

**KARAKTERISASI LAHAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) DI KEBUN
PUSAT PENELITIAN PERKEBUNAN GULA INDONESIA KECAMATAN
BUGUL KIDUL, PASURUAN**

Oleh

DESKA AYU SEKAR KRISTINAWATI

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



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

2016

**KARAKTERISASI LAHAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) DI KEBUN
PUSAT PENELITIAN PERKEBUNAN GULA INDONESIA KECAMATAN
BUGUL KIDUL, PASURUAN**

Oleh

DESKA AYU SEKAR KRISTINAWATI

115040200111015

**MINAT SUMBERDAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

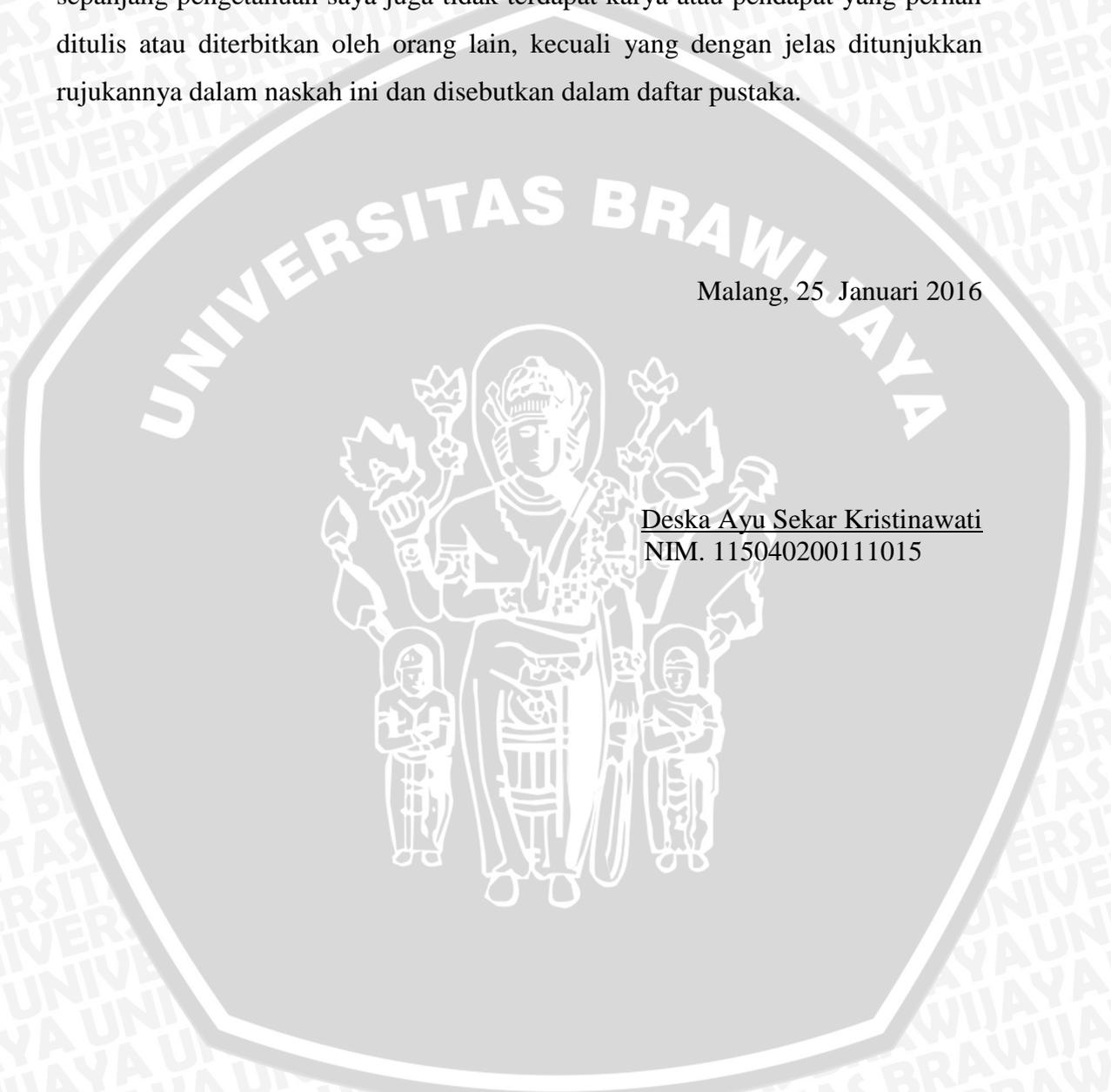
2016

PERNYATAAN

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

Malang, 25 Januari 2016

Deska Ayu Sekar Kristinawati
NIM. 115040200111015



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Karakterisasi Lahan Tebu (*Saccharum officinarum* L.)
di Kebun Pusat Penelitian Perkebunan Gula
Indonesia Kecamatan Bugul Kidul, Pasuruan**

Nama Mahasiswa : **Deska Ayu Sekar Kristinawati**

NIM : 115040200111015

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Manajemen Sumber Daya Lahan

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Disetujui,
Pembimbing Utama, Pembimbing Pendamping,

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

Dias Gustomo, SP. MSc.
NIK. 87120791

a.n. Dekan
Ketua Jurusan Tanah

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

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU.
NIP. 19580214 198503 1 003

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

Penguji III

Penguji IV

Dias Gustomo, SP. MSc.
NIK. 87120791

Dr. Ir. Retno Suntari, MS.
NIP. 19580503 198303 2 002

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Skripsi ini kupersembahkan untuk,

Kedua orang tua tercinta dan terkasih (Alm. Mudijiono dan Lilik Supinah), kakak-kakakku (Candra Kuswantono, Eka Kumala Hayati, Ipung Dwi Setiawan, Nisrina Fauziah), keponakanku Muhammad Athar Rizky Yudhistira, anggota keluarga yang baru lahir, keluarga besarku, keluarga SOILLER 2011, Agroekoteknologi 2011, dan keluarga besar Ilmu Tanah Universitas Brawijaya.

RINGKASAN

Deska Ayu Sekar Kristinawati. 115040200111015. Karakterisasi Lahan Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Kebun Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia Kecamatan Bugul Kidul, Pasuruan. Dibawah bimbingan Soemarno, sebagai pembimbing utama dan Dias Gustomo, sebagai pembimbing pendamping.

Konsumsi gula nasional lebih tinggi dari produksi menyebabkan defisit, sehingga mulai tahun 2014 Indonesia merencanakan swasembada gula. Hal ini mendorong banyak penelitian mengenai karakterisasi lahan untuk penilaian kelas kesesuaian dan faktor pembatas sebagai acuan menentukan rekomendasi pengelolaan. Penelitian diawali pra survei penguncian koordinat keliling dan pembuatan denah pengamatan. Metode survei utama adalah pengamatan deskripsi penampang tanah, fisiografis lahan dan pengamatan parameter penelitian dan analisis laboratorium. Parameter penelitian adalah temperatur rata-rata, curah hujan rata-rata tahunan, drainase, tekstur, bahan kasar, kedalaman tanah, KTK total, pH H₂O, C-organik, lereng, bahaya erosi, genangan, batuan permukaan, singkapan batuan, kapasitas air tersedia dan berat isi. Pengolahan data menggunakan *Microsoft Excel 2010* dan melakukan pencocokan antara nilai parameter penelitian dengan persyaratan karakteristik lahan tebu menggunakan metode limitasi sederhana dengan faktor pembatas paling kritis. Sebagai dasar untuk menentukan kelas kesesuaian dan faktor pembatas masing-masing kebun sebagai acuan rekomendasi.

Hasil dari penelitian mengenai karakterisasi lahan tebu P3GI adalah Kebun Bakalan memiliki kelas kesesuaian N untuk faktor pembatas tektur dan kapasitas air tersedia dan klasifikasi tanah Umbric Endoaqualfs, fine, Isohyperthermic family. Kebun Kejobo memiliki kelas kesesuaian N untuk tekstur dengan klasifikasi tanah Typic Humaquepts, very fine, Isohyperthermic family. Kebun Bugul Kidul memiliki kelas kesesuaian S3 untuk drainase dan kapasitas air tersedia dengan klasifikasi tanah Typic Humaquepts, fine silty, Isohyperthermic family. Kebun yang keempat Kepel dengan hasil kelas kesesuaian S3 untuk drainase dan C-organik dan klasifikasi tanah Typic Endoaquepts, fine silty, Isohyperthermic family. Rekomendasi untuk kebun Bakalan dan Kejobo berdasarkan faktor pembatasnya adalah penambahan bahan organik yang tersedia di lahan seperti sisa panen, limbah pabrik tebu dan pengaturan aplikasi. Pengelolaan kedua melalui penggemburan tanah untuk memperbaiki sifat-sifat fisika yang dipengaruhi tekstur seperti struktur tanah, permeabilitas tanah untuk meningkatkan kapasitas air tersedia. Rekomendasi kebun Bugul Kidul dan Kepel menambah kedalaman got-got di lahan seperti got malang, membujur dan keliling untuk menampung air. Penambahan bahan organik limbah pabrik gula yaitu kompos blotong yang sudah matang agar mudah terdekomposisi di lahan yang jenuh air.

Kata Kunci : karakteristik lahan, pencocokan, faktor pembatas, klasifikasi tanah, rekomendasi pengelolaan

SUMMARY

Deska Ayu Sekar Kristinawati. 115040200111015. Land Characterization of Sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) at Garden of Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia Bugul Kidul District, Pasuruan. Under the guidance of Soemarno, as the main supervisor and Dias Gustomo, as the companion supervisor.

National sugar consumption is higher than production that deficit effect, therefore start from 2014 Indonesia planning to sugar self-sufficiency. This encourages many research of land characterization for the suitability assessment of class and the limiting factor as a reference to determine the management recommendations. Research begins pre-survey by coordinate locking roving and making observations sketch. Main survey method is observation of airy soil, distinct physiographic description of land, observation research parameters and laboratory analysis. The research parameter is the average temperature, average years rainfall, drainage, texture, coarse materials, soil depth, CEC total, pH H₂O, C-organic, the slopes, erosion hazard, inundation, surface rocks, outcrops of rocks, available water capacity and bulk density. Data processing using Microsoft Excel 2010 and due matching between parameter values research with the requirements of the sugar cane land characteristics use simple limitation the serious limiting factor. As the basic to determine the suitability of the class and the limiting factor of each garden as a recommendation.

Results from research on the characterization of the sugar cane land P3GI is Bakalan garden has a suitability class N for the limiting factor is texture and available water capacity, the soil classification Umbric Endoaqualls, fine, Isohyperthermic family. Kejobo garden has a suitability class N for texture factor with soil classification Typic Humaquepts, very fine, Isohyperthermic family. Bugul Kidul garden has a suitability class S3 for drainage and available water capacity with classification of Typic Humaquepts, fine silty, Isohyperthermic family. The fourth suitability class of Kepel garden is S3 for drainage and the c-organic and soil classification of Typic Endoaquepts, fine silty, Isohyperthermic family. Management recommendations for the Bakalan and Kejobo garden based on the limiting factor is the addition of organic materials that are available on the land like the remaining harvest, including the sugar cane factory and application setting. The second management make soil loose to repairs physical properties that texture affect such as soil structure, soil permeability to increase available water capacity. Bugul Kidul and Kepel garden recommendations adds depth gully on land as the “got malang”, got membujur and got keliling” to hold water. The addition of organic waste material as such “kompos blotong” sugar factory that is ripe for easy decomposes in a land that is water saturated.

Key word: Land characteristic, matching, limiting factor, soil classification, management recommendations

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi Lahan Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Kebun Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia Kecamatan Bugul Kidul, Pasuruan”. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah menerima bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi
2. Dias Gustomo SP. MP., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyelesaian skripsi
3. Pihak Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia dan staff karyawan, selaku instansi yang telah memberikan tempat dan bantuan untuk melaksanakan kegiatan penelitian
4. Kedua orang tua, teman-teman dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi dan memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga masukan dan kritik sangat dibutuhkan oleh penulis. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat baik bagi rekan-rekan mahasiswa, pihak-pihak di lokasi penulis melaksanakan penelitian, masyarakat umum, dan berbagai pihak lainnya untuk bahan ilmu pengetahuan serta bermanfaat bagi penulis khususnya.

Malang, Januari 2016.

Deska Ayu Sekar Kristinawati

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Kedua orang tua (Alm. Bapak Mudjiono dan Ibu Lilik Supinah), kakak-kakakku (Candra Kuswanto, Eka Kumala Hayati, Ipung Dwi Setiawan, Nisrina Fauziah), keponakanku Muhammad Athar Rizky Yudhistira, dan keluarga besarku yang telah memberikan dukungan baik secara materil maupun moril. Terima kasih atas doa, dukungan berupa moril dan materil, serta semangatnya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini
2. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian. Terima kasih kepada Bapak Aris Lukito, Bapak Hadi Utomo, Bapak Panji, Bapak Zainun, pekerja kebun percobaan dan seluruh staff yang telah memberikan bimbingan, ilmu pengetahuan, nasihat dan pengalaman baru dalam pelaksanaan penelitian
3. Bapak Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU selaku ketua majelis penguji dan Ibu Dr. Ir. Retno Suntari, MS. sebagai dosen penguji dalam ujian skripsi yang memberikan saran perbaikan dalam penyusunan skripsi
4. Dery Pambudi, Devian Andrianto, Baharuddin, Ike Novitasari yang telah membantu pengambilan contoh tanah, pengerjaan skripsi dan persiapan seminar serta memberikan semangat dalam kegiatan penelitian
5. Ambarwati yang menjadi mahasiswa pembahas dalam seminar dan Dian Rahayu untuk saran perbaikan dalam skripsi
6. Teman-teman Jurusan Tanah angkatan 2011, Anita, Sariningsih, Mistik, Endah, Dewi, Ely, Wahyuningtyas, Viro, Yulita, Ummu, Wibowo, Tio dan teman-teman lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu atas bantuan yang telah membantu dalam analisis laboratorium, penyusunan skripsi, dan saran perbaikan skripsi
7. Teman - teman Agroekoteknologi 2011 Dwija, Endah, Vita yang memberikan bantuan persiapan seminar dan memberikan semangat. Agroekoteknologi kelas A dan Zigma E yang membantu dalam penelitian dan memberikan semangat, perhatian serta dukungannya
8. Teman-teman SMA Pandra, Artika, semua teman SMABOY IPA 5 dan teman SD Citra, Vivi, Cicik dan Desi yang memberikan semangat dan dukungan secara moril

9. Teman-teman Pengurus HMIT periode 2014 dan 2015. Adik tingkat Jurusan Tanah angkatan 2012, 2013, kakak tingkat 2010 yang ikut memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian
10. Bapak Ngadirin, Ibu Ndari dan Bapak Wahyu selaku petugas Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Universitas Brawijaya. Terima kasih atas bantuan dan bimbingannya dalam analisis laboratorium
11. Terima kasih kepada Bu Rurin dan staf administrasi jurusan Ilmu Tanah yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini serta Bapak Kadi yang memberikan semangat

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu. Semoga skripsi ini dapat memberikan informasi kepada semua pihak pada umumnya, dan dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam usaha rekomendasi lahan di Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) khususnya.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tulungagung pada tanggal 04 Desember 1992 putri ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Alm. Mudjiono dan Ibu Lilik Supinah. Penulis memulai pendidikan dasar di SDN 01 Besole, Tulungagung tahun 1999 sampai tahun 2005, kemudian melanjutkan ke SMPN 01 Tulungagung tahun 2005 sampai tahun 2008. Pada tahun 2008 sampai tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Boyolangu, Tulungagung. Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang melalui jalur SNMPTN Ujian Tulis, kemudian mengambil pilihan minat Manajemen Sumber Daya Lahan di Jurusan Tanah pada tahun 2013.

Penulis aktif dalam kegiatan akademik sebagai asisten praktikum yaitu mata kuliah Dasar Ilmu Tanah (DIT) tahun ajaran 2011-2012 semester genap, tahun ajaran 2012-2013 semester ganjil dan genap serta tahun ajaran 2013-2014 semester ganjil dan genap. Asisten praktikum mata kuliah Survei Tanah dan Evaluasi Lahan (STELA) tahun ajaran 2013-2014 semester genap. Mata kuliah Teknologi Konservasi Sumber Daya Lahan (TKSDL) tahun ajaran 2014-2015 semester genap. Mata kuliah Tanah-Tanah Pertanian Utama Indonesia (TTPUI) tahun ajaran 2014-2015 semester genap.

Penulis pernah menjadi Pengurus Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HMIT) sebagai Ketua Departemen Hubungan dan Kerja Sama Masyarakat (HUMAS) periode 2014. Penulis turut aktif dalam kegiatan himpunan seperti KALDERA 2012 dan GATRAKSI 2013 sebagai peserta, aktif juga sebagai panitia dalam kegiatan HMIT dan Jurusan Tanah seperti SLASH 2014, KALDERA 2014, KONSOLDASI 2014 dan 2015, GATRAKSI 2014 dan 2015, PERNAS dan MUKERNAS 2015, serta terakhir panitia serangkaian kegiatan HITI 2015 di Universitas Brawijaya.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pertanyaan Penelitian	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tanaman Tebu dan Kondisi Lahan Tebu	4
2.2. Karakteristik Lahan Tebu	6
2.3. Hubungan Kualitas dan Karakteristik Lahan	7
2.4. Parameter Karakteristik Lahan dan Penilaian Kelas Kesesuaian	8
2.5. Tahapan Penentuan Titik dalam Pengambilan Contoh Tanah ...	17
III. METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2. Alat dan Bahan	18
3.3. Metode Pelaksanaan Penelitian	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Kondisi Wilayah Penelitian	27
4.2. Klasifikasi Morfologi Tanah	27
4.3. Kelas Kesesuaian dan Faktor Pembatas	34
4.4. Karakterisasi Lahan (Morfologi Tanah dan Kelas Kesesuaian) ...	43
4.4. Rekomendasi Pengelolaan Lahan Tebu	46
V. KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Parameter Kualitas dan Karakteristik Lahan pada Metode Evaluasi Lahan.....	7
2	Persyaratan Karakteristik Lahan Tanaman Tebu.....	16
3	Alat yang Digunakan pada Rangkaian Kegiatan Penelitian ...	19
4	Bahan yang Digunakan pada Proses Analisis dan Pengolahan Data.....	20
5	Parameter dan Metode Karakteristik Lahan dalam Penelitian.....	24
6	Klasifikasi Horison Penciri.....	28
7	Klasifikasi Horison Genetik.....	31
8	Data Karakteristik dan Kelas Kesesuaian Kebun Bakalan.....	34
9	Data Karakteristik dan Kelas Kesesuaian Kebun Kejobo.....	37
10	Data Karakteristik dan Kelas Kesesuaian Kebun Bugul Kidul.....	39
11	Data Karakteristik dan Kelas Kesesuaian Kebun Kepel.....	41
12	Karakterisasi Lahan Tebu P3GI.....	43



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Alur Pelaksanaan Penelitian Karakterisasi Lahan Tebu	21
2	Denah Dasar Pengamatan Profil dan Pengambilan Contoh Tanah.....	22
3	Proses Penguncian Koordinat Kebun.....	63
4	Pemboran untuk Menentukan Posisi Profil.....	63
5	Pengamatan Hasil Bor Tanah.....	63
6	Pengurusan Profil Kebun Kepel Sebelum Pengamatan	63
7	Deskripsi Profil Kepel.....	63
8	Deskripsi Profil Bakalan	63
9	Pengambilan Contoh Tanah pada Penampang Profil.....	64
10	Agregat Tanah yang Mengalami Gejala Karatan.....	64
11	Proses Pengeringan Sampel Tanah	64
12	Proses Analisis Kadar Air Kapasitas Lapang pF 2,5	64
13	Penghalusan Bahan untuk Analisis Tekstur, pH, C-Organik dan KTK.....	64
14	Hasil Analisis Tekstur Tanah dengan Metode Pipet dan Penimbangan	64
15	Segitiga Tekstur	67
16	Denah Kebun P3GI dari Google Earth.....	75
17	Penampang Profil Pedon 01 Kebun Bakalan	76
18	Kondisi Kebun Bakalan	76
19	Penampang Profil Pedon 02 Kebun Kejobo.....	77
20	Kondisi Kebun Kejobo.....	77
21	Penampang Profil Pedon 03 Kebun Bugul Kidul	78
22	Kondisi Kebun Bugul Kidul	78
23	Penampang Profil Pedon 04 Kebun Kepel.....	79
24	Kondisi Kebun Kepel.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Koordinat Pengamatan Profil dan Bor Tanah dengan Sistem UTM.....	62
2	Dokumentasi Seluruh Kegiatan Penelitian.....	63
3	Cara Kerja Laboratorium Parameter Fisika Tanah	65
4	Cara Kerja Laboratorium Parameter Kimia Tanah	71
5	Keterangan Kelas-Kelas Kesesuaian Lahan Beberapa Parameter.....	74
6	Deskripsi Morfologi dan Klasifikasi Tanah Kebun Bakalan ...	76
7	Deskripsi Morfologi dan Klasifikasi Tanah Kebun Kejobo ...	77
8	Deskripsi Morfologi dan Klasifikasi Tanah Kebun Bugul Kidul.....	78
9	Deskripsi Morfologi dan Klasifikasi Tanah Kebun Kepel.....	79
10	Data Hasil Analisis Laboratorium.....	80



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Produk gula salah satu komoditas pokok berskala besar membutuhkan bahan baku dari tanaman tebu dalam jumlah banyak. Konsumsi gula nasional data Sucofindo 4,641 juta ton sedangkan produksi hanya 2,48 juta ton, dengan hasil ini masih terjadi defisit gula nasional (Risma *et al.*, 2014). Mulai tahun 2014 Indonesia merencanakan swasembada gula nasional oleh karena itu diperlukan upaya peningkatan produktivas dan optimalisasi sumber daya. Lahan adalah salah satu sumberdaya yang berkaitan dengan penggunaan lahan, pemanfaatan lahan kurang optimal baik luasan atau sesuai fungsi lahan. Menurut Mulyadi *et al.* (2009) masih terdapat sekitar 141.279 ha lahan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan tebu yang tersebar di enam provinsi yaitu Provinsi Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Papua, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur.

Permintaan tebu yang semakin banyak ini mendorong pelaksanaan penelitian peningkatan dan optimalisasi lahan tanaman tebu. Penelitian optimalisasi lahan memiliki tujuan sebagai perbaikan teknologi yang sudah ada sampai dengan memunculkan teknologi baru. Menurut Jayanto (2002) perluasan lahan tanaman tebu yang dilakukan di luar Jawa sedang banyak dikembangkan sebagai pemenuhan kebutuhan produksi gula dalam negeri. Penelitian-penelitian untuk meningkatkan produksi tebu pada lahan banyak dikembangkan salah satunya adalah penelitian di bidang karakteristik lahan. Menurut Sastrohartono (2011) karakteristik lahan adalah sifat-sifat lahan yang dapat diukur atau diestimasi. Sifat-sifat lahan yang dapat diestimasi untuk keperluan pertanian antara lain jenis tanah, kondisi iklim, perbedaan ketinggian tempat, susunan batuan, penyusun vegetasi dan kondisi sosial ekonomi.

Kegiatan karakterisasi lahan memiliki prinsip pengelompokan parameter-parameter lahan yang memiliki fungsi dan sifat yang sama ke dalam satu kelompok yang selanjutnya dipilih karakteristik lahan yang paling berpengaruh sesuai dengan kondisi lahannya. Kegiatan karakterisasi lahan tanaman tebu ini menggunakan parameter-parameter sesuai kondisi lahan tebu yang sudah ada,

parameter yang diamati termasuk dalam parameter relatif permanen. Karakterisasi lahan ini meliputi parameter karakteristik fisika, kimia dan morfologi tanah.

Proses karakterisasi lahan tanaman tebu ini memiliki prinsip yang sama dengan kegiatan evaluasi kesesuaian lahan namun ada pengurangan parameter pengamatan. Data yang diperoleh pada hasil pengamatan dan analisis laboratorium maka dilakukan penilaian kelas untuk lahan tanaman tebu. Hasil penilaian kelas yang diperoleh akan menunjukkan beberapa parameter yang kurang sesuai yang memerlukan pengelolaan dasar lebih lanjut untuk dapat meningkatkan kualitas lahan.

Melalui kegiatan karakterisasi lahan tanaman tebu yang dilakukan di Pusat Penelitian Gula Indonesia (P3GI), diharapkan dapat memberikan kontribusi hasil yang menunjang untuk perbaikan faktor yang menjadi pembatas pada lahan tebu dan produksi bibit tebu. Penelitian dapat dikembangkan menjadi beberapa penelitian penunjang mengenai kegiatan karakterisasi sehingga terus berkembang untuk memajukan teknologi dalam meningkatkan produktivitas lahan tebu.

1.2. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana cara pengolahan data karakteristik lahan berupa sifat fisika, kimia dan proses morfologi yang relatif permanen melalui pembuatan profil tanah di kebun milik Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI)?
2. Bagaimana tahapan penilaian masing - masing karakteristik lahan ke dalam kelas-kelas kesesuaian tanaman tebu?
3. Rekomendasi pengelolaan lahan tebu milik Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI)?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengelompokkan kelas karakteristik dan menentukan faktor pembatas lahan tebu milik P3GI
2. Merekomendasikan alternatif pengelolaan berdasarkan karakteristik lahan yang menjadi faktor pembatas di empat kebun P3GI Kecamatan Bugul Kidul

1.4. Manfaat penelitian

1. Memberikan informasi hasil karakterisasi lahan di empat kebun milik Pusat Penelitian Gula Indonesia (P3GI) Kecamatan Bugul Kidul
2. Memberikan rekomendasi pengelolaan dari hasil penelitian karakteristik yang menjadi faktor pembatas di lahan P3GI



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Tebu dan Kondisi Lahan Tebu

Tebu adalah salah satu tanaman penghasil pemanis yang banyak dikembangkan di Indonesia, khususnya di daerah Jawa Timur. Daerah Jawa Timur yang banyak membudidayakan tebu ini adalah Kabupaten Pasuruan. Tanaman Tebu yang memiliki nama latin (*Saccharum officinarum* L.) termasuk dalam kingdom Plantae (tumbuhan), sub kingdom Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh), super divisi Magnoliophyta (tumbuhan berbunga), kelas Liliopsida (berkeping satu/monokotil), sub kelas Commelinidae, ordo Poales, family Poaceae (suku rumput-rumputan), genus Saccharum, dan spesies *Saccharum officinarum* L. (James, 2004)

Tebu merupakan tanaman lokal umumnya tumbuh dengan baik pada daerah yang memiliki iklim tropis dan sub tropis. Menurut Indrawanto *et al.* (2010), suhu udara minimum yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman tebu adalah 24°C dan suhu udara maksimum 34°. Tanaman tebu sama seperti tanaman lain, memiliki temperatur optimum untuk pertumbuhan adalah 30°C. Pertumbuhan tanaman tebu akan berhenti apabila temperatur di bawah 15°C dikarenakan proses fisiologi tebu akan terganggu, namun tanaman tebu memiliki temperatur yang digunakan untuk menghasilkan sukrosa lebih tinggi adalah antara (26-27)°C.

Curah hujan tahunan yang dibutuhkan tebu adalah 1.500-2.500 mm/tahun termasuk kelas sesuai dan sangat sesuai, curah hujan yang tinggi diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif yang meliputi perkembangan anakan, tinggi dan besar batang. Menurut Mulyono (2009) intensitas curah hujan ini sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tebu dan perubahan tingkat rendemen tebu. Kelembaban yang rendah (45-65%) sangat baik untuk pemasakan karena tebu sangat cepat kering. Kelembaban tinggi dapat mempengaruhi fotosintesis akibatnya pembentukan gula juga terlambat (Moore dan Botha, 2013). Tanaman tebu membutuhkan penyinaran matahari secara langsung, penyinaran matahari penting bagi tanaman tebu untuk pembentukan gula tinggi pada batang, dan mempercepat proses pemasakan. Ketinggian lahan penanaman tebu yang memenuhi syarat pertumbuhan tebu adalah tidak lebih dari 600 mdpl.

Tanaman tebu tumbuh pada tanah yang gembur sehingga aerasi udara dan perakaran berkembang sempurna. Smith, Inman-Bamber dan Thornbun (2005) menyatakan sistem perakaran tebu berkembang dengan cabang tinggi dan dalam, distribusi perakaran tebu bertambah seiring kedalaman. Sudiatso (1999) menambahkan tanaman tebu tumbuh pada tekstur tanah ringan sampai agak berat dengan berkemampuan menahan air cukup dan porositas 30% merupakan tekstur tanah yang ideal bagi pertumbuhan tanaman tebu. Kedalaman solum tanah untuk pertumbuhan tanaman tebu minimal 50 cm dengan tidak ada lapisan kedap air dan permukaan air 40 cm (Rein, Turner dan Mathias, 2011).

Lahan terbaik bagi tanaman tebu di lahan tegalan adalah lahan dengan kemiringan kurang dari 8%, kemiringan sampai 10% dapat juga digunakan untuk areal yang diatur penggunaannya. Syarat lahan tebu adalah berlereng panjang, rata dan melandai sampai 2% apabila tanahnya ringan dan sampai 5% apabila tanahnya lebih berat. Sutardjo (2002) menyatakan bahwa tebu dapat ditanam pada tanah dengan kisaran pH 5,5-7,0. Pada pH di bawah 5,5 dapat menyebabkan perakaran tanaman tidak dapat menyerap air sedangkan apabila tebu ditanam pada tanah dengan pH di atas 7,0 tanaman akan sering kekurangan unsur fosfor.

Berdasarkan pengelolaannya, lahan terdiri dari lahan basah dan lahan kering, perbedaan pengelolaan terutama terletak pada pengairan lahan. Lahan yang sumber pengairannya berasal dari air irigasi atau sengaja digenangi disebut lahan basah, sawah termasuk dalam golongan lahan basah ini. Sedangkan lahan yang sumber pengairannya memanfaatkan air hujan atau tidak ada penggenangan air di lahan disebut lahan kering (Caseel, 1997). Hal ini dapat berarti bahwa irigasi tetap dapat diberikan, asal tidak dimaksudkan untuk menggenangi lahan, lahan kering dibedakan menjadi sawah tadah hujan dan tegalan.

Lahan kering sering disebut juga *upland* atau *unirrigated land*, Notohadiprawiro (2006) mengemukakan lahan kering di Indonesia sama dengan pengertian *unirrigated land* yaitu lahan yang tidak memiliki fasilitas irigasi. Sedangkan istilah *upland* secara umum berarti “terletak lebih tinggi” sebagai lawan istilah *lowland* berarti “terletak lebih rendah”. Kedua istilah tersebut didefinisikan menurut ketinggian tempat, yang erat berkaitan dengan kondisi pengatusan alamiah atau drainase. *Upland* adalah daerah dengan drainase baik,

sedangkan *lowland* merupakan daerah dengan kondisi drainase buruk (terhambat). Menurut Saridevi, Atmaja dan Mega (2013) *lowland* sering dicontohkan dengan tanah sawah, tanah sawah berbeda dengan tanah lahan kering. Ciri utama tanah sawah adalah identik dengan genangan air dalam waktu yang lama.

2.2. Karakteristik Lahan Tebu

Evaluasi kesesuaian tanah didasarkan pada pengelompokan karakteristik tanah satu luasan area untuk menggunakan lahan spesifik (Isitekhale, Aboh dan Ekhomen, 2014). Karakteristik lahan dapat dirinci dan diuraikan yang mencakup keadaan fisik lingkungan dan tanahnya. Data tersebut digunakan untuk keperluan interpretasi dan evaluasi lahan bagi komoditas tertentu. Setiap karakteristik lahan yang digunakan secara langsung dalam evaluasi ada yang sifatnya tunggal dan ada yang sifatnya lebih dari satu karena mempunyai interaksi satu sama lainnya. Oleh karena itu dalam interpretasi perlu mempertimbangkan atau memperbandingkan lahan dengan penggunaannya dalam pengertian kualitas lahan.

Sebagai contoh, ketersediaan air sebagai kualitas lahan ditentukan dari bulan kering dan curah hujan rata-rata tahunan, tetapi air yang dapat diserap tanaman tentu tergantung pula pada kualitas lahan lainnya, seperti kondisi atau media perakaran, antara lain tekstur tanah dan kedalaman zone perakaran tanaman yang bersangkutan. Djaenuddin *et al.* (2000) telah menetapkan beberapa kualitas lahan. Kualitas lahan ini antara lain rejim kelembaban/kondisi temperatur, ketersediaan air, ketersediaan oksigen, media perakaran, retensi hara, ketersediaan hara dan bahaya erosi.

Umumnya di daerah tropika basah seperti Indonesia, selain faktor iklim dan topografi, faktor bahan induk tanah paling dominan pengaruhnya terhadap ciri dan sifatnya tanah yang terbentuk serta potensinya untuk pertanian. Kondisi iklim basah dengan curah hujan dan suhu tinggi menyebabkan pelapukan bahan induk berjalan sangat intensif (Kartasapoetra, 2004), serta cenderung menurunkan kualitas lahan dan tingkat produktivitas pertanian. Produksi pertanian pada lahan kering akan dipercepat lagi oleh adanya erosi yang terjadi secara alami atau karena penggunaan lahan yang “tidak sesuai” (Arsyad, 2006).

2.3 Hubungan Kualitas dan Karakteristik Lahan

Kualitas lahan adalah sifat-sifat pengenal atau yang bersifat kompleks dari sebidang lahan. Setiap kualitas lahan mempunyai kondisi yang berpengaruh terhadap kesesuaiannya bagi penggunaan tertentu dan biasanya terdiri atas satu atau lebih karakteristik lahan (Ritung *et al.*, 2007). Kualitas lahan ada yang bisa diestimasi atau diukur secara langsung di lapangan, tetapi pada umumnya ditetapkan berdasarkan karakteristik lahan. Hubungan antara kualitas dan karakteristik lahan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kualitas dan Karakteristik Lahan pada Metode Evaluasi Lahan

Kualitas Lahan	Karakteristik Lahan
Temperatur (tc)	Temperatur rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)
Ketersediaan air (wa)	Curah hujan (mm), Kelembaban (%), Lamanya bulan kering (bln)
Ketersediaan oksigen (oa)	Drainase
Keadaan media perakaran (rc)	Tekstur, Bahan kasar (%), Kedalaman tanah (cm)
Gambut	Ketebalan (cm), Ketebalan (cm) jika ada sisipan bahan mineral/pengkayaan, Kematangan
Retensi hara (nr)	KTK liat (cmol/kg), Kejenuhan basa (%), pH C-organik (%)
Toksisitas (xc)	Salinitas (dS/m)
Sodisitas (xn)	Alkalinitas/ESP (%)
Bahaya sulfidik (xs)	Kedalaman sulfidik (cm)
Bahaya erosi (eh)	Lereng (%), Bahaya erosi
Bahaya banjir (fh)	Genangan
Penyiapan lahan (lp)	Batuan di permukaan (%), Singkapan batuan (%)

Sumber: Djaenuddin *et al.* (2003).

Karakteristik lahan yang erat kaitannya untuk keperluan evaluasi lahan dapat dikelompokkan ke dalam 3 faktor utama, yaitu topografi, tanah dan iklim. Karakteristik lahan tersebut (terutama topografi dan tanah) merupakan unsur pembentuk satuan peta tanah. Topografi yang dipertimbangkan dalam evaluasi lahan adalah bentuk wilayah (relief) atau lereng dan ketinggian tempat di atas permukaan laut. Relief erat hubungannya dengan faktor pengelolaan lahan dan bahaya erosi. Sedangkan faktor ketinggian tempat di atas permukaan laut berkaitan dengan persyaratan tumbuh tanaman yang berhubungan dengan temperatur udara dan radiasi matahari (Djaenuddin *et al.*, 2003).

2.4. Parameter Karakteristik Lahan dan Penilaian Kelas Kesesuaian

Parameter karakteristik lahan dapat ditambahkan dan dikurangi berdasarkan tujuan dan kebutuhan dari penelitian. Parameter karakteristik lahan tidak selalu sama dan tidak hanya berasal dari sumber dapat melalui beberapa penelitian yang sesuai. Oleh karena itu dalam penelitian ini terdapat beberapa parameter yang dikurangi dan ditambahkan dikarenakan menyesuaikan tujuan dan kebutuhan dari penelitian. Untuk penilaian kelas kesesuaian mengacu pada prinsip evaluasi kesesuaian lahan yang sudah banyak dilakukan pada penelitian-penelitian evaluasi lahan meliputi metode penilaian, pengambilan hasil dan kesimpulan dan pemilihan rekomendasi pengelolaan.

2.4.1. Parameter Karakteristik Lahan yang Diukur dalam Penelitian

Karakteristik lahan berisi beberapa parameter yang ikut menentukan lahan termasuk dalam kelompok yang mana dan faktor-faktor yang berpengaruh. Menurut Sastrohartono (2011) karakteristik lahan adalah sifat-sifat lahan yang dapat diukur atau diestimasi, sifat-sifat lahan yang dapat diestimasi untuk keperluan pertanian antara lain jenis tanah, kondisi iklim, perbedaan ketinggian tempat atau sering disebut topografi, susunan batuan, penyusun vegetasi, dan kondisi sosial ekonomi. Beberapa parameter karakteristik lahan yang sering digunakan dalam penelitian evaluasi lahan atau karakterisasi lahan meliputi:

a. Temperatur rata-rata

Temperatur rata-rata merupakan hasil perhitungan dari temperatur minimum dan temperatur maksimum tahunan yang dibagi dua dan dinyatakan dalam ($^{\circ}\text{C}$). Sutanto (2005) menyatakan temperatur mempunyai pengaruh yang besar terhadap perkecambahan, respirasi, penyerapan hara oleh tanaman tingkat tinggi, dan aktivitas organisme tanah. Suhu secara tidak langsung berpengaruh terhadap kehilangan air melalui evaporasi dari permukaan tanah dan transpirasi melalui tanaman. Kombinasi kehilangan melalui proses evapotranspirasi akan meningkat dengan meningkatnya suhu dan menurunnya kelembaban udara. Temperatur rata-rata yang masuk dalam kelas kesesuaian S1 memiliki nilai kisaran $(25-30)^{\circ}\text{C}$ Tienwong, Dasanandaa dan Navanugraha (2009).

b. Curah Hujan Tahunan

Curah hujan merupakan hasil perhitungan curah hujan rerata tahunan, satuan untuk curah hujan tahunan dinyatakan dalam mm. Curah hujan adalah sumber penyediaan air yang utama bagi tanaman, terutama pada lahan kering yang mengandalkan sumber air dari air hujan. Curah hujan tahunan yang masuk dalam kelas kesesuaian S1 menurut (Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008) memiliki nilai lebih dari 1600 mm. Ketersediaan air yang tinggi berasal dari hujan dan irigasi mempengaruhi pertumbuhan tebu (Jones, Singles dan Ruane, 2013) pada fase awal seperti perkecambahan dan pertunasan serta pembentukan sukrosa pada tebu untuk menentukan produksi yang dihasilkan.

c. Drainase

Drainase merupakan proses mengalirkan kelebihan air di lahan melalui got pembuangan atau saluran yang dibuat di sekeliling lahan Rein *et al.* (2011) menjelaskan, drainase berkaitan dengan pengaturan dan manajemen air berlebih yang dapat berdampak pada zona akar tanaman atau kerusakan lapisan permukaan yang disebabkan erosi. Saluran drainase dibuat pada jenis lahan yang memiliki jumlah air tinggi dikarenakan tebu membutuhkan banyak air pada fase awal dan ketika pembentukan sukrosa. Sastrohartono (2011) menjelaskan bahwa kelas drainase yang masuk ke dalam kelas kesesuaian S1 adalah baik dan agak baik.

d. Tekstur

Menurut Sutanto (2005) tekstur tanah adalah perbandingan relatif antar partikel tanah yang terdiri atas fraksi pasir, debu, dan liat. Tekstur tanah bersifat permanen/tidak mudah diubah dan mempunyai pengaruh yang besar terhadap sifat tanah yang lain seperti struktur, konsistensi, kelengasan tanah, permeabilitas tanah, aliran permukaan, daya infiltrasi dan lain-lain. Sedangkan kelas tekstur merupakan pengelompokkan tekstur berdasarkan proporsi fraksi (distribusi ukuran partikel) yang ditetapkan berdasarkan proporsi pasir, debu, dan liat. Kelas tekstur yang masuk ke dalam kelas S1 adalah tekstur liat (% liat <65%), lempung, debu, lempung berdebu, lempung liat berpasir dan lempung berliat (Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008)

e. Bahan kasar

Bahan kasar merupakan jumlah kandungan bahan-bahan yang memiliki ukuran lebih dari 2 mm dan dinyatakan volume dalam %. Bahan kasar ini mempengaruhi bahan-bahan yang tersusun dalam tekstur tanah yang menentukan partikel primer penyusun tanah meliputi pasir, debu dan liat. Bahan kasar dapat diamati secara langsung dengan metode kualitatif melalui pengamatan di permukaan tanah dan pembuatan penampang profil. Bahan kasar yang masuk dalam kelas kesesuaian S1 menurut Siswanto (2006) dengan prosentase bahan kurang dari 15%.

f. Kedalaman tanah

Parameter yang menyatakan dalamnya lapisan tanah yang dapat dipakai untuk perkembangan perakaran dari tanaman yang dievaluasi. Kedalaman efektif tanah adalah kedalaman dimana perakaran tanaman masih bisa masuk ke dalam tanah. Rein *et al.* (2011) menyebutkan, pengetahuan tentang kondisi fisik dan kimia di dalam tanah penting untuk mengetahui perkembangan perakaran sebagai faktor-faktor yang akan menentukan kualitas dari sistem akar dalam hal distribusi dan kedalaman. Kedalaman tanah yang masuk dalam kelas kesesuaian S1 untuk tanaman tebu adalah lebih 75 cm (Siswanto, 2006).

g. KTK total

Kapasitas Tukar Kation atau disingkat KTK adalah kapasitas liat untuk menyerap dan menukarkan kations dengan muatan yang sama positif atau negatif dan permukaan koloid yang bermuatan negatif. KTK biasanya disimbolkan dalam miliequivalen (me) per 100 g tanah atau dapat diganti dengan satuan yang digunakan sekarang adalah cmol/kg tanah (Tan, 2000). Kapasitas tukar kation ada tiga jenis KTK total, KTK liat dan KTK humus, untuk yang diukur dalam penelitian adalah KTK total yang menghitung jumlah total kation yang ditukarkan. Nilai KTK total yang masuk dalam kelas kesesuaian S1 menurut Teka dan Haftu, 2012) adalah lebih dari 40 cmol.kg⁻¹.

h. pH H₂O

pH tanah adalah parameter berguna pada evaluasi kesesuaian dan pengolahan tanah yang memberikan informasi tentang pelarutan dan ketersediaan

hara (Mustafa *et al.*, 2011). Nilai pH dinyatakan dengan data laboratorium atau pengukuran lapangan, sedang pada lahan basah diukur dilapangan. Menurut Indrawanto *et al.* (2010) pH atau derajat kemasaman terutama berhubungan dengan ketersediaan hara. Nilai pH yang tinggi ketersediaan unsur hara menjadi terbatas, sedangkan pada pH kurang dari 5 akan menyebabkan keracunan Fe dan Al pada tanaman. Kisaran pH yang masuk dalam kelas kesesuaian S1 untuk tanaman tebu adalah 6,1 – 7,3 (Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008).

i. C-Organik

Kandungan karbon organik tanah digunakan untuk mengetahui bahan organik tanah. Bahan organik adalah bahan apa pun yang merupakan bagian dari atau berasal dari organisme hidup. Bahan organik dapat dibagi menjadi tiga fraksi, yang hidup, mati (fraksi aktif) dan sangat mati (fraksi stabil). Bahan organik seperti humus berfungsi mengurangi agregasi tanah, menstabilkan agregat, membuat warnah tanah lebih gelap, meningkatkan KTK dan menyumbang N, P serta unsur hara lainnya (Bot dan Benites, 2005). Bahan organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas dan dapat digunakan untuk perbaikan kondisi tanahnya. Muhsin (2011) menjelaskan salah satu bahan organik yang memiliki kandungan lengkap dan berpotensi dijadikan pupuk organik adalah blotong, karena disamping sebagai sumber hara yang cukup lengkap juga dapat membantu memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Kelas kesesuaian C-organik untuk tanaman tebu memiliki prosentase lebih dari 0,4% (Risma *et al.*, 2014)

j. Lereng dan Bahaya Erosi

Lereng dan bahaya erosi merupakan dua faktor yang saling berkaitan menentukan kualitas lahan dalam parameter bahaya erosi. Lereng nilai yang menyatakan kemiringan lahan diukur dalam % menggunakan alat berupa klinometer. Tienwong *et al.* (2009) menyebutkan Lereng berhubungan erat dengan bentuk topografi dan relief pembentukan lahannya. Faktor lereng ini dapat digunakan untuk mengetahui erosi yang terjadi pada lahan. Macam-macam erosi adalah erosi lembar permukaan, erosi alur, dan erosi parit, kondisi lahan pasca erosi. Kelas kesesuaian S1 untuk tanaman tebu parameter lereng adalah (0-12)% dan tidak ada bahaya erosi di lahan (Tienwong *et al.*, 2009)

k. Genangan

Genangan adalah kondisi lahan mengalami kelebihan air akibat drainase atau air hujan yang tidak dapat infiltrasi ke dalam tanah. Genangan ini dapat dikategorikan sebagai bahaya banjir yang terdapat beberapa kelas. Menurut Djaenuddin *et al.* (2003) genangan/banjir merupakan kombinasi dari kedalaman banjir dan lamanya banjir di lahan pertanian. Pengamatan genangan melalui pengamatan kualitatif dan pengamatan lama genangan di lahan sebanyak berapa hari/bulan. Kelas kesesuaian S1 untuk genangan dengan bahaya banjir tidak ada sampai ringan dengan kedalaman antara (0-150) cm selama kurun waktu 1 sampai 3 bulan lamanya genangan (Sastrohartono, 2011).

1. Batuan di permukaan

Batuan di permukaan merupakan susunan batuan-batuan yang memiliki volume batuan dan dinyatakan dalam satuan % yang terdapat di permukaan tanah atau lapisan olah (Marwoto dan Candra, 2007). Jumlah batuan permukaan ini dapat ditentukan melalui susunan geologi yang terdapat di lahan dan proses pembentukan di lahan atau geomorfologi lahan. Pengamatan batuan di permukaan dapat dilakukan secara langsung di lahan yang diamati. Prosentase batuan permukaan untuk masuk kelas kesesuaian S1 adalah kurang dari 5% (Marwoto dan Candra, 2007).

m. Singkapan batuan

Singkapan batuan adalah kondisi batuan yang tersingkap di dalam penampang profil tanah, yang dapat dilihat pada setiap lapisan atau horizon. Marwoto dan Candra (2007) menjelaskan bahwa singkapan batuan ini dinyatakan dalam volume batuan dengan satuan % yang terdapat dalam solum tanah. Nilai kelas kesesuaian S1 untuk tanaman tebu memiliki prosentase singkapan batuan sebesar 5%.

n. Kapasitas air tersedia

Kapasitas air tersedia merupakan hasil perhitungan dari kadar air pF_{2,54} dikurangi dengan kadar air pF_{4,2} dan hasilnya dikalikan dengan kedalaman masing-masing horizon. Kadar air pF_{2,54} disebut sebagai kadar air kapasitas lapang adalah kandungan air tanah setelah air gravitasi tidak ada lagi atau

pergerakan air akibat gravitasi terhenti. Menurut Dani dan Wrath (2000) kadar air kapasitas lapang secara umum didefinisikan sebagai kadar air tanah di lapang pada saat kelebihan air dialirkan karena gravitasi, sudah berhenti atau hampir berhenti mengalir yang sebelumnya tanah mengalami jenuh sempurna. Kadar air pF 4,2 sering disebut sebagai titik layu permanen adalah kadar air pada tahap dimana tanaman mati dinamakan titik layu permanen.

Tanah masih mengandung beberapa air, tetapi terlalu sedikit untuk perakaran tanaman mengambilnya dari tanah. Hasil dari pengukuran kadar air pF 2,54 dan 4,2 ini menggunakan contoh tanah utuh dan metode *Pressure Plate* dan *Kaolinit Box*. Nilai perhitungan kapasitas air tersedia ini dicocokkan dengan persyaratan curah hujan tanaman tebu dengan kelas kesesuaian S1 memiliki nilai lebih dari 1600 mm (Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008). Persyaratan kapasitas air tersedia sementara menggunakan nilai curah hujan karena idealnya jumlah kapasitas air tersedia sama dengan masukan air ke lahan yaitu hujan sebagai sumber irigasi utama.

o. Berat isi

Berat isi atau yang sering disebut bobot isi adalah perbandingan berat tanah terhadap volume tanah bersama ruang pori. Berat isi tanah ini dipengaruhi oleh padatan dan ruang pori tanah yang berbanding terbalik misalkan berat isi rendah ruang pori tinggi (Agus, Yustika dan Haryati 2006). Berat isi ini menentukan tingkat kepadatan tanah yang dapat dipengaruhi dalam pengolahan lahan seperti penggunaan alat berat menyebabkan tanah mampat dan ruang pori menurun sehingga tanah tidak mampu menyimpan air dalam jumlah banyak. Nilai berat isi yang masuk dalam kelas kesesuaian S1 untuk tanaman tebu adalah sebesar $(0,9-1,3) \text{ g/cm}^{-3}$ (Abror, Utomo dan Siswanto, 2014).

2.4.2. Prinsip Penilaian Kelas Karakteristik Lahan dan Klasifikasi Tanah

Karakterisasi lahan merupakan proses penilaian parameter karakteristik di lahan dan dinilai dalam pengelompokan kelas. Prinsip karakterisasi sama dengan tahapan evaluasi lahan yaitu ada pengamatan di lapang, pengambilan contoh, analisis laboratorium, pencocokan nilai, pengelompokan kelas, dan rekomendasi pengelolaan. Klasifikasi kelas kesesuaian lahan menurut kerangka yang dibuat oleh FAO pada tahun 1976 dapat dibedakan menurut tingkatannya, yaitu tingkat

Ordo, Kelas, Subkelas dan Unit. Ordo adalah kelas kesesuaian untuk kondisi umum. Sastrohartono (2011) menjelaskan terdapat 2 dua tingkat ordo kesesuaian lahan dibedakan antara lahan yang tergolong sesuai ($S=Suitable$) dan lahan yang tidak sesuai ($N=Not Suitable$). Siswanto (2006) menambahkan kelas kesesuaian lahan menjadi empat kelas dari yang sangat sesuai sampai tidak sesuai.

- Kelas S1 : Sangat sesuai (*Highly Suitable*)

Lahan mempunyai faktor pembatas yang tidak berat atau nyata terhadap penggunaan secara berkelanjutan, atau faktor pembatas bersifat sangat rendah dan tidak akan berpengaruh besar terhadap produktivitas

- Kelas S2 : Cukup Sesuai (*Moderately Suitable*)

Lahan mempunyai pembatas agak berat untuk mempertahankan kondisi ada beberapa tingkat pengelolaan yang harus dilakukan. Faktor pembatas akan mengurangi produktivitas dan keuntungan, sehingga membutuhkan pemasukan untuk memperbaiki kondisi lahan.

- Kelas S3 : Sesuai Marginal (*Marginally Suitable*)

Lahan mempunyai faktor pembatas yang berat, dan faktor pembatas ini akan sangat berpengaruh terhadap produktivitasnya, memerlukan tambahan masukan yang lebih banyak. Untuk mengatasi faktor pembatas memerlukan modal yang tinggi dengan meningkatkan jumlah masukan

- Kelas N : Tidak sesuai (*Not Suitable*)

Lahan mempunyai pembatas yang sangat berat sehingga menghalangi keberhasilan penggunaan lahan yang lestari dalam jangka panjang. Ketika lahan sudah berada di kelas N maka diperlukan tindakan konservasi, atau perbaikan karakteristik lahan yang bersifat tidak konstan.

Subkelas adalah kondisi lanjutan dalam kelas kesesuaian lahan. Kelas kesesuaian lahan dibedakan menjadi subkelas berdasarkan kualitas dan karakteristik lahan (sifat sifat tanah dan lingkungan fisik lainnya) yang menjadi faktor pembatas terberat (Sastrohartono, 2011), contohnya sub kelas S3eh, sesuai marginal dengan pembatas kondisi lereng dan bahaya erosi pada karakteristik lahannya.

Menurut Hardjowigeno (2007) evaluasi kesesuaian lahan dilakukan dengan cara membandingkan persyaratan penggunaan lahan dengan kualitas dan

karakteristik lahannya. Apabila dalam karakteristik di lahan memenuhi persyaratan penggunaan lahan untuk suatu komoditas maka bisa dikelompokkan kelas sesuai untuk penggunaan lahan yang dimaksud. Sebaliknya apabila ada salah satu kualitas atau karakteristik yang tidak sesuai, maka lahan tersebut termasuk dalam kelas tidak sesuai.

Dalam kelas yang tidak sesuai terdapat beberapa parameter karakteristik atau kualitas lahan yang tidak memenuhi persyaratan penggunaan tertentu. Karakteristik ini dapat dikategorikan sebagai faktor pembatas untuk satu penggunaan, dalam prinsip evaluasi lahan cara mengetahui kelas dan faktor pembatas dengan mencocokkan atau menggunakan metode *Matching* antara nilai yang diuji dengan nilai yang sudah ada. Dengan diketahui kelas dari karakteristik dan faktor pembatasnya maka dapat dicari pengelolaan dasar walau hanya sekedar perbaikan sederhana, namun terdapat beberapa parameter yang permanen sulit untuk diperbaiki.

Klasifikasi tanah terdiri dari dua jenis, pertama horison penciri berdasarkan penciri jenis tanah melalui kenampakan di lapangan. Pengelompokan berdasarkan epipedon, endopedon, ordo, sub ordo, grup, sub grup, family. Kedua adalah horison genetik memiliki pengertian proses pembentukan tanah berdasarkan genetik dari horisonnya. Horison genetik adalah horison yang terbentuk dari proses pedogenesis tanah, proses perkembangan bahan induk, lama waktu dan tiga faktor pembentuk tanah yang lain. Menurut Schaetzl dan Anderson (2005), horison genetik terbagi dalam dua kategori yaitu master horison yang merupakan horison utama disimbolkan huruf besar O, A, E, B, C, R, dan tambahan dari Soil Survey staff (2014) L, M, W. Kategori yang kedua menurut Schaetzl dan Anderson (2005) adalah imbuhan horison genetik atau disebut *suffix*, beberapa diantaranya yaitu a, b, c, p, ss, t, w dan sebagainya.

Tabel 2. Persyaratan Karakteristik Lahan Tanaman Tebu

Karakteristik lahan dan simbol	S1	S2	S3	N	Referensi
Temperatur rerata ⁰ C	25 – 30	14 – 25 / 30-33	10 – 14 / 33 – 35	< 10 / >35	(Tienwong <i>et al.</i> , 2009)
CH Tahunan (mm)	>1600	1100 – 1600	800 – 1100	<800	(Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008)
Drainase	baik, agak baik	Agak terhambat	Terhambat, agak cepat	Sangat terhambat, cepat	(Sastrohartono, 2011)
Tekstur	C, L, Si, SiL, SCL, CL,	SiCL, SL	SiC,LS	C(% liat >65%),G, S, SC	(Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008)
Bahan, kasar (%)	<15	15 – 35	35 – 55	>55	(Siswanto, 2006)
Kedalaman tanah(cm)	>75	50 – 75	25 – 50	<25	(Siswanto, 2006)
KTK Total (cmol.kg ⁻¹)	>40	20 – 40	10 – 20	<10	(Teka dan Haftu, 2012)
pH H ₂ O	6,1 -7,3	5,1 – 6,1/ 7,3 – 7,9	4,0 – 5,0/ 7,9 – 8,4	<4,0/ >8,4	(Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008)
C-Organik (%)	>0,4	≤0,4	>0,8		(Risma <i>et al.</i> , 2014)
Lereng (%)	0 – 12	12 - 20	20 – 35	>35	(Tienwong <i>et al.</i> , 2009)
Bahaya Erosi	Tidak ada	Rendah	Sedang	Tinggi	(Martin dan Saha, 2009)
Genangan	f0 dan f1	f2	f3	f4	(Sastrohartono, 2011)
Batuan Permukaan (%)	<5	5 – 15	15 – 25	>40	(Marwoto dan Candra, 2007)
Singkapan batuan (%)	<5	5 – 15	15 – 25	>25	(Marwoto dan Candra, 2007)
Kapasitas Air Tersedia (mm)	>1600	1100 – 1600	800 – 1100	<800	(Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008)
Berat Isi (g.cm ⁻³)	0,9 – 1,2	1,2 – 1,4	1,4 - 1,6	<0,9 / > 1,6	(Abror <i>et al.</i> , 2014)

Keterangan: Soil Texture(TXT); CL=Clay Loam, SiC=Silty Clay; SiCL=Silty Clay Loam; C=Clay, L=Loam, SiL=Silty Loam, LS=Loamy Sand, SCL=Sandy Clay Loam, SL=Sandy Loam, S=Sand, G=Gravel Soil. Keterangan tambahan untuk kelas drainase, bahaya erosi dan genangan di jelaskan pada lampiran.

2.5. Tahapan Penentuan Titik dalam Pengambilan Contoh Tanah

Penentuan titik adalah kegiatan yang dilakukan dalam tahapan survei di lapang, kegiatan ini harus dilakukan sebelum pembuatan penampang untuk pengamatan dan pengambilan contoh tanah. Beberapa syarat penentuan titik untuk pengamatan penampang tanah adalah jauh dari pemukiman, jauh dari pembuangan sampah, jauh dari pohon besar dan syarat-syarat lainnya yang harus diperhatikan (Rayes, 2006).

Pengambilan contoh juga merupakan tahapan yang penting sebelum melakukan analisis tanah yang diperlukan dalam pengukuran karakteristik lahan. Pengambilan contoh tanah juga menentukan tingkat keberhasilan dari analisis contoh tanah yang akan digunakan dalam penelitian. Menurut BPTP (2001) dalam lembar informasi pertanian, hal-hal yang perlu dipertimbangkan sebelum mengambil contoh tanah adalah frekuensi pengambilan contoh tanah dan pengambilan contoh tanah komposit.

Ada dua cara pengambilan yaitu cara sistematis dan cara acak. Cara sistematis memiliki arti bahwa pengambilan contoh dengan cara yang diperhitungkan ukuran atau jaraknya, cara ini dibagi menjadi dua, yaitu sistem diagonal memiliki 4 titik diagonal dan 1 titik pusat yang jumlahnya disesuaikan dengan luas lahan. Dalam cara sistematis terdapat sistem *zigzag* yang pengambilan contohnya sama seperti sistem diagonal hanya berbeda dalam penentuan tempat. Cara kedua adalah pengambilan cara acak yang menentukan titik pengambilan tanah secara acak tetapi menyebar rata di seluruh lahan yang mewakili daerah sekitarnya (BPTP, 2001).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi dua, meliputi kegiatan pertama pra survei dan survei utama penelitian dilaksanakan pada awal Februari 2015 sampai bulan Maret 2015. Tempat pelaksanaan pengamatan dan pengambilan contoh berada di empat kebun percobaan Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI). Keempat kebun itu terdiri dari Kebun Bakalan, Kebun Kejobo, Kebun Kepel dan Bugul Kidul yang terletak di Kecamatan Bugul Kidul Kota Pasuruan.

Kegiatan yang kedua analisis laboratorium dan pengerjaan pembahasan. Analisis laboratorium dilaksanakan bulan April 2015 sampai dengan bulan awal Juli 2015 dengan rentang waktu selama kurang lebih 3 bulan. Tempat kegiatan analisis laboratorium berada di Laboratorium Fisika dan Laboratorium Kimia Jurusan Tanah Universitas Brawijaya, Malang. Pengerjaan pembahasan dilakukan pada bulan Juli sampai dengan awal Desember 2015 dengan waktu kurang lebih selama enam bulan.

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi keseluruhan rangkaian kegiatan penelitian. Rangkaian kegiatan penelitian yang pertama adalah kegiatan pra survei dan survei utama. Kegiatan ini terdiri dari pembuatan denah untuk menentukan posisi pembuatan profil tanah selanjutnya pengamatan profil meliputi deskripsi morfologi penampang tanah, pengamatan fisiografi lahan dan pengambilan contoh tanah setiap horison. Alat yang digunakan untuk kegiatan yang kedua yaitu analisis laboratorium, menggunakan alat dan bahan dari laboratorium fisika dan kimia Jurusan Tanah. Penggunaan alat untuk klasifikasi, mengolah hasil analisis dan mengerjakan pembahasan skripsi.

Tabel 3. Alat yang Digunakan pada Rangkaian Kegiatan Penelitian

Kegiatan	Parameter	Alat	Keterangan
1. Pengamatan secara langsung di lapangan	Drainase Bahan kasar Batuan permukaan Singkapan batuan	-Kompas, -Klinometer	Menggunakan metode kualitatif
2. Pengamatan fisiografi lahan, deskripsi penampang profil, klasifikasi dan pengambilan contoh	Kedalaman tanah Sampel tanah komposit Morfologi tanah	- <i>Global Positioning System</i> (GPS) - <i>Survey set</i> (pisau lapang, meteran, <i>Munsell Soil Color Chart</i> , sabuk profil, pedoman lapang.) -Ring sampel (22) -Ring master (2) -Penekan -Pisau penggali -Cangkul -Sekop -Bor tanah -Meteran -Kunci taksonomi tanah 1999 dan 2014 -Lembar pengamatan profil tanah	Pengamatan profil tanah menggunakan metode Deskripsi dan Klasifikasi yang sesuai petunjuk teknis (Balitan, 2004)
3. Analisis kimia contoh tanah	KTK total, pH H ₂ O, C-Organik,	Alat-alat yang disediakan di laboratorium kimia tanah	Menggunakan metode sesuai masing-masing parameter
4. Analisis fisika contoh tanah	Tekstur, Kadar Air pF 2,54 dan 4,2 Berat isi,	Alat-alat yang disediakan di laboratorium fisika tanah	Menggunakan Kaolinit Box metode pipet, <i>Pressure Plate</i> , Metode Silinder
5. Pengolahan hasil pengamatan, analisis contoh dan pengerjaan pembahasan	Parameter karakteristik lahan hasil penelitian	Laptop Asus core i3 X450C, dan alat tulis	Menjalankan software yang digunakan pada pengolahan data dan pengerjaan

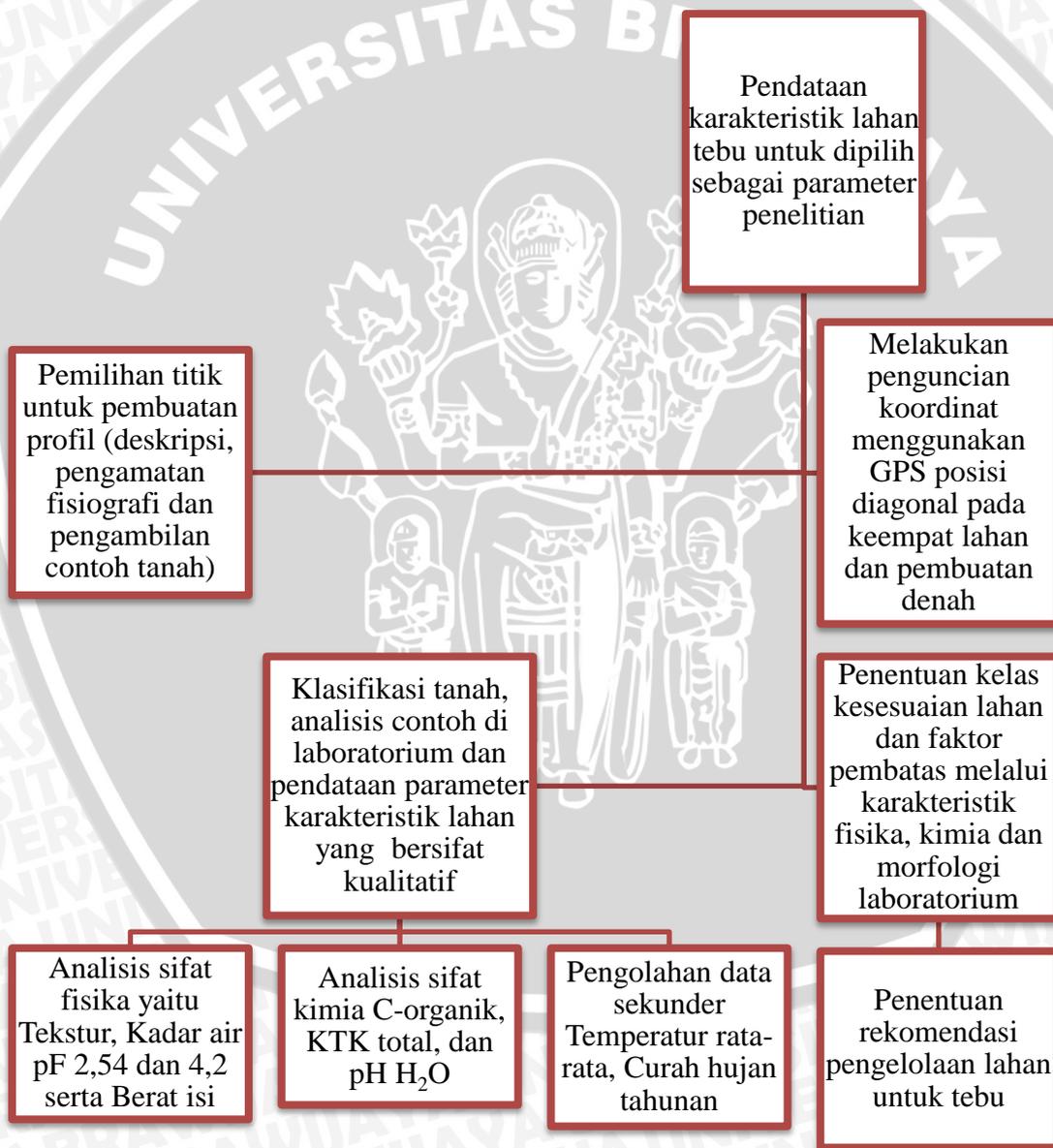
Tabel 4. Bahan yang Digunakan pada Proses Analisis dan Pengolahan Data

Kegiatan	Parameter	Bahan	Keterangan
1. Perhitungan temperatur rata-rata	Temperatur rata-rata (°C)	Temperatur maksimum 5 tahun Temperatur minimum 5 tahun	Perhitungan temperatur maksimum, minimum
2. Perhitungan curah hujan	Curah hujan tahunan rata-rata (mm/tahun)	Curah hujan rata-rata tahunan 10 tahun terakhir	Menggunakan data stasiun klimatologi P3GI
3. Pengambilan contoh tanah utuh (silinder) dari penampang profil	Kadar air pF 2,54 dan 4,2 Berat Isi	Tanah dari masing-masing horizon Bahan dan larutan untuk pengujian parameter fisika	Metode yang digunakan di laboratorium Fisika
4. Pengambilan contoh tanah komposit setiap horizon pada penampang profil	KTK total, pH H ₂ O, C-Organik, Tekstur tanah	Tanah komposit Bahan dan larutan yang digunakan dalam analisis kimia dan fisika	Metode yang digunakan di laboratorium Kimia dan Fisika



3.3. Metode Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan metode survei lapangan untuk pengamatan deskripsi penampang tanah, fisiografis lahan dan pengamatan parameter di penampang profil tanah serta analisis laboratorium dengan parameter yang sudah dipilih. Data hasil pengamatan di lapangan dan analisis laboratorium diolah kemudian analisis dilakukan pencocokan *matching* dengan hasil penelitian lain, penentuan kelas dan faktor pembatas untuk menentukan pengelolaan di lahan. Alur pelaksanaan dan parameter penelitian akan dijelaskan pada Gambar 1.



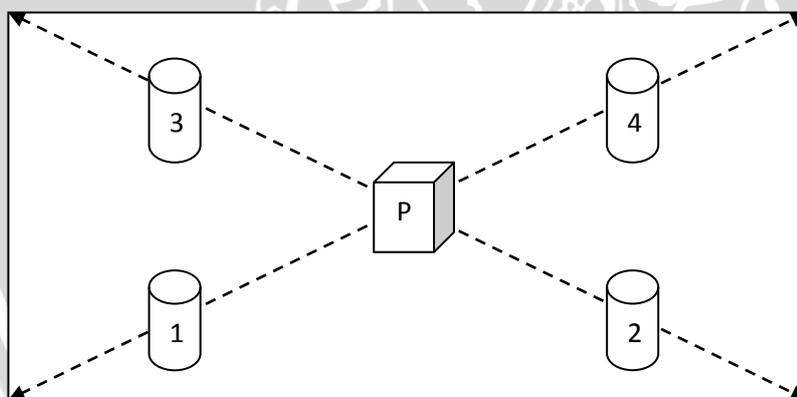
Gambar 1. Alur Pelaksanaan Penelitian Karakterisasi Lahan Tebu

3.3.1. Tahap Persiapan (pra-survei)

Pembuatan denah pengambilan contoh ini berfungsi agar saat survei di lapangan titik-titik yang akan diambil contohnya untuk memudahkan pengamatan. Sebelum dibuat denah maka dilakukan *overview* dan dilakukan penguncian koordinat keliling (*track lock*) kebun pengamatan menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Penguncian jalur ini berdasarkan keliling kebun sehingga apabila sudah memperoleh luasan dan koordinat maka dapat ditentukan garis diagonal dan titik pusatnya. Dari koordinat keliling yang sudah diperoleh dimasukkan ke aplikasi google earth untuk membuat denah dan mengetahui koordinat pengamatan.

Denah pengambilan contoh ini dengan menggunakan metode pengambilan contoh cara sistematis diagonal yang memiliki 4 titik diagonal dan 1 titik pusat. Denah ini dilakukan pada keempat kebun, 1 titik pusat ditengah akan dibuat pengamatan penampang profil sedangkan keempat diagonal titik pengamatan menggunakan bor.

Denah pengambilan contoh



Gambar 2. Denah Dasar Pengamatan Profil dan Pengambilan Contoh Tanah
Keterangan: P: titik pembuatan profil, 1, 2, 3, 4 : titik pemboran tanah

Gambar diatas merupakan denah dasar yang proses pengambilan contoh tanah pada semua kebun P3GI. Untuk gambar denah pada masing-masing kebun akan dijelaskan pada Lampiran 1. Denah ini dilengkapi dengan koordinat posisi GPS dari titik pengamatan penampang profil dan pengambilan contoh serta koordinat empat titik bor tanah.

3.3.2 Tahap survei lapangan

a. Penentuan Titik Pengamatan

Penentuan titik pengamatan didasarkan pada denah yang dibuat melalui aplikasi google earth dari koordinat keliling kebun. Untuk mengetahui posisi kelima titik masing-masing kebun tersebut dengan memasukkan koordinat dari denah ke GPS. Berdasarkan nama dan lokasi kebun percobaan, terdapat 4 kebun yang terbagi oleh wilayah Desa menjadi yaitu kebun Bugul Kidul, Kepel, Kejobo, dan Bakalan. Asumsi bahwa lahan pengambilan contoh dalam satu kebun seragam maka digunakan metode diagonal pada keempat kebun percobaan.

Setiap kebun terdapat 1 titik untuk pembuatan profil tanah dan 4 titik untuk bor tanah. Pada setiap titik pusat di keempat kebun akan dibuat penampang profil tanah ukuran panjang 1m, lebar 1 dan tinggi atau kedalaman sekitar (1,2-2) meter yang digunakan untuk deskripsi dan klasifikasi serta pengambilan contoh tanah untuk analisis tanah serta pengamatan fisiografis sesuai keadaan di lahan.

b. Deskripsi Penampang Profil dan Pengambilan Contoh untuk Analisis Laboratorium

Tahapan survei dilakukan dengan pengamatan fisiografi lahan, deskripsi dan klasifikasi profil tanah di lapangan. Metode pengamatan fisiografi lahan dan deskripsi profil tanah didasarkan pada Petunjuk Teknis Pengamatan Tanah oleh BALITTAN (2004). Pengamatan lapangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengamatan detail sesuai dengan parameter pengamatan yang terdapat di lembar pengamatan dan deskripsi profil tanah. Setiap kebun akan diamati morfologi dan fisiografi untuk dapat menentukan tingkat perbedaan dari data deskripsi, kondisi fisiografi, aspek pengelolaan keempat kebun.

Pengambilan contoh tanah dibagi menjadi dua, yaitu contoh tanah terganggu dan contoh tidak terganggu. Kedua contoh tanah ini diambil pada seluruh horizon yang terdapat dalam penampang profil tanah. Contoh tanah terganggu digunakan untuk analisis di laboratorium fisika (tekstur) dan kimia (C-organik, KTK dan H₂O). Contoh tanah tidak terganggu, dengan ring yang digunakan untuk pengukuran kadar air titik layu permanen pF 4.2, kadar air kapasitas lapang pF 2.54, berat isi. Pengambilan sampel tanah didasarkan pada buku Deskripsi Profil di Lapangan (Rayes, 2006).

3.3.3. Parameter Pengamatan Lapangan dan Analisis Laboratorium

Tabel dibawah ini merupakan penjelasan metode, referensi dan sumber data dari pengamatan lapangan dan analisis laboratorium masing-masing parameter karakteristik lahan yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 5. Parameter dan Metode Karakteristik Lahan dalam Penelitian

Karakteristik Lahan	Metode Penelitian	Referensi	Sumber Data
Temperatur rerata ⁰ C	Perhitungan temperatur minimum dan maksimum	(Tienwong <i>et al.</i> , 2009)	Data dari pengamatan iklim P3GI
Curah Hujan Tahunan (mm)		(Paiboonsak dan Mongkolsawat 2008)	Data CH dari P3GI
Drainase	Pengamatan kualitatif	(Sastrohartono, 2011)	Pengamatan fisiografis
Tekstur	Metode pipet (kuantitatif)	(Paiboonsak dan Mongkolsawat 2008)	Contoh tanah komposit per horizon
Bahan, kasar (%)	pengamatan kualitatif	(Siswanto, 2006)	Pengamatan penampang tanah
Kedalaman tanah (cm)	pengamatan kualitatif	(Siswanto, 2006)	
KTK Total (cmol.kg ⁻¹ tanah)	Metode Destilasi Kjedahl NH ₄ OAc (Amonium Asetat)	(Teka dan Haftu, 2012)	Contoh tanah utuh ring per horizon
pH H ₂ O	pH meter di Laboratorium Kimia	(Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008)	Contoh tanah utuh ring per horizon
C-Organik (%)	<i>Metode Walkey & Black</i> (pembakaran basah)	(Risma, 2014)	Contoh tanah utuh ring per horizon
Lereng (%)	Pengukuran klinometer	(Tienwong <i>et al.</i> , 2009)	Pengamatan kondisi fisiografis lahan
Bahaya Erosi (%)	Pengamatan kualitatif	(Martin dan Saha, 2009)	Pengamatan kondisi fisiografis lahan
Genangan	Pengamatan kualitatif	(Sastrohartono, 2011)	Pengamatan kondisi fisiografis lahan
Batuan permukaan (%)	Pengamatan kualitatif	(Marwoto dan Candra, 2007)	Pengamatan kondisi fisiografis lahan
Singkapan batuan (%)	pengamatan kualitatif	(Marwoto dan Candra, 2007)	Pengamatan penampang
Kapasitas air tersedia (mm)	Metode <i>Pressure Plate</i> pF 2,54 dan <i>Kaolinit Box</i> untuk pF 4,2	(Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008). Pengurangan pF 2,54 dan pF 4,2	Contoh tanah ring per horizon dan tanah halus lolos ayakan 0,5 mm
Berat Isi (g.cm ⁻³)	Metode Silinder	(Abror, 2014)	Contoh tanah utuh ring per horizon

3.3.4. Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Tahapan pengolahan data setelah diperoleh data melalui hasil lembar pengamatan di lapangan dan analisis laboratorium diolah menggunakan *Microsoft Excel 2010* dengan memasukkan rumus-rumus perhitungan parameter penelitian. Apabila sudah diperoleh data hasil perhitungan maka dilakukan pencocokan atau *Matching* antara nilai parameter penelitian dengan persyaratan lahan tebu. Nilai persyaratan tebu ini menggunakan hasil penelitian yang terbaru dan satu sumber untuk satu parameter sehingga dapat lebih spesifik.

Untuk pemilihan data seperti kadar air, tekstur, KTK, C-organik dan pH H₂O yang akan digunakan sebagai pencocokan data mengambil rata-rata yang menggunakan angka interval. Data difokuskan pada kedalaman yang mempengaruhi pertumbuhan tebu seperti kedalaman efektif dari tanaman tebu. Data setiap horizon pada penampang profil akan dirata-rata dan dibuat interval untuk dilakukan pencocokan pada setiap parameter, sehingga setiap kebun memiliki data yang akan dicocokkan dengan karakteristik persyaratan tanaman tebu.

Setelah ada pencocokan nilai parameter penelitian dengan persyaratan maka dilakukan penentuan kelas kesesuaian karakteristik lahannya. Penentuan kelas kesesuaian ini berdasarkan empat kelompok pengelompokan kelas S1: sangat sesuai, S2: agak sesuai, S3: sesuai marginal dan N: tidak sesuai. Klasifikasi dalam empat kelas kesesuaian ini memiliki kondisi dari masing-masing kelas tergantung pada faktor pembatasnya. Klasifikasi kelas kesesuaian lahan dilakukan untuk menentukan karakteristik lahan dalam penelitian yang menjadi faktor pembatas di lahan.

Proses *matching* data menggunakan landasan dasar hukum minimum Liebig mengenai metode limitasi sederhana untuk menentukan faktor pembatas dari kelas kesesuaian lahan. Liebig (1840) dalam Risma *et al.* (2014) faktor lingkungan yang paling kritis menentukan pertumbuhan dan penyebaran spesies dalam satu wilayah. Teori ini juga diperkuat dalam penelitian Ritung *et al.* (2007) kelas kesesuaian lahan ditentukan dengan dasar faktor pembatas paling serius pada lahan. Faktor pembatas yang paling kritis dipilih karena memberikan dampak

sangat serius pada lahan dan dapat mengurangi produktivitas tanaman apabila tidak dilakukan pengelolaan.

Karakteristik yang menjadi faktor pembatas ini digunakan sebagai langkah selanjutnya untuk menentukan rekomendasi pada lahan tebu. Rekomendasi ini digunakan untuk mengambil keputusan tentang spesifikasi pengelolaan lahan terbaik terhadap parameter karakteristik lahan yang menjadi faktor pembatas. Pemilihan rekomendasi pengelolaan selain berdasarkan faktor pembatas juga karena pertimbangan produktivitas lahan, ketersediaan sumber daya di sekitar dan kemampuan pengelola terkait dengan biaya pengelolaan.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Wilayah Penelitian

Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) terletak di Kota Pasuruan Jawa Timur. P3GI memiliki beberapa kebun percobaan (KP) yang tersebar di beberapa tempat diantaranya yaitu Kebun Percobaan/KP Comal, KP Cirebon, KP Djatiroto, KP Jengkol, KP Cinta Manis di Palembang dan KP Bunga Mayang. Kebun percobaan yang dipilih untuk pengamatan merupakan wilayah kebun percobaan milik Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) yang terletak di kota Pasuruan Provinsi Jawa Timur. Kebun percobaan ini sebagian besar di Kecamatan Bugul Kidul yang terletak di belakang kantor dan Pabrik dari P3GI. Secara administrasi wilayah pengamatan terletak pada tiga desa yang berbeda yaitu Desa Bugul Kidul, Desa Kepel dan Desa Bakalan. Pembagian nama terbagi ke dalam empat kebun yang berbeda berdasarkan milik P3GI yaitu Kebun Bugul Kidul, Kepel, Kejobo dan Bakalan.

Kota Pasuruan merupakan wilayah dengan relief datar sampai landai membentang dari selatan ke utara dengan kemiringan 0-1%, berada pada ketinggian 0-10 meter di atas permukaan air laut, disebelah utara terdapat bagian yang agak cekung sehingga pembuangan airnya terlambat. Wilayah Kota Pasuruan merupakan dataran aluvium dari campuran bahan endapan yang berasal dari daerah tuff vulkanis intermedier Pegunungan Tengger di sebelah selatan bukit lipatan dan endapan berkapur pegunungan Raci di bagian barat dan Grati di bagian timur. Tuff vulkanis intermedier adalah tipe batuan yang mengandung debu vulkanik yang dikeluarkan ketika letusan gunung berapi pada masa pertengahan (Aminudin, 2012).

4.2. Klasifikasi Morfologi Tanah

Data ini sesuai kondisi dari lahan yang ditinjau dari segi kesesuaian lahan (parameter fisika dan kimia) dan data morfologi tanah dari penampang profil yang dibuat di lahan. Tujuannya untuk dapat memperoleh hasil karakterisasi lahan pada keempat kebun pengamatan. Klasifikasi morfologi tanah dikelompokkan pada dua grup besar yaitu klasifikasi berdasarkan horison penciri dan genetik yang keduanya ditentukan berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan.

4.2.1. Klasifikasi Horison Penciri

Klasifikasi horison penciri merupakan klasifikasi berdasarkan penciri satu jenis tanah, yang bersifat diagnostik yang artinya kenampakan-kenampakan yang dapat dilihat di lapangan. Ciri-ciri ini misalkan terdapat gejala pelapukan dari bahan induk dengan hilangnya struktur batuan aslinya, penimbunan bahan seperti bahan halus dalam fraksi liat (*clay*), pencucian unsur-unsur mineral. Terdapat beberapa horison penciri diantaranya epipedon sebagai horison permukaan dan endopedon sebagai horison bawah permukaan. Klasifikasi horison genetik biasanya terdapat beberapa pembagian yaitu ordo, sub ordo, great grup, sub grup, famili dan seri, hal ini tergantung tujuan dari klasifikasinya dan menggunakan sistem Kunci Taksonomi Tanah (KTT) tahun 2014 (Tabel 6).

Tabel 6. Klasifikasi Horison Penciri

Klasifikasi	Nama Kebun (Nomer Pedon)			
	Bakalan (01)	Kejobo (02)	Bugul (03)	Kidul (04)
Epipedon	Umbric	Umbric	Umbric	Ochric
Endopedon	Argilic, Cambic	Cambic	Cambic	Cambic
Rezim Kelembaban	Aquic			
Rezim suhu	Isohyperthermic			
Ordo	Alfisols	Inceptisols	Inceptisols	Inceptisols
Sub Ordo	Aqualf	Aquepts	Aquepts	Aquepts
Grup	Endoaqualf	Humaquepts	Humaquepts	Endoaquepts
Sub grup	Umbric	Typic	Typic	Typic
	Endoaqualf	Humaquepts	Humaquepts	Endoaquepts
Famili	Umbric	Typic	Typic	Typic
	Endoaqualf, fine, Isohyperthermic family	Humaquepts, very fine, Isohyperthermic family	Humaquepts, fine, Isohyperthermic family	Endoaquepts, silty, fine silty, Isohyperthermic family

Hasil klasifikasi Kebun Bakalan memiliki perbedaan dengan tiga kebun lainnya, pada kebun ini diperoleh horison penciri atas atau epipedon Umbric karena semua persyaratan memenuhi termasuk warna, kedalaman dan batas epipedon ini hanya di horison 1 saja, Pedon Kebun Bakalan ini memiliki dua horison penciri bawah (endopedon), horison 2 memiliki endopedon Argilic dikarenakan terdapat peningkatan bahan *clay* mencapai 10% dari horison di atasnya. Horison 3 sampai 4 memiliki endopedon Cambic karena terdapat perubahan fisik yaitu warna, dan komposisi bahan *clay*.

Hasil klasifikasi horison penciri atas dan bawah Kebun Bakalan dapat dijadikan faktor penentu untuk tingkat ordo tanahnya yaitu Alfisols yang memiliki ciri endopedon argilik dan iluviasi *clay*. Untuk sub ordo karena kondisi penampang profil jenuh air maka dimasukkan dalam Aqualf, dimasukkan grup Endoaqualf karena tidak memenuhi persyaratan sub ordo Aqualf yang lain. Untuk klasifikasi sub grup masuk Umbric Endoaqualf karena memiliki epipedon Umbric.

Klasifikasi horison penciri Kebun Kejobo dan Bugul Kidul sama yaitu memiliki epipedon Umbric dan endopedon Cambic, karena memenuhi persyaratan yaitu kedalaman, warna dan indikasi alterasi secara fisik. Ciri-ciri dari penampang 2 kebun ini dapat dikategorikan masuk ordo Inceptisols, untuk Kebun Bugul sifat fisik teksturnya sebenarnya tidak memenuhi persyaratan Inceptisols karena kandungan *clay* >65%. Hasil ini juga belum bisa dimasukkan kelompok ordo lain seperti Vertisols yang memiliki ciri tekstur *clay* >65% karena tidak ditemukan ciri-ciri lain yang khas saat pengamatan profil yaitu bidang kilir, struktur baji dan rekahan yang terbuka dan tertutup secara periodik

Klasifikasi sub grup dimasukkan dalam Aquepts karena kondisi penampang yang jenuh air selama kurun waktu 1-3 bulan. Pengelompokan grup yang diperoleh yaitu Humaquepts karena termasuk Aquepts yang memiliki epipedon umbric, sedangkan sub grup nya masuk Typic Humaquepts karena tidak memenuhi persyaratan dari grup Humaquepts yang lain.

Klasifikasi Kebun Kepel hampir memiliki persamaan dengan kedua kebun sebelumnya, namun yang membedakan adalah epipedon yang masuk Ochric karena persyaratan yang terdapat di penampang profil tidak memenuhi epipedon yang lain. Untuk endopedonnya termasuk Cambic dengan ciri-ciri alterasi fisik seperti warna, struktur dan konsistensi. Ciri-ciri yang diperoleh dari deskripsi penampang profil maka dimasukkan dalam ordo Inceptisols termasuk tanah muda yang baru berkembang.

Keempat kebun memiliki kesamaan yang yaitu kondisi jenuh air yang berasal dari dalam profil KTT 2014 disebut sebagai endosaturasi adalah keadaan tanah jenuh air pada semua lapisan dari batas atas saturasi sampai kedalaman ± 200 cm. Oleh karena itu dimasukkan dalam sub ordo Aquepts, dengan grup

Endoaquepts karena tidak memenuhi persyaratan Aquepts yang lain. Untuk hasil klasifikasi sub grupnya adalah Typic Endoaquepts karena sudah tidak memenuhi persyaratan grup Endoaquepts yang lain.

Dari hasil klasifikasi morfologi tanah dari keempat kebun memiliki beberapa ciri-ciri yang berbeda, terdapat dua ordo tanah yang diperoleh yaitu Alfisols dan Inceptisols. Ordo inceptisols dan Alfisols merupakan ordo yang sesuai untuk penggunaan pertanian dikarenakan keduanya memiliki tingkat kesuburan yang baik, sifat-sifat yang masih bisa dikelola. Kedua ordo tanah ini tergolong tanah yang relatif muda berkembang dari bahan induknya.

Ordo Alfisols diperoleh pada kebun Bakalan karena adanya iluviasi (penimbunan) *clay* dari horison pertama ke horison kedua. Ketiga kebun lainnya diklasifikasikan ke Inceptisols karena adanya endopedon kambik, persentase bahan *clay* berkurang dari horison atas sampai horison bawah menambah jumlah partikel debu dan pasir. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rahayu, Utami dan Rayes (2014) yang menyatakan bahwa suatu tanah disebut tanah Inceptisols, salah satu cirinya adalah memiliki kandungan pasir yang meningkat seiring bertambahnya kedalaman tanah.

Di Kabupaten Pasuruan terdapat dua bahan induk yaitu bahan Alluvium (disimbolkan *Qa* yang berasal dari bahan tuff batuan disimbolkan *Qvtr* (Santoso dan Sunarto, 1992). Untuk Kecamatan Bugul Kidul menurut Santoso dan Sunarto (1992) memiliki bahan induk *Qa* Alluvium, bahan dapat berupa kerakal, kerikil, pasir, lempung dan lumpur. *Qa* batuan alluvium adalah material yang dipindahkan dan diendapkan dengan aliran air di sungai (Schaetzl dan Anderson, 2005). Ordo ini memiliki bahan induk berasal dari material tuff vulkanik pegunungan tengger yang ikut terbawa aliran sungai yang akhirnya mengendap di dataran alluvial.

Klasifikasi untuk tingkat sub ordo memiliki kesamaan untuk semua kebun yaitu memiliki kondisi aquic atau jenuh air selama beberapa waktu secara periodik. Kondisi aquic ini dapat terjadi karena beberapa faktor diantaranya lokasi dengan curah hujan tinggi, kondisi lahan (tekstur, drainase, sifat fisik dan kimia tanah), dan pola pengelolaan. Kondisi aquic merupakan salah satu dari rezim lengas tanah, yang menentukan kondisi kelembaban tanah di dalam penampang profil. Menurut Rayes (2006) ada beberapa rezim kelembaban yang penting yaitu

Aquic, Perudic, Udic, dan Ustic. Aquic adalah kondisi tanah hampir selalu jenuh air sehingga terjadi reduksi dengan nilai chroma rendah ($\text{chroma} \leq 2$, $\text{value} \leq 4$).

Kondisi jenuh ini berasal dari bawah penampang profil sehingga disebut dengan endoaquic. Richardson dan Vepraskas (2001) menjelaskan kondisi tingginya muka air tanah sebagai akibat dari relief yang rendah membatasi pergerakan air secara vertikal. Pembatasan ini mengurangi permeabilitas air dan akhirnya membuat kondisi Endoaquic. Keempat kebun ini terletak pada relief yang landai yaitu sekitar (2-3)% saja sehingga memungkinkan lahan berada pada kondisi jenuh air ditambah beberapa kondisi yang mendukungnya.

4.2.2. Klasifikasi Horison Genetik

Klasifikasi horison genetik merupakan pengelompokan lapisan sudah berkembang (horison) sesuai kronologi jenis-jenis perubahan yang terjadi di dalam tanah selama kurun waktu tertentu. Pemberian simbol horison genetik dilakukan hanya pada satu horison saja berbeda dengan horison penciri yang boleh mencakup beberapa horison genetik. Klasifikasi ini dibagi pada pemberian simbol master horison dan simbol imbuhan horison disebut *suffix*. Pemberian ini disesuaikan dengan jenis perubahan yang terjadi dan melalui buku panduan klasifikasi Kunci Taksonomi Tanah tahun 2014 (Tabel 7).

Tabel 7. Klasifikasi Horison Genetik

Klasifikasi	Nama Kebun (Nomer Pedon)			
	Bakalan (01)	Kejobo (02)	Bugul Kidul (03)	Kepel (04)
Horison 1	Ap	Ap	Ap	Ap1
Horison 2	Bt	Bw1	Bc1	Ap2
Horison 3	Bw1	Bw2	Bc2	Bw1
Horison 4	Bw2	Bw3	Bw	Bw2
Horison 5				Bw3

Keterangan: Huruf besar (A dan B) menunjukkan simbol horison utama, sedangkan huruf kecil (p,t,w,c) menunjukkan imbuhan horison atau disebut (*suffix*)

Klasifikasi horison genetik dari keempat kebun mendapatkan hasil rata-rata horison yang terbentuk di penampang profil adalah 4 sampai 5 horison. Klasifikasi horison genetik Kebun Bakalan tersusun pada horison 1 adalah Ap sebagai hasil perkembangan dari batuan induk yang membentuk lapisan tanah mineral, akibat adanya pengolahan tanah maka ditambahkan imbuhan (p). Untuk horison 2 memiliki simbol Bt karena terdapat ciri khusus peningkatan bahan *clay*

sebesar 10% dari horison di atasnya yang mencirikan adanya penimbunan, walaupun di lapang tidak dilihat ciri liat silikat dengan warna mengkilap. Imbuhan (t) digunakan sebagai tanda adanya penimbunan (iluviasi) *clay* atau bahan halus di horison bawahnya, adanya penyeloputan liat silikat pada agregat tanah saat pengamatan. Alfisols memiliki ciri penting berupa pemindahan dan akumulasi bahan *clay* membentuk horison argilik pada kedalaman 23-74 cm (Wijanarko, Sudaryono dan Sutarno, 2007).

Klasifikasi horison genetik pada horison 3 Bw1 dan horison 4 Bw2, perkembangan simbol menjadi B menunjukkan hilangnya sebagian besar batuan induk R yang telah mengalami proses genesis tanah. Imbuhan (w) ditambahkan pada horison 3 dan 4 karena adanya alterasi fisik dari horison 2 ke 3 ada pengurangan persentase *clay*. Pada horison 4 terdapat alterasi fisik berupa warna, konsistensi dan tekstur dari liat menjadi lempung liat berdebu.

Hasil klasifikasi horison genetik Kejubo terbentuk horison A pada permukaan dari proses perkembangan horison R menjadi C dan berkembang menjadi A dan sebagai horison yang bercampur dengan horison O. Imbuhan (p) pada horison 1 ini sebagai tanda adanya pengolahan tanah untuk membuat bedengan dan kasuran tempat penanaman bibit tebu, kedalaman antara 20-30 cm merupakan batas pengolahan tanah ringan sebelum dilakukannya penanaman pada musim tanam yang baru.

Perkembangan horison 2, 3 dan 4 memiliki ciri yang menunjukkan hilangnya seluruh sifat batuan sehingga disimbolkan dengan B. Untuk imbuhan yang ditambahkan adalah (w), karena ketiga horison ini memiliki ciri yang hampir sama hanya berupa alterasi fisik seperti warna dan konsistensinya. Imbuhan (w) ini terdapat pada hampir semua penampang profil ini dikarenakan setiap horison mengamali perkembangan secara kontinyu. Perubahan ini berupa alterasi fisik seperti warna, struktur, tekstur antara horison atas dan bawahnya. Schaetzl dan Anderson (2005) menambahkan, imbuhan (w) menunjukkan perkembangan warna atau struktur dalam sebuah horison tetapi bukan merupakan akumulasi penambahan bahan.

Klasifikasi Bugul Kidul adalah pada horison 1 terdapat ciri hilangnya sebagian batuan induk sebagai tanda horison master A yang memiliki imbuhan (p)

karena pengaruh pengolahan pada persiapan tanam. Horison bawahnya sudah menunjukkan ciri-ciri perkembangan dari horison A ke B dengan menunjukkan perubahan fisik seperti warna, konsistensi dan sifat fisik penciri lain. Penambahan Imbuhan (c) ini terdapat pada klasifikasi penampang profil kebun Bugul Kidul horison 2 dan 3 dengan jumlah sedikit karena berada pada sisi pinggir penampang. Karatan ini berwarna coklat kekuningan, karatan yang disebabkan oleh unsur Mn. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Tan (2000) beberapa unsur yang menimbulkan karatan bersifat besi pada tanah adalah Fe, Mn, SO dan NO. Perpindahan unsur Fe dan Mn dalam tanah dapat menimbulkan gejala reduksi, gejala reduksi akibat Mn berwarna kekuningan.

Untuk horison 4 klasifikasi Kebun Bugul Kidul masih termasuk satu fase perkembangan dengan horison 3 dan 4 sehingga dimasukkan dalam simbol B. Bahan pembentukan dari horison ini merupakan hasil perkembangan dari horison mineral A. Imbuhan yang ditambahkan sesuai ciri-ciri yang terdapat di lapang dengan adanya alterasi fisik maka diberi imbuhan (w), sebagai tanda adanya perubahan sifat fisik yang bersifat ringan seperti warna dan konsistensi.

Klasifikasi Kebun Kepel pada horison 1 adalah Ap1 dan horison 2 Ap2 dengan hasil bahwa ciri-ciri kedua horison ini masih memiliki satu bahan yang merupakan perkembangan dari batuan induk yang bercampur dengan horison O, sehingga disimbolkan dengan A. Untuk imbuhan p terdapat di horison utama A karena pada lahan ada proses pengolahan tanah dengan cangkul, pembuatan bedengan, dan imbuhan (p) terdapat pada semua penampang tanah. Menurut Hakim, Hudaya dan Herdiyantoro (2007) sebagai tanda proses pengolahan tanah atau tanda-tanda adanya gangguan yang berhubungan dengan lahan

Horison 3, 4 dan termasuk dalam horison B sebagai horison yang terbentuk di bawah horison A sebagai perkembangan lebih lanjut, ditandai dengan adanya penimbunan bahan, pemindahan, konsentrasi senyawa, atau proses alterasi. Imbuhan yang digunakan pada ketiga horison ini adalah (w) sebagai ciri bahwa mengalami alterasi fisik ringan dengan berubahnya warna, konsistensi maupun struktur, walaupun struktur tidak dapat diamati karena pengamatan profil dalam kondisi basah.

4.3. Kelas Kesesuaian dan Faktor Pembatas

Penyajian tabel di bawah ini merupakan data parameter karakteristik lahan penanaman tebu yang diamati langsung di lapangan dan laboratorium, terdiri dari parameter fisika, kimia dan data morfologi tanah. Data yang dimasukkan tabel adalah kisaran data dari parameter pengamatan, data berasal dari permukaan sampai kedalaman profil yang dibuat pada masing-masing kebun. Nilai ini disesuaikan dengan perakaran kebanyakan tanaman tebu adalah lebih dari 100 cm (Naruputro, 2009).

Tabel 8. Data Karakteristik dan Kelas Kesesuaian Kebun Bakalan

Karakteristik Lahan (simbol)	Nilai data	Kelas Kesesuaian	
		Aktual	Potensial
Temperatur rerata ($^{\circ}\text{C}$)	27,1	S1	S1
CH Tahunan (mm)	1121	S1	S1
Drainase	Terhambat	S3	S2
Tekstur	Clay dan Silty Clay Loam (H-4)	N	N
Bahan, kasar (%)	<15	S1	S1
Kedalaman tanah (cm)	110 cm	S1	S1
KTK Total (cmol/kg tanah)	42,99 – 59,21	S1	S1
pH H ₂ O	5,85 – 6,56	S2	S1
C-Organik (%)	0,91	S3	S2
Lereng (%)	3	S1	S1
Bahaya Erosi	Tidak ada	S1	S1
Genangan	Sedang	S2	S2
Batuan Permukaan (%)	<5	S1	S1
Singkapan batuan (%)	<5	S1	S1
Kapasitas Air Tersedia (mm)	653,69	N	N
Berat Isi (g.cm^{-3})	1,13 – 1,22	S1	S1
Kelas kesesuaian dan faktor pembatas	N untuk tekstur dan kapasitas air tersedia	N untuk tekstur dan kapasitas air tersedia	N untuk tekstur dan kapasitas air tersedia

Kelas kesesuaian paling rendah N dengan faktor pembatasnya tekstur tanah dan kapasitas air tersedia. Kedua faktor pembatas ini masuk dalam kelas N termasuk faktor pembatas permanen, perbaikan sulit dilakukan di lahan karena tidak ekonomis membutuhkan biaya yang sangat besar. Dasar penilaian ini diperoleh dari hasil penelitian (Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008) di daerah Thailand Timur Laut, walaupun memiliki perbedaan dengan kondisi Pasuruan (Jawa Timur) yang memiliki tiga musim panas, hujan, dan dingin.

Persyaratan tumbuh tebu dapat digunakan sebagai dasar karena disusun sesuai dengan tanaman tebu yang masih dapat menyesuaikan dengan iklim tropis Pasuruan, Jawa Timur (Indonesia) dan sub tropis (Thailand Timur Laut). Penilaian tekstur masuk dalam kelas N juga diperkuat oleh penelitian Isitekhale *et al.* (2014) bahwa tekstur yang masuk kelas N untuk kesesuaian lahan tanaman tebu adalah kerikil, tanah berbatu, *clay* dan pasir. Penelitian ini dilakukan di Negara Nigeria dengan iklim tropis yang sama dengan kondisi di Pasuruan, Jawa Timur. Persentase bahan *clay* yang masuk kelas kesesuaian N tidak dijelaskan, hanya dijelaskan bahwa kelas tekstur *clay* masuk ke kelas N dengan nilai faktor 0.

Faktor- faktor yang mempengaruhi tekstur diantaranya bahan induk, relief kebun, iklim, organisme dan waktu. Kelima faktor ini merupakan faktor dasar pembentukan tanah yang dapat memengaruhi perkembangan dari fraksi primer tanah pembentuk teksturnya ditambah dengan pengaruh pengelolannya. Apabila mengacu pada bahan induknya maka tekstur tanah yang terbentuk adalah berdebu, berpasir, lempung atau yang lebih halus yang masih mencirikan bahan induk bahan alluvium. Pengaruh dari relief kebun yang datar dan pengelolaan lahan Reynoso dengan ciri banyak got sehingga mudah menampung air yang menyebabkan tekstur berkembang menjadi lebih halus. Beberapa faktor penyebab diatas dapat dijadikan acuan sebagai indikasi terbentuk tekstur *clay* walaupun tidak ada penggenangan dan pengeringan air secara periodik seperti tanah sawah.

Tekstur berliat (*clay*) mampu menyimpan air lebih lama di dalam rongga dan porinya sehingga apabila terjadi kelebihan air dan saluran pembuangan tidak berfungsi maka air akan menggenang. *Clay* berbentuk bubuk apabila kering, area permukaan tersusun dari bahan yang padat yang memiliki volume ukuran pori kecil dan berjumlah banyak jika dibandingkan partikel butiran (ukuran pasir) (Douillard dan Salles, 2004). Tanaman tebu membutuhkan air saat fase vegetatif namun kebutuhan air berkurang seiring tebu sampai fase generatif. Menurut Indrawanto *et al.* (2010), tebu memiliki pembagian fase kaitannya dalam kebutuhan air, fase vegetatif relatif membutuhkan banyak air dibandingkan dengan fase generatifnya.

Faktor pembatas tekstur tanah ini tidak menyebabkan penurunan produktivitas lahan secara langsung, namun memiliki efek tidak langsung

terhadap sifat fisik lainnya. Sifat fisik yang dapat dipengaruhi oleh tekstur seperti struktur, permeabilitas, porositas, konsistensi, infiltrasi, penyimpanan air di dalam ruang pori (Hanafiah, 2010). Alternatif pengelolaan untuk perbaikan yang dibutuhkan Kebun Bakalan ini berkaitan dengan sifat fisik yang dipengaruhi oleh tekstur didominasi dengan kandungan *clay* yang besar. Perbaikan dapat dilakukan untuk memecah struktur masif dan membentuk agregasi, meningkatkan permeabilitas di lahan yang bertujuan untuk mengatur proses masuknya air, penyimpanan air, dan mengalirkan kelebihan air.

Faktor pembatas yang kedua adalah kapasitas air tersedia yang dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah tekstur tanah yang didominasi dengan bahan *clay*, infiltrasi dan drainase lahan. Jika mengacu pada ketersediaan air berdasarkan curah hujan termasuk dalam kelas yang sangat sesuai, namun perhitungan kapasitas air tersedia yang menggunakan nilai kadar air pF 2,5 dan 4,2 menunjukkan kelas tidak sesuai. Hal ini dapat disebabkan oleh tekstur *clay* yang dapat mengikat air dengan kuat sehingga air tidak tersedia bagi tanaman, selain itu karena tekstur dominan *clay* menyebabkan perakaran tebu tidak dapat dengan bebas menyerap air. Tekstur *clay* memiliki ukuran pori kecil dan berjumlah banyak menyerap air dengan waktu yang lama, namun dapat mengikat air dengan gaya matrixnya lebih lama di dalam ruang pori (Douillard dan Salles, 2004).

Pengaruh lain berasal dari kesalahan pengukuran kapasitas air tersedia di laboratorium pada kondisi kapasitas lapang, dengan kandungan bahan *clay* >65% tanah sudah mencapai kondisi jenuh pada pF 2. Kadar air pF 2 memiliki tekanan yang lebih rendah dibandingkan pF 2,54 sehingga menyebabkan nilai kapasitas air tersedia tidak sesuai untuk lahan dan masuk kelas N. Apabila sesuai dengan kondisi teksturnya, seharusnya kondisi kapasitas air tersedia ini berada di kelas sesuai karena sifat dari tekstur *clay* yang mampu menyimpan air di ruang porinya.

Faktor kapasitas air tersedia ini memiliki dasar yang tidak begitu kuat apabila digunakan dalam penentuan kelas kesesuaian lahan, karena belum ada penelitian karakteristik dan evaluasi lahan yang membahas mengenai parameter kapasitas air tersedia. Hal lainnya dikarenakan perhitungan kapasitas air tersedia menggunakan nilai persyaratan dari kelas kesesuaian parameter curah hujan untuk

tanaman tebu, sehingga perlu dikaji kembali mengenai faktor kapasitas air tersedia yang mempengaruhi lahan tebu. Alasan perhitungan kapasitas air tersedia tetap ditampilkan karena merupakan hasil temuan penelitian, walaupun tergolong baru dan belum ada penelitian pendukung sebelumnya diharapkan dapat dijadikan acuan untuk melakukan penelitian lanjutan.

Penjelasan mengenai kelas kesesuaian dan faktor pembatas Kebun Kejobo sesuai dengan parameter yang diamati di lapangan disediakan pada (Tabel 9).

Tabel 9. Data Karakteristik dan Kelas Kesesuaian Kebun Kejobo

Karakteristik Lahan	Nilai Data	Kelas Kesesuaian	
		Aktual	Potensial
Temperatur rerata ($^{\circ}\text{C}$)	27,1	S1	S1
CH Tahunan (mm)	1121	S1	S1
Drainase	Terhambat	S3	S2
Tekstur	Clay	N	N
Bahan, kasar (%)	<15	S1	S1
Kedalaman tanah (cm)	125 cm	S1	S1
KTK Total (cmol/kg tanah)	57,35 – 64,27	S1	S1
pH H ₂ O	6,79 – 7,09	S1	S1
C-Organik (%)	1,05	S3	S2
Lereng (%)	2	S1	S1
Bahaya Erosi	Tidak ada	S1	S1
Genangan	Sedang	S2	S1
Batuan Permukaan (%)	<5	S1	S1
Singkapan batuan (%)	<5	S1	S1
Kapasitas Air Tersedia (mm)	1395,44	S2	S1
Berat Isi (g.cm ⁻³)	1,00 – 1,14	S1	S1
Kelas Kesesuaian dan Faktor pembatas		N untuk Tekstur	N untuk Tekstur

Data karakteristik Kebun Kejobo memiliki kelas kesesuaian N yang tergolong memiliki faktor pembatas yang sangat berat yaitu tekstur yang bersifat permanen dan tidak ekonomis jika dilakukan perbaikan. Hal ini sesuai persyaratan tanaman tebu dari penelitian (Paiboonsak dan Mongkolsawat, 2008) di Thailand Timur Laut berdasarkan tanaman tebu yang persyaratan tumbuhnya masih sama yang tumbuh pada iklim tropis dan sub tropis. Penyebab terbentuknya tekstur *clay* ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya bahan induk, relief kebun dan pengelolanya yang sudah ada pada penjelasan Kebun Bakalan. Faktor tekstur tidak langsung mempengaruhi produktivitas bibit di lahan, buktinya Kebun Kejobo masih dapat menghasilka bibit rata-rata 1000 ton. Faktor pembatas tekstur

ini dapat menurunkan fungsi sifat fisik lainnya, sehingga apabila tidak dilakukan pengelolaan dapat mengakibatkan sampai pada penurunan produktivitas lahan.

Tekstur ini mempengaruhi sifat fisik lainnya seperti struktur, permeabilitas, konsistensi, infiltrasi tanah, aerasi, dan sifat fisik lain yang dapat menurunkan kondisi lahan. Sutanto (2005) menjelaskan bahwa tekstur tanah bersifat permanen tidak mudah diubah atau disesuaikan dengan kondisi lahannya karena akan mempengaruhi faktor lain. Faktor lain yang dapat dipengaruhi oleh tekstur seperti struktur, konsistensi, infiltrasi, proses penyimpanan air dalam ruang pori, drainase dan beberapa sifat fisik yang berkaitan tidak langsung dengan tekstur tanah.

Tekstur tanah yang dominan *clay* dapat menghambat infiltrasi air masuk ke dalam tanah, menyebabkan permeabilitas tanah rendah. Apabila seluruh ruang pori terisi dengan air maka komposisi udara akan berkurang menyebabkan aerasi tanah menurun dan pergerakan air di tanah yang tidak normal. Kondisi tekstur tanah ini akan mempengaruhi bentuk struktur yang masif dan konsistensi yang teguh bisa membatasi pertumbuhan akar dan pergerakan akar dalam menyerap air dan nutrisi. Tanaman tebu dapat tumbuh dengan baik dengan tanah yang porus (Sutardjo, 2002) karena ruang pori yang banyak aerasi tanah semakin baik, perkolasi semakin baik. Kondisi ini memungkinkan akar tumbuh dan berkembang dengan baik, proses penyerapan nutrisi baik dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Tanaman tebu memiliki persyaratan tekstur yang tidak sesuai sampai paling sesuai, menurut Painboonsak dan Mongkolsawat (2008) tanaman tebu tidak sesuai tumbuh pada tanah bertekstur *clay* dengan persentase $>65\%$, tanah kerikil, tanah pasir. Sebenarnya tanaman tebu dapat tumbuh di tekstur *clay* namun karena kandungan fraksi *clay* penampang profil kebun Kejobo $>65\%$ maka tekstur ikut menjadi faktor pembatas. Faktor pembatas tekstur ini seperti yang sudah dijelaskan memberikan dampak tidak hanya pada penurunan sifat fisik lain, namun dapat mempengaruhi fisiologi dari tanaman tebu.

Penanganan faktor pembatas pada tesktur ini berkaitan dengan efek tidak langsung yang ditimbulkan oleh tekstur yaitu fisik lain. Alternatif pengelolaan yang dapat ditawarkan terkait dengan faktor-faktor yang dipengaruhi tekstur seperti perbaikan struktur masif di lahan, permeabilitas yang terhambat, proses

penyimpanan air di ruang pori dan perbaikan untuk mengembalikan fungsi lahan. Alternatif perbaikan tekstur akan dijelaskan lebih lengkap dalam rekomendasi pengelolaan untuk masing-masing kebun tanaman tebu.

Penjelasan data karakteristik dan kelas kesesuaian lahan tebu kebun ketiga dijelaskan pada Tabel 10.

Tabel 10. Data Karakteristik dan Kelas Kesesuaian Kebun Bugul Kidul

Karakteristik Lahan	Nilai Data	Kelas Kesesuaian	
		Aktual	Potensial
Temperatur rerata ($^{\circ}\text{C}$)	27,1	S1	S1
CH Tahunan (mm)	1121	S1	S1
Drainase	Terhambat	S3	S2
Tekstur	<i>Silty Loam</i>	S1	S1
Bahan kasar (%)	<15	S1	S1
Kedalaman tanah (cm)	110	S1	S1
KTK Total (cmol/kg tanah)	57,04 – 66,47	S1	S1
pH H ₂ O	6,44 – 6,88	S1	S1
C-Organik (%)	0,65	S1	S1
Lereng (%)	2	S1	S1
Bahaya Erosi	Tidak ada	S1	S1
Genangan	Sedang	S2	S1
Batuan Permukaan (%)	<5	S1	S1
Singkapan batuan (%)	<5	S1	S1
Kapasitas Air Tersedia (mm)	1042.04	S3	S2
Berat Isi (g.cm ⁻³)	0,90 – 0,97	S1	S1
Kelas kesesuaian dan faktor pembatas		S3 untuk drainase, dan kapasitas air tersedia	S2 untuk drainase dan kapasitas air tersedia

Kelas kesesuaian Kebun Bugul Kidul adalah S3 tergolong memiliki faktor pembatas yang berat dapat mengurangi produktivitas lahan. Kebun Bugul Kidul memiliki faktor pembatas drainase dan kapasitas air tersedia, kedua faktor pembatas ini berkaitan dengan proses masuknya air ke lahan, penggunaan air, dan pembuangan air. Hanafy, Mahrous dan El Garib (2008) menjelaskan pemberian air pada lahan tebu, mempertimbangkan kebutuhan air tanaman, proses pemberian irigasi, distribusi tekstur tanah, dan efisiensi penggunaan air tanaman tebu. Faktor-faktor ini akan diperbaiki untuk mempertahankan bahkan meningkatkan kualitas penggunaan lahannya.

Faktor pembatas drainase dipengaruhi oleh relief kebun datar bahkan dikategorikan landai, kondisi saluran drainase dan sejarah dari penggenangan air

yang ada pada lahan. Faktor drainase terhambat dapat diamati melalui warna penampang profil dengan dominan warna abu-abu yang merupakan ciri-ciri sering ada dari penggenangan di dalam kebun. Kebun Bugul Kidul terletak pada relief yang lebih rendah memiliki potensi genangan lebih besar dibandingkan ketiga kebun lain, karena cenderung memiliki relief yang cekung. Relief kebun pada lahan yang datar bahkan landai sulit untuk mengalirkan air, air pada hakikatnya mengalir dari tempat tinggi menuju ke tempat yang rendah. Selain kondisi relief ini saluran drainase lahan juga terus menerus terisi air dan tidak dapat dialirkan ke luar kebun, sehingga kebun terisi air sampai kondisi jenuh apabila hujan turun.

Perbaikan yang dilakukan untuk mengembalikan fungsi saluran drainase pada kebun, apabila saluran drainase dapat berfungsi dengan baik mengeluarkan kelebihan air maka air di lahan tidak berada dalam kondisi jenuh. Dengan kondisi air yang tidak jenuh dan tekstur yang sangat sesuai maka air dapat diserap tanaman karena kekuatan hisap akar lebih besar dari gaya pengikatan air oleh tekstur, sehingga air tersedia bagi tanaman.

Faktor kapasitas air tersedia dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah tekstur, infiltrasi dan drainase pada lahan. Tekstur pada Kebun Bugul Kidul ini tergolong pada kelas yang sangat sesuai yaitu lempung berdebu dengan kategori yang tidak dapat menyimpan air dalam waktu yang lama, sehingga jumlah air tersedia berkurang. Kirkham (2005) menjelaskan tekstur dominan *clay* memiliki jumlah air tersedia lebih banyak jika dibandingkan tekstur berpasir, tekstur tanah dapat memberikan pengaruh besar terhadap kapasitas air tersedia. Tekstur tanah berpasir memungkinkan untuk kehilangan air lebih cepat dan kurang mampu menyimpan air karena ukuran ruang pori besar dan jumlah yang sedikit.

Kondisi aktual di lahan memiliki banyak air bahkan saat pembuatan profil jenuh dengan air, namun pada kenyataannya air tidak dapat tersedia bagi tanaman. Hal ini dikarenakan saat tanah jenuh air jumlah air yang banyak dan diikat kuat oleh kekuatan (potensial) dan ikatan matriks pada tanah. Air tanah dapat diserap oleh akar tanaman apabila kemampuan akar menghisap air lebih besar dari kekuatan ikatan matriks sehingga air dapat tersedia bagi tanaman.

Tabel 11. Data Karakteristik dan Kelas Kesesuaian Kebun Kepel

Karakteristik Lahan	Nilai Data	Kelas Kesesuaian	
		Aktual	Potensial
Temperatur rerata ($^{\circ}\text{C}$)	27,1	S1	S1
CH Tahunan (mm)	1121	S1	S1
Drainase	Terhambat	S3	S2
Tekstur	<i>Silty Loam</i>	S1	S1
Bahan kasar (%)	<15	S1	S1
Kedalaman tanah (cm)	110	S1	S1
KTK Total (cmol/kg tanah)	42,23 – 64,09	S1	S1
pH H ₂ O	6,07 – 6,70	S1	S1
C-Organik (%)	1,30	S3	S2
Lereng (%)	2	S1	S1
Bahaya Erosi	Tidak ada	S1	S1
Genangan	Sedang	S2	S1
Batuan Permukaan (%)	<5	S1	S1
Singkapan batuan (%)	<5	S1	S1
Kapasitas air tersedia (mm)	1107.01	S2	S1
Berat Isi (g.cm ⁻³)	0,90 – 1,34	S1	S1
Kelas kesesuaian dan faktor pembatas		S3 untuk drainase dan C-organik	S2 untuk drainase dan C-organik

Kebun Kepel memiliki kelas kesesuaian S3 untuk faktor pembatas drainase dan C-organik. Termasuk kelas yang memiliki faktor pembatas berat berdampak mengurangi produktivitas penggunaan lahan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas faktor pembatas ini akan dibahas mengenai cara mengurangi kerugian dalam bentuk rekomendasi pengelolaan agar lahan dapat mempertahankan produktivitasnya bahkan meningkat. Menurut Hakim (2010) persyaratan tumbuh tanaman atau persyaratan untuk pemanfaatan lahan dalam kelas kesesuaian memiliki rentang minimum, optimum dan maksimum untuk masing-masing parameter karakteristik lahan.

Faktor drainase ini dipengaruhi oleh kondisi relief kebun yang datar bahkan masuk ke kategori landai, kondisi saluran drainase dan sejarah mengenai ada atau tidak penggenangan di lahan. Relief kebun yang datar dan kurang berfungsinya saluran drainase mengakibatkan air menggenang di lahan. Meskipun pengelolaan lahannya menggunakan sistem renoso yang dicirikan dengan banyak got di lahan namun kondisi drainase masih terhambat hal ini diindikasikan bahwa got pada lahan belum sesuai fungsinya yaitu kedalaman got yang semakin dangkal seiring waktu penanaman pada lahan.

Dari hasil pengamatan kondisi kebun pada saat musim penghujan lahan terdapat genangan air dan sampai mencapai kondisi banjir yang berlangsung selama beberapa waktu periodik. Hal ini ditandai saat membuat penampang profil terdapat ciri-ciri genangan selama beberapa waktu yaitu salah satunya warna tanah yang dominan dengan warna abu-abu dan struktur masif saat air jenuh. Ciri-ciri ini menandakan bahwa lahan memiliki sejarah adanya genangan air di lahan pada beberapa waktu dengan adanya musim penghujan dan musim kemarau.

Kondisi drainase pada Kebun Kepel masuk kelas terhambat yang artinya air tidak dapat dialirkan keluar kebun. Kondisi drainase terhambat ini dicirikan dengan genangan yang memiliki kedalaman sekitar 25-150 cm dan lama waktunya antara 1 sampai 3 bulan tergenang. Genangan ini diindikasikan karena lahan berada di lereng yang landai hanya sekitar 0-3% dengan memiliki tekstur yang halus dan memiliki resiko adanya bahaya banjir pada musim penghujan.

Persentase C-organik pada lahan ini tergolong tinggi, karbon organik salah satu unsur makro yang dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan jumlah ketersediaan bahan organik di tanah. Menurut Risma *et al.* (2008) tanaman tebu memiliki persyaratan optimum untuk kandungan C-organiknya yaitu antara (0,4-0,8)%, nilai C-organik yang dimiliki Kebun Kepel adalah 1,3% tergolong tinggi sehingga masuk kelas S3. Rahayu *et al.* (2014) menjelaskan bahwa kandungan C-organik pada tanah disawahkan secara umum lebih tinggi dari pada lahan kering.

Kandungan bahan organik tertinggi berada di permukaan tanah dan memiliki nilai semakin rendah seiring penambahan kedalaman profil tanah. Hal ini dipengaruhi proses penambahan bahan organik yang diletakkan di permukaan yang terjadi proses dekomposisi pertama. Kandungan C-organik selain dipengaruhi oleh proses dekomposisi bahan organik pada lahan hal ini juga dikarenakan pengaplikasian pupuk yang mengandung unsur Carbon pada Kebun Kepel. Kandungan C-organik lebih tinggi pada tanah yang sering tergenang, karena proses dekomposisi berjalan lebih lambat pada suasana reduktif menyebabkan pertumbuhan tanaman tebu terhambat dan bahan organik menurun seiring bertambahnya kedalaman tanah (Arabia, 2009 dalam Rahayu *et al.*, 2014).

4.4. Karakterisasi Lahan (Morfologi Tanah dan Kelas Kesesuaian)

Karakteristik lahan merupakan gabungan dari parameter-parameter yang digunakan pada tahapan evaluasi lahan dan beberapa tambahan parameter yang disesuaikan dengan kondisi lahan. Pembahasan karakteristik lahan ini akan disertai dengan hasil klasifikasi morfologi tanah pada keempat kebun percobaan milik Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI).

Tabel 12. Karakterisasi Lahan Tebu P3GI

Nama Kebun	Kelas kesesuaian dan faktor pembatas	Klasifikasi jenis tanah (family)
Bakalan	N untuk tekstur dan kapasitas air tersedia	Umbric Endoaqualf, fine, Isohyperthermic family
Kejobo	N untuk tekstur	Typic Humaquepts, very fine, Isohyperthermic family
Bugul Kidul	S3 untuk drainase dan kapasitas air tersedia	Typic Humaquepts, fine silty, Isohyperthermic family
Kepel	S3 untuk drainase dan C-organik	Typic Endoaquepts, fine silty, Isohyperthermic family

Tabel karakterisasi pada halaman sebelumnya merupakan hasil akhiri proses karakterisasi lahan penanaman tebu kebun milik Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI). Karakterisasi lahan terkait data karakteristik lahan yang menjadi faktor pembatas dan hasil klasifikasi morfologi kebun pengamatan. Kelas kesesuaian dalam evaluasi lahan menunjukkan nilai atau derajat dari tingkat kesesuaiannya, misalnya kelas S3 memiliki faktor pembatas yang berat dapat ditingkatkan dengan usaha perbaikan cukup keras (Juniarti *et al.*, 2013)

Kebun Bakalan merupakan kebun yang terletak paling selatan dari ke semua kebun percobaan milik P3GI. Dari hasil klasifikasi bahwa lahan ini memiliki kelas kesesuaian N dengan faktor pembatas yang sangat berat membatasi produktivitas lahan. Karakteristik lahan yang menjadi faktor pembatas adalah tekstur dan kapasitas air tersedia, faktor ini merupakan faktor permanen yang sudah tidak bisa untuk diperbaiki. Apabila dilakukan perbaikan teksturnya tidak ekonomis maka dicari faktor lain yang dipengaruhi oleh tekstur. Tekstur adalah sifat fisik yang memiliki efek tidak langsung terhadap sifat fisik lain, pengaruh terhadap sifat fisik ini seperti struktur, konsistensi, permeabilitas dan penyimpanan air.

Tekstur pada penampang tanah kebun Bakalan adalah *clay* pada horizon 1 sampai 3, dengan kandungan *clay* >65% sedangkan horizon 4 memiliki tekstur lempung berdebu. Jenis tanah Alfisols yang memiliki kondisi jenuh air dari

dalam penampang profil maka semakin memperburuk kondisi lahan. Menurut Moorman dan Breemen (1978) dalam Rahayu *et al.* (2014) bahwa penggenangan tanah sawah dan lahan basah dapat menimbulkan perkembangan kondisi Aquic pada horison permukaan dan bawah permukaan.

Kondisi tekstur dan kapasitas air tersedia ini mempengaruhi siklus air pada lahan, pembuangan air terganggu namun penambahan air ke lahan semakin bertambah melalui hujan dan irigasi. Hal ini menyebabkan tanah memiliki kondisi jenuh air atau disebut endoaquic. Jenis tanah kebun bakalan yang memiliki kandungan *clay* >65% dapat menyimpan dan mengikat air lebih banyak dibandingkan tanah dengan tekstur kasar. Tekstur dengan bahan yang halus mampu menyimpan air lebih lama dibandingkan tanah bertekstur kasar (Hardjowigeno, 2007).

Kondisi seperti ini baik untuk tebu ketika tebu memasuki fase vegetatif yaitu perkecambahan dan pertunasan sampai pemanjangan batang, namun akan berdampak buruk apabila tanaman tebu memasuki fase generatif. Fase awal memang membutuhkan banyak air namun tetap dalam batas kebutuhan air tebu, apabila terlalu banyak juga tidak memberikan dampak yang baik terhadap tanaman tebu. Sesuai pernyataan Khuluq dan Hamida (2014), fase perkecambahan dan pertunasan merupakan fase awal yang menentukan hasil panen, pada fase ini membutuhkan sumber daya alam seperti air, sinar matahari dengan kondisi lahan yang sesuai.

Lahan Kejobo memiliki kelas kesesuaian N dengan faktor pembatas sangat berat yaitu tekstur tanah. Hasil klasifikasi tanah memiliki jenis tanah ordo Inceptisols dengan kondisi jenuh air yang berasal dari dalam penampang tanah. Hasil klasifikasi ini berkaitan dengan faktor pembatas tekstur dan mempengaruhi proses siklus hidrologi pada lahan. Kondisi jenuh air dan lahan memiliki tekstur dengan kandungan *clay* >65% pada semua horison, kandungan bahan ini dapat menurunkan fungsi faktor lainnya. Faktor pembatas tekstur ini memiliki efek tidak langsung pada penurunan fungsi dari sifat fisik seperti terhambatnya drainase lahan, terhambatnya permeabilitas, pembentukan struktur masif. Menurut Murwandono (2013) pada kondisi tanah yang terlalu padat dengan kandungan

bahan *clay* tinggi dan kondisi drainase yang jelek (air menggenang dalam lahan) mengganggu pertumbuhan tunas tanaman tebu.

Kondisi Kebun Kejobo memiliki kesamaan dengan lahan bakalan dengan permasalahan kandungan tekstur *clay* dan lahan jenuh air pada musim penghujan. Akibat tekstur *clay* ini lahan tidak mampu mengalirkan air karena cenderung mengikat air dengan kuat melalui gaya matriks tanahnya. Kondisi tekstur *clay* mempengaruhi sifat fisik lain yang berhubungan dengan proses siklus air pada lahan tetap harus disesuaikan dengan fase tumbuh tanaman, tebu tergolong tanaman tropis yang mudah dibudidayakan James (2004) menyatakan bahwa tanaman tebu merupakan salah satu tanaman utama di daerah beriklim tropis dengan perawatan yang ringan.

Kebun Bugul Kidul memiliki kondisi yang berbeda dari dua lahan sebelumnya, yaitu memiliki kelas kesesuaian S3 sebagai kelas kesesuaian yang memiliki faktor pembatas berat untuk kondisi drainase dan kapasitas air tersedia. Kedua faktor ini memiliki hubungan keterkaitan yaitu sama-sama berhubungan dengan air, dimana drainase sebagai indikator pembuangan kelebihan air di lahan. Faktor kapasitas air tersedia adalah jumlah air di lahan yang tersedia dan dapat digunakan tanaman untuk fase pertumbuhannya.

Kebun milik P3GI memiliki curah hujan rata-rata dengan kelas S1 yang artinya sangat sesuai untuk ditanam tanaman tebu, namun faktor penghambatnya adalah dua faktor diatas. Kondisi ini dapat menjelaskan bahwa air yang berasal dari hujan masuk ke lahan tidak dalam bentuk tersedia, namun air juga tidak dapat dibuang keluar dari lahan. Air justru menggenang di lahan dan tidak dapat digunakan tanaman tebu sebagai sumber airnya. Proses lancar atau tidaknya drainase di lahan adalah faktor penting sesuai pernyataan Ghiberto *et al.* (2011) variasi terbesar dalam perkiraan komponen keseimbangan air di lahan terdiri dari proses drainase internal dan periode terbesar presipitasi air/hujan.

Hal ini dapat berakibat pada penurunan fungsi lainnya seperti efisiensi pemupukan menurun, terjadinya genangan di lahan, terjadi proses reduksi oksidasi yang menyebabkan warna tanah menjadi keabu-abuan. Air jenuh dapat menurunkan fungsi sifat fisika, kimia dan biologi tanah yang ada di lahan.

Apabila kondisi seperti ini terjadi secara terus menerus selama beberapa periode waktu dapat mengakibatkan penurunan produktivitas lahannya.

Kebun Kepel memiliki faktor pembatas drainase dan C-organik dalam tanah, kedua faktor ini masuk kelas kesesuaian S3 yang artinya memiliki faktor yang berat. Kelas ini harus ditingkatkan karena kondisi terhambatnya kondisi drainase menyatakan bahwa air di lahan tidak dapat mengalir dengan baik sehingga menggenang di lahan. Saluran drainase di lahan harus berfungsi dengan baik sehingga dapat menjalankan fungsinya dengan baik, saluran drainase ini dapat berupa got pembuangan yang mengarah ke aliran sungai atau ada tempat pembuangan khusus.

Kandungan C-organik dalam jumlah tinggi kurang sesuai untuk pertumbuhan tanaman tebu, tebu memiliki kandungan C-organik yang sesuai yaitu (0,4-0,8)% Risma *et al.* (2014). Pada dasarnya C-organik salah satu penyusun bahan organik tanah bersama unsur makro seperti N, P, K dan unsur mikro Ca, Mg, S dan sebagainya. Oleh karena itu, komposisi unsur-unsur memiliki peran penting dan harus seimbang antara unsur satu dengan yang lain. Salah satu penyeimbang unsur-unsur dalam tanah adalah bahan organik tanah, bahan organik berfungsi sebagai sumber nutrisi dan ketersediaan unsur-unsur yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh. Beberapa kebutuhan unsur tanaman tebu dapat dipenuhi oleh pemberian pupuk kimia di lahan, namun peran dari bahan organik tidak dapat diabaikan. Apabila kandungan bahan organik rendah maka akan menurunkan fungsi sifat fisika, kimia, dan biologi di dalam tanah.

4.5. Rekomendasi Pengelolaan Lahan Tebu

Tujuan penelitian mengenai karakterisasi lahan adalah menentukan kelas kesesuaian dan faktor yang membatasi di lahan. Beberapa faktor pembatas ini tidak menyebabkan gangguan pada lahan secara langsung, namun beberapa faktor yang berat dan sangat berat dapat menurunkan tingkat produktivitas pada lahan. Oleh karena itu, perlu adanya saran rekomendasi perbaikan dan tindakan pengelolaannya. Tindakan pengelolaan faktor pembatas lahan tebu milik P3GI akan dibahas untuk masing-masing kebunnya. Memiliki faktor pembatas apa dan tindakan pengelolaan serta rekomendasi untuk masing-masing kebunnya.

4.5.1. Rekomendasi Pengelolaan Kebun Bakalan

Lahan Bakalan memiliki kelas kesesuaian N yang merupakan kelas kesesuaian paling rendah dan memiliki faktor pembatas yang sangat berat. Faktor pembatas yang dimiliki adalah tekstur dan kapasitas air tersedia, tekstur ini merupakan parameter yang permanen sulit untuk diperbaiki terkesturnya karena biaya tidak ekonomis jika dibandingkan hasil produktivitas kebunnya. Perbaikan dilakukan pada parameter-parameter yang dipengaruhi tekstur tanah diantaranya adalah struktur tanah, permeabilitas, konsistensi, dan proses penyimpanan air yang berhubungan dengan siklus hidrologi pada lahan

Penanaman kebun-kebun di P3GI ini biasanya digunakan sebagai bibit, tanaman penelitian untuk menguji kombinasi pupuk, pengendalian hama penyakit serta keperluan penelitian lainnya. Walaupun tidak sebagai produksi tebu giling namun tetap harus ada rekomendasi untuk mengatasi permasalahan utama lahan ini. Terdapat beberapa cara penganggulungan yang dapat dilakukan namun memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, diantaranya adalah:

a. Penambahan bahan organik dan pengaturan aplikasinya

Penambahan bahan organik dan pengaturan pengaplikasiannya yang dapat diterapkan di Kebun Bakalan. Bahan organik yang dapat ditambahkan adalah sisa tanaman tebu berupa daun, akar dan bahan-bahan yang bisa dikomposkan di lahan. Bahan organik merupakan bahan yang bersifat memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah, termasuk tekstur tanah (Cooperband, 2002). Bahan organik memiliki peran sebagai perekat antar partikel tanah sehingga tanah *clay* yang memiliki fraksi halus yang sebelumnya memiliki struktur masif apabila ditambahkan abahan organik akan membentuk gumpalan-gumpalan.

Bahan organik memperbaiki tekstur tanah melalui tahapan dekomposisi, pada tahapan dekomposisi terdapat penguraian bahan organik. Penguraian bahan organik dipengaruhi oleh aerasi dan drainase tanah yang baik berpengaruh terhadap pertukaran udara di dalam tanah, yang berpengaruh terhadap aktivitas mikrobia tanah (Tangketasik *et al.*, 2012). Pengaruhnya apabila sebelumnya tekstur *clay* mampu menyimpang air yang cukup lama bahkan sampai menggenang dengan penambahan bahan organik dapat mengalirkan air dengan baik atau siklus air di dalam tanah berjalan dengan baik.

Pengaturan pengaplikasian bahan organik yang belum dikomposkan dilakukan agar bahan organik terdekomposisi secara sempurna. Waktu pengaplikasian dapat dilakukan pada saat kondisi tanah lembab, beberapa minggu di awal dan akhir musim penghujan dengan jumlah air yang belum terlalu melimpah. Pengaplikasian bahan juga disesuaikan dengan tipe panen bibit di kebun yang menggunakan sistem ratoon sampai beberapa tebasan.

b. Penggemburan tanah

Solusi yang kedua adalah dengan penggemburan tanah yang dilakukan untuk memperbaiki struktur tanah yang masih dengan tekstur yang *clay*. Penggemburan tanah ini dapat dilakukan selama tidak berlebihan, dengan nilai berat isi pada semua lahan yang masih tinggi maka solusi dapat diterapkan di lahan. Dengan penggemburan tanah maka dapat dilakukan proses pembalikan tanah yang diatas dan dibawah sehingga dapat mengurangi kondisi jenuh air dalam tanah. Proses ini juga meningkatkan agregasi struktur pada tanah *clay* melalui pembalikan tanah, kondisi aerasi dan permeabilitas tanah.

Alternatif pengelolaan yang dapat diterapkan pada lahan dengan kondisi yang ada sekarang penambahan bahan organik dan pengaturan aplikasi di awal dan akhir musim penghujan. Penambahan bahan organik ini dapat diperoleh dari sisa panen tebu bibit atau giling, berupa daun, akar dan sisa tanaman bagian lainnya. Bahan organik mentah yang belum dikomposkan ini dapat memperbaiki tekstur *clay* melalui proses dekomposisi di lahan. Proses dekomposisi dapat membantu perbaikan tekstur *clay* karena ada aktivitas kimia biologi pada tahapannya. Aktivitas biologi dapat melalui keberadaan mikrobia di dalam tanah, populasi mikrobia tanah dan aktivitasnya akan tinggi pada daerah aerobik dibanding anaerobik (Sulistiyanto, Rieley dan Limin, 2005)

Setelah ada penambahan bahan organik langkah berikutnya adalah penggemburan tanah, penggemburan tanah bertujuan untuk memperbaiki tekstur tanah dan mencampur bahan organik. Penggemburan tanah juga membantu memperbaiki struktur, permeabilitas, aerasi, perkolasi dan ruang pori sebagai tempat menyimpan air untuk memperbaiki kapasitas air tersedia. Penggemburan tanah dilakukan dalam beberapa tahap dan tidak dapat langsung dilakukan pada sekali waktu karena dapat mempengaruhi hasilnya.

4.5.2. Rekomendasi Pengelolaan Kebun Kejobo

Permasalahan utama yang dimiliki oleh Kebun Kejobo adalah tekstur *clay* dengan kandungan *clay* >65 % pada setiap horisonnya. Kandungan *clay* >65% ini menjadikan tekstur sebagai faktor pembatas yang sangat berat sehingga dimasukkan di kelas kesesuaian N. Pengelolaan untuk lahan kejobo memiliki kesamaan dengan lahan bakalan, karena memiliki faktor pembatas tekstur tanah yang tidak dapat secara langsung ditingkatkan kelasnya. Hal ini ditambah dengan kondisi tekstur *clay* di semua horison maka air akan jenuh di lahan. Cara penanggulangan yang dapat diterapkan pada lahan Kejobo yaitu,

a. Penggemburan tanah

Penggemburan tanah dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik tanah seperti struktur tanah, ruang pori dalam tanah karena adanya proses pembalikan. Walaupun tidak secara langsung mempengaruhi teksturnya namun dapat digunakan untuk memperbaiki sifat lain yang berhubungan dengan tekstur. Penggemburan tanah harus tetap memperhatikan kaidah pengelolaan lahan untuk tanaman tebu agar mencegah dampak yang lebih buruk.

b. Penambahan bahan organik dan pengaturan pengaplikasian

Penambahan bahan organik memiliki fungsi perbaikan sifat fisik, kimia, biologi ataupun morfologi tanah. Penambahan bahan organik walaupun tidak secara nyata mengubah kelas tekstur sebagai faktor pembatasnya namun dapat digunakan sebagai penyedia unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanah (Hanafiah, 2010) dalam Pambudi, Soemarno dan Indrawan (2015). Unsur-unsur ini banyak macamnya, namun ketersediaan unsur ini juga dipengaruhi oleh komposisi dari bahan organik yang diaplikasikan.

Bahan organik yang dapat diaplikasikan dapat berupa bahan organik mentah sisa panen tanaman tebu ataupun limbah pengolahan tebu seperti blotong dan abu ketel. Purwaningsih (2011) menjelaskan melalui penelitiannya blotong adalah hasil endapan dari nira kotor yang berbentuk padat seperti tanah berpasir, berwarna hitam, berair dan berbau jika masing masih basah yang dapat diperoleh dari pabrik gula dengan harga yang murah. Blotong memiliki kelemahan jika diaplikasikan di lahan membutuhkan tempat yang luas dan mengganggu lingkungan sekitar karena baunya. Bahan lain yang dapat ditambahkan adalah

limbah pabrik lain seperti ampas tebu yang biasa disebut abu ketel. Abu ketel dapat diaplikasikan apabila sudah dalam bentuk yang siap pakai, sudah didekomposisikan lebih dahulu. Abu ketel merupakan sisa-sisa pembakaran ampas tebu selama proses produksi gula (Cheesman, 2005).

c. Rotasi dengan tanaman legum

Rotasi atau pergiliran tanaman dilakukan pada lahan dengan beberapa tujuan untuk memperbaiki sifat fisika, kimia tanah, mengendalikan hama penyakit, dan menyediakan kebutuhan hara bagi tanaman. Rotasi tanaman biasanya dilakukan dengan tanaman dari jenis yang berbeda dan menguntungkan dari segi penyediaan hara. Contoh tanaman yang sering dilakukan untuk pergiliran tanaman adalah tanaman legume atau kelompok kacang-kacangan.

Tanaman legume dapat menyediakan unsur N ke dalam tanah melalui proses fiksasi dan penambatan unsur N bebas dengan bantuan bintil akar tanaman legume. Contoh penelitian mengenai penanaman kedelai [*Glycine max* (L.) Merr] dan tanaman tebu, yang ditanam secara tumpang-gilir (rotasi) maupun tumpang-sari (tanaman sela). Tanaman kedelai ini dapat ditanam untuk panen bijinya atau untuk panen biomasanya sebagai pupuk hijau. Penambahan biomasa dari seresah kedelai terbukti dapat meningkatkan hasil tebu (tebu dan gula) secara signifikan (Viator dan Tubana, 2012).

Alternatif pengelolaan yang bisa diaplikasikan di lahan Kejobo adalah penambahan bahan organik dan penggemburan tanah. Bahan organik memiliki banyak manfaat seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, banyak macam dari bahan organik mulai dari seresah sisa panen, pupuk kandang, pupuk hayati, limbah pabrik pengolahan gula berupa blotong dan abu ketel. Menurut Mulyadi (2000) blotong dan abu ketel sisa pengolahan gula dapat digunakan untuk perbaikan sifat fisik tanah. Bahan organik yang dapat diaplikasikan di lahan untuk perbaikan tekstur *clay* adalah bahan organik yang belum terdekomposisi sempurna, karena pada saat proses dekomposisi berlangsung terdapat aktivitas mikroba tanah dan proses kimia-biologi tanah.

Beberapa bahan organik ini beberapa sudah tersedia di lahan seperti sisa panen, namun karena kondisi lahan jenuh air maka perlu diatur dalam waktu pengaplikasian bahannya. Pengaturan aplikasi bahan dapat dilakukan di awal dan

akhir musim penghujan, hal ini dikarenakan kondisi air di lahan tidak terlalu banyak atau menggenang. Laju dekomposisi paling cepat berlangsung pada kondisi aerobik dan lembab, laju dekomposisi menjadi lambat apabila kondisi kering secara terus menerus dan paling lambat terjadi pada daerah dengan kondisi anaerobik secara permanen (Sulistiyanto *et al.*, 2005)

Penambahan bahan organik ini memang tidak langsung mempengaruhi tekstur tanah dalam waktu yang singkat, namun dapat digunakan untuk memperbaiki faktor-faktor yang dipengaruhi tekstur tanah. Faktor yang diperbaiki seperti struktur tanah, aerasi, perkolasi, infiltrasi tanah yang dapat dipengaruhi oleh kandungan bahan organik. Menurut Bot dan Benites (2005) akumulasi bahan organik dan humus dengan peningkatan potensi pengembangan perbaikan struktur tanah.

4.5.3. Rekomendasi Pengelolaan Kebun Bugul Kidul

Kebun Bugul Kidul memiliki permasalahan utama yaitu drainase lahan dan kapasitas air tersedia. Kebun ini memiliki kondisi jenuh air yang berasal dari dalam, kondisi jenuh ini menandakan air sudah tidak dapat ditampung ke ruang pori. Air jenuh di dalam penampang ini dapat dialirkan apabila saluran pembuangan lahan yang disebut drainase berfungsi dengan baik. Dengan tekstur lempung berdebu idealnya tidak dapat menyimpan air terlalu lama karena memiliki ukuran partikel yang kasar.

Faktor pembatas ini dapat diperbaiki dengan beberapa cara penanggulangan diantaranya adalah.

- a. Perbaiki saluran drainase

Penanaman tebu terdapat dua sistem yang digunakan yaitu tegalan dan reno, sistem Reynoso ini digunakan pada daerah-daerah rawan banjir seperti kebun P3GI. Sistem reno ini mempunyai ciri khas terdapat pembuatan beberapa macam got untuk membuang kelebihan air dan sebagai aliran irigasi di saat musim kemarau. Perbaikan saluran drainase ini dilakukan untuk mengurangi genangan air di lahan karena terletak di dataran rendah sehingga apabila hujan maka akan mudah menggenang. Pembuatan beberapa macam got ini memiliki beberapa fungsi yang berbeda dan hampir semua got ini baik diterapkan pada sistem Reynoso.

Beberapa macam got dan penjelasannya adalah:

- Got Talar adalah got yang berada di dekat mata air yang fungsinya untuk mengalirkan air dari sumber mata air ke aliran got yang menuju ke lahan
- Got Tadah adalah got yang digunakan untuk menampung air yang dialirkan dari got talar dengan sumber mata air
- Got Malang adalah got yang tegak lurus dengan bentuk juring yang digunakan untuk menampung kelebihan air yang ada pada juring
- Got Keliling adalah got yang dibuat mengelilingi lahan tebu reno yang berada di pinggiran-pinggiran lahan
- Gantangan adalah sejenis got pembuangan tetapi memiliki kedalaman yang lebih dalam karena fungsinya sebagai penampung air dan apabila kering dapat digunakan untuk pemanenan.

Perbaikan ini perlu diterapkan karena air menggenang di lahan saat volume air hujan melimpah, hal ini mengindikasikan got-got pada lahan tidak dapat berfungsi dengan baik.

b. Pengolahan lahan untuk memperbaiki sifat fisik

Pengolahan lahan sebelum penanaman biasanya dilakukan untuk membuat lubang tanam, lubang pupuk, pemindahan timbunan tanah. Lahan memiliki kondisi jenuh air dari dalam seharusnya dilakukan pengolahan lahan dengan kedalaman yang lebih, hal ini untuk membalik tanah. Pembalikan tanah ini dapat digunakan untuk memperbaiki struktur tanah, aliran udara tanah (aerasi) dan daya simpan air di dalam ruang pori.

Alternatif pengelolaan kebun Bugul Kidul dengan faktor pembatas drainase dan kapasitas air tersedia adalah perbaikan saluran drainase. Perbaikan saluran drainase dilakukan untuk meningkatkan jumlah air tersedia. Perbaikan ini dengan cara menambah kedalaman got pada lahan karena seiring proses penanaman got semakin dangkal. Got yang dalam dibuat karena tebu adalah tanaman yang butuh air pada fase awal tetapi di fase akhir tidak menyukai air terlalu banyak. Tanaman tebu cukup toleran terhadap penggenangan sesaat, tapi air harus cepat terbuang kembali, dan hal itu membutuhkan sistem drainase yang baik (Rein *et al.*, 2011).

Sistem Reynoso pembuatan got memiliki standar kedalaman khusus yang berfungsi untuk mengalirkan dan menyimpan air. Kedalaman got malang dan

membujur berkisar antara 50 sampai 60 cm, got keliling sekitar 70 cm (sumber). Kedalaman ini dapat disesuaikan sesuai kondisi lahan, apabila berada di dekat aliran sungai maka dibuat saluran dari lahan yang mengalir ke sungai.

4.5.4. Rekomendasi Pengelolaan Kebun Kepel

Kepel merupakan kebun keempat yang diamati pada penelitian ini, setelah dikelompokkan karakteristik lahannya memiliki kelas kesesuaian S3. Dengan memiliki faktor pembatas drainase lahan dan kandungan C-organik. Drainase pada lahan ini masuk kategori terhambat dengan ketinggian genangan pada lahan sekitar 50-70 cm. Kandungan C-organik pada lahan terlalu tinggi karena lahan tidak sesuai untuk persyaratan tanaman tebu, C-organik yang sesuai pada lahan berkisar antara (0,4-0,8)% pada lahan. Faktor pembatas ini dapat diperbaiki dengan beberapa cara penanggulangan diantaranya adalah.

a. Perbaikan dan pembuatan saluran drainase

Untuk macam-macam got yang ada di lahan sudah dijelaskan pada penjelasan sebelumnya di Kebun Bugul Kidul. Perbaikan saluran drainase ini dilakukan dengan menambah kedalaman dari masing-masing got yang ada di lahan. Melalui standar yang sudah ditentukan maka got dapat lebih berfungsi ketika jumlah air di lahan melimpah. Perbaikan got tidak dapat dilakukan dalam satu waktu karena akan membutuhkan tenaga yang besar sehingga dapat dimulai sebelum mulai menanam untuk got yang berada di tengah lahan, ketika sudah mulai menanam dapat memperbaiki got yang diluar lahan misal got keliling.

b. Penambahan bahan organik matang dan pengemburan tanah

Pengelolaan Kebun Kepel dengan selain perbaikan drainase juga adanya penambahan bahan organik, sisa panen seperti pupuk hijau, kompos. Penambahan bahan organik tanah ini dapat melalui banyak cara seperti pemberian pupuk kandang, kompos tanaman, pupuk hijau sisa panen tebu, limbah pengolahan gula seperti ampas dan blotong. Kandungan C-organik pada lahan tergolong cukup tinggi karena pada lahan tergenang seperti kebun ini sulit mendekomposisikan bahan sehingga aplikasi bahan organik harus dalam bentuk matang.

Setelah penambahan bahan organik di lahan maka bersama pengolahan tanah dilakukan pengemburan tanah, hal ini dilakukan untuk mencampurkan bahan organik. Selain itu untuk memperbaiki sifat fisiknya seperti membalik tanah

untuk meningkatkan pergerakan udara dalam tanah dan agregasi struktur sehingga air tidak menggenang terlalu banyak di lahan. Penggemburan tanah juga untuk memperbaiki sifat fisik lain yang berhubungan dengan drainase lahannya agar jumlah air di lahan tidak terlalu banyak.

Alternatif pengelolaan Kebun Kepel adalah perbaikan drainase sebagai faktor pembatas di lahan. Perbaikan drainase ini dengan cara menambah kedalaman got-got yang sudah ada pada lahan, perbaikan ini diharapkan dapat menampung jumlah air yang lebih banyak sehingga air tidak menggenang di lahan. Penggenangan air di lahan menimbulkan banyak permasalahan diantaranya kurangnya jumlah oksigen, terhambatnya penyerapan nutrisi oleh akar tanaman, keracunan unsur. Hal ini sesuai yang dikemukakan Chabot *et al.* (2002) drainase pada lahan sawah berhubungan dengan *supply* oksigen (aerasi), hal ini dapat mencegah tanaman keracunan besi dan mangan, asam organik atau bahan sulfida.

Pengelolaan yang dapat diterapkan untuk mengurangi C-organik adalah penambahan bahan organik yang sudah matang. Kebun Kepel membutuhkan tambahan bahan organik yang sudah matang atau dapat terdekomposisi lebih cepat sehingga dapat mudah bercampur dengan tanah. Menurut Pambudi *et al.* (2015) dari hasil analisis kimia kompos blotong memiliki C/N rasio yang lebih rendah dibandingkan abu ketel, sehingga proses dekomposisi kompos blotong lebih cepat. Pemberian blotong yang sudah dikomposkan dan ditambah beberapa unsur selain dapat menambah bahan organik, dapat memperbaiki sifat fisika, kimia seperti N, Si, P, S dan meningkatkan hasil tebu (Mulyadi, 2000).

Kandungan unsur dari blotong yang sudah dikomposkan menurut Pambudi *et al.* (2015) C-organik 21,55%, N-total 1,45%, C/N rasio 14, bahan organik 37,28, unsur P 1,19%, unsur K 0,46%, KTK 33,92 cmol.kg^{-1} dan nilai pH 6,8. Jumlah pengaplikasian kompos blotong harus disesuaikan dengan kandungan unsur tanah yang sebelumnya dilakukan analisis kimia lengkap. Pada Kebun Kepel ini karena tidak dilakukan analisis unsur hara secara lengkap maka tidak dapat ditentukan jumlah yang pasti. Rekomendasi kompos blotong yang dapat ditambahkan di lahan untuk memperbaiki ketersediaan C-organik 30-60 ton.ha^{-1} (Pambudi *et al.* 2015). Jumlah ini bukan rekomendasi yang pasti pada lahan sehingga dapat ditentukan sesuai dengan analisis kimia pada tanahnya.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Lahan penanaman P3GI yang berjumlah empat memiliki faktor pembatas dari karakteristik lahan yang berbeda-beda. Kebun Bakalan dan Kejobo memiliki kelas kesesuaian N dengan memiliki faktor pembatas sangat berat tekstur dan kapasitas air tersedia tergolong faktor yang sulit untuk diperbaiki. Kebun Bugul Kidul dan Kepel memiliki kelas kesesuaian S3 dengan faktor pembatas berat yaitu drainase dan C-organik.

Alternatif rekomendasi pengelolaan untuk Kebun Bakalan dan Kejobo adalah penambahan bahan organik yang tersedia di lahan seperti seresah sisa panen dan limbah pabrik seperti abu ketel dan blotong yang masih belum dikomposkan. Penambahan bahan organik diatur pengaplikasiannya pada awal dan akhir musim penghujan saat kondisi air belum terlalu banyak. Pengelolaan kedua melalui pengemburan tanah untuk memperbaiki sifat-sifat fisika seperti tekstur untuk meningkatkan kapasitas air tersedia. Rekomendasi Kebun Bugul Kidul dan Kepel menambah kedalaman got-got di lahan seperti got malang, membujur dan keliling untuk menampung air sesuai standar Reynoso. Pengelolaan kedua dengan penambahan bahan organik limbah pabrik gula yaitu kompos blotong yang sudah matang agar mudah terdekomposisi di lahan yang jenuh air yang diaplikasikan di awal dan akhir musim penghujan.

5.2 Saran

- a. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan terdapat pengukuran mengenai karakteristik unsur hara berupa unsur makro dan mikro yang penting pada lahan tebu
- b. Penelitian ini masih belum terlalu spesifik menjelaskan masing-masing karakteristik pada lahan tebu. Penelitian selanjutnya juga diharapkan sesuai kondisi yang terjadi di lahan tidak sebatas teoritis saja.
- c. Saran rekomendasi pada lahan apabila kurang sesuai dengan kondisi lahan dan pengelola lahan dapat disesuaikan kembali tergantung tujuan, sumberdaya, dan kemampuan pengelolaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abror, K., W. H. Utomo dan B. Siswanto. 2014. Pengaruh Pemberian Abu Ketel Terhadap Sifat Fisik Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Pada Ultisol Di Pabrik Gula Bone, Sulawesi Selatan. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Halaman 27-33.
- Agus, F., R. D. Yustika dan U. Haryati. 2006. Penetapan Berat Volume Tanah Dalam Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Halaman 25-34.
- Aminudin, N.H. 2012. Geomorfologi Jawa Timur Zona Tengah [Online]. <http://www.slideshare.net/Hsnura/geomorfologi-jawa-timur-zona-tengah> . Diakses pada 20 Oktober 2015.
- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor. Halaman 30-38.
- BALITTAN. 2004. Petunjuk Teknis Pengamatan Tanah. Balai Penelitian Tanah. Bogor. Halaman 8-20.
- Bot, A. dan J. Benites. 2005. Importance of Soil Organic Matter Key To Drought-Resistant Soil and Sustained Food Production. FAO Soils Bulletin. Food and Agriculture Organization of the United Nations Viale delle Terme di Caracalla. Rome Italia. Volume 80: page 13-15.
- BPTP. 2001. Lembar Informasi Pertanian. Departemen Pertanian. Yogyakarta. Halaman 1-2.
- Cassel, D.K. 1997. Foreword. Dalam: M. J. Vepraskas dan S. W. Sprecher (eds.), Aquic Conditions and Hydric Soils: The Problem Soils. SSSA Special Publication Number 50. Page 8.
- Chabot, R., S. Bouarfa, D. Zimmer, C. Chaumont, dan C. Duprez. 2002. Sugarcane Transpiration with Shallow Water Table: Sap Flow Measurement and Modelling. Elsevier Journal of Agricultural Water Management, 54: 18-19.
- Cheesman, O.D. 2005. Enviromental impact of sugar production. CABI Published. United Kingdom. Page 159-162.
- Cooperband, L. 2002. Building Soil Organic Matter with Organic Amandment. Department of Soil Science and Center for Integrated Agricultural Systems. University of Wisconsin. Madison. Page 13.
- Dani, O. dan J. M. Wrath. 2000. Water movement in soil. In M. E. Summer (ed.). Handbook of Soil Science. CRC Press, Boca Raton-London-New York Washington D.C. Page A53-A86.
- Djaenuddin. D., H. Marwan, H. S. A. Mulyani, dan N. Suharta. (2000). Kriteria Kesesuaian Lahan Untuk Komoditas Pertanian Versi 3.0. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor. Halaman 20-24.
- Djaenuddin, D., H. Marwan, H. Subagyo dan A. Hidayat. 2003. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. BPT, PPTA. Bogor. Edisi IV: 12-16.

- Douillard, J. M. dan F. Salles. 2004. Phenomenology of Water Adsorption At Clay Surfaces. Elsevier Journal, 1:119-125.
- Ghiberto, P. J., P. L. Libardi, A. S. Brito, dan P. C. O. Trivelin. 2011. Components of the water balance in soil with sugarcane crops. Brazil. Elsevier. Agricultural Water Management 102 pages 1-7.
- Hakim, M. 2010. Potensi Sumber Daya Lahan untuk Tanaman Tebu di Indonesia. Bandung. Universitas Padjajaran. Jurnal Agrikultura, 21(1): 5-12.
- Hakim, D. L., R. Hudaya, dan D. Herdiyantoro. 2007. Karakterisasi Horison Ap Berdasarkan Sekuen Topografi pada Lahan Kritis di Kecamatan Pasirwangi Kabupaten Garut. Bandung. Jurnal Agrikultura Universitas Padjajaran, 18(3): 205-209.
- Hanafiah, K.A. 2010. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. Halaman 42-45.
- Hanafy, M., A. Mahrous dan M. Z. El Garib. 2008. Water Requirements For Irrigated Sugarcane Under Trickle Irrigation Systems. Cairo University. Journal Agriculture Cairo University, 25(4): 1343-1357.
- Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Edisi 5. Akademika Pressindo. Yogyakarta. Halaman 40 dan 272-273.
- Indrawanto, C., Purwono, Siswanto, M. Syakir, dan W. Rumini. 2010. Budidaya dan Pasca Penen Tebu. ESKA Media. Jakarta. Halaman 4-7.
- Isitekhale, H.H.E., S. I. Aboh dan F. E. Ekhomen. 2014. Soil Suitability Evaluation for Rice and Sugarcane in Lowland Soils of Anegbette, Edo State, Nigeria. The International Journal Of Engineering and Science (IJES) 3: 54-62.
- James. 2004. Sugarcane Second Edition. Blackwell Publishing Company. Inggris. Page 70-74.
- Jayanto, G. 2002. Identifikasi Potensi Lahan untuk Pengembangan Industri Gula di luar Pulau Jawa. Bulletin Teknik Pertanian. Puslittanak. Bogor. Volume 7(1): 14-17.
- Jones MR, A. Singels dan A. C. Ruane. 2013. Simulated Impact of Climate Change on Water and Yield of Irrigated Sugarcane in South Africa. South African Sugarcane Research Institute. Volume 86: 186-189.
- Juniarti, H. Mimien, C. Almughfirah, D. Irwan, Oktanis, Emalinda, M. Taizo, N. Kazuyuki, dan I. Tomio. 2013. Evaluation Of Land Suitability And Potential Production Of Jatropha (*Jatropha curcas* L.) : A Biodiesel Resource In Solok Regency, West Sumatra, Indonesia. Journal of Environmental Research and Development, volume 7(3): 1165-1173.
- Kartasapoetra, A.G. 2004. Klimatologi: Pengaruh Iklim terhadap Tanah dan Tanaman. Bumi Aksara. Jakarta. Halaman 19-23.
- Kirkham, M.B. 2005. Principles of Soil and Plant Water Relations. Elsevier Academic Press. United State of America. Page 106-108.

- Khuluq, A.D. dan R. Hamida. 2014. Peningkatan Produktivitas dan Rendemen Tebu Melalui Rekayasa Fisiologi Pertunasan. Malang. Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. *Jurnal Perspektif*. 13 (1/Juni): 13-24.
- Martin, D. dan S. K. Saha. 2009. Land Evaluation by Integrating Remote Sensing and GIS for Cropping System Analysis A Watershed. *Current Science Journal*, 96(4): 569-575.
- Marwoto dan D. S. Candra. 2007. Pembuatan Sistem Informasi Geografi Kesesuaian Lahan Tanaman Tebu Berbasis Web Di Kabupaten Merauke. *Peneliti Inderaja. LAPAN*, 4: 62-67.
- Moore, P. H. dan F. D. Botha. 2013. Sugarcane-physiology, Biochemistry & Functional Biology. John wiley & sons. United Kingdom. Page 85-94.
- Muhsin, A. 2011. Pemanfaatan Limbah Hasil Pengolahan Pabrik Tebu Blotong Menjadi Pupuk Organik. *Industrial Engineering Conference*. UPN Vetera. Yogyakarta. Halaman 4-8.
- Mulyadi, M. 2000. Kajian Pemberian Blotong Dan Terak Baja Pada Tanah Kandiudoxs Pelaihari dalam Upaya Memperbaiki Sifat Kimia Tanah, Serapan N, Si, P, dan S serta Pertumbuhan Tebu. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. Halaman 65-68.
- Mulyadi, M., A. Toharisman dan Mirzawan, 2009. Identifikasi Potensi Lahan untuk Mendukung Pengembangan Agrobisnis Tebu Di Wilayah Timur Indonesia. Pasuruan. Pusat Penelitian Pekebunan Gula Indonesia. Pasuruan Halaman 1-15.
- Mulyono, D. 2009. Evaluasi kesesuaian lahan dan arahan pemupukan N,P dan K dalam budidaya tebu untuk pengembangan daerah Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 11(1): 47-53.
- Muljana, W. 2001. Teori dan Praktek Cocok Tanam Tebu. Penerbit Aneka Ilmu. Semarang. Halaman 15-17.
- Murwandono. 2013. Budidaya Tebu Di Indonesia. Makalah Seminar Bulanan Balittas 1 Oktober 2013. Malang. Halaman 1-4.
- Mustafa, A.A., M. Singh, R.N. Sahoo, N. Ahmed, M. Khanna, A. Sarangi, dan A.K. Mishra. 2011. Land Suitability Analysis for Different Crops: A Multi Criteria Decision Making Approach using Remote Sensing and GIS. *Indian Agricultural Research Institute, New Delhi*. Page 76-82.
- Naruputro, A. 2009. Pengelolaan Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum L.*) Di Pabrik Gula Krebet Baru, PT. PG. Rajawali I, Malang, Jawa Timur; Dengan Aspek Khusus Mempelajari Produktivitas Pada Tiap Kategori Tanaman. *Intitut Pertanian Bogor*. Bogor. Halaman 1-5.
- Notohadiprawiro, T. 2006. Pertanian Lahan Kering di Indonesia: Potensi, Prospek, Kendala, dan Pengembangannya. <http://soil.blog.ugm.ac.id/files/2006/11/1989-Pertanian-lahan-kering.pdf>. Yogyakarta.
- Paiboonsak S. dan C Mongkolsawat. 2008. Evaluating Land Suitability For Industrial Sugarcane With GIS Modeling. *Geo-informatics Centre for*

- Development of Northeast Thailand Computer Center Building. Khon Kaen University Khon Kaen Province, 40002, Thailand. Page 1-6.
- Pambudi, D., Soemarno dan M. Indrawan. 2015. Pengaruh Blotong, Abu Ketel, Kompos Terhadap Ketersediaan dan Serpan P Serta Pertumbuhan Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Di Lahan Tebu Karangduren Pabrik Gula Kebon Agung, Malang. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Halaman 36-95.
- Purwaningsih, E. 2011. Pengaruh Pemberian Kompos Blotong, Legum, dan Mikoriza Terhadap Serapan Hara N dan P Tanaman Kacang Tanah. *Widya Warta* 35(2): 28-30.
- Rahayu, A., S. R. Utami dan M. L. Rayes. 2014. Karakteristik dan Klasifikasi Tanah ada Lahan Kering dan Lahan yang Disawahkan Di Kecamatan Perak Kabupaten Jombang. *Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 1(2) : 77-87.
- Rayes, M. L. 2006. *Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan*. Penerbit Andi: Yogyakarta. Halaman 88-99.
- Rein, P., P. Turner, K. Mathias. 2011. *Good Management Practices Manual for The Cane Sugar Industry*. The International Finance Corporation. Johannesburg, South Africa. Page 271-293.
- Richardson, J.L. dan M. J. Vepraskas. 2001. *Wetland Soils Genesis, Hydrology, Landscapes, and Classification*. Lewis Publishers. United State of America. Page 333-334.
- Risma, R. W., Soemarno, S. Riza dan F. T. Kadarwati. 2014. Evaluasi Kesesuaian Lahan Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Pada Dataran Lahan Kering Kabupaten Rembang Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya*. Halaman 1-7.
- Ritung, S., Wahyunto, A. Fahmuddin, dan H. Hapid. 2007. *Land Suitability Evaluation with A Case Map of Aceh Barat District*. Indonesian Soil Research Institute and World Agroforestry Centre. Bogor, Indonesia. Halaman 4-9.
- Santoso, S. dan T. Sunarto. 1992. *Geologi Lembar Malang, Jawa Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Departemen Pertanian dan Energi. Direktorat Jendral Geologi dan Sumber Daya Lahan. Jakarta. Lembar 1608-1.
- Saridevi, G. A. A. R., I. W. D. Atmaja dan I. M. Mega. 2013. Perbedaan Sifat Biologi Tanah pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan di Tanah Andisol, Inceptisol, dan Vertisol. *Jurnal Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana*. Bali. Halaman 215-221.
- Sastrohartono, H. 2011. Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Perkebunan dengan Aplikasi Extensi Artificial Neural Network (ANN.avx) dalam Arcview-GIS. Edisi Pertama. FTP Institut Pertanian Stiper: Yogyakarta. Halaman 6-14.

- Schaetzl, R. J. dan S. Anderson. 2005. *Soils Genesis and Geomorphology*. New York, United States of America. Published by Cambridge University Press. Page 36-39.
- Siswanto. 2006. *Evaluasi Sumberdaya Lahan*. UPN Press. Surabaya. Halaman 21-60.
- Smith, D.M., N. G. Inman-Bamber dan P. J. Thornbun. 2005. *Growth and Function of The Sugarcane Root System*. Australia. Elsevier Journal. *Field Crop Research*, 92: 169-183.
- Soil Survei Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*. Twelfth Edition. Washington D.C. United State Department of Agriculture . Pp 360.
- Sudiatso, S. 1999. *Bertanam Tebu*. Departemen Agronomi Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor: Bogor. Halaman 14-19.
- Sulistiyanto, Y., J. O. Rieley dan S. H. Limin. 2005. Laju Dekomposisi dan Pelepasan Hara dari Serasah pada Dua Sub-Tipe Hutan Rawa Gambut di Kalimantan Tengah. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. Volume XI(2): 8-11.
- Sutanto, R. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Kanisius: Yogyakarta. Halaman 23-35.
- Sutardjo, R. M. E. 2002. *Budidaya Tanaman Tebu*. Bumi Aksara, Jakarta. Halaman 20-43.
- Tan, K. H. 1998. *Principle of Soil Chemistry*. Third Edition. Marcel Dekker. New York. United State of America: Page 153.
- Tan, K. H. 2000. *Environmental Soil Science*. Second Edition, revised and expanded. Volume 74. *Books in Soils, Plants, and The Environment*. Marrcel Dekker Inc. United States of America. Page 262-263.
- Tangkitasik, A., N. M. Wikarniti, N. N. Soniari, dan I. W. Narka. 2012. Kadar Bahan Organik Tanah pada Tanah Sawah dan Tegalan di Bali serta Hubungannya dengan Tekstur Tanah. *Jurnal Agrotrop*. Volume 2(2): 102-107.
- Teka, K. dan M. Haftu. 2012. *Land Suitability Characterization for Crop and Fruit Production in Midlands of Tigray, Ethiopia*. Department of Land Resource Management and Environmental Protection, Mekelle University, 4(1): 64-76.
- Tienwong, K., Dasanandaa, S., dan Navanugraha, C. 2009. Integration of land evaluation and the analyticalhierarchical process method for energy crops in Kanchanaburi, Thailand. *Science Asia's Journal*, 35: 170-177.
- Viator, R. P., J. L. Kovar dan W. B. Hallmark. 2002. Gypsum and Compost Effects on Sugarcane Root Growth, Yield, and Plant Nutrients. *Agronomy Journal*. 94(6): 1332-1336.
- Wijanarko, A., Sudaryono dan Sutarno. 2007. *Karakteristik Sifat Kimia dan Fisika Tanah di Jawa Timur dan Jawa Tengah*. Malang. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (BALITKABI). Halaman 215-221.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN



Lampiran 1. Koordinat Pengamatan Profil dan Bor Tanah dengan Sistem UTM

Nomer	Nama Kebun	Nama Titik	Koordinat UTM	
			x	y
1.	Bakalan	Titik Bor 1	0710743	9152026
2.		Titik Bor 2	0710834	9152176
3.		Titik profil P 01	0710928	9152080
4.		Titik Bor 3	0711094	9152129
5.		Titik Bor 4	0711056	9151952
6.	Kejobo	Titik Bor 1	0711225	9152333
7.		Titik Bor 2	0711345	9152562
8.		Titik profil P 02	0711376	9152429
9.		Titik Bor 3	0711508	9152514
10.		Titik Bor 4	0711400	9152327
11.	Bugul Kidul	Titik Bor 1	0710813	9153662
12.		Titik Bor 2	0711059	9153972
13.		Titik profil P 03	0710890	9153763
14.		Titik Bor 3	0710899	9153931
15.		Titik Bor 4	0710881	9153553
16.	Kepel	Titik Bor 1	0711403	9152771
17.		Titik Bor 2	0711463	9152915
18.		Titik profil P 04	0711511	9152817
19.		Titik Bor 3	0711554	9152726
20.		Titik Bor 4	0711596	9152848

Keterangan: Tabel koordinat diatas menggunakan sistem Universe Tranverse Mercator yang didasarkan pada pembagian zona di bumi menjadi 50 zona. Semua koordinat terletak dalam 1 zona yaitu zona 49 M untuk daerah Jawa Timur.

Lampiran 2. Dokumentasi Seluruh Kegiatan Penelitian



Gambar 3. Proses Penguncian Koordinat Kebun



Gambar 4. Pemboran Untuk Menentukan Posisi Profil



Gambar 5. Pengamatan Hasil Bor Tanah



Gambar 6. Pengurusan Profil Kebun Kepel Sebelum Pengamatan



Gambar 7. Deskripsi Profil Kepel



Gambar 8. Deskripsi Profil Bakalan



Gambar 9. Pengambilan Contoh Tanah pada Penampang Profil



Gambar 10. Agregat Tanah yang Mengalami Gejala Karatan



Gambar 11. Proses Pengeringan Sampel Tanah



Gambar 12. Proses Analisis Kadar Air Kapasitas Lapang pF 2,5



Gambar 13. Penghalusan Bahan untuk Analisis Tekstur, pH, C-Organik dan KTK

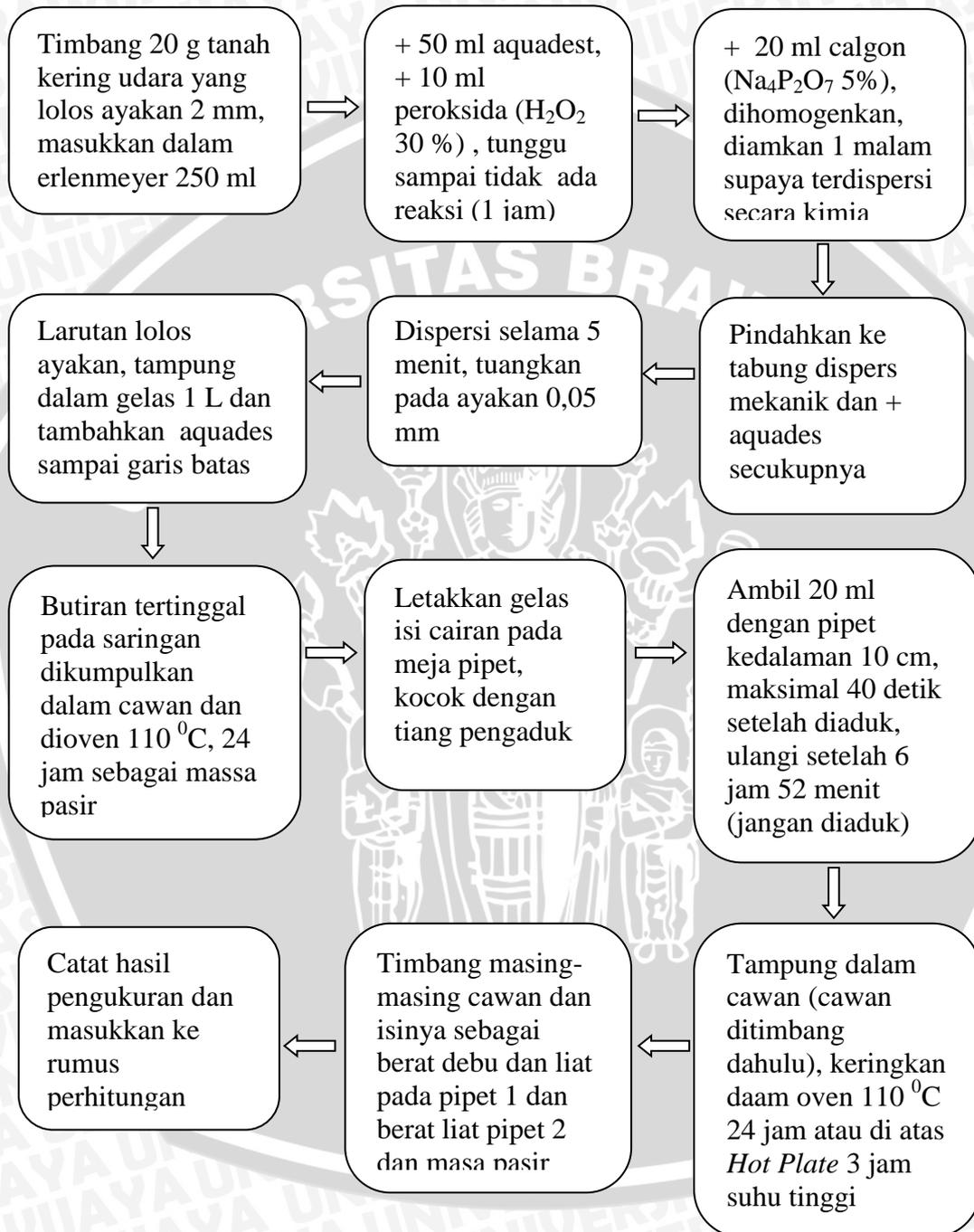


Gambar 14. Hasil Analisis Tekstur Tanah dengan Metode Pipet dan Penimbangan

Lampiran 3. Cara Kerja Laboratorium Parameter Fisika Tanah

a. Cara Kerja dan Perhitungan Tekstur Tanah

Analisis tekstur tanah dilakukan di laboratorium fisika tanah dengan alat bahan yang sudah disediakan dan cara kerja sebagai berikut:



Tabel Simulasi Analisa Tekstur

Pipet I		Pipet II		Hasil pipet I	Hasil pipet II
Massa (g)		Massa (g)			
A	b	C	D	E	f
(TO + K)1	K1	(TO + K)2	K2		
10,68	10,43	5,85	5,79	0,25	0,06

Massa pasir (P)	massa debu	massa liat	Σ PDL	% Pasir	% debu	% liat
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
G	h	I	J	K	l	m
3,63	9,50	2,50	15,63	23	61	16

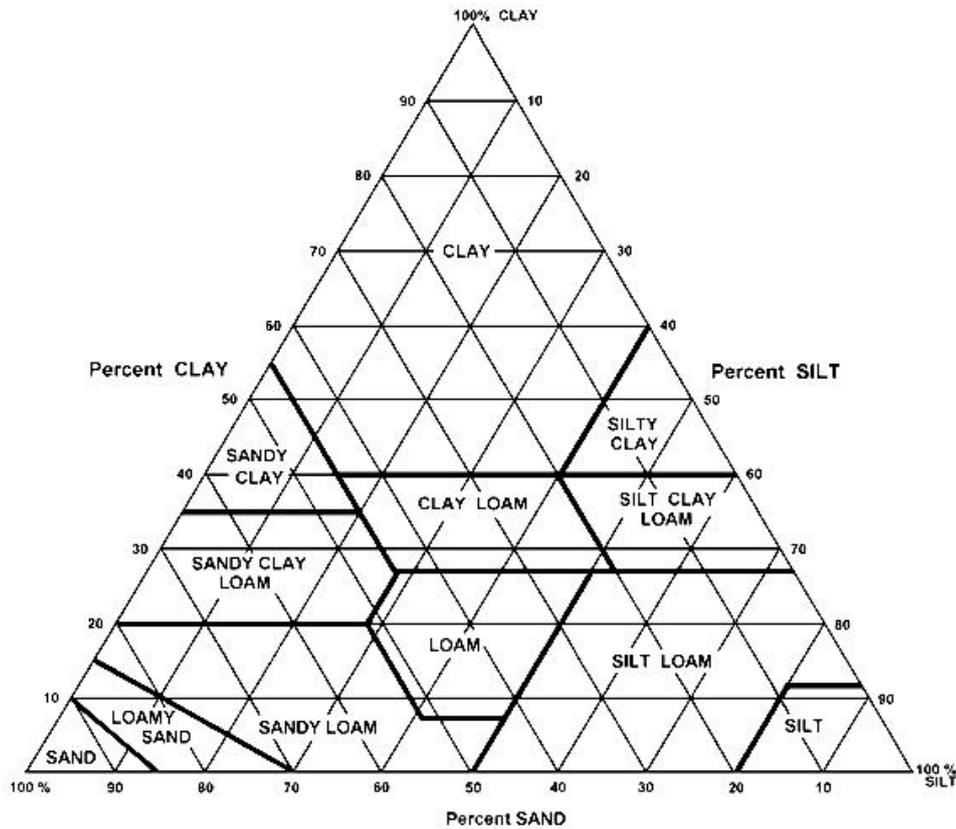
Keterangan:

- (TO+K)1 = Massa cairan tanah setelah dioven + kaleng pada pipetan ke I
 K1 = Massa kaleng pada pipetan ke I
 (TO +K)2 = Massa cairan tanah setelah dioven + kaleng pada pipetan ke II
 K2 = Massa kaleng pada pipetan ke II
 TO1 = (hasil pipet I)
 TO2 = (hasil pipet II)
 P = (Massa pasir kering oven)
 0,01 = Massa konsentrasi blangko pipet ke 2

Persamaan :

- Massa pasir (P) =
 Massa debu (D) = hasil (pipet 1 – pipet II) x 50
 Massa liat (L) = $\frac{\text{hasil (pipet II-pipet blanko II)}}{\Sigma \text{ PDL}} \times 50$
 % pasir = $\frac{\text{massa pasir}}{\Sigma \text{ massa PDL}} \times 100$
 % debu = $\frac{\text{massa debu}}{\Sigma \text{ massa PDL}} \times 100$
 % liat = 100 – (% debu +% pasir)

Penentuan kelas tekstur tanah dapat menggunakan segitiga tekstur dengan memperhatikan nilai persentase fraksi pasir, debu dan liat (Gambar 15).



Gambar 15. Segitiga Tekstur

Keterangan:

Cukup menarik 2 garis

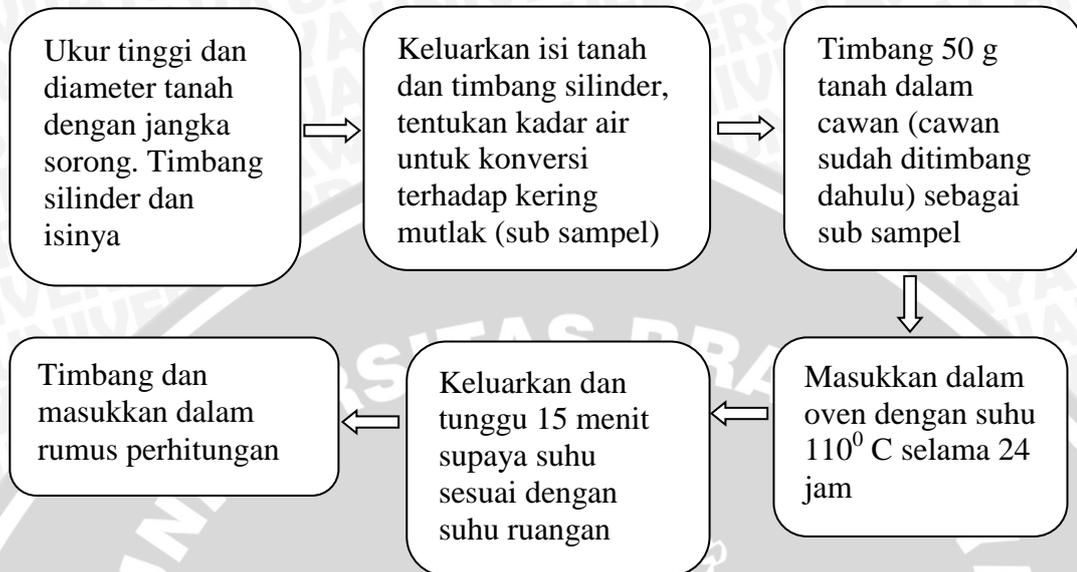
1. Dari % liat ditarik ke % Debu
2. Dari % Debu ditarik ke 5 pasir atau
3. Dari % Pasir di tarik ke % liat

Titik pertemuan 2 garis yang memotong diwilayah kelas apa misal di silt loam

Sumber: Instruksi Kerja Laboratorium Fisika Tanah (2012a)

b. Cara Kerja dan Perhitungan Berat Isi Tanah

Analisis berat isi tanah menggunakan contoh tanah dalam ring dengan alat dan bahan yang sudah disediakan di laboratorium fisika, cara kerja sebagai berikut:



Rumus perhitungan berat isi

- Contoh menghitung Volume tanah (V_t)

$$\text{Volume tanah} = 0,25 \times \pi \times D^2 \times T$$
- Cara menghitung kadar air sub sampel (w)

$$\text{Kadar air sub} = M_a / M_p$$
- Cara menghitung massa padatan (M_p)

$$M_p = \text{Berat total} / 1 + \text{kadar air sub sampel}$$
- Cara menghitung Berat Isi (BI)

$$\text{Berat Isi} = M_p / V_t = \text{g.cm}^{-3}$$

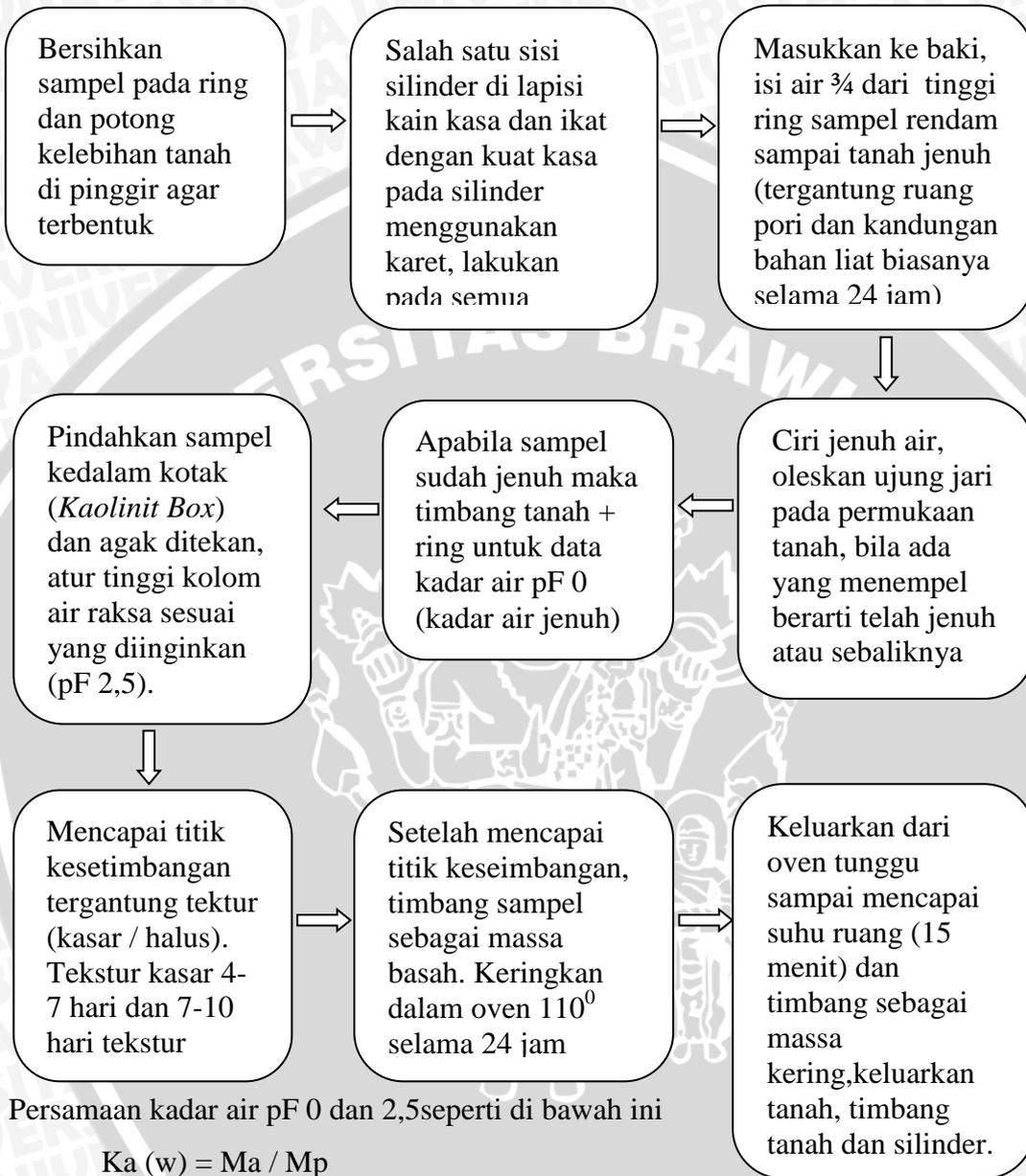
Keterangan:

- D = Diameter ring
- T = Tinggi ring
- T_b = massa tanah basah sebelum dioven
- T_o = massa tanah oven
- K = massa kaleng
- W = Kadar Air massa
- M_a = massa air
- M_p = massa padatan
- π = 3,14

Sumber: Instruksi Kerja Laboratorium Fisika Tanah (2012b)

c. Cara Kerja dan Perhitungan pF 0 dan 2.5

Kegiatan analisa kadar air pF 0 dan 2,5 menggunakan metode Gravimetri di laboratorium Fisika sebagai berikut:



Persamaan kadar air pF 0 dan 2,5 seperti di bawah ini

$$\begin{aligned}
 Ka(w) &= Ma / Mp \\
 &= (Mb - Mp) / Mp \text{ g.g}^{-1}
 \end{aligned}$$

Bila kadar air massa (w) dirubah ke Kadar air Volume (ø)

$$Ka \text{ } \emptyset = w \text{ (g.g}^{-1}) \times (BI \text{ (g.cm}^{-3}) / BJ \text{ (g cm}^{-3})$$

Keterangan

- Ma = massa air
- Mp = massa padatan
- Mb = massa tanah basah
- K = massa kaleng

Sumber: Instruksi Kerja Laboratorium Fisika Tanah (2012c)

d. Cara Kerja dan Perhitungan pF 4.2

Kegiatan analisis kadar air pF 4,2 menggunakan metode gravimetri di laboratorium Fisika sebagai berikut:



Persamaan kadar air pF 4,2 seperti di bawah ini

$$\begin{aligned}
 Ka (w) &= Ma / Mp \\
 &= (Mb-Mp) / Mp \text{ g.g}^{-1}
 \end{aligned}$$

Bila kadar air massa(w) dirubah ke Kadar air Volume (ø)

$$Ka \text{ ø} = w (\text{g.g}^{-1}) \times (BI (\text{g.cm}^{-3}) / BJ (\text{g.cm}^{-3}))$$

Keterangan:

- Ma = massa air
- Mp = massa padatan
- Mb = massa tanah basah
- K = massa kaleng

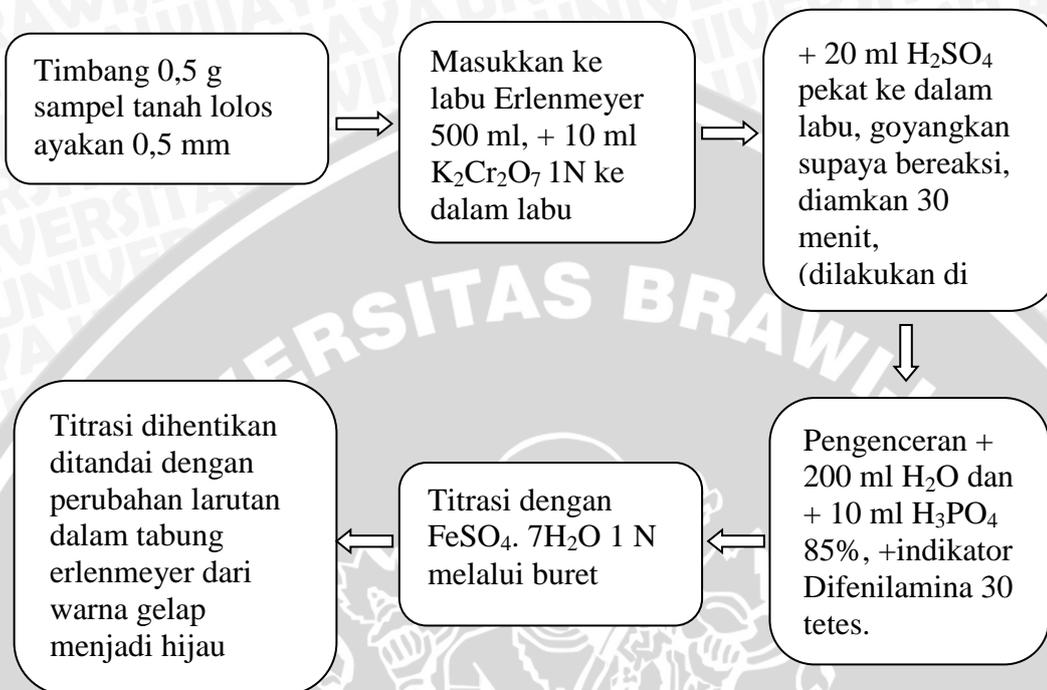
Sumber: Instruksi Kerja Laboratorium Fisika Tanah (2012d)



Lampiran 4. Cara Kerja Laboratorium Parameter Kimia Tanah

a. Cara Kerja dan Perhitungan C- Organik serta Bahan Organik Tanah

Kegiatan analisis C- Organik tanah menggunakan metode Walkey – Black sebagai berikut:



*sampel blanko (tanpa tanah) dengan diukur dengan metode yang sama seperti sampel menggunakan tanah.

Perhitungan C-organik :

$$C \text{ organik} = \frac{\text{ml blanko} - \text{ml sampel} \times 3 \times \text{FKa}}{\text{ml blanko} - \text{berat sampel}}$$

Perhitungan Bahan Organik :

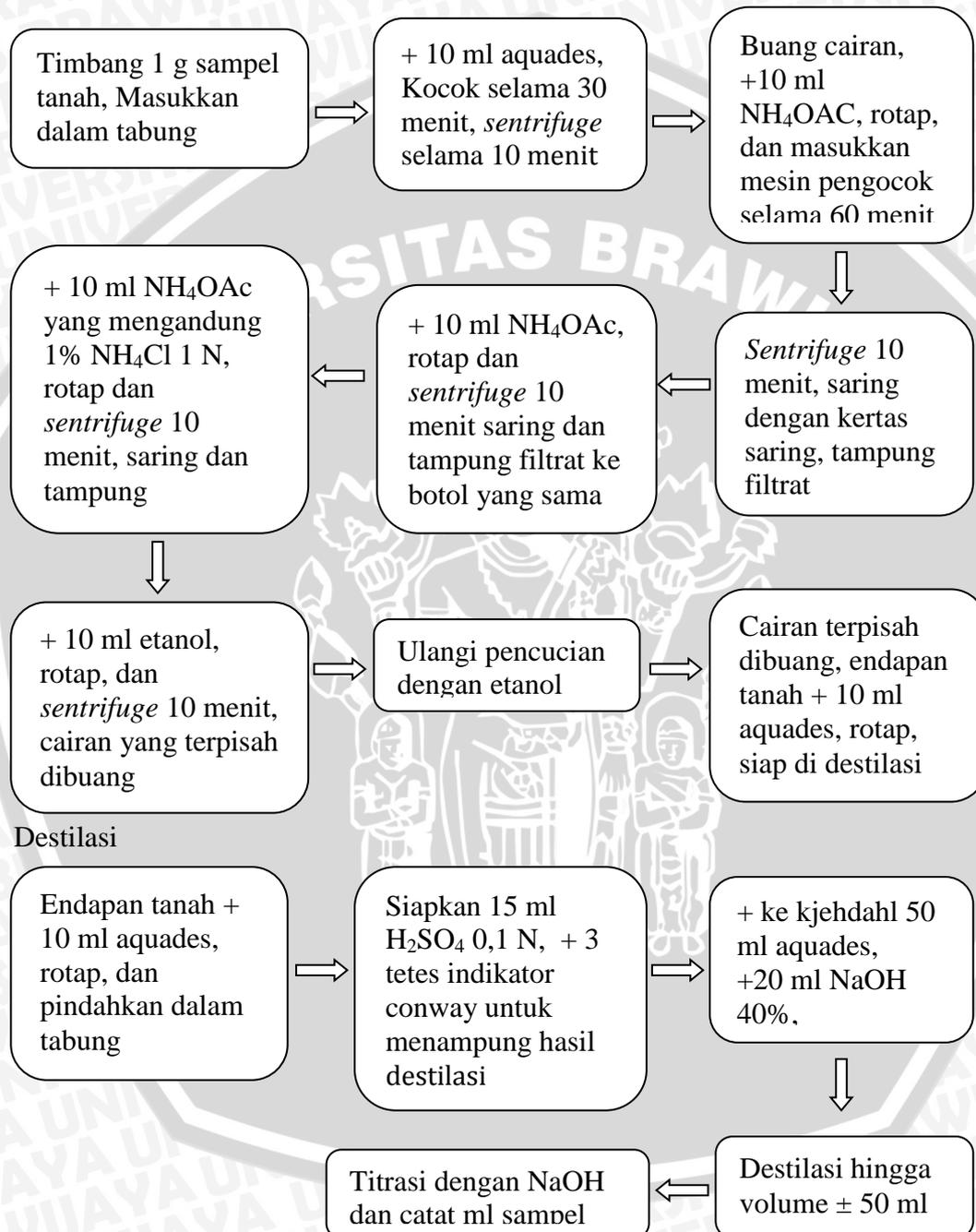
$$\text{Bahan Organik (\%)} = \% C \text{ organik} \times 1,73$$

*konstanta 3 adalah

Sumber: Instruksi Kerja Laboratorium Kimia Tanah (2012a)

b. Cara Kerja dan Perhitungan Kapasitas Tukar Kation

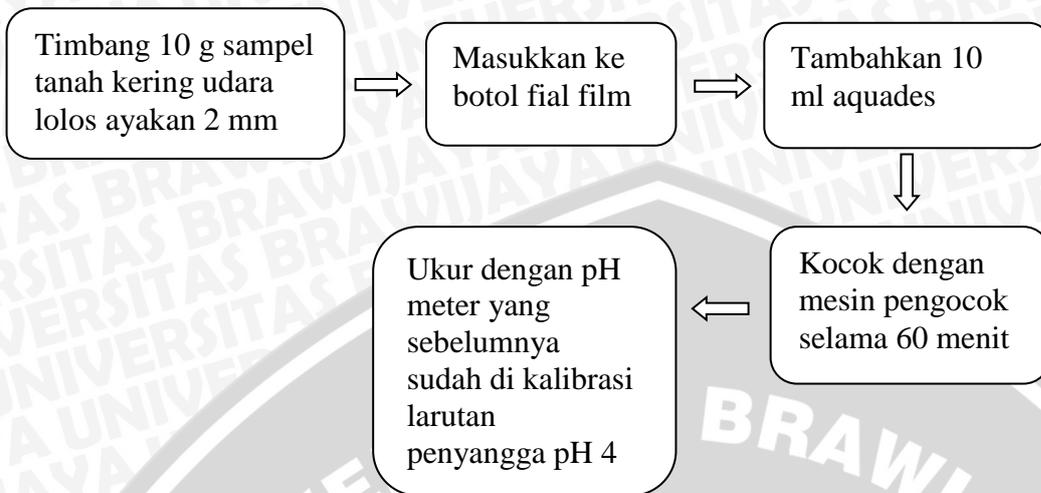
Kegiatan analisis kandungan KTK tanah dilakukan dengan Metode Destilasi Kjeldahl dengan pengestrak NH_4OAc (Amonium Asetat). Adapun tahapan dalam analisis kandungan KTK total tanah adalah sebagai berikut:



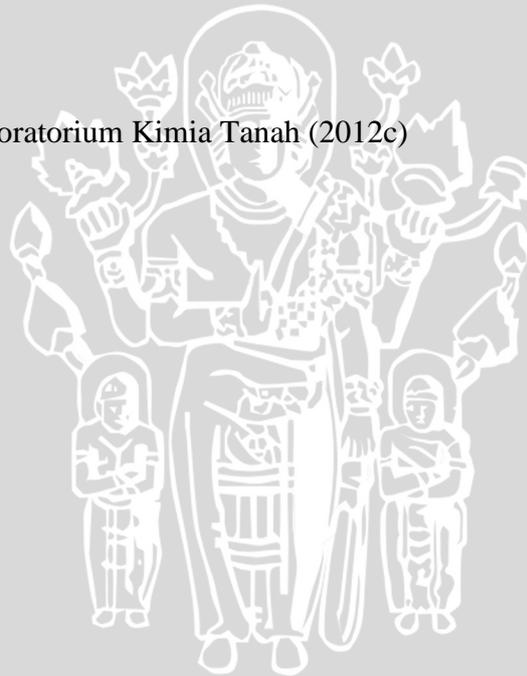
Rumus Perhitungan KTK Tanah

$$\text{KTK (cmol.kg tanah}^{-1}\text{)} = (\text{ml blanko} - \text{ml sampel}) \times \text{N NaOH} \times 100 \times \text{FKa}$$

Sumber: Instruksi Kerja Laboratorium Kimia Tanah (2012b)

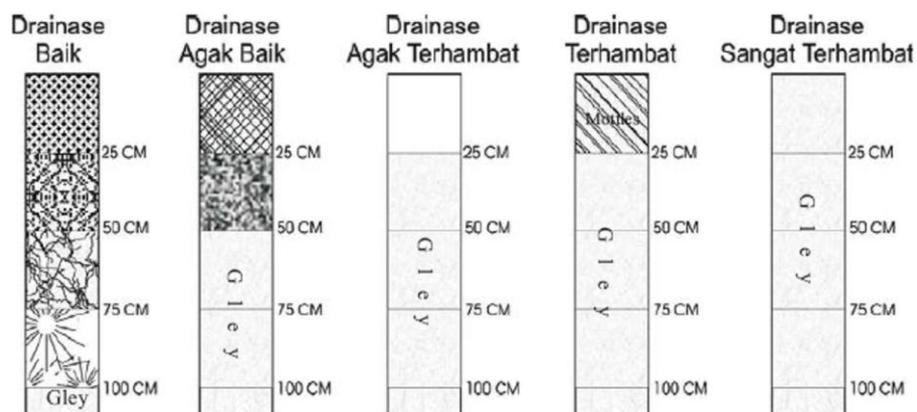
c. Cara Kerja dan Penetapan Reaksi Tanah (pH H₂O)

Sumber: Instruksi Kerja Laboratorium Kimia Tanah (2012c)



Lampiran 5. Keterangan Kelas-Kelas Kesesuaian Lahan Beberapa Parameter

Kelas Drainase menurut Sastrohartono (2011)



Kelas genangan meliputi: bahaya banjir, kedalaman dan lama banjir menurut Sastrohartono (2011)

Simbol	Kelas bahaya banjir	Kedalaman banjir (x) (cm)	Lama banjir (y) (bulan/tahun)
F0	Tidak ada	Dapat diabaikan	Dapat diabaikan
F1	Ringan	<25	<1
		25-50	<1
		50-150	<1
F2	Sedang	<25	1-3
		25-50	1-3
		50-150	1-3
		>150	<1
F3	Agak berat	<25	3-6
		25-50	3-6
		50-150	3-6
F4	Berat	<25	>6
		25-50	>6
		50-150	>6
		>150	1-3
		>150	3-6
		>150	>6

Kelas Bahaya Erosi menurut Martin and Saha (2009)

Kelas Bahaya Erosi	Jumlah tanah permukaan yang hilang (cm/tahun)
Tidak ada	0
Rendah	0 – 1,8
Sedang	1,8 – 4,8
Tinggi	>4,8



Gambar 16. Denah Kebun P3GI dari Google Earth

Lampiran 6. Deskripsi Morfologi dan Klasifikasi Tanah Kebun Bakalan

SERI BAKALAN

Pedon No. : 01

Klasifikasi : Umbric Endoaqualfs, fine, isohyperthermic family

Lokasi : Kebun Bakalan, Desa Bakalan, Kecamatan Bugul Kidul

Koordinat : x: 0710928 ; y: 9152080

Fisiografi : dataran alluvium, tidak tertoreh

Ketinggian Tempat : 0-10 mdpl

Kelerengan : 3%

Drainase : Agak terhambat

Erosi : tidak ada

Vegetasi : tebu

Bahan Induk : endapan tufvulkanis intermedier dan berkapur rasi formasi Qa

Horison : Umbrik, Argilik, Kambik

Rejim : suhu : isohyperthermic lengas : aquic

Deskripsi oleh : Deska Ayu S. K.
25 Maret 2015 12.49 WIB

0 – 26 cm (Ap) : Coklat sangat gelap kekuningan (10 YR 2/1) lembab, coklat sangat gelap kekuningan (10 YR 2/1) kering; liat; struktur granuler, sedang, cukup; gembur hingga teguh; lekat dan plastis; akar halus sedikit, sedang dan kasar banyak; pori halus dan sedang biasa, pori kasar banyak; batas angsur dan rata, beralih ke

26 -51 cm (Bt) : Coklat sangat gelap kekelabuan (10 YR 3/2) lembab, coklat sangat gelap kekelabuan (10 YR 3/2) kering; liat berat; struktur gumpal bersudut, sedang, cukup; teguh; sangat lekat dan sangat plastis; akar halus sedikit, sedang dan kasar biasa; pori halus dan sedang biasa, pori kasar banyak; batas jelas ombak, beralih ke-terdapat ciri iluviasi liat.

51-75 cm (Bw1) : Coklat sangat gelap kekelabuan (10 YR 3/3) lembab, Coklat sangat gelap kekelabuan (10 YR 3/3) kering; liat; struktur gumpal bersudut, sedang, cukup; teguh; lekat dan plastis; akar sedang dan halus banyak, kasar biasa; pori halus dan sedang banyak, pori kasar biasa; batas angsur dan rata, beralih ke-

75 – 110 cm (Bw2) : Coklat gelap (7.5 YR 4/3) lembab, coklat gelap (10 YR 4/3) kering; lempung liat berdebu; struktur gumpal bersudut pecah menjadi granuler, sedang, lemah; gembur; agak lekat dan agak plastis; akar sedang dan halus banyak, kasar biasa; pori halus dan sedang banyak, pori kasar biasa.



Gambar 17. Penampang Profil Pedon 01 Kebun Bakalan



Gambar 18. Kondisi Kebun Bakalan

Lampiran 7. Deskripsi Morfologi dan Klasifikasi Tanah Kebun Kejobo

SERI KEJOBO

Pedon No. : 02

Klasifikasi : Typic Humaquepts, very fine, isohyperthermic family

Lokasi : Kebun Kejobo, Desa Kepel, Kecamatan Bugul Kidul

Koordinat : x: 0711376; y: 9152429

Fisiografi : dataran alluvium, tidak tertoreh

Ketinggian Tempat : 0 – 10 mdpl

Kelerengan : 2%

Drainase : agak terhambat

Erosi : tidak ada

Vegetasi : tebu rotasi gandum (dalam tahun ini)

Bahan Induk : endapan tufvulkanis intermedier dan berkapur rasi formasi Qa

Horison : Umbrik, Kambik

Rejim : suhu : isohyperthermic lengas : aquic

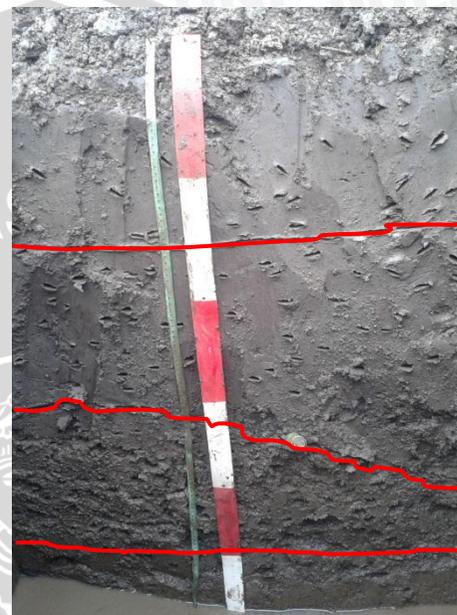
Deskripsi oleh : Deska Ayu S. K.
25 Maret 2015, 15.20 WIB

0 – 30 cm (Ap) : Abu- abu sangat gelap (Gley 1 3/N) lembab, Abu- abu sangat gelap (Gley 1 3/N) kering; liat; struktur masif, kecil, cukup; teguh; lekat dan sangat plastis; akar halus sedikit, sedang dan kasar banyak; pori halus dan sedang biasa, pori kasar banyak; batas angsur dan rata, beralih ke

30 -67 cm (Bw1) : Abu-abu gelap (Gley 1 4/N) lembab, Abu-abu gelap (Gley 1 4/N) kering; liat; struktur masif, sedang, cukup; teguh; lekat dan sangat plastis; akar halus sedikit, sedang dan kasar biasa; pori halus dan sedang biasa, pori kasar banyak; batas jelas ombak, beralih ke-

67-93 cm (Bw2) : Abu-abu sangat gelap kekelabuan (Gley 1 3/10Y) lembab, Abu-abu sangat gelap kekelabuan (Gley 1 3/10Y) kering; liat; struktur gumpal bersudut pecah gumpal membulat, sedang, cukup; teguh; lekat dan plastis; akar sedang dan halus banyak, kasar biasa; pori halus dan sedang banyak, pori kasar biasa; batas angsur dan rata, beralih ke-

93 – 125 cm (Bw3) : Abu-abu sangat gelap (Gley 1 3/N) lembab, Abu-abu sangat gelap (Gley 1 3/N) kering; liat; struktur masif, sedang, cukup; teguh; lekat dan plastis; akar sedang dan halus banyak, kasar biasa; pori halus dan sedang banyak, pori kasar biasa.



Gambar 19. Penampang Profil Pedon 02 Kebun Kejobo



Gambar 20. Kondisi Kebun Kejobo

Lampiran 8. Deskripsi Morfologi dan Klasifikasi Tanah Kebun Bugul Kidul

SERI BUGUL KIDUL

Pedon No. : 03

Klasifikasi : Typic Humaquepts, fine silty, isohyperthermic family

Lokasi : Kebun Bugul Kidul, Desa dan Kecamatan Bugul Kidul

Koordinat : x: 710890; y: 9153763

Fisiografi : dataran alluvium, tidak tertoreh

Ketinggian Tempat : 0 – 10 mdpl

Kelerengan : 2 %

Drainase : terhambat (daerah banjir ketika musim hujan)

Erosi : tidak ada

Vegetasi : tebu

Bahan Induk : endapan tufvulkanis intermedier dan berkapur rasi formasi Qa

Horison : Umbrik, Kambik

Rejim : suhu : isohyperthermic lengas : aquic

Deskripsi oleh : Deska Ayu S. K.
08 April 2015, 14.20 WIB

0 – 38 cm (Ap) : Hitam (Gley 1 2.5/N) lembab, Hitam (Gley 1 2.5/N) kering; lempung berdebu; struktur masif, kecil, lemah; gembur; agak lekat dan agak plastis; akar halus sedikit, sedang dan kasar banyak; pori halus dan sedang biasa, pori kasar banyak; batas angsur dan rata, beralih ke

38 -61 cm (Bc1) : Abu-abu sangat gelap (Gley 1 3/N) lembab, Abu-abu sangat gelap (Gley 1 3/N) kering; lempung berdebu; struktur masif, kecil, cukup; gembur; agak lekat dan agak plastis; akar halus sedikit, sedang dan kasar banyak; pori halus dan sedang biasa, pori kasar banyak; karatan warna kekuningan, sedikit; batas jelas ombak, beralih ke-

61-95 cm (Bc2) : Hitam kekelabuan (Gley 1 2.5/10Y) lembab, Hitam kekelabuan (Gley 1 2.5/10Y) kering; lempung berdebu; struktur gumpal bersudut, sedang, cukup; teguh; agak lekat dan agak plastis; akar sedang dan halus banyak, kasar biasa; pori halus dan sedang banyak, pori kasar biasa; karatan warna kekuningan, sedikit; batas angsur dan ombak, beralih ke-

95 – 110 cm (Bw) : Hitam kekelabuan (Gley 1 2.5/10Y) lembab, Hitam kekelabuan (Gley 1 2.5/10Y) kering; lempung berdebu; struktur masif, sedang, cukup ; teguh; agak lekat dan agak plastis; akar sedang dan halus banyak, kasar biasa; pori halus dan sedang banyak, pori kasar biasa.



Gambar 21. Penampang Profil Pedon 03 Kebun Bugul Kidul

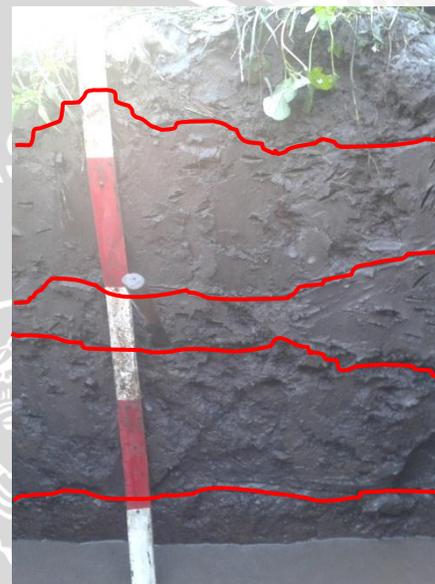


Gambar 22. Kondisi Kebun Bugul Kidul

Lampiran 9. Deskripsi Morfologi dan Klasifikasi Tanah Kebun Kepel

SERI KEPEL

Pedon No.	: 04
Klasifikasi	: Typic Endoaquepts, fine silty, isohyperthermic family
Lokasi	: Kebun Kepel, Desa Kepel, Kecamatan Bugul Kidul
Koordinat	: x: 711511; y: 9152817
Fisiografi	: dataran alluvium, tidak tertoreh
Ketinggian Tempat	: 0-10 mdpl
Kelerengan	: 2%
Drainase	: terhambat (daerah banjir ketika musim hujan)
Erosi	: tidak ada
Vegetasi	: tebu
Bahan Induk	: endapan tufvulkanis intermedier dan berkapur rasi formasi Qa
Horison	: Umbrik, Kambik
Rejim	: suhu : isohyperthermic lengas : aquic
Deskripsi oleh	: Deska Ayu S. K.
	: 08 April 2015, 16.47 WIB
0 – 13,5 cm	: Hitam (10 YR 2/1) lembab Hitam (10 YR 2/1) kering; lempung berdebu; granuler, sedang, lemah; gembur; agak lekat dan agak plastis; akar halus sedikit, sedang dan kasar banyak; pori halus dan sedang biasa, pori kasar banyak; batas angsur dan ombak, beralih ke
13,5 -35 cm	: Abu-abu gelap (10 YR 4/1) lembab, Abu-abu gelap (10 YR 4/1) kering; lempung berdebu; struktur gumpal bersudut, sedang, cukup; teguh; agak lekat dan agak plastis; akar halus sedikit, sedang dan kasar biasa; pori halus dan sedang biasa, pori kasar banyak; batas jelas ombak, beralih ke-
35-45,5 cm	: Coklat sangat gelap (10 YR 2/2) lembab, Coklat sangat gelap (10 YR 2/2) kering; lempung berdebu; struktur gumpal bersudut, kecil, lemah; gembur; agak lekat dan agak plastis; akar halus dan sedang banyak, kasar biasa; pori halus dan sedang banyak, pori kasar biasa; batas jelas dan ombak, beralih ke-
45,5 – 74.5 cm	: Bluish black (Gley 2 2.5/5PB) lembab, Bluish black (Gley 2 2.5/5PB) kering; lempung berdebu; struktur gumpal bersudut, sedang, cukup; gembur; agak lekat dan agak plastis; akar halus banyak, akar sedang dan kasar biasa; pori halus dan sedang banyak, pori kasar biasa; batas angsur dan ombak, beralih ke
74,5 – 110 cm	: Coklat sangat gelap kekelabuan (10 YR 3/2) lembab; Coklat sangat gelap kekelabuan (10 YR 3/2) kering; lempung berdebu; struktur gumpal bersudut, kecil, lemah; gembur; agak lekat dan agak plastis; akar halus banyak, akar sedang dan kasar biasa; pori halus dan sedang banyak, pori kasar biasa



Gambar 23. Penampang Profil Pedon 04 Kebun Kepel



Gambar 24. Kondisi Kebun Kepel

Lampiran 10. Data Hasil Analisis Laboratorium

*Kode Sampel	Berat Isi (g.cm ⁻³)	Prosentase tekstur			Kelas Tekstur	Kadar Air (cm ³ .cm ⁻³)		C-Organik (%)	pH H ₂ O	KTK (cmol.kg ⁻¹)
		Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)		pF 2.5	pF 4.2			
BA Horison 1	1,13	6	26	68	Liat	0,22	0,17	1,44	5,85	59,21
BA Horison 2	1,22	6	17	77	Liat	0,26	0,22	0,76	6,15	56,63
BA Horison 3	1,17	15	39	46	Liat	0,27	0,20	0,67	6,56	49,43
BA Horison 4	1,15	14	46	39	Lempung Liat Berdebu	0,27	0,20	0,77	6,32	42,99
KJ Horison 1	1,14	2	25	73	Liat	0,29	0,22	1,75	6,78	64,27
KJ Horison 2	1,03	1	28	70	Liat	0,34	0,18	1,06	6,39	62,63
KJ Horison 3	1,00	2	31	68	Liat	0,25	0,17	0,69	6,62	61,91
KJ Horison 4	1,00	3	36	61	Liat	0,29	0,17	0,69	7,09	57,35
BK Horison 1	0,97	1	71	29	Lempung Berdebu	0,29	0,20	0,72	6,62	66,47
BK Horison 2	0,93	1	69	30	Lempung Berdebu	0,29	0,17	1,00	6,44	60,37
BK Horison 3	0,94	1	70	29	Lempung Berdebu	0,27	0,18	0,70	6,88	61,86
BK Horison 4	0,90	2	72	27	Lempung Berdebu	0,26	0,16	0,20	6,87	57,04
KE Horison 1	1,02	1	71	29	Lempung Berdebu	0,28	0,21	1,78	6,44	64,09
KE Horison 2	0,90	1	71	28	Lempung Berdebu	0,25	0,16	1,22	6,60	63,72
KE Horison 3	0,94	1	70	29	Lempung Berdebu	0,27	0,17	1,22	6,07	42,23
KE Horison 4	1,34	0	70	29	Lempung Berdebu	0,40	0,27	1,38	6,46	57,47
KE Horison 5	1,21	2	72	26	Lempung Berdebu	0,35	0,25	0,90	6,70	55,97