi air ke dalam tanah dan mengakibatkan kehilangan air permukaan yang lebih besar.

Dalam profil tanah dimana terjadi perubahan tajam tekstur tanah di antara lapisan-lapisan subsoil (misalnya lapisan pasir di atas lapisan liat) jumlah air yang tersedia bagi tanaman, tergantung pada tekstur lapisan tanah permukaan, kedalaman lapisan tanah dan tekstur lapisan tanah dan interface-nya dengan permukaan tanah. Di tanah dengan lapisan subsoilnya liat-padat, maka air disimpan di atas lapisan kedap ini dan dapat mengakibatkan terlalu banyak air yang tersedia, yaitu genangan air.

Tanah liat yang retak-retak dapat menyimpan air sangat berbeda dengan jenis tanah yang disebutkan sebelumnya. Biasanya tanah liat seperti ini ditandai dengan tekstur liat ringan sepanjang profil tanah, dengan bahan kasar di lapisan permukaannya. Kalau massa tanah menyusut dan mengembang, maka akan terjadi retakan-retakan musiman. Infiltrasi air hujan terjadi ke dalam celah-celah (retakan) ini, sedangkan daerah di antara celah-celah tersebut tetap kering karena struktur tanahnya masif dan gerakan airnya cepat. Karena kandungan liat tinggi, jenis tanah ini dapat menyimpan banyak air tetapi ketersediaan air bagi tanaman akan ditentukan oleh pola infiltrasi dan kedalaman perakaran tanaman.

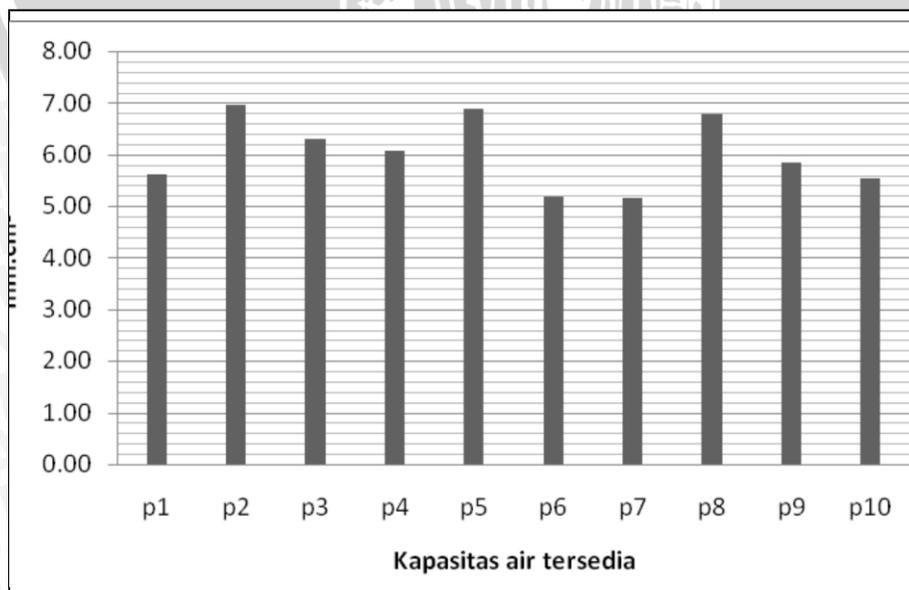
Agregat tanah membentuk pori-pori yang menyimpan air yang dapat diserap oleh akar tanaman. Struktur tanah yang buruk dengan kandungan liat yang tinggi akan memiliki sedikit volume pori-pori tanah. Pori-pori yang hadir lebih kecil sehingga air diikat pada tegangan yang lebih tinggi, sehingga tanaman membutuhkan lebih banyak energi untuk menyerap air, daripada menggunakan energinya untuk pertumbuhannya. Tanah bertekstur kasar umumnya memiliki ukuran pori yang lebih besar dan struktur tanah lebih kecil, sehingga drainase air berlangsung cepat. Lemahnya struktur tanah juga dapat menghambat infiltrasi dan kadang-kadang adanya lapisan subsoil yang kompak dapat mengakibatkan genangan air di zona akar. Peningkatan kandungan bahan organik tanah membantu menciptakan dan menstabilkan agregat tanah. Bahan organik dianggap integral dalam kapasitas tanah untuk memaksimalkan simpanan air melalui efeknya pada penciptaan dan menstabilkan pori-pori tanah dan kapasitas penyerapan. Volume besar seresah tanaman pada permukaan tanah juga dapat membantu infiltrasi air hujan dan mengurangi penguapan.

Ada beberapa pilihan teknologi untuk mempengaruhi tekstur tanah guna meningkatkan kapasitas menahan air. Namun demikian, memperbaiki struktur tanah dan menghilangkan hambatan bagi pertumbuhan tanaman dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan tanah dan meningkatkan kedalaman tanah yang dapat dijangkau oleh akar tanaman. Potensi pilihan teknologi pengelolaan adalah: (1) menghancurkan lapisan kompak pada subsoil; (2) pengapuran untuk memperbaiki

kemasaman tanah; (3) aplikasi bahan organik untuk meningkatkan resapan air (infiltrasi) ke dalam tanah.

Lapisan vulkanik juga berpotensi mengandung hara penyubur tanah untuk pertanian, namun diperlukan waktu yang cukup lama dalam pemanfaatannya. Penyuburan tanah bisa dipercepat dengan melakukan pengolahan baik pembalikan lapisan vulkanik sehingga tercampur oleh tanah ataupun penambahan bahan organik.

Ketebalan lapisan material vulkanik sekitar 5-9 cm ditambah dengan adanya pengolahan tanah yang memungkinkan bahwa lapisan vulkanik tersebut sudah bercampur dengan tanah asli dan mendapat input bahan organik maupun anorganik. Pengolahan ini dapat menyebabkan perubahan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Tanah yang telah bercampur dengan material vulkanik ini memiliki tekstur dominan lempung berpasir, berat isi sedang, porositas sedang dan agregat stabil. Menurut penelitian Sudaryono (2006) bahwa pemberian lempung terhadap tanah berpasir dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air. Tanah dengan tekstur lempung berpasir memiliki pori makro yang lebih dominan dari pori meso dan mikro sehingga air akan mudah meresap ke dalam tanah dan peran pori mikro dan meso ialah mengikat air yang meresap ke dalam tanah. Nilai kapasitas air tersedia (KAT) tergolong tinggi, hal tersebut dibuktikan dari struktur tanah gumpal membulat dan konsistensi lembab gembur, dan basah agak lekat agak plastis, walaupun berdasarkan analisis tekstur bahwa setiap profil adalah dominan lempung berpasir.



Keterangan: P1= Titik Lokasi 1 Ulangan 1; P2= Titik Lokasi 1 Ulangan 2 P3= Titik Lokasi 2 Ulangan 1; P4= Titik Lokasi 2 Ulangan 2; P5= Titik Lokasi 3 Ulangan 1, P6= Titik Lokasi 3 Ulangan 2, P7= Titik Lokasi 4 Ulangan 1, P8= Titik Lokasi 4 Ulangan 2, P9= Titik Lokasi 5 Ulangan 1, P10= Titik Lokasi 5 Ulangan 2.

Gambar 6. kapasitas air tersedia (mm.cm^{-3})

Profil 5 merupakan profil yang paling kuat menahan air, hal tersebut dikarenakan oleh ditemukannya pada kedalaman 130 lapisan yang berstruktur liat, dan profil paling rendah pada profil 7 jika dilihat pada hasil deskripsi profil bahwa pada profil 7 memiliki Penambahan material dari luar berupa pasir dengan jumlah yang cukup banyak struktur pada lahan tersebut juga dominan remah, tanah ini sudah lama tidak diolah dan hanya diolah pada akhir-akhir ini tanpa menggunakan alat berat.

Penggunaan lahan ini digunakan saat adanya sisa bibit dari lahan lain. Profil ini mempunyai endopedon kambik dimana ditemukannya perubahan warna yang cenderung dari gelap ke terang dan struktur yang mulai berkembang. Perkembangan tanah mempengaruhi fisika tanah, bahwa semakin tua umur tanah makan tanah tersebut akan semakin gelap dan lebih padat, sedangkan untuk tanah muda lebih dominan memiliki struktur remah dan warna lebih cerah, Menurut Birkeland (1974), tanah yang lebih tua berwarna lebih merah dari pada tanah yang lebih muda. hal tersebut membuktikan bahwa kekuatan tanah menyimpan air nya sangat kecil.

1.6. Nilai Kapasitas Air Tersedia Pada Setiap Ketinggian

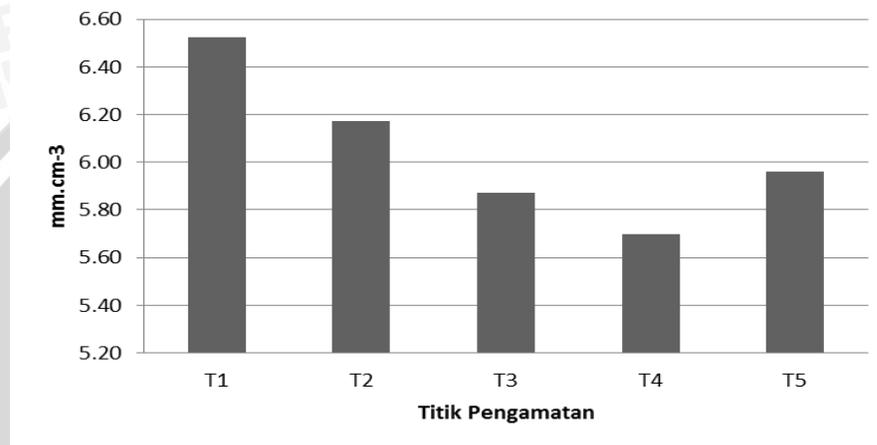
Material vulkanik dari hasil letus Gunung Kelud berupa krakal, krikil, pasir, posisi material vulkanik tersebut sesuai dengan jarak ke titik letusan. material vulkanik yang memiliki berat jenis semakin besar maka akan jatuh atau berada dekat dengan daerah letusan. Kecamatan Puncu merupakan daerah yang terkena dampak letusan Gunung Kelud yang berupa material kasar dengan ketebalan sekitar 5-9 cm. Material vulkanik yang lebih dominan memiliki fraksi pasir akan menyebabkan pori makro yang lebih banyak daripada pori mikro sehingga aerasi dan drainasenya rata-rata sedang dan cukup peka terhadap gejala erosi, serta daya ikat air maupun unsur hara rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Syekhfani (1991) menyatakan bahwa material letusan Gunung Kelud yang tertimbun merupakan bahan kasar atau agak kasar berupa pasir atau debu yang memiliki sifat mudah hanyut oleh arliran air serta kemampuan untuk memegang air dan unsur hara rendah.

Lapisan vulkanik juga berpotensi mengandung hara penyubur tanah untuk pertanian, namun diperlukan waktu yang cukup lama dalam pemanfaatannya. Penyuburan tanah bisa dipercepat dengan melakukan pengolahan baik pembalikan lapisan vulkanik sehingga tercampur oleh tanah ataupun penambahan bahan organik.

Ketebalan lapisan material vulkanik sekitar 5-9 cm ditambah dengan adanya pengolahan tanah yang memungkinkan bahwa lapisan vulkanik tersebut sudah bercampur dengan tanah asli dan mendapat input bahan organik maupun anorganik. Pengolahan ini dapat menyebabkan perubahan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Tanah yang telah bercampur dengan material vulkanik ini memiliki tekstur dominan lempung berpasir, berat isi sedang, porositas sedang dan agregat stabil. Menurut penelitian Sudaryono (2006) bahwa pemberian lempung terhadap tanah berpasir dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air. Tanah dengan tekstur lempung berpasir memiliki pori makro yang lebih dominan dari pori meso dan mikro sehingga air akan mudah meresap ke dalam tanah dan peran pori mikro dan meso ialah mengikat air yang meresap ke dalam tanah.

Penggunaan lahan ini digunakan saat adanya sisa bibit dari lahan lain. Profil ini mempunyai endopedon kambik dimana ditemukannya perubahan warna yang

cenderung dari gelap ke terang dan struktur yang mulai berkembang. Perkembangan tanah mempengaruhi fisika tanah, bahwa semakin tua umur tanah makan tanah tersebut akan semakin gelap dan lebih padat, sedangkan untuk tanah muda lebih dominan memiliki struktur remah dan warna lebih cerah, Menurut Birkeland (1974), tanah yang lebih tua berwarna lebih merah dari pada tanah yang lebih muda. hal tersebut membuktikan bahwa kekuatan tanah menyimpan air nya sangat kecil.



Keterangan: T1= Titik Lokasi 1 (Laharpan 1); T2= Titik Lokasi 2 (Puncu 1); T3= Titik Lokasi 3 (Satak 1); T4= Titik Lokasi 4 (Wonorejo 1); T5= Titik Lokasi 5 (Wonorejo 2)

Gambar 7. Nilai Kapasitas air tersedia pada titik 1 hingga titik 5 dengan kedalaman (0-35), (35-70), (70-105), (105-130)

Berdasarkan gambar diatas dapat dikatakan bahwa perbedaan ketinggian memiliki nilai kapasitas air tersedia yang berbeda beda. Nilai kapasitas air tersedia pada T1 = 6,52 mm.cm⁻³, T2 = 6,18 mm.cm⁻³, T3 = 5,88 mm.cm⁻³, T4 = 5,69 mm.cm⁻³, T5 = 5,96 mm.cm⁻³, dari data tersebut dapat dikatakan T1-T4 nilai kapasitas air tersedia akan semakin menurun dengan semakin rendah ketinggian, hal ini diduga karena pengaruh mineral, dimana mineral aloan semakin banyak dengan semakin tingginya ketinggian tempat. Mineral aloan tersebut memiliki struktur yang dapat memudahkan air untuk masuk dan bertahan dalam waktu tertentu sehingga kandungan air pada tanah menjadi selalu tinggi. Selain dikarenakan tingginya kemampuan mineral aloan dalam menyerap air, tingginya ketersediaan air pada

lokasi atas didukung juga oleh rendahnya berat isi tanah dan tingginya bahan organik, sehingga untuk porositas tanah juga tinggi terutama untuk pori meso dan pori mikro, tetapi pada T5 nilai kapasitas air tersedia meningkat, hal tersebut diduga karena pada T5 yang berada pada ketinggian paling rendah memiliki tingkat perkembangan tanah yang lebih tinggi, hal tersebut juga sesuai dengan pernyataan (Istika Nita 2014) bahwa Faktor ketinggian tempat memberikan pengaruh yang positif terhadap air tersedia air tersedia akan meningkat seiring kenaikan topografi (ketinggian dan kelerengan).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

