

**PENGARUH PENGOLAHAN TANAH DAN PENAMBAHAN
ABU KETEL TERHADAP SIFAT FISIK TANAH,
PERTUMBUHAN, DAN PRODUKSI TANAMAN TEBU
(*Saccharum officinarum*) PADA ULTISOLS**

Oleh

**SURYANA
MINAT MENEJEMEN SUMBER DAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2014**

**PENGARUH PENGOLAHAN TANAH DAN PENAMBAHAN
ABU KETEL TERHADAP SIFAT FISIK TANAH,
PERTUMBUHAN, DAN PRODUKSI TANAMAN TEBU
(*Saccharum officinarum*) PADA ULTISOLS**

Oleh

SURYANA

105040201111140

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

SKRIPSI

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

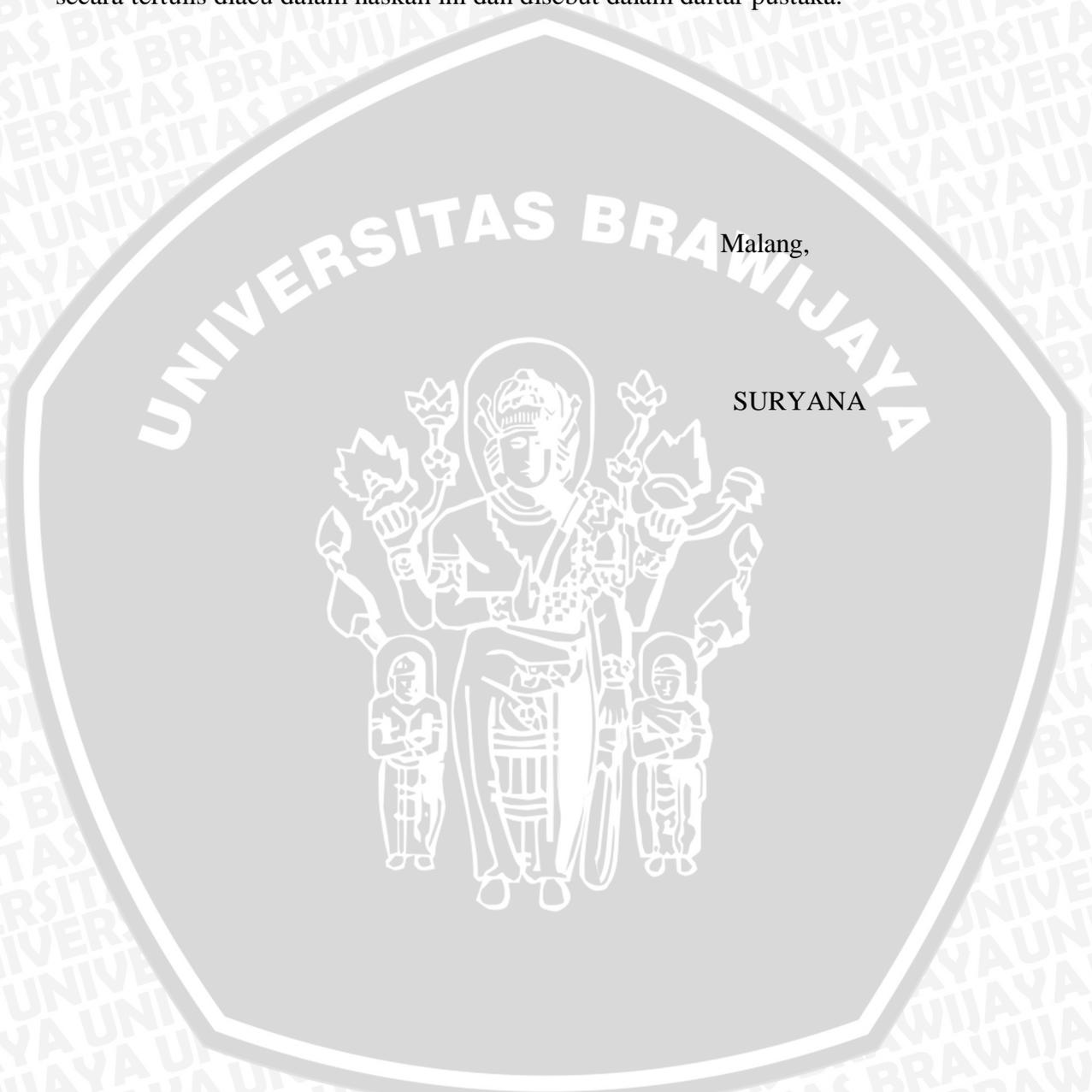
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2014**

PERNYATAAN

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

Malang,

SURYANA



Judul Skripsi : PENGARUH PENGOLAHAN TANAH DAN PENAMBAHAN ABU KETEL TERHADAP SIFAT FISIK TANAH, PERTUMBUHAN, DAN PRODUKSI TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum*) PADA ULTISOLS

Nama Mahasiswi: SURYANA
NIM : 105040201111140
Jurusan : TANAH
Program Studi : AGROEKOTEKNOLOGI
Minat : MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof.Ir. Wani Hadi Utomo, Ph.D.
NIP. 19491204 197412 1 001

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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Tanah
Fakultas Pertanian

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.Ir. Wani Hadi Utomo, Ph.D.
NIP. 19491204 197412 1 001

Penguji III

Penguji IV

Ir. Bambang Siswanto, MS.
NIP. 1950073 0197903 1 001

Kurniawan Sigit Wicaksono, SP. M.Sc.
NIP. 19781021 200502 1 010

Tanggal Lulus :

“Dia memberikan hikmah (ilmu yang berguna)
 kepada siapa yang dikehendaki-Nya.
 Barang siapa yang mendapat hikmah itu
 Sesungguhnya ia telah mendapat kebajikan yang banyak,
 Dan tiadalah yang menerima peringatan
 melainkan orang-orang yang berakal”.
 (Q.S. Al-Baqarah: 269)

Ungkapan hati sebagai rasa Terima Kasihku

*Alhamdulillahirabbil' alamin... Alhamdulillahirabbil 'alamin... Alhamdulillahirabbil
 alamin...*

*Akhirnya aku sampai ke titik ini,
 sepercik keberhasilan yang Engkau hadiahkan padaku ya Rabb
 Tak henti-hentinya aku mengucap syukur pada Mu ya Rabb
 Serta shalawat dan salam kepada idola ku Rasulullah SAW dan para sahabat yang
 mulia
 Semoga sebuah karya mungil ini menjadi amal shaleh bagiku dan menjadi kebanggaan
 bagi keluargaku tercinta
 Ku persembahkan karya mungil ini...
 untuk belahan jiwa ku bidadari surgaku yang tanpamu aku bukanlah siapa-siapa
 di dunia fana ini Ibundaku tersayang (SANATI)
 serta orang yang menginjeksikan segala idealisme, prinsip, edukasi, dan kasih sayang
 berlimpah dengan wajah datar menyimpan kegelisahan ataupun perjuangan yang tidak
 pernah ku ketahui,
 namun tenang temaram dengan penuh kesabaran
 dan pengertian luar biasa Ayahandaku tercinta (SYARIFUDDIN)
 yang telah memberikan segalanya untukku
 Kepada Adik-Adikku (M. Ismail), (Risad Hafid)
 terima kasih tiada tara atas segala support yang telah diberikan selama ini dan
 semoga Adik-adikku tercinta dapat menggapai keberhasilan juga di kemudian hari.
 serta Keluarga Besar ku yang selalu mendoakan disetiap langkahku.
 Terakhir, kepada sahabat setiaku forever (Prisma, Fitri, Patria, Lia, Tanzil)
 syukran banget atas supportnya baik itu moril & materil selama masa perkuliahan
 Akhir kata, semoga skripsi ini membawa manfaat. Jika hidup bisa kuceritakan
 di atas kertas, entah berapa banyak yang dibutuhkan hanya untuk kuucapkan
 terima kasih... ^ _ ^*

RINGKASAN

SURYANA. 105040201111140. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Penambahan Abu Ketel terhadap Sifat Fisik Tanah, Pertumbuhan, dan Produksi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*) Pada Ultisols. Dibawah bimbingan Wani Hadi Utomo dan Bambang Siswanto

Area lahan perkebunan tebu pada umumnya sangat luas, sehingga pengolahan tanah dilakukan secara mekanis menggunakan alat dan mesin pertanian (traktor dan alat pengolahan tanah). Meskipun kegiatan pengolahan tanah secara teratur dianggap penting dalam budidaya tebu. Namun, pada waktu yang bersamaan roda traktor menyebabkan terjadinya pemadatan tanah. Pengolahan tanah yang berlebihan menjadi penyebab utama terjadinya kerusakan tanah (Larson dan Osborne., 1982). Pemadatan tanah dapat menghambat pertumbuhan tanaman, menghambat penetrasi akar tanaman, membatasi pergerakan air dan udara di dalam tanah dan menyebabkan pertumbuhan bibit menjadi lambat dan akhirnya akan dapat mengurangi produksi tanaman tebu. Sehingga pengolahan tanah sebaiknya seminimal mungkin (*minimum tillage*) serta dengan menambahkan abu ketel yang memiliki karakteristik yang sama dengan biochar yang dapat berfungsi sebagai pembenah tanah, meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memasok sejumlah nutrisi yang berguna serta meningkatkan sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Glaser, Lehmann, dan Zech, 2002).

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan PTPN X Pabrik Gula Bone Sulawesi Selatan pada bulan Maret 2013 sampai Januari 2014. Laboratorium penelitian di Laboratorium Pengolahan PG Bone, Sulawesi Selatan, Laboratorium Pengolahan PG Camming, Sulawesi Selatan, Laboratorium Fisika Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar, dan Laboratorium Fisika Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Variabel pengamatan meliputi berat isi tanah, porositas tanah, permeabilitas, tahanan penetrasi tanah, tinggi tanaman tebu, jumlah batang tebu, lingkaran batang tebu, produksi tebu, rendemen tebu, dan analisa ekonomi. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan 3 ulangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi metode pengolahan tanah dengan intensitas semakin tinggi menghasilkan produksi tebu yang semakin rendah dan biaya konsumsi bahan bakar yang semakin tinggi, sehingga menyebabkan hasil pengolahan tanahnya tidak efisien dan tidak efektif. Metode pengolahan tanah dengan intensitas pengolahan tanah *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) menghasilkan berat isi tanah dan tahanan penetrasi tanah yang baik sehingga menghasilkan pengolahan tanah yang paling efektif dan efisien.

Kisaran berat isi tanah dan tahanan penetrasi tanah yang baik untuk pertumbuhan dan produksi tebu maksimum yaitu sebesar 1,20-1,30 g cm⁻³ dan 6,00-14,00 kg cm⁻², yang diperoleh dengan cara mengaplikasikan metode pengolahan tanah yaitu *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 ton dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5).

SUMMARY

SURYANA. 105040201111140. Influence of Tillage and the Addition of Boiler Ash on Soil Physical Properties, growth, and production of Sugarcane (*Saccharum officinarum*) in Ultisols. Supervised by Wani Hadi Utomo, and Bambang Siswanto.

Areas of sugarcane plantations in general very broad, so that the processing is done mechanically using tools and agricultural machinery (tractors and tillage equipment). Although tillage as regularly are important for cultivation of sugar cane. However, at the same time the tractor wheels cause soil compaction. Excessive tillage is the main cause of damage to the soil (Larson and Osborne., 1982). Compaction of the soil can inhibit plant growth, inhibit the penetration of plant roots, restricting the movement of water and air in the soil and cause seedling growth slows and eventually will be able to reduce the production of sugar cane. So that should be kept to a minimum tillage (minimum tillage) and by adding the boiler ash which has the same characteristics with biochar that can serve as soil amandement, increase plant growth by supplying a number of useful nutrients and improve the physical, chemical and biological good characteristic of soil (Glaser, Lehmann and Zech, 2002).

This research was conducted at the Experimental Sugar Factory PTPN X Bone in South Sulawesi in March 2013 to January 2014 this research was done in the Processing Laboratory PG Bone, South Sulawesi, Laboratuim PG Camming Processing, South Sulawesi, Soil Physics Laboratory of the Faculty of Agriculture, University of Hasannuddin, Makassar , and Soil Physics Laboratory of the Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Malang. Variables include the observation of soil bulk density, soil porosity, permeability, soil penetration resistance, high sugarcane, number of cane girth of, production of cane, cane yield, and economic analysis. These experiments using Randomized Complete Block Design (RBD) with 3 replications 5 treatments.

The results showed that the application of soil treatment with the higher intensity resulted lower production of sugar cane and the fuel consumption cost is higher, thus causing this method is inefficient and ineffective. Methods of soil tillage with intensity subsoiling 2 times + harrowing 1 times + furrowing 1 time and boiler ash 40 t was put in the bolt subsoiling (P5) that can produce good bulk density and good penetration resistance, so this tillage is the most effective and efficient.

Range of soil bulk density and soil penetration resistance in good condition for growth and maximum production of sugarcane is between of 1,20 to 1,30 g cm⁻³ and 6,00 to 14,00 kg cm⁻², which is obtained by applying the method of tillage subsoiling 2 times + harrowing 1 times + furrowing 1 times and boiler ash 40 t was put in the bolt subsoiling (P5).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik dan hidayah-NYA sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Pengolahan Tanah dan Penambahan Abu Ketel terhadap Sifat Fisik Tanah, Pertumbuhan, dan Produksi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*) Pada Ultisols”**. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Prof.Ir. Wani Hadi Utomo, Ph.D selaku dosen pembimbing utama.
2. Ir. Bambang Siswanto, MS selaku dosen pembimbing pendamping.
3. Prof.Dr.Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU selaku Sekertaris Jurusan Menejemen Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
5. Kurniawan Sigit Wicaksono, SP. M.Sc. selaku penguji skripsi
6. Bapak Salapu Pagiu dan Bapak Ir. Gunomo Djojowasito, MS yang telah memberi bimbingan selama penelitian berlangsung.
7. Kantor Direksi PTPN X Pabrik Gula Bone, yang telah memberikan izin pelaksanaan skripsi ini.
8. Ayahanda tercinta Syarifuddin, Ibunda tercinta Sanati, Kakak ku tersayang (Kusriyanto) dan adik-adik ku tersayang Muhammad Ismail dan Risad Hafid serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan doa yang tak pernah putus.
9. Sahabatku tercinta HIMAGIFO (Prisma Suganda, Fitri Wijayanti, Fajarina Firliyana, Patria Pikukuh dan Ahmad Ilham Tanzil) Relios 2010, Sipyanti, Kisman Topani, Kiromil Abror, M. Randika, Charolina, Norfitria Hasanah, Rinda Wira Risma) Hanny, Ineke, Dwi, M. Yani, dan M. Arsys Tawa terimakasih telah memberikan kekuatan, semangat, dan dorongan hingga terselesaikan skripsi ini.

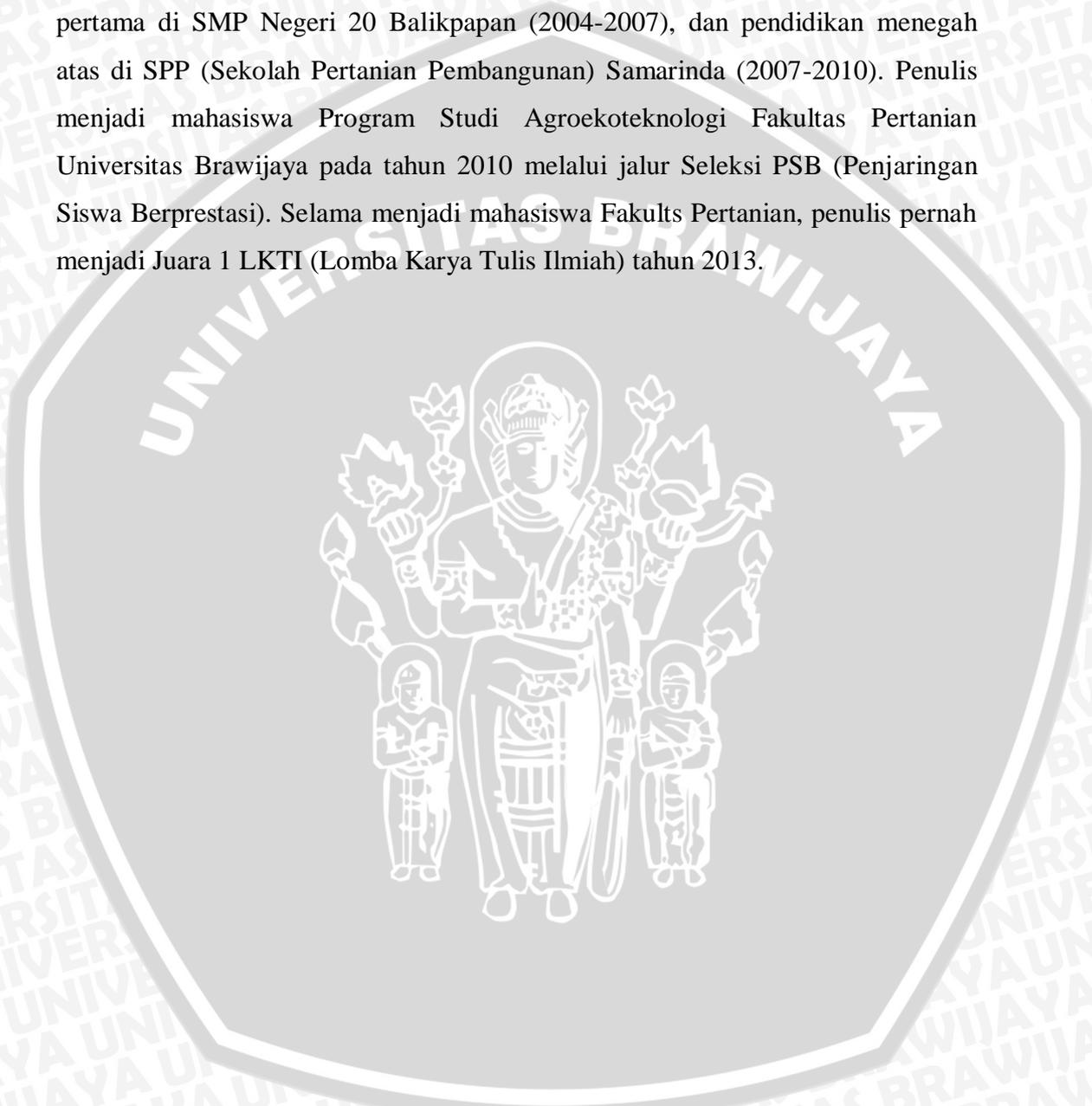
Akhir kata, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran yang bersifat membangun.

Malang, September 2014

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Balikpapan pada tanggal 22 Desember 1991, anak pertama dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Syarifuddin dan Ibu Sanati. Penulis memulai pendidikan dasar di SD Negeri 038 (1998-2004), pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 20 Balikpapan (2004-2007), dan pendidikan menengah atas di SPP (Sekolah Pertanian Pembangunan) Samarinda (2007-2010). Penulis menjadi mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada tahun 2010 melalui jalur Seleksi PSB (Penjaringan Siswa Berprestasi). Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis pernah menjadi Juara 1 LKTI (Lomba Karya Tulis Ilmiah) tahun 2013.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Perumusan Masalah.....	2
1.3.Tujuan.....	3
1.4.Manfaat Penelitian	3
1.5.Hipotesis	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Tanaman Tebu	4
2.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Dan Produksi Tebu ...	6
2.3. Pengolahan Tanah	12
2.5. Pemadatan Tanah	17
2.6. Abu Ketel.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1. Waktu dan tempat penelitian	21
3.2. Alat dan Bahan penelitian.....	21
3.3. Pelaksanaan Penelitian	21
3.4. Analisa Data.....	27
3.5. Perancangan Penelitian.....	27
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Sifat Fisik Tanah	28
4.2. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman Tebu	36
4.3. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Produksi Tanaman Tebu.....	42
4.4. Analisis Ekonomi	44
4.5. Hubungan Sifat Fisik Tanah dengan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman tebu	46
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	58

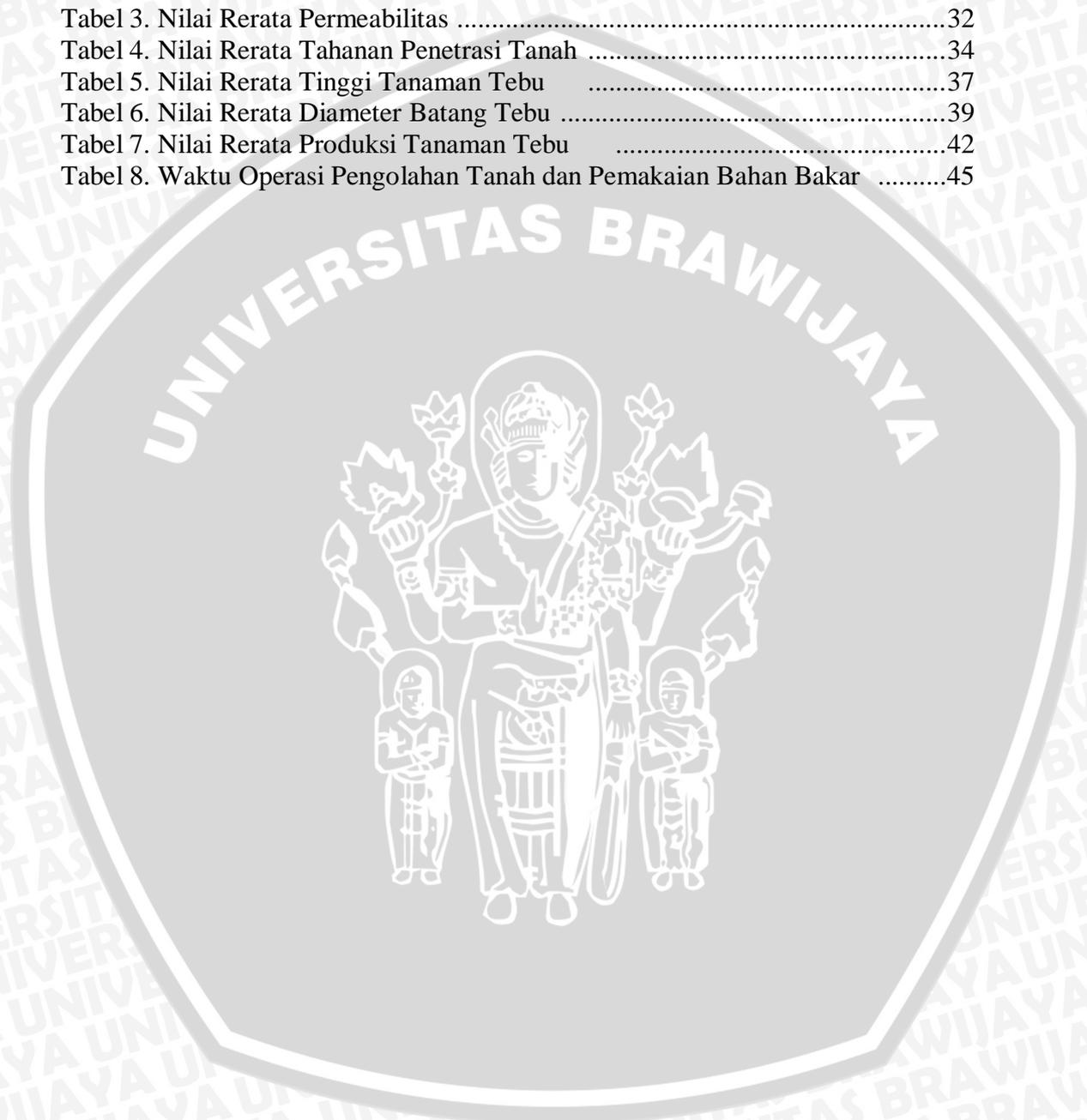
DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 1.	Bajak Subsoiler	14
Gambar 2.	Bajak Piring	15
Gambar 3.	Garu Piring	16
Gambar 4.	Kair	16
Gambar 5.	Pola <i>Overlapping Alteration</i> Pada kegiatan Pengolahan Tanah	22
Gambar 6.	Pola <i>Headland From Center</i> Pada kegiatan Pengolahan Tanah	23
Gambar 7.	Pengaruh Perlakuan terhadap Berat Isi Tanah	28
Gambar 8.	Pengaruh Perlakuan terhadap Porositas Tanah	30
Gambar 9.	Pengaruh Perlakuan terhadap Permeabilitas	33
Gambar 10.	Pengaruh Perlakuan terhadap Tahanan Penetrasi Tanah	35
Gambar 11.	Pengaruh Perlakuan terhadap Panjang Akar Tanaman Tebu	36
Gambar 12.	Pengaruh Perlakuan terhadap Tinggi Tanaman Tebu	38
Gambar 13.	Pengaruh Perlakuan terhadap Diameter Batang Tebu.....	40
Gambar 14.	Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Jumlah Batang Tebu	41
Gambar 15.	Pengaruh Perlakuan terhadap Produksi Tebu	43
Gambar 16.	Pengaruh Perlakuan terhadap Rendemen Tebu	44
Gambar 17.	Pengaruh Perlakuan terhadap Keuntungan	45
Gambar 18.	Hubungan Berat Isi Tanah dengan Jumlah Batang Tebu	46
Gambar 19.	Hubungan Tahanan Penetrasi Tanah dengan Tinggi Tanaman Tebu..	47
Gambar 20.	Hubungan Permeabilitas dengan Tinggi Tanaman Tebu	48
Gambar 21.	Hubungan Porositas Tanah dengan Tinggi Tanaman Tebu	48
Gambar 22.	Hubungan Diameter Batang Tebu dengan Tinggi Tanaman Tebu	49
Gambar 23.	Hubungan Berat Isi Tanah dengan Porositas Tanah.....	50
Gambar 24.	Hubungan Diameter Batang Tebu dengan Produksi Tebu	50
Gambar 25.	Hubungan Tinggi Tanaman Tebu dengan Produksi	51



DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 1.	Metode Analisa Parameter Sifat Fisik Tanah, Pertumbuhan, dan Produksi Tanaman Tebu	27
Tabel 2.	Perlakuan	27
Tabel 3.	Nilai Rerata Permeabilitas	32
Tabel 4.	Nilai Rerata Tahanan Penetrasi Tanah	34
Tabel 5.	Nilai Rerata Tinggi Tanaman Tebu	37
Tabel 6.	Nilai Rerata Diameter Batang Tebu	39
Tabel 7.	Nilai Rerata Produksi Tanaman Tebu	42
Tabel 8.	Waktu Operasi Pengolahan Tanah dan Pemakaian Bahan Bakar	45



DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Denah Percobaan Penelitian	58
Lampiran 2.	Analisis Dasar Abu Ketel	58
Lampiran 3.	Denah Pengamatan Tanaman Tebu	59
Lampiran 4.	Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Variabel Pengamatan	59
Lampiran 4a.	Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Berat Isi Tanah (g cm^{-3})	59
Lampiran 4b.	Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Porositas Total (% volume)	60
Lampiran 4c.	Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Permeabilitas	60
Lampiran 4d.	Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Tahanan Penetrasi Tanah	61
Lampiran 4e.	Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Tinggi Tanaman (cm)	61
Lampiran 4f.	Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Lingkar Batang (cm)	62
Lampiran 4g.	Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Jumlah Batang	62
Lampiran 4h.	Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Produksi Tebu	62
Lampiran 4i.	Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Produksi Tebu	63
Lampiran 5.	Nilai Rerata Pengamatan	63
Lampiran 5a.	Nilai Rerata Berat Isi Tanah	63
Lampiran 5b.	Nilai Rerata Porositas Tanah	63
Lampiran 5c.	Nilai Rerata Jumlah Btanag Tebu	63
Lampiran 5d.	Nilai Rerata Rendemen Tebu	64
Lampiran 6.	Matriks Korelasi Antar Variabel Pengamatan	64
Lampiran 6a.	Matriks Korelasi Antar Variabel Pengamatan 3 Bulan Setelah Tanam	64
Lampiran 6b.	Matriks Korelasi Antar Variabel Pengamatan 6 Bulan Setelah Tanam	64
Lampiran 6c.	Matriks Korelasi Antar Variabel Pengamatan 9 Bulan Setelah Tanam	64
Lampiran 7.	Analisis Ekonomi Pengolahan Tanah terhadap Variabel Pengamatan	65
Lampiran 7a.	Analisis Ekonomi Pada Perlakuan Kontrol <i>Plowing</i> 2 kali + <i>Harrowing</i> 2 kali + <i>Furrowing</i> 1 kali abu ketel 40 t disebar (P1).....	65
Lampiran 7b.	Analisis Ekonomi Pada Perlakuan Kontrol <i>Plowing</i> 2 kali + <i>Harrowing</i> 2 kali + <i>Furowing</i> 1 kali abu ketel 40 t disebar (P2)	65

Lampiran 7c. Analisis Ekonomi Pada Perlakuan Kontrol *Plowing* 1 kali
 + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar (P3)
66

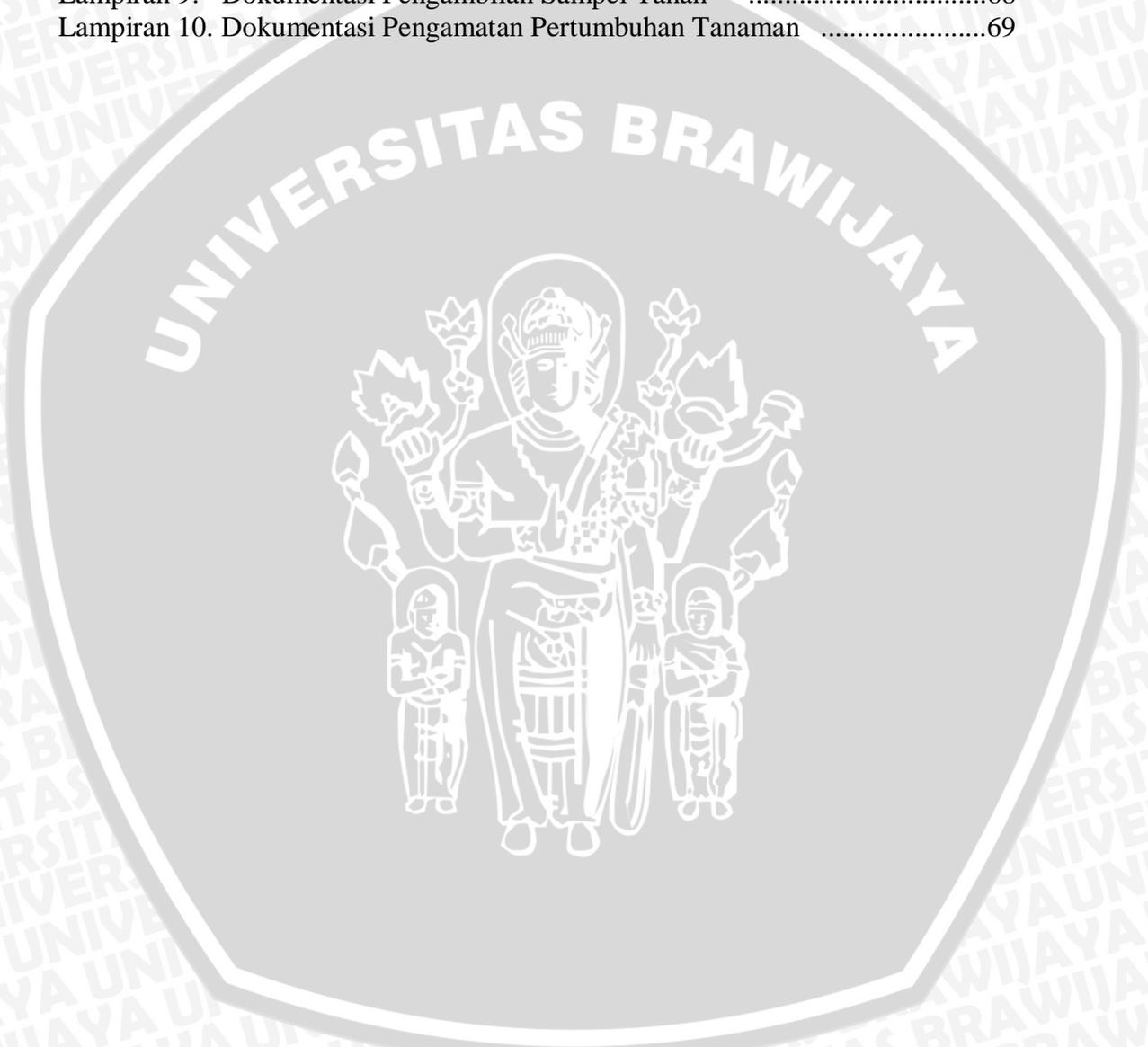
Lampiran 7d. Analisis Ekonomi Pada Perlakuan *Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1
 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar (P4)66

Lampiran 7e. Analisis Ekonomi Pada Perlakuan *Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1
 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t
 dimasukan dalam larikan *Subsoiling* (P5)67

Lampiran 8. Dokumentasi Persiapan Tanam.....67

Lampiran 9. Dokumentasi Pengambilan Sampel Tanah68

Lampiran 10. Dokumentasi Pengamatan Pertumbuhan Tanaman69



BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gula merupakan salah satu bahan pokok masyarakat Indonesia, serta sumber kalori yang relatif murah dan dapat dikonsumsi secara langsung. Tebu sebagai sumber terbesar penghasil gula pada family *Gramineae* yang dibudidayakan secara intensif di daerah iklim tropis. Kebutuhan gula terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, pendapatan, gaya hidup dan industri pangan serta *bioenergy* yang menjadikan gula sebagai bahan baku.

Budidaya tebu di Indonesia umumnya dilakukan pada kebun-kebun hak guna usaha yang dimiliki oleh pabrik-pabrik gula (Pramuhadi, 2005). Area lahan perkebunan tebu pada umumnya sangat luas, sehingga pengolahan tanah dilakukan secara mekanis menggunakan alat dan mesin pertanian (traktor dan alat pengolahan tanah). Pengolahan tanah dengan menggunakan alat berat akan menggemburkan dan membalik tanah sampai kedalaman 20 cm. Meskipun kegiatan pengolahan tanah secara teratur dianggap penting dalam budidaya tebu. Namun, pada waktu yang bersamaan roda traktor menyebabkan terjadinya pemadatan tanah. Pengolahan tanah yang berlebihan menjadi penyebab utama terjadinya kerusakan tanah (Larson dan Osborne, 1982).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa lalu lintas traktor di lahan pertanian merupakan salah satu sumber pemadatan tanah. Menurut Kok *et al.*, 2008 menyatakan bahwa pada Ultisols kepadatan tanah erat hubungannya dengan penetrasi akar dan produksi tanaman. Pemadatan tanah dapat menghambat pertumbuhan tanaman, menghambat penetrasi akar tanaman, membatasi pergerakan air dan udara di dalam tanah dan menyebabkan pertumbuhan bibit menjadi lambat dan akhirnya akan dapat mengurangi produksi tanaman. Jika terjadi pemadatan tanah maka air dan udara sulit disimpan dan ketersediaannya terbatas dalam tanah menyebabkan terhambatnya pernapasan akar dan penyerapan air dan memiliki unsur hara yang rendah karena aktivitas mikroorganisme yang rendah. Pengaruh langsung terhadap tanaman yaitu menurunnya pertumbuhan

vegetatif tanaman yang akhirnya akan menurunkan produksi tanaman (Ditjenbun, 2007).

Ultisols identik dengan tanah tidak subur. Sehingga pengolahan tanah sebaiknya seminimal mungkin (*minimum tillage*) serta dengan menambahkan abu ketel yang memiliki karakteristik yang sama dengan biochar yang dapat berfungsi sebagai pembenah tanah, meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memasok sejumlah nutrisi yang berguna serta meningkatkan sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Glaser, Lehmann, dan Zech, 2002). Hasil penelitian lainnya, menunjukkan bahwa biochar dapat menambah kelembaban dan kesuburan tanah pertanian. Penambahan biochar ke tanah meningkatkan ketersediaan kation utama dan fosfor, total N dan kapasitas tukar kation tanah (KTK) yang pada akhirnya meningkatkan hasil produksi. Sifat tanah menahan air juga dapat dipengaruhi oleh distribusi dan ketersambungan (*connectivity*) pori dalam tanah, dimana sifat ini dikendalikan oleh ukuran partikel tanah dengan struktur dari bahan organik pembenah tanah (Yamato *et al.*, 2006).

Peran biochar terhadap peningkatan produktivitas tanaman dipengaruhi oleh jumlah yang ditambahkan (Gani, 2010). Berkaitan dengan permasalahan yang terjadi akibat pengolahan tanah pada budidaya tanaman tebu maka dapat dilakukan penelitian untuk mengetahui perbandingan tingkat pengolahan tanah serta pemberian abu ketel didalam larikan *subsoiling* terhadap sifat fisik, pertumbuhan, dan produksi tanaman tebu.

1.2. Perumusan Masalah

Akibat seringnya dilakukan kegiatan pengolahan tanah, akan dapat menyebabkan pemadatan tanah dan terjadinya lapisan kedap (*hard pan*). Sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman tebu. Dengan adanya pengolahan tanah subsoiling yang nantinya dapat menghancurkan lapisan kedap sehingga memperbaiki sifat fisik tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman tebu.

1.3. Tujuan

1. Mempelajari tingkat pengolahan tanah terhadap sifat fisik tanah.
2. Mempelajari pengaruh pengolahan tanah terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tebu.
3. Mempelajari pengaruh pemberian abu ketel sebagai pembenah tanah dalam pengolahan tanah.

1.4. Manfaat Penelitian

Diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perbandingan tingkat pengolahan tanah dan penambahan abu ketel yang dapat memperbaiki sifat fisik tanah. Serta dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman tebu.

1.5. Hipotesis

1. Pengolahan tanah *subsoiling* 2 kali *harrowing* 1 kali *furrowing* 1 kali serta penambahan abu ketel 40 t yang dimasukkan dalam larikan *subsoiling* dapat memperbaiki sifat fisik tanah.
2. Pengolahan tanah *subsoiling* 2 kali *harrowing* 1 kali *furrowing* 1 kali serta penambahan abu ketel 40 t yang dimasukkan dalam larikan *subsoiling* dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.
3. Penambahan abu ketel yang dimasukkan dalam larikan *subsoiling* dapat memperbaiki sifat fisik tanah.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Tebu

Tebu merupakan tumbuhan monokotil dari famili rumput-rumputan (*Graminae*). Batang tanaman tebu memiliki anakan tunas dari pangkal batang yang membentuk rumpun (Dahlan, 2011). Tanaman tebu tergolong tanaman perdu dengan nama latin *Saccharum officinarum* Liun. Klasifikasi tanaman tebu ialah : Kingdom: *Plantae* (tumbuhan), Sub Kingdom: *Tracheobionta* (tumbuhan berpembuluh), Super Divisi: *Spermatophyta* (menghasilkan biji), Divisi: *Magnoliophyta* (tumbuhan berbunga), Kelas: *Liliopsida* (berkeping satu /monokotil), Sub Kelas: *Commelinidae*, Ordo: *Poales*, Famili: *Graminae* atau *Poaceae* (suku rumput-rumputan), Genus: *Saccharum*, Spesies: *Saccharum officinarum* Liun (Taringan dan Sinulingga, 2006).

Menurut Nadia, 2012 morfologi tanaman tebu dapat dikelompokkan menjadi empat bagian yaitu: (1) memiliki akar berbentuk serabut, tebal, dan berwarna putih, (2) bentuk batang berruas-ruas yang dibatasi oleh buku-buku, penampang melintang agak pipih, berwarna hijau kekuningan, (3) daun berbentuk pelepah, panjang 1-2 m, lebar 4-8 cm, permukaan kasar dan berbulu, berwarna hijau kekuningan hingga hijau tua, dan (4) bentuk bunga majemuk, panjang sekitar 30 cm.

Menurut Indrawanto *et al.*, 2010 tanaman tebu memiliki batang yang tidak bercabang dan tumbuh tegak. Tinggi tanaman tebu dapat mencapai 3-5 m atau lebih. Daun tanaman tebu termasuk dalam daun tidak lengkap, karena hanya terdiri dari pelepah dan helai dau, tanpa tangkai daun. Tebu mempunyai akar serabut yang panjangnya dapat mencapai 1 m. Akar tanaman tebu terdapat dua macam yaitu, akar stek dan akar tunas.

Bibit tebu dapat berupa batang stek, baik yang mata tunasnya belum berkecambah atau yang sudah tumbuh (Satuan Kerja Pengembangan Tebu Jatim, 2005). Batang tebu mengandung gula. Kandungan gula pada batang tebu optimal terjadi setelah fase pertumbuhan vegetatif dan menurun sebelum fase kematian (Sutardjo, 1994).

Tanaman tebu dapat tumbuh di daerah yang beriklim panas dan sedang dengan daerah penyebaran antara 35° LS dan 39° LU. Namun umumnya tanaman tebu tumbuh baik di daerah beriklim tropis. Tebu memerlukan suhu tertentu yaitu 22 – 27° C dengan kelembaban nisbi 65 – 85% untuk menghasilkan sukrosa yang tinggi. Dalam masa pertumbuhan tanaman tebu memerlukan banyak air, sedangkan menjelang tebu masak untuk dipanen membutuhkan keadaan yang kering dan tidak ada hujan, sehingga pertumbuhannya terhenti. Kemasakan batang memerlukan kondisi cuaca kering. Tanaman tebu tumbuh baik pada keadaan tanah yang mempunyai tekstur tanah lempung pada lapisan permukaan, berdrainase baik dan kemampuan menahan kapasitas air yang baik. Tekstur tanah yang baik bagi tanaman tebu adalah pada tanah lempung berliat, lempung berpasir, dan lempung berdebu. Pada tanah berat juga dapat ditanami tebu, namun memerlukan pengolahan tanah yang khusus.

Fase-fase pertumbuhan tebu sebelum menghasilkan gula adalah sebagai berikut (Satuan Kerja Pengembangan Tebu Jatim, 2005):

1. Fase Perkecambahan

Fase perkecambahan dimulai ketika terjadi perubahan mata tunas tebu yang dorman, menjadi tunas muda lengkap dengan daun, batang, dan akar. Fase ini sangat ditentukan oleh faktor inheren yang mencakup varietas, umur bibit, panjang stek, jumlah mata, cara meletakkan bibit, hama penyakit pada bibit, dan status hara bibit.

2. Fase Pertunas/Fase Pertumbuhan (1-3 bulan)

Pertumbuhan anakan adalah tumbuhnya mata-mata pada batang tebu di bawah tanah menjadi tanaman baru. Pertunas penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tebu, karena dapat merefleksikan perolehan bobot tebu. Pada fase ini tanaman membutuhkan kondisi air yang terjamin kecukupannya, oksigen dan hara makanan khususnya N, P dan K serta penyinaran matahari yang cukup.

3. Fase Pemanjangan Batang (3-9 bulan)

Fase ini merupakan fase paling dominan dari keseluruhan fase pertumbuhan tebu. Proses pemanjangan batang merupakan pertumbuhan yang didukung dengan perkembangan beberapa bagian tanaman yaitu perkembangan tajuk

daun, akar, dan pemanjangan batang. Fase ini terjadi pada saat fase pertumbuhan tunas mulai melambat dan terhenti. Terdapat dua unsur dalam pemanjangan batang yaitu diferensiasi ruas dan perpanjangan ruas-ruas tebu. Fase ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan terutama sinar matahari, kelembaban tanah, aerasi, ketersediaan hara nitrogen dalam tanah, dan faktor inheren tebu.

4. Fase Kemasakan/Fase Generatif Maksimal (10-12 bulan)

Fase ini diawali dengan semakin melambat dan terhentinya fase pertumbuhan vegetatif. Tebu yang memasuki fase kemasakan, secara visual ditandai dengan pertumbuhan tajuk daun berwarna hijau kekuningan, pada helaian daun sering dijumpai bercak berwarna coklat. Pada kondisi tebu tertentu kadang ditandai dengan keluarnya bunga. Selain sifat inheren tebu, faktor lingkungan yang berpengaruh cukup dominan untuk memacu kemasakan tebu antara lain kelembaban tanah, panjang hari, dan status hara tertentu seperti nitrogen.

2.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Dan Produksi Tebu

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal bagi pertumbuhan dan produksi tanaman tebu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor tanah, faktor tanaman, dan faktor tindakan budidaya tanaman. Kualitas dari pertumbuhan tanaman akan mempengaruhi tingkat produksi yang akan dihasilkan tanaman. budidaya tebu perlu memperhatikan interaksi antara tanah, tanaman, dan teknik budidaya tanaman menjadi salah satu faktor penting yang akan menentukan pertumbuhan dan produksi tanaman tebu (Susanto, Rahardjo, dan Perwadi., 1998). Faktor tanah berupa kondisi tanah yang baik akan memberikan media tumbuh yang baik bagi tanaman sehingga tanaman akan tumbuh optimal. Faktor tanaman merupakan sifat yang terdapat di dalam bahan tanam/benih. Sedangkan untuk faktor teknik budidaya berupa pengolahan tanah yang bertujuan untuk pembalikan, pemotongan, penghancuran, dan perataan tanah yang dapat memperbaiki struktur tanah yang semula padat dapat diubah menjadi gembur sehingga menyediakan lingkungan yang sesuai bagi perkecambahan, pertumbuhan tanaman, dan perkembangan akar (Sutedja, 2001).

2.2.1. Faktor Tanah

Tanah memberikan dukungan fisik bagi tumbuhan karena merupakan tempat terbenamnya/mencengkeramnya akar tanaman. Selain itu tanah merupakan sumber nutrisi bagi tumbuhan (garam, mineral, air, dan oksigen), karena itu tanah merupakan medium yang kompleks bagi tumbuhan.

Ultisols merupakan salah satu jenis tanah Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25 % dari total luas daratan Indonesia (Subagyo *et al.*, 2004). Sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha) (Prasetyo *et al.*, 2005).

Konsep pokok dari Ultisols (*ultimus*, terakhir) adalah tanah yang memiliki warna merah kuning, yang telah mengalami proses hancuran iklim lanjut (*ultimate*), sehingga memiliki penampang dalam (> 2 m), menunjukkan adanya kenaikan kandungan liat dan terakumulasi disebut horizon Argilik (Musa *et al.*, 2006). Ultisols memiliki ciri adanya horizon argilik atau kandik dengan kejenuhan basa < 35 %, tekstur halus pada horizon Bt karena pada horizon ini kandungan liatnya maksimum, struktur bentuk *blocky* pada horizon Bt, konsistensi teguh, permeabilitas lambat sampai baik, erodibilitas tinggi, kandungan bahan organik rendah sampai sedang, dan kandungan unsur hara rendah (Soil Survey Staff, 2003). Menurut Subowo *et al.*, 1990 Ultisols mempunyai tingkat perkembangan yang cukup lanjut, dicirikan oleh penampang tanah yang dalam, kenaikan fraksi liat seiring dengan kedalaman tanah, reaksi tanah masam, dan kejenuhan basa rendah. Pada umumnya tanah ini mempunyai potensi keracunan Alumunium dan miskin bahan organik. Tanah ini juga miskin unsur hara terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, K, kadar Alumunium yang tinggi, kapasitas tukar kation rendah, dan peka terhadap erosi.

Pengolahan tanah pada Ultisols sebaiknya dilakukan seminimal mungkin (*minimum tillage*) agar lapisan tanah yang subur sedalam 14 cm tidak hanyut, terbalik atau hilang. Bila diolah < 14 cm maka *subsoil* yang tidak subur dan padat akan muncul ke permukaan tanah (Munir, 1996).

Semua faktor dalam melakukan kegiatan budidaya tebu dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman tebu. Tanah merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi kondisi lingkungan sebagai media tanam untuk perkecambahan, pertumbuhan tanaman, dan perkembangan akar di dalam tanah.

Berat Isi Tanah.

Menurut Harjowigeno (1987) menyatakan bahwa berat isi tanah menunjukkan perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah, termasuk volume pori-pori tanah. Metode untuk menentukan ukuran kerapatan tanah yaitu dengan mengukur volume tanah, mengeringkannya untuk menghilangkan air, dan menimbang massa tanah yang kering tersebut. Untuk memperoleh suatu contoh volume tanah yang tidak terganggu artinya strukturnya masih utuh secara alami, digunakan alat pengambil sampel tanah dalam bentuk silinder (ring) atau kubus yang dapat diukur panjang, lebar, tinggi maupun luas permukaannya. (Nurhidayati, 2006). Berat isi tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BI = \frac{M_p}{V_t} \text{ (g cm}^{-3}\text{)}$$

Keterangan :

M_p = Massa padatan tanah

V_t = Volume tanah

Berat isi tanah merupakan petunjuk kepadatan tanah, makin tinggi berat isi tanah makin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman. Berat isi tanah pada kebanyakan tanah permukaan berkisar 1,0-1,6 g cm⁻³, tergantung kondisinya. Pengolahan tanah dapat mengubah densitas tanah dari 1,5 g cm⁻³ menjadi 0,8 g cm⁻³. Empat hingga lima lintasan alat pengolahan tanah sekunder di atas permukaan tanah yang terbjajak dapat menyebabkan terjadinya pemadatan kembali hingga 1,4 g cm⁻³. Biasanya penanaman terbaik pada kisaran densitas tanah 1,1-1,4 g cm⁻³. Pada densitas tanah sebesar 1,6 g cm⁻³ maka pergerakan air dan perkembangan akar menjadi sangat terbatas. Tanah *subsoil* yang sangat padat biasanya mempunyai densitas tanah 2,0 g cm⁻³ atau bahkan lebih, dan menyebabkan tidak ada akar yang tumbuh (Donahue, Follett, dan Tulloch, 1976).

Penggunaan mesin-mesin pertanian dan kendaraan angkut dalam penyiapan lahan, pemeliharaan tanaman, dan panen disertai dengan penekanan terhadap tanah. Distribusi tekanan-tekanan tersebut dalam hubungannya dengan pemadatan tanah sangat penting untuk analisa dampak mesin dan kendaraan-kendaraan terhadap sifat-sifat tanah baik terhadap pertumbuhan tanaman maupun desain mesin untuk meminimumkan efek tersebut (Baver *et al.*, 1972).

Porositas Total Tanah.

Ruang pori tanah ialah bagian yang ditempati udara dan air. Jumlah ruang pori sebagian ditentukan oleh susunan butir-butir padat, apabila letak keduanya cenderung erat seperti pada pasir atau *subsoil* yang padat maka total porositasnya rendah. Sedangkan tersusun dalam agregat yang bergumpal seperti yang kerap kali terjadi pada tanah-tanah yang bertekstur sedang yang besar kandungan bahan organiknya, ruang pori persatuan volume akan tinggi (Buckman dan Brady, 1984).

Total ruang pori dapat dihitung dengan menggunakan data bobot jenis partikel – partikel dan bobot isi tanah sebagai berikut

$$1 - \frac{BI}{BJ} \times 100 \%$$

Keterangan :

BI = Berat isi tanah

BJ = Berat jenis tanah

Tanah bertekstur halus akan mempunyai persentase pori total lebih tinggi dari pada bertekstur kasar, walaupun ukuran pori dari tanah bertekstur halus kebanyakan sangat kecil dan porositas sama sekali tidak menunjukkan distribusi ukuran pori dalam tanah yang merupakan suatu sifat yang penting (Sarief, 1986). Porositas tanah erat hubungannya dengan *bulk density* serta permeabilitas. Apabila total ruang pori tinggi maka memiliki tekstur tanah yang halus yang dapat menyimpan air dan udara di dalam tanah sehingga menyebabkan kerapatan massa (*bulk density*) yang rendah (Sutanto, 2005).

Permeabilitas.

Permeabilitas merupakan kemampuan tanah untuk meneruskan air atau udara. Permeabilitas umumnya diukur sehubungan laju aliran air melalui tanah dalam suatu massa waktu dan dinyatakan sebagai cm jam^{-1} . Ini mengakibatkan

pergerakan udara yang berhubungan dengan volume tanah yang kosong bukan ukuran pori dan kesinambungan ruang pori (Foth, 1994).

Permeabilitas tanah diukur dengan metode *Falling Head Permeameter*. Permeabilitas tanah ditetapkan dalam keadaan jenuh pada contoh tanah yang tidak terganggu yang dirumuskan dengan: $k = 2,303(a.L/A.L)\log(h_1/h_2)$

Keterangan : k = Koefisien Permeabilitas (cm jam⁻¹)

a = Luas Penampang (cm²)

L = Panjang Sampel (cm)

A = Luas Penampang Sampel (cm²)

t = Waktu pengamatan (jam)

h_1 = Tinggi Head Mula-mula (cm)

h_2 = Tinggi Head Akhir (cm)

(Sutanto, 2005).

Tahanan Penetrasi Tanah.

Penetrasi tanah adalah daya yang dibutuhkan oleh sebuah benda untuk masuk ke dalam tanah. Menurut Spangler dan Handy (1982) melakukan percobaan sedarhana, mulai dari penggunaan ibu jari tangan sampai hak sepatu boot untuk mengetahui penetrasi tanah. Suatu alat atau instrument yang digunakan untuk mengukur tahanan penetrasi tanah disebut penetrometer (Bradford, 1986). Dalam bidang pertanian, untuk mengetahui tahanan penetrasi tanah terhadap penetrasi akar tanaman digunakan penetrometer atau penetrograph. Penggunaan penetrometer dimaksudkan untuk menilai kondisi tanah dalam hubungannya dengan pertumbuhan dan perkembangan akar di dalam tanah, hasil panen, dan sifat-sifat tanah lainnya yang berhubungan dengan produksi tanaman. Arkin dan Taylor (1981) menyebutkan tahanan penetrasi tanah membatasi pertumbuhan akar. Menurut Lowery dan Schuler (1994) memperoleh ketahanan penetrasi meningkat seiring dengan meningkatnya kepadatan tanah. Penetrasi tanah merupakan gambaran refleksi atau gambaran dari kemampuan akar tanaman dalam menembus tanah. Masuknya akar tanaman ke dalam tanah tergantung dari kemampuan akar tanaman itu sendiri, sifat-sifat fisik tanah seperti struktur, tekstur, kepadatan tanah, retakan-retakan yang ada di dalam tanah, kandungan bahan organik tanah, dan kondisi kelembapan tanah.

2.2.2. Faktor Iklim

Pengaruh iklim terhadap pertumbuhan tebu dan rendemen gula sangat besar. Dalam masa pertumbuhan tanaman tebu membutuhkan banyak air, sedangkan saat masak tanaman tebu membutuhkan keadaan kering agar pertumbuhan berhenti. Apabila hujan tetap tinggi maka pertumbuhan akan terus terjadi dan tidak ada kesempatan untuk menjadi masak sehingga rendemen menjadi rendah. Menurut Indrawanto *et al.*, 2010 tanaman tebu dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan berkisar antara 1.000-1.300 mm th⁻¹ dengan 3 bulan kering. Distribusi curah hujan yang ideal untuk pertanaman tebu adalah: pada periode pertumbuhan vegetatif diperlukan curah hujan yang tinggi (200 mm bln⁻¹) selama 5-6 bulan. Periode selanjutnya selama 2 bulan dengan curah hujan 125 mm dan 4-5 bulan dengan curah hujan < 75 mm bln⁻¹ yang merupakan periode kering. Periode ini merupakan periode pertumbuhan generative dan pemasakan tebu. Pembentukan sukrosa terjadi pada siang hari dan akan berjalan lebih optimal pada suhu 30°C. Sukrosa yang terbentuk akan ditimbun/disimpan pada batang dimulai dari ruas paling bawah pada malam hari. Proses penyimpanan sukrosa ini paling efektif dan optimal pada suhu 15°C. Intensitas cahaya matahari 12-14 jam hr⁻¹.

2.2.3. Faktor Tanaman

Dalam budidaya tebu terdapat faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman tebu yaitu faktor genetik. Faktor genetik erat hubungannya dengan pemilihan bibit tebu yang akan dibudidayakan seperti varietas tebu. Menurut Fauconnier (1993) varietas tebu adalah suatu klon (*clone*) yang dikembangkan dari benih (*seed*) dan dikembangbiakkan melalui stek batang tebu (*setts*). Varietas tebu meliputi bibit murni agar nantinya diperoleh pertumbuhan tanaman yang seragam sehingga pada saat tebang diperoleh tingkat kemasakan yang sama. Pemilihan varietas harus memperhatikan sifat-sifat varietas unggul yang meliputi, memiliki potensi produksi gula yang tinggi melalui bobot tebu dan rendemen yang tinggi, memiliki ketahanan yang tinggi untuk keprasan dan kekeringan, serta tahan terhadap hama dan penyakit.

2.2.4. Faktor Tindakan Budidaya Pertanian

Pembersihan dan persiapan lahan bertujuan untuk membuat kondisi fisik dan kimia tanah sesuai untuk perkembangan perakaran tebu. Dalam persiapan lahan pengolahan tanah menjadi faktor penting dalam tindakan budidaya tebu. Pengolahan tanah adalah manipulasi mekanik terhadap tanah untuk menyediakan lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman dengan cara memperbaiki struktur tanah sehingga memudahkan perkecambahan, pemunculan tanaman, dan pertumbuhan akar (Hunt, 1995).

Pengolahan tanah diperlukan untuk menggemburkan tanah supaya perakaran di dalam tanah dapat berkembang dengan baik. Pengolahan tanah dapat menciptakan kondisi yang mendukung pertumbuhan tanaman antara lain: (1) menyediakan tempat tumbuhnya tanaman dimana tanah dibuat gembur tapi kuat agar kedalaman penanaman dan pemunculan tanamannya seragam, meratakan lahan, (2) membantu mengontrol gulma dan penyakit tanaman, memperbaiki kondisi fisik tanah dengan cara menambah aerasi dan infiltrasi air ke dalam tanah, (3) menjaga kelembaban tanah karena kerak permukaan yang hancur dan tanah yang gembur akan mempermudah masuknya air, pergerakan air, dan penyimpanan air dalam tanah, (4) menambah permeabilitas oleh air di permukaan tanah dan di lapisan tanah bawah (*subsoil*) agar drainase dan aerasi menjadi lebih baik sehingga dapat mempermudah penetrasi akar, (5) mempersatukan dan menutup sisa-sisa tanaman di permukaan dengan tanah secara lebih efisien, membantu mengontrol erosi tanah, dan (6) menyediakan traksi yang mantap atau stabil bagi pengoperasian mesin-mesin pertanian (Mulyadi, 2000)

2.3. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah meliputi pekerjaan yang dilakukan mulai dari penyiapan/pengolahan lahan sehingga siap ditanami. Pengolahan tanah dibedakan menjadi pengolahan tanah pertama (*primary tillage*) dan pengolahan tanah kedua (*secondary tillage*). Perbedaan antara pengolahan tanah pertama dan pengolahan tanah kedua biasanya didasarkan pada kedalaman pengolahan tanah serta hasil dari pengolahan tanah. Kedalaman pengolahan tanah adalah 6-36 inchi (15-91 cm), sedangkan kedalaman pengolahan tanah kedua adalah kurang dari 6 inchi (15

cm). Segala jenis bajak (*plow*) dimasukkan ke dalam alat pengolahan tanah pertama, sedangkan segala jenis garu (*harrow*) biasanya dimasukkan ke dalam alat pengolahan tanah kedua (Smith, 1955).

Pengolahan tanah bertujuan untuk menciptakan kondisi tanah yang paling sesuai untuk pertumbuhan tanaman dengan usaha yang seminimum mungkin. Pengolahan tanah akan memperbaiki secara fisik, kimia, dan biologi yang terjadi secara tidak langsung. Melalui proses ini tanah akan teraduk, sehingga udara dan cahaya matahari menembus tanah serta meningkatkan kesuburannya.

Metode baku pengolahan tanah untuk tebu meliputi kegiatan-kegiatan (1) pengolahan tanah dalam (*subsoiling*) dengan kedalaman olah 45-50 cm, (2) pembajakan tanah (*plowing*), (3) penggaruan tanah (*harrowing*) dengan kedalaman olah 20-30 cm, dan (4) pembuatan alur tanam (*furrowing*), baik dengan bentuk alur V, U, atau datar, untuk menepatkan potongan-potongan bibit batang tebu dengan spasi antar alur sebesar 1-1,65 m, umumnya sebesar 1,5 m. Urut-urutan kegiatan pengolahan tanah tersebut didasarkan atas banyaknya musim tiap tahunnya. Waktu tersedia yang ditentukan oleh pemilihan siklus penanaman dan banyaknya pekerjaan terhadap tanah serta banyaknya penggunaan alat dan mesin pengolahan tanahnya (Fauconnier, 1993).

Pada saat dilakukan pengolahan tanah untuk tebu maka tanah harus diolah pada kedalaman yang diinginkan, dimana lapisan tanah keras (*hard pan*), dan lapisan kedap dekat permukaan dihancurkan pada saat *subsoiling*. Alat bajak subsoiler dioperasikan pada kisaran kadar air tanah yang sesuai supaya struktur tanahnya bagus, kedalaman olahnya bisa lebih dalam sehingga pergerakan lengas, dan udara optimum. Kondisi ini akan mempercepat berkembangnya sistem perakaran tebu. Selanjutnya, tanah dipermukaan harus dibajak dan digaru hingga diperoleh hasil olahan tanah yang halus pada zona dimana bibit tebu ditanam. Tanah yang halus dan lembab disekeliling bibit tebu akan mempercepat perkecambahan. Hasil olahan tanah yang terlalu halus akibat intensitas pengolahan tanah berlebihan tidak diinginkan oleh tebu karena seluruh agregat besarnya dipecah menjadi partikel-partikel lebih kecil sehingga kondisi tanah menjadi tidak berstruktur (Humbert, 1968).

Fauconnier (1993) menyebutkan bahwa untuk menyiapkan lahan pertanian tebu diperlukan alat-alat pengolahan tanah untuk pembajakan tanah dalam hingga untuk pengkairan atau pembuatan alur tanam bibit tebu. Adapun alat-alat pengolahan tanah tersebut: (1) bajak subsoiler (*subsoiler plow*), (2) bajak piring (*disk plow*), (3) garu piring (*disk harrow*), dan (4) kair (*furrower*).

Bajak subsoiler digunakan untuk memecahkan lapisan keras di dalam tanah (*hard pan*) pada kedalaman 45-50 serta untuk memperbaiki drainase tanah. Bajak subsoiler bekerja dengan baik pada tanah teguh dimana lapisan kerasnya menghalangi penetrasi akar dan lengas yang mengisi ruang pori-pori tanah (Buckingham, 1984). Menurut Plaster (1992) bajak subsoiler digunakan untuk memecah atau menghancurkan lapisan *subsoil* yang padat akibat kultivasi berulang-ulang pada kedalaman yang sama.



(Setiawan, 2001)

Gambar 1. Bajak Subsoiler

Bajak piring dapat bekerja membajak tanah yang lebih baik dibandingkan bajak singkal pada tanah basah atau kering. Piring-piring yang terpasang pada bajak piring berfungsi untuk memotong tanah, memutar, dan membalik potongan tanah tersebut (Plaster, 1992). Disamping itu, bajak piring merupakan salah satu tipe bajak yang umumnya digunakan untuk kondisi tanah sangat keras dan kasar. Untuk memecah tanah yang keras dan kering, ini biasa dilakukan sebelum pembajakan untuk tanah yang tertentu, dipergunakan untuk pengerjakan praktis pada tanah bawah, dipergunakan pada tanah yang berjerami, dipergunakan untuk

memutus sisa-sisa perakaran yang berada di dalam tanah, untuk memperbaiki infiltrasi air pada tanah, sehingga dapat mengurangi erosi, dan dipergunakan untuk memecah lapisan keras (*hard pan*).



(Setiawan, 2001)

Gambar 2. Bajak Piring

Garu piring bisa dioperasikan untuk hampir setiap jenis dan kondisi tanah. Garu tugas-berat (*heavy-duty harrow*) bisa digunakan sebagai alat pengolahan tanah pertama karena mampu menghancurkan tanah yang belum diolah, memotong, mencampur sisa-sisa tanaman, dan meratakan jerami atau tunggul. Penggaruan menggunakan garu piring sebelum pembajakan tanah akan meremahkan permukaan tanah, memotong seresah-seresah, dan mencampurkan ke dalam tanah. Hal ini akan menghasilkan penutup seresah yang lebih baik ketika tanah tersebut selanjutnya dibajak. Kondisi tersebut juga akan mengakibatkan kontak antara tanah dan seresah menjadi lebih baik sehingga mempercepat dekomposisi sisa-sisa tanaman. Garu piring yang digunakan sebagai alat pengolahan tanah kedua setelah pembajakan tanah, akan menghancurkan bongkahan-bongkahan tanah, menutup ruang udara dalam tanah, meratakan permukaan, dan meneguhkan tanah bagian bawah agar halus permukaannya sehingga terbentuk lahan pertanian seragam (Buckingham, 1984).



(Setiawan, 2001)

Gambar 3. Garu Piring

Pekerjaan pengolahan tanah untuk tebu diakhiri dengan pembuatan alur untuk penanaman bibit-bibit tebu. Alat yang digunakan untuk membuat alur tanam tersebut disebut alat kair (*furrower*). Koga (1988) menyebutkan bahwa suatu *furrower* mempunyai dua buah sayap meyerupai bajak singkal yang berfungsi untuk membuka dan melempar tanah yang terpotong oleh ujung pisau *furrower* kesisi sebelah kanan dan kiri. Hasil akhir pekerjaan ini berupa alur tanah dengan gundukan tanah di sisi kanan dan kiri sepanjang alur yang dibentuk oleh *furrower*.



(Setiawan, 2001)

Gambar 4. Kair

2.4. Pemadatan Tanah

Menurut University of Minnesota Extension Service, 2001 pemadatan tanah adalah penyusunan partikel-partikel padatan di dalam tanah, hal ini dikarenakan adanya gaya tekan pada permukaan tanah sehingga ruang pori-pori tanah menjadi semakin sempit. Pemadatan tanah melibatkan berbagai aspek dari tanah seperti sifat fisik, kimia, dan biologi tanah serta faktor lingkungan seperti iklim, cuaca, pengolahan tanah, agronomi, dan tanaman (Mandang dan Nishimura, 1991).

Pemadatan tanah terjadi disebabkan oleh berat mesin, ukuran ban, dan tekanan ban. Beban tersebut dapat berupa beban yang bergerak (*rolling*), beban yang dipukulkan maupun beban yang digetarkan (*vibrating*). Kepadatan didapat dengan keluarnya udara dari antara butiran tanah dimana proses ini merupakan kebalikan dari proses konsolidasi yang merupakan keluarnya air dari antara butir-butir tanah. Besarnya kepadatan yang diperoleh tergantung dari usaha alat pemadat yang digunakan, jenis material tanah, kadar air (*moisture content*), dan persentase rongga udara (*air voids*) yang ada pada tanah. Besarnya kepadatan tersebut diukur dalam berat jenis kering tanah (*dry unit weight of soil*): γ_d atau kepadatan kering tanah (*dry density*). Pembebanan dan ukuran ban menyebabkan pemadatan yang lebih dalam pada tanah basah dari pada tanah kering (James dan Donald, 1993).

Tingkat pemadatan tanah di ukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan kepada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagian unsur pembasah pada partikel-partikel tanah. Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah meningkat. Pada saat kadar air $w = 0$, berat volume basah dari tanah adalah sama dengan berat volume keringnya. Harris (1971) menyatakan bahwa ada empat hal yang mungkin terjadi sehingga menghasilkan perubahan tingkat kepadatan tanah yaitu : pemampatan partikel-partikel padatan tanah, pendesakkan cairan dan gas pada ruang pori tanah, perubahan kandungan cairan dan gas di dalam ruang pori tanah, dan perubahan susunan partikel-partikel padatan tanah.

2.5.1. Pengaruh Lintasan Traktor terhadap Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah terjadi ketika alat pengolahan tanah (traktor) melakukan pengolahan, yang mana pada saat pengolahan lintasan dari traktor akan menyebabkan pemadatan tanah yang diakibatkan oleh tekanan dari traktor. Pemadatan tanah akan mempengaruhi sifat kimia, fisik dan biologi tanah, sehingga menjadi penyebab utama degradasi tanah pertanian. Akibat dari pemadatan tanah akan berdampak negatif pada perubahan porositas tanah, ketersediaan air, laju infiltrasi, dan ketersediaan unsur hara serta nutrisi bagi tanaman. Proses pemadatan tanah antara lain berat alat, tekanan udara ban, dan kadar air tanah. Selain itu intensitas lalu lintas, slip roda, dan baru tidaknya lahan tersebut diolah sebelumnya (Hersyami dan Sambring, 2000).

Lintasan traktor memberikan pengaruh pada nilai berat isi tanah, dimana semakin tinggi intensitas lintasan pengolahan maka semakin tinggi pula nilai berat isi tanah tersebut. Pada perlakuan tanpa lintasan traktor pada kedalaman 0-10 cm nilai berat isi $1,01 \text{ g cm}^{-3}$, pada perlakuan dengan tiga lintasan traktor pada kedalaman yang sama nilai berat isi $1,33 \text{ g cm}^{-3}$, sedangkan pada perlakuan dengan lima lintasan traktor dengan kedalaman yang sama nilai berat isi meningkat menjadi $1,40 \text{ g cm}^{-3}$ (Faozi, 2002).

Pemadatan tanah hubungannya sangat erat terhadap nilai tahanan penetrasi tanah, dimana tahanan penetrasi tanah dan berat isi tanah meningkat seiring dengan meningkatnya lintasan traktor. Tahanan penetrasi tanah meningkat pada perlakuan tiga dan lima kali lintasan, dimana tahanan penetrasi tanah pada kedalaman 15-25 cm sebesar $24,2 \text{ kg cm}^{-2}$. Berat isi tanah dengan perlakuan lintasan menghasilkan nilai yang meningkat sejalan dengan penambahan jumlah lintasan pada tiap kedalaman (Kusuma, 1998).

Menurut Javadi, 2006 metode mekanisasi pertanian sangat terkait erat dengan berat peralatan dan mesin sehingga tingkat pemadatan tanah akan menjadi lebih tinggi dalam operasionalnya. Tekanan terhadap tanah yang dihasilkan oleh traktor dan perlengkapannya dapat menyebabkan pemadatan yang signifikan terhadap lapisan tanah dan juga menghambat pertumbuhan tanaman (McBride, 2000).

2.5.2. Pengaruh Pemadatan Tanah terhadap Produksi Tanaman

Produktivitas hasil pertanian akan meningkat sehubungan teknologi yang digunakan serta dengan pemakaian sumber energi yang tidak berlebihan. Menurut Raper, 2005 mengemukakan bahwa efisiensi mekanisasi di bidang pertanian merupakan faktor utama untuk menghasilkan produktivitas yang tinggi. Dalam pertanian pengolahan tanah merupakan suatu faktor penting yang harus diperhatikan, karena dengan pengolahan tanah yang maksimal akan meningkatkan produktivitas yang dihasilkan. Ditinjau dari produktivitasnya, maka mekanisasi merupakan jalan yang dapat ditempuh untuk mengimbangi laju pertumbuhan populasi.

Menurut Javadi, 2006 metode mekanisasi pertanian sangat terkait erat dengan berat peralatan dan mesin sehingga tingkat pemadatan tanah akan menjadi lebih tinggi dalam operasionalnya. Tekanan terhadap tanah yang dihasilkan oleh traktor dan perlengkapannya dapat menyebabkan pemadatan yang signifikan terhadap lapisan tanah dan juga menghambat pertumbuhan tanaman (McBride, 2000). Ketika akar tanaman tumbuh melalui lapisan gembur dan kemudian tertahan oleh lapisan padat maka akar akan membelok horizontal dan mungkin tumbuh dalam lapisan tersebut dengan ukuran yang pendek. Perpanjangan akar terhenti atau memanjang pada arah yang sama dengan kecepatan yang rendah. Pada perpanjangan akar yang terpenting bukan tekanan maksimum akar untuk menembus tanah, tetapi tekanan minimum dari lingkungannya dimana tekanan tersebut dapat mencegah akar tidak bisa mensuplai air dan makanan yang cukup (Bahri, 2003).

Menurut Raper, 1995 lintasan dari traktor akan mempengaruhi kepadatan tanah mulai dari 0-20 cm tergantung pada beban traktor. Kedalaman 0-20 cm merupakan lapisan tanah *topsoil* yang mengandung banyak unsur pendukung bagi pertumbuhan tanaman, oleh karena itu untuk mengatasi hilangnya lapisan *topsoil* sebaiknya dipilih pengolahan tanah yang tidak merusak tanah sehingga tidak mengurangi kemampuan tanah sebagai media tumbuh tanaman. Pemadatan tanah dapat menurunkan pertumbuhan vegetatif tanaman, menghambat penetrasi akar

tanaman, membatasi pergerakan air dan udara dalam tanah sehingga akan menurunkan produksi tanaman.

2.6. Abu Ketel

Ampas yang digunakan sebagai bahan bakar mengeluarkan sisa dalam bentuk abu ketel. Abu ketel yang diperoleh dari hasil pembakaran ampas tebu pada ketel penguapan PG Bone. Menurut Mahmud, 2011 abu ketel berasal dari ampas tebu sisa gilingan tebu yang terdapat di stasiun giling. Jumlah produksi abu ketel kira-kira 0,3 % dari dari berat tebu, sehingga bila sebuah pabrik gula memiliki kapasitas 5000 t hr^{-1} maka abu ketel yang dihasilkan sebesar 15 t hr^{-1} . Abu ketel mengandung mineral-mineral yang berupa Si, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, dan P. Berdasarkan dari hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa abu ketel di PG Bone mempunyai kandungan C organik 26,51 %, P 3200 ppm, K 5400 meq 100g^{-1} , Ca 8710 meq 100g^{-1} , Mg 3940 meq 100g^{-1} , dan pH 6,85. Penambahan abu ketel ke dalam tanah mampu memperbaiki sifat fisik tanah khususnya kapasitas menahan air, menurunkan laju pencucian hara, memperbaiki drainase tanah, dan menetralsir Alumunium sehingga ketersediaan P dalam tanah lebih tersedia (Sumbeang, 2013). Selain itu penambahan dapat meningkatkan bobot dan rendemen tebu secara signifikan (Nahdodin *et al.*, 2008).



BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Maret 2013 sampai Januari 2014. Lokasi penelitian di kebun milik PTPN X Bone, Sulawesi Selatan. Laboratorium penelitian di Laboratorium Pengolahan PG Bone, Sulawesi Selatan, Laboratorium Pengolahan PG Camming, Sulawesi Selatan, Laboratorium Fisika Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Hasannuddin, Makassar, dan Laboratorium Fisika Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Areal kebun tebu yang digunakan untuk penelitian berbentuk empat persegi panjang seluas 2 ha dan berlokasi di kebun Talaga IX/41 PTPN X Bone, Sulawesi Selatan.

3.2. Alat dan Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit tebu varietas CM 2012, abu ketel, sampel batang tebu untuk ditimbang bobot, herbisida (Amegros dan Sidamin), air, dan pupuk (Dolomit, Urea, Kompos, SP36, dan KCL). Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah meteran, meteran pita, sekop, parang, oven, timbang analitik, timbangan, ring sampel, penetrometer, botol semprot, gelas ukur, kawat, plastik, kertas mika, alat tulis, laptop, dan kamera.

3.3. Pelaksanaan Penelitian

3.3.1. Pelaksanaan percobaan

Penelitian ini dilaksanakan melalui tahap-tahap sebagai berikut, persiapan lahan yaitu dengan membuat blok sebanyak 5 pada lahan, kemudian membuat petak dengan ukuran panjang 30 m dan lebar 20 sebanyak 15 petak. Jarak antar petak adalah 1,35 m. Kemudian dilakukan pengolahan tanah berdasarkan standar operasional yang ada di PG Bone yaitu *plow I*, *plow II*, *harrow*, dan *furrow*.

1. *Plow I* dan *Plow II*

Pembajakan pertama bertujuan untuk membalik tanah serta memotong sisa-sisa kayu dan vegetasi lain yang masih tertinggal. Peralatan yang digunakan adalah *rome harrow* 20 disc berdiameter 31 inci dan *bulldozer* 155 HP untuk menarik. Pembajakan dimulai dari sisi petak paling kiri. Kedalaman olah sekitar 25-30 cm

dengan arah bajakan menyalang barisan tanaman tebu sekitar 45° . Kegiatan ini rata-rata membutuhkan waktu sekitar 6-7 jam ha^{-1} . Pembajakan kedua dilaksanakan tiga minggu setelah pembajakan pertama. Arah bajakan memotong tegak lurus hasil pembajakan pertama dengan kedalaman olah 25 cm. Peralatan yang digunakan adalah *disc plow* 3-4 disc berdiameter 28 inci dengan traktor 80-90 HP untuk menarik.

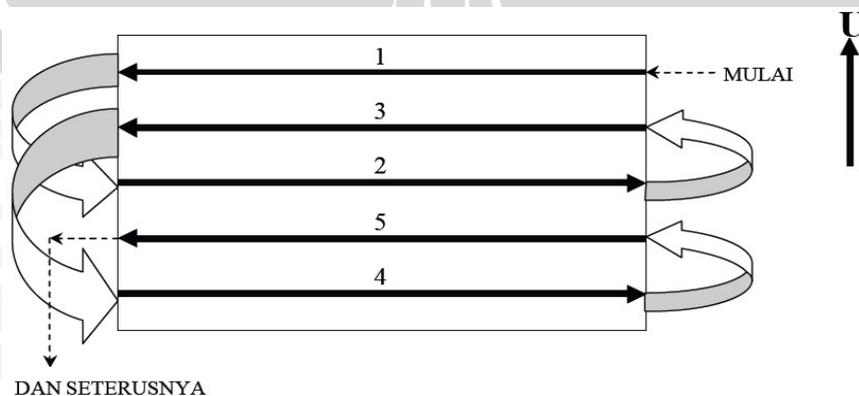
2. Harrow

Penggaruan bertujuan untuk menghancurkan bongkahan-bongkahan tanah dan meratakan permukaan tanah. Penggaruan dilakukan menyalang dengan arah bajakan. Peralatan yang digunakan adalah *balda harrow* dan traktor 140 HP untuk menarik. Kegiatan ini rata-rata membutuhkan waktu sekitar 9-10 jam ha^{-1} .

3. Furrow

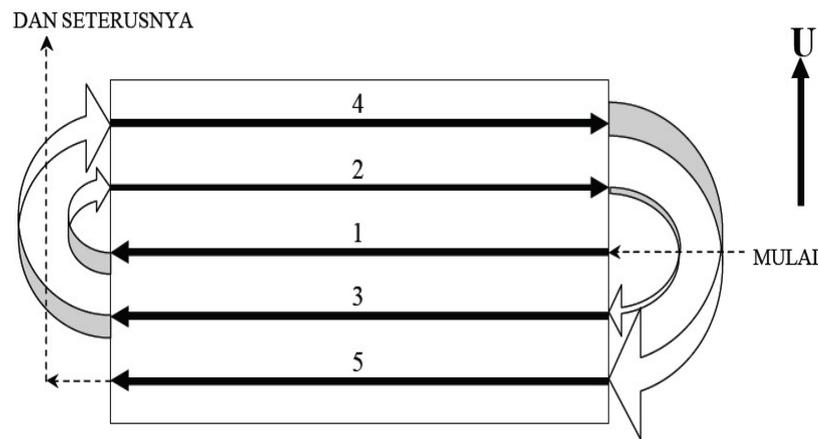
Pembuatan kairan adalah pembuatan lubang untuk bibit yang akan ditanam. Kairan dibuat memanjang dengan jarak dari pusat ke pusat (PKP) 1,35-1,5 m, kedalaman 30-40 cm dan arah operasi membuat kemiringan maksimal 2 %. Kegiatan ini rata-rata membutuhkan waktu sekitar 8 jam ha^{-1} .

Pengolahan tanah dilakukan dengan menggunakan pola pengolahan tanah spiral (*overlapping alteration*) dan *headland from center*. Pola *overlapping alteration* digunakan pada saat dilakukan pembajakan tanah dalam menggunakan bajak subsoiler (*subsoiling*) (Gambar 5). Pola *headland from center* digunakan pada saat dilakukan pembajakan tanah menggunakan bajak piring (*disk plowing*), penggaruan tanah menggunakan garu piring (*disk harrowing*), dan pembuatan alur tanaman atau kairan (*furrowing*) (Gambar 6).



(Pramuhadi, 2005)

Gambar 5. Pola *overlapping alteration* pada kegiatan pengolahan tanah



(Pramuhadi, 2005)

Gambar 6. Pola *headland from center* pada kegiatan pengolahan tanah

Setelah kegiatan pengolahan tanah dilakukan kemudian penanaman dengan cara meletakkan bibit tebu yang telah dipotong dengan panjang 30-60 cm pada alur tanam, setelah tumbuh dipilih tanaman yang baik pertumbuhannya sebagai sampel pengamatan. Pemupukan dibagi menjadi dua yaitu pemupukan pada awal masa tanam dan pemupukan susulan sekitar 6-8 minggu setelah tanam. Dosis pupuk yang diberikan untuk pemupukan pertama yaitu urea 3 kw ha⁻¹, SP36 2 kw ha⁻¹, dan dolomit t ha⁻¹. Sedangkan pemupukan kedua yaitu Urea 3 kw ha⁻¹, KCl 1 kw ha⁻¹, dan abu ketel 40 t ha⁻¹. Sebelum digunakan, untuk pupuk kimia dicampur jadi satu atau dihomogenkan untuk memudahkan dalam pemupukan. Kemudian pupuk disebar dengan cara mekanis menggunakan *fertilizer applicator* tipe pedang ditarik menggunakan *small* traktor berdaya 76-90 Hp dengan kapasitas kerja 0,5-0,6 jam ha⁻¹. Kemudian *fertilizer applicator* tipe combin ditarik dengan menggunakan medium traktor berdaya 140 Hp dengan kapasitas kerja 0,4-0,5 jam ha⁻¹ pada pemupukan pertama. Pemupukan kedua dilaksanakan setelah pengemburan oleh *tyne cultivator*.

Penyulaman pertama dilakukan 5-7 hari setelah tanam dan penyulaman kedua dilakukan pada umur 3 minggu. Pengendalian gulma menggunakan herbisida yang diberikan dengan 2 tahapan yaitu herbisida 1 diberikan 2-3 minggu setelah penanaman dengan dosis Amegros 80 WP 2,5 kg ha⁻¹ dan Sidamin 1,5 l ha⁻¹. Sedangkan untuk herbisida 2 diberikan 4 bulan setelah herbisida 1 dengan dosis yang sama. Pembumbunan ke-1 dilakukan pada umur 3-4 minggu yaitu

berdaun 3-4 helai. Pembumbunan dilakukan dengan cara membersihkan rumput-rumput, membalik guludan, dan menghancurkan tanah (jugar) lalu tambahkan tanah ke tanaman sehingga tertimbun tanah. Pembumbunan kedua dilakukan jika anakan tebu sudah lengkap dan cukup besar sekitar 20 cm, sehingga tidak akan merusak sewaktu ditimbun tanah. Pembumbunan ketiga dilakukan pada umur 3 bulan dengan melakukan pendalaman got yang terdiri dari, got mujur sedalam 70 cm dan got malang 60 cm.

Pengendalian hama dan penyakit yang menyerang tanaman tebu yaitu penggerek batang, tikus, dan babi. Adapun tahapan dalam pemberantasan hama dan penyakit sebagai berikut, sanitasi dilakukan dengan membersihkan lingkungan yang ada disekitar tanaman tebu. Untuk pengendalian penggerek batang yaitu dengan pelepasan telur *Trichogramma spp* yang telah ditempelkan pada kertas pias Sedangkan untuk pengendalian tikus menggunakan racun zinc phosphide yang dicampur dengan beras dengan perbandingan $\frac{1}{4}$ sendok racun *zinc phosphide* dengan 2 liter beras dan untuk pengendalian babi dilakukan dengan memasang jeratan disekitar tanaman tebu. Klentek adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk menghilangkan daun-daun kering yang pada bagian tanaman tebu. Klentek dilakukan pada saat tebu berumur 6-7 bulan dengan melepaskan daun yang kering kurang lebih 7-9 ruas.

3.3.2. Metode Pengamatan Tanah, Pertumbuhan Tanaman Tebu, dan Produksi Tanaman Tebu

Aplikasi perlakuan pengolahan tanah yang dilakukan di PG Bone akan melakukan pengamatan yang terdiri dari sifat fisik tanah, pertumbuhan, dan produksi tanaman tebu. Pengamatan sifat fisik tanah meliputi berat isi tanah, porositas, permeabilitas, dan tahanan penetrasi. Pengamatan pertumbuhan meliputi tinggi tanaman tebu, diameter batang tebu, dan jumlah batang tebu. Serta dengan produksi tebu dan rendemen tebu. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada saat 0 BST (bulan setelah tanam), 3 BST (bulan setelah tanam), 6 BST (bulan setelah tanam), dan 9 BST (bulan setelah tanam).

1) Berat Isi Tanah

Metode pengambilan sampel berat isi tanah menggunakan ring yang berbentuk silinder yang dimasukkan ke dalam tanah. Tanah kemudian dikeringkan selama 24 jam pada suhu 105⁰C, kemudian ditimbang dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$BI = \frac{M_p}{V_t} \text{ (g cm}^{-3}\text{)}$$

Keterangan :

M_p = Massa padatan tanah

V_t = Volume tanah

2) Porositas Tanah

Analisis porositas tanah dilakukan dengan menggunakan nilai berat isi tanah dan berat jenis tanah yang dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$1 - \frac{BI}{BJ} \times 100 \%$$

Keterangan :

BI = Berat isi tanah

BJ = Berat jenis tanah

3) Permeabilitas

Pengamatan sampel dilakukan dengan merendam tanah dengan tabungnya selama 24 jam. Setelah itu tanah tersebut dipindahkan ke alat penetapan hantaran hidrolik jenuh. Ambil rata-rata dari pengukuran dan hitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$k = 2,303(a.L/A.L)\log(h_1/h_2)$$

Keterangan :

k = Koefisien Permeabilitas (cm jam⁻¹)

a = Luas Penampang (cm²)

L = Panjang Sampel (cm)

A = Luas Penampang Sampel (cm²)

t = Waktu pengamatan (jam)

h_1 = Tinggi Head Mula-mula (cm)

h_2 = Tinggi Head Akhir (cm)

4) Tahanan Penetrasi Tanah

Pengukuran tahanan penetrasi tanah dilakukan dengan menekan atau menggerakkan objek ke dalam tanah dengan menggunakan alat penetrometer. Kemudian dapat dilihat nilai tahanan penetrasi tanah tersebut. Pengukuran ini sangat praktis untuk kegiatan di lapang.

5) Tinggi Tanaman Tebu

Pengukuran tinggi tanaman tebu dilakukan dengan menggunakan meteran dari bagian pangkal batang yang tumbuh tumbuh dipermukaan tanah sampai titik tertinggi batang dan diukur pada umur 3 bulan, 6 bulan, dan 9 bulan.

6) Diameter Batang Tebu

Pengukuran diameter batang tebu dengan cara mengukur pada ruas kedua dari permukaan tanah yang dilakukan pada saat tanaman berumur 6 bulan dan 9 bulan.

7) Jumlah Batang Tebu

Perhitungan jumlah batang tebu dilakukan setiap umur 3 bulan, 6 bulan, dan 9 bulan. Perhitungan batang yang dihitung adalah yang sudah memiliki batang dan memiliki tinggi batang setinggi 1 meter.

8) Produksi Tebu

Analisi produksi dilakukan di laboratorium PG Camming dengan mengambil sampel tanaman pada plot pengamatan. Perhitungan produksi tebu dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = Jbtk \times jkha \times tbt \times bbt$$

Keterangan :

P = Produktivitas Tebu (h)
Jbtk = Jumlah Batang Tebu (k)
Jkha = Jumlah Kairan (h)
Tbt = Tinggi Batang
Bbt = Bobot Batang (m)

9) Rendemen Tebu

Analisis rendemen tebu dilakukan laboratorium PG Camming dengan mengambil sampel tanaman pada plot pengamatan. Perhitungan rendemen tebu dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FR \times NN$$

Keterangan :

FR = Berat Nira/Berat Batang
NN = nilai pol - 0,4 (nilai Brix - nilai pol)

Tabel 1. Metode Analisis Parameter Sifat Fisik Tanah, Pertumbuhan, dan Produksi Tanaman Tebu

Obyek	Macam Analisis	Metode	Waktu
Tanah	<i>Bulk density</i> (g cm ⁻³)	Silender	
	Porositas Tanah	1- BI/BJ x100%	0, 3, 6, dan 9
	Permeabilitas	<i>Falling Head Permeameter</i>	BST
	Tahanan penetrasi tanah	Penetrometer	
Tanaman	Tinggi taman tebu	Manual (cm)	0, 3, 6, dan 9
	Diameter batang tebu	Manual (cm)	BST
	Jumang batang tebu	Manual	
	Produksi tebu	Jbtk x jkha x tbt x bbt	6 dan 9 BST
	Rendemen tebu	FR x NN	10 BST

3.4. Analisis Data

Data yang akan diperoleh selanjutnya dilakukan analisis ragam (*One way-analysis of varians*) dilanjutkan dengan uji BNT 5% dan setiap parameter yang terkait akan digunakan uji korelasi untuk mengetahui hubungan antar variabel dari setiap perlakuan.

3.5. Perancangan Penelitian

Tabel 2. Perlakuan

No	Kode	Keterangan (perlakuan)
1	P1	Kontrol (<i>Plowing</i> 2 kali + <i>harrowing</i> 2 kali + <i>furrowing</i> 1 kali)
2	P2	<i>Plowing</i> 2 kali + <i>harrowing</i> 2 kali + <i>furrowing</i> 1 kali abu ketel 40 t disebar
3	P3	<i>Plowing</i> 1 kali + <i>harrowing</i> 1 kali + <i>furrowing</i> 1 kali abu ketel 40 t disebar
4	P4	<i>Subsoiling</i> 2 kali + <i>harrowing</i> 1 kali + <i>furrowing</i> 1 kali abu ketel 40 t disebar
5	P5	<i>Subsoiling</i> 2 kali + <i>harrowing</i> 1 kali+ <i>furrowing</i> 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan <i>subsoiling</i>

Dari kombinasi penelitian digunakan rancangan acak kelompok, dengan 5 kombinasi perlakuan dengan setiap perlakuan menggunakan 3 kali ulangan. Dalam setiap ulangan pada setiap perlakuan dilakukan pengacakan.

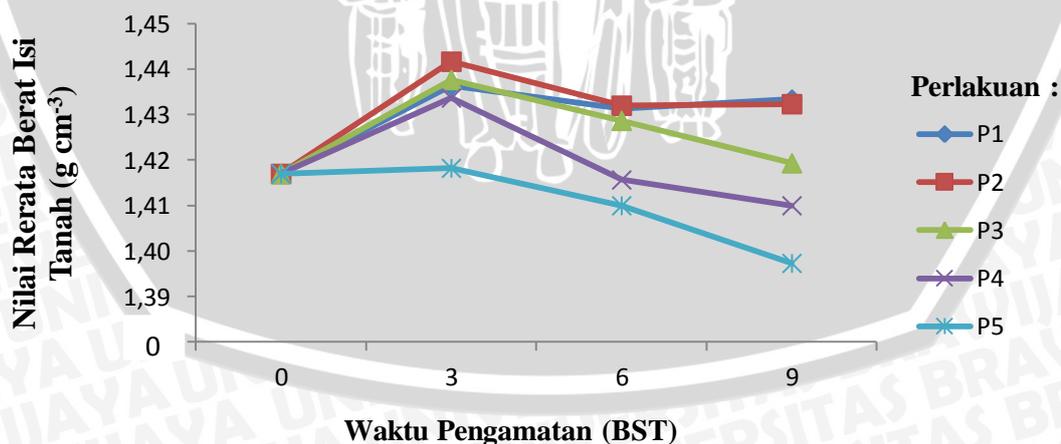
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Sifat Fisik Tanah

4.1.1. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Berat Isi Tanah

Hasil analisis ragam pengaruh pengolahan tanah terhadap berat isi tanah secara rinci disajikan pada Lampiran 4a dan nilai rerata pada Lampiran 5a.

Dari hasil analisis ragam yang dilakukan pada perlakuan pengolahan tanah pengamatan 0 BST, 3 BST, 6 BST, dan 9 BST tidak berpengaruh nyata terhadap berat isi tanah. Pada pengamatan 0 BST semua perlakuan memiliki nilai berat isi tanah yang sama yaitu $1,42 \text{ g cm}^{-3}$. Pada pengamatan 3 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai berat isi tanah terendah yaitu $1,42 \text{ g cm}^{-3}$, sedangkan pada pengamatan 6 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai terendah yaitu $1,41 \text{ g cm}^{-3}$. Pengamatan 9 BST *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai terendah yaitu $1,40 \text{ g cm}^{-3}$. Berdasarkan dari data pada pengamatan 3 BST, 6 BST, dan 9 BST *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 ton dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5).



Gambar 7. Pengaruh Perlakuan terhadap Berat Isi Tanah

Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

Dilihat dari (Gambar 7) pada saat pengamatan 9 BST pada perlakuan P4, dan P5 menunjukkan hasil berat isi yang rendah, akan tetapi pada perlakuan P1, P2, dan P3 memiliki nilai berat isi yang tinggi. Hal ini dikarenakan perlakuan P1, P2, dan P3 menggunakan aplikasi pengolahan tanah yang terlalu berlebihan yang mana lintasan traktor mampu mengakibatkan tanah menjadi padat sehingga nilai *bulk density* meningkat, dimana semakin meningkat intensitas lintasan traktor yang diberikan maka nilai *bulk density* yang dihasilkan juga meningkat.

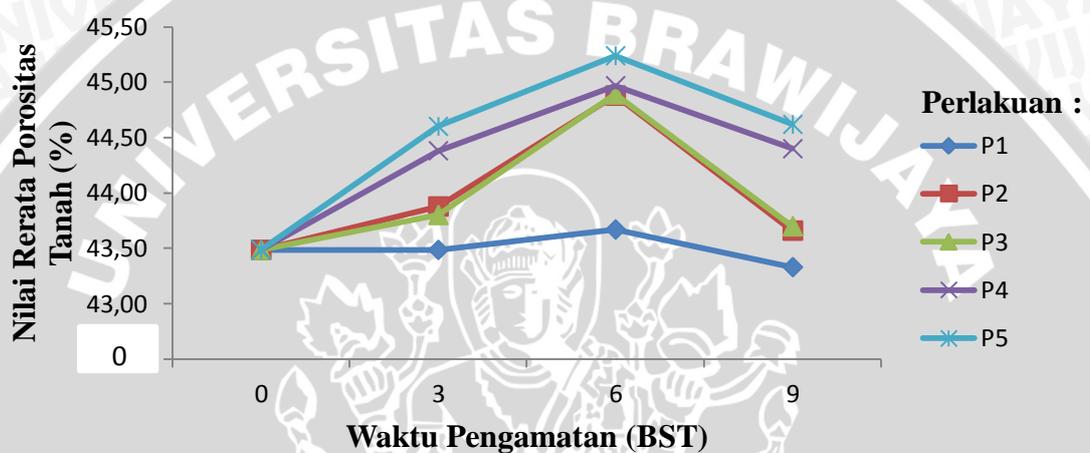
Berat isi tanah merupakan petunjuk kerapatan tanah. Makin padat suatu tanah makin tinggi berat isi tanahnya, yang berarti makin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman. Berat isi tanah pada kebanyakan tanah permukaan berkisar $1,0-1,6 \text{ g cm}^{-3}$, tergantung kondisi. Pengolahan tanah dapat mengubah berat isi agak cepat. Suatu alat bajak dapat dengan seketika mengubah berat isi dari $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ menjadi $0,8 \text{ g cm}^{-3}$. Empat hingga lima lintasan alat pengolahan tanah di atas permukaan yang terbajak dapat menyebabkan terjadinya pemadatan kembali hingga $1,4 \text{ g cm}^{-3}$. Biasanya penanaman terbaik pada kisaran BI $1,1-1,4 \text{ g cm}^{-3}$ (Donahue *et al.*, 1976). Serta dengan penambahan abu ketel yang memiliki berat isi tanah $0,4 \text{ g cm}^{-3}$ jauh lebih rendah dari pada berat isi tanah tanah mineral yaitu $0,7 - 1 \text{ g cm}^{-3}$, oleh karena itu pemberian abu ketel ke dalam tanah dapat mengurangi keseluruhan berat isi tanah. Namun, jika biochar yang diberikan memiliki kekuatan mekanik yang rendah dan mudah hancur menjadi partikel kecil yang dapat mengisi ruang pori-pori yang sudah ada, maka kepadatan tanah akan meningkat pada musim kemarau (Utomo dan Siswanto, 2013).

4.1.2 Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Porositas Total Tanah

Hasil analisis ragam pengaruh pengolahan tanah terhadap porositas total tanah secara rinci pada Lampiran 4b dan nilai rerata pada Lampiran 5b.

Dari hasil analisis ragam yang dilakukan semua perlakuan pengolahan tanah tidak berpengaruh nyata terhadap porositas tanah pada semua waktu pengamatan yang dilakukan. Dari semua perlakuan dihasilkan rerata nilai porositas tanah memiliki nilai yang relatif sama antar perlakuan. Pada pengamatan 0 BST semua perlakuan memiliki nilai porositas tanah yang sama yaitu 43, 49 %. Pada pengamatan 3 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali +

furrowing 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai porositas tanah tertinggi yaitu 44,60 % volume, sedangkan pada pengamatan 6 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai porositas tanah tertinggi yaitu 45,24 % volume. Pada pengamatan 9 BST pada perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai porositas tanah tertinggi yaitu 44,62 % volume (Gambar 8).



Gambar 8. Pengaruh Perlakuan terhadap Porositas Tanah

Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

Pada pengamatan porositas tanah yang dilakukan dapat dilihat (Gambar 8) pada perlakuan pengolahan tanah P1 memiliki nilai porositas yang rendah dibandingkan perlakuan yang lainnya hal ini dikarenakan nilai berat isi tanah yang tinggi mengakibatkan porositas tanah menjadi rendah. Porositas tanah erat hubungannya dengan tingkat kepadatan tanah. Semakin padat tanah berarti semakin sulit untuk menyerap air, maka porositas semakin kecil. Sedangkan pada perlakuan P4 dan P5 menghasilkan porositas tanah yang tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan berat isi tanah pada perlakuan P4 dan P5 yang rendah sehingga menghasilkan porositas tanah yang tinggi. Nilai rerata porositas tanah yang dihasilkan berkisar antara 40,00- 45,24 % volume. Berdasarkan dari nilai rerata yang dihasilkan porositas tanah pada semua

perlakuan masuk dalam kelas kurang baik, hal ini dikarenakan lapisan tanah yang mempunyai porositas 40-50 % volume, dimana ≤ 5 % ruang porinya terisi oleh udara pada kapasitas lapang (Davies *et al.*, 1993). Porositas tanah akan tinggi apabila bahan organik tinggi. Tanah dengan struktur granuler/remah, mempunyai porositas yang tinggi dari pada tanah-tanah dengan struktur massive/pejal (Hardjowigeno, 2007). Menurut Davies *et al.*, 1993 struktur tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman dicirikan dengan mempunyai porositas tanah sekitar 60%.

Salah satu pentingnya dilakukan pengolahan tanah adalah untuk memperbesar porositas tanah. Selain pengolahan tanah, adapun cara lain yang dilakukan untuk memperbesar porositas tanah yaitu dengan penambahan bahan organik dan pengolahan tanah secara minimum. Hal ini dikarena tanah pertanian dengan pengolahan tanah yang intensif cenderung mempunyai ruang pori rendah, apabila terjadi penanaman secara terus-menerus tanpa adanya pengolahan tanah maka akan mengurangi pori-pori mikro dan kandung bahan organik di dalam tanah (Hakim *et al.*, 1986).

4.1.3. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Permeabilitas

Hasil analisis ragam pengaruh pengolahan tanah terhadap berat isi tanah secara rinci disajikan pada Lampiran 4c dan hasil BNJ 5% disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan dari hasil analisis data yang dilakukan pada perlakuan pengolahan tanah untuk pengamatan 0 BST tidak berbeda nyata, akan tetapi pada pengamatan 3 BST, 6 BST, dan 9 BST berbeda nyata. Pada pengamatan 0 BST semua perlakuan memiliki nilai permeabilitas tanah yang sama yaitu $3,08 \text{ cm jam}^{-1}$. Pada pengamatan 3 BST, 6 BST, dan 9 BST nilai rerata permeabilitas pada perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai tertinggi disetiap pengamatan. Dapat dilihat pada (Tabel 3) pada pengamatan 9 BST nilai rerata permeabilitas sangat berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya.

Tabel 3. Nilai Rerata Permeabilitas

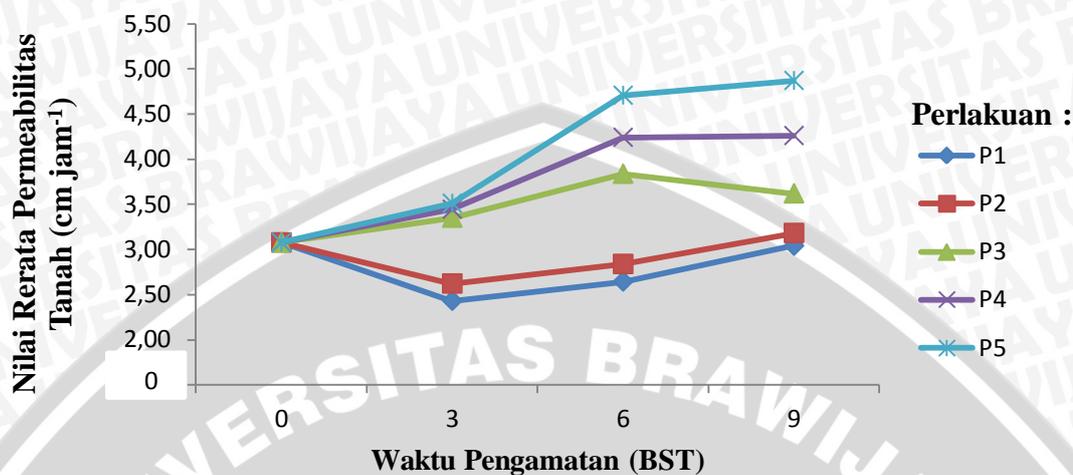
Perlakuan	Nilai Rerata Permeabilitas (cm jam ⁻¹)			
	0 BST	3 BST	6 BST	9 BST
P1	3,08	2,43 a	2,64 a	3,04 a
P2	3,08	2,62 a	2,84 a	3,18 a
P3	3,08	3,35 b	3,84 a	3,62 a
P4	3,08	3,44 b	4,24 b	4,26 b
P5	3,08	3,51 b	4,71 b	4,87 b
BNJ 5 %	-	0,881	1,362	1,189

Keterangan : Angka rerata yang didampingi huruf pada kolom yang sama dalam kelompok perlakuan menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ 5%. P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

Pada perlakuan metode pengolahan tanah nilai rerata permeabilitas pada perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai tertinggi disetiap pengamatan yang dilakukan (Gambar 9). Hal ini dikarenakan pada perlakuan P5 memiliki pori yang besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sehingga air yang masuk ke tanah dapat diserap dan dalam jumlah yang banyak. Sedangkan pada perlakuan P1 porositas kebanyakan diisi oleh pori mikro, sehingga air sulit untuk meresap dari tanah pada perlakuan P5, sehingga permeabilitasnya tinggi. Pengaruh pemadatan terhadap permeabilitas tanah dapat memperlambat permeabilitas tanah karena pori kecil yang menghambat gerakan air tanah makin meninggi (Sarief, 1989). Dilihat dari berat isi tanah pada perlakuan P5 memiliki nilai yang relatif rendah dibandingkan perlakuan lainnya sehingga tidak terjadi pemadatan tanah yang menjadikan permeabilitas yang terjadi termasuk dalam kelas sedang.

Permeabilitas sedang menyebabkan terbentuknya pori meso dalam jumlah sedang, sehingga luas sentuhan menjadi cukup luas, menyebabkan daya pegang terhadap air cukup kuat. Hal ini dikarenakan air dan udara cukup mudah masuk dan keluar tanah dan sebagian air akan tertahan. Dalam kondisi ini, sabagian besar pori terisi udara dan air dalam jumlah yang seimbang, sehingga pori-pori meso termasuk juga pori drainase karena proses kehilangan air cukup cepat (Hanafiah, 2007). Penambahan biochar cenderung mengurangi laju permeabilitas tanah,

diduga hal ini berkaitan dengan kemampuan biochar meretensi air secara fisik sehingga air tidak cepat menghilang dari zona perakaran (Glaster *et al.*, 2002).



Gambar 9. Pengaruh Perlakuan terhadap Permeabilitas

Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

Permeabilitas sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah, yang mana pada lokasi penelitian tekstur tanah termasuk dalam lempung berdebu. Pada tekstur tanah pasir yang memiliki ruang pori besar, sehingga memiliki daya infiltrasi yang cepat dan permeabilitasnya sangat tinggi. Namun pada tekstur liat akan berbeda, tekstur liat memiliki kemampuan yang baik menyimpan air, maka akan mengakibatkan daya infiltrasi menjadi lambat, yang menyebabkan permeabilitas akan juga lambat. Menurut Suripin (2001) permeabilitas tanah ialah sifat tanah yang menyatakan cepat lambatnya jenuh, yang dapat diukur dengan resapan air melalui masa tanah per waktu tertentu. Laju permeabilitas di kelompokkan menjadi beberapa kriteria yaitu kategori lambat (kurang dari 0,5 cm/jam), agak lambat (0,5 – 2,0 cm jam⁻¹), sedang (2,0 – 6,25 cm jam⁻¹), agak cepat (6,25 – 12,5 cm jam⁻¹), cepat (lebih dari 12,cm jam⁻¹).

4.1.4. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Tahanan Penetrasi Tanah

Hasil analisis ragam pengaruh pengolahan tanah terhadap tahanan penetrasi tanah secara rinci disajikan pada Lampiran 4d dan hasil uji BNJ 5% pada Tabel 4.

Berdasarkan dari hasil analisis data yang dilakukan pada perlakuan disetiap waktu pengamatan yang mana pada 0 BST tidak berbeda nyata. Pada pengamatan 0 BST semua perlakuan memiliki nilai rerata tahanan penetrasi yaitu $1,04 \text{ kg cm}^{-2}$. Pada pengamatan 3 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali+ *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai terendah yaitu $1,20 \text{ kg cm}^{-2}$, sedangkan pada pengamatan 6 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali+ *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai terendah yaitu $1,06 \text{ kg cm}^{-2}$. Pada pengamatan 9 BST *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali+ *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* memiliki nilai terendah yaitu $1,03 \text{ kg cm}^{-2}$ (Tabel 4). Hal ini dikarenakan perlakuan pengolahan dengan menggunakan bajak subsoiler mampu memecah lapisan tanah kedap yang berada di bawah kedalaman olah normal guna memperbaiki infiltrasi air, drainase, dan penetrasi akar tanaman. Menurut Plaster (1992) bajak subsoiler digunakan untuk memecah atau menghancurkan lapisan subsoil yang padat akibat kultivasi berulang-ulang pada kedalaman yang sama.

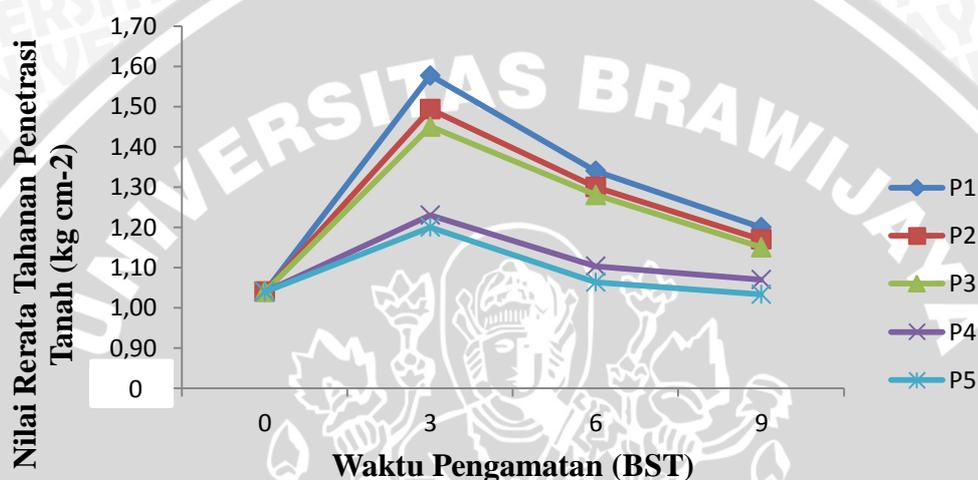
Tabel 4. Nilai Rerata Tahanan Penetrasi Tanah

Perlakuan	Nilai Rerata Tahanan Penetrasi Tanah (kg cm^{-2})			
	0 BST	3 BST	6 BST	9 BST
P1	1,04	1,58	1,34	1,20 b
P2	1,04	1,49	1,30	1,17 b
P3	1,04	1,45	1,28	1,15 a
P4	1,04	1,23	1,10	1,07 a
P5	1,04	1,20	1,06	1,03 a
BNJ 5 %	-	-	-	0,138

Keterangan : Angka rerata yang didampingi huruf pada kolom yang sama dalam kelompok perlakuan menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ 5%. P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam..

Dilihat dari (Gambar 10) tahanan penetrasi tanah tertinggi terdapat pada perlakuan P1, P2, dan P3. Sedangkan tahanan penetrasi tertinggi terdapat pada perlakuan P4 dan P5. Hal ini dikarenakan nilai dari berat isi tanah pada perlakuan P4 dan P5 memiliki nilai berat isi tanah yang tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Tahanan penetrasi dan berat isi tanah merupakan salah satu parameter kepadatan tanah. Makin padat suatu tanah maka tahanan penetrasi, berat isi tanah

makin tinggi. Pemberian bahan organik cenderung menurunkan tahanan penetrasi tanah dan berat isi tanah. Peningkatan intensitas pengolahan tanah dapat mempengaruhi tahanan penetrasi tanah dan berat isi tanah. Semakin tinggi intensitas pengolahan tanah yang dilakukan semakin padat suatu tanah yang menyebabkan tahanan penetrasi dan berat isi tanah meningkat. Pengolahan tanah dan penambahan bahan organik dapat mengurangi kepadatan tanah serta memberikan hasil tanah yang lebih halus dan seragam.

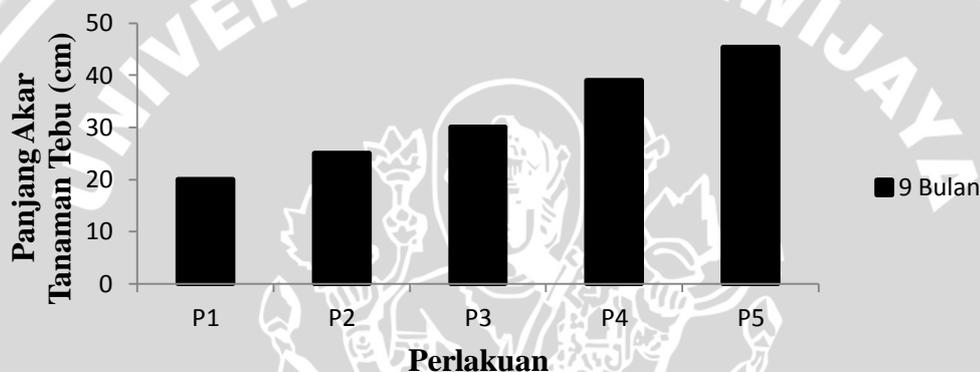


Gambar 10. Pengaruh Perlakuan terhadap Tahanan Penetrasi Tanah

Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

Tahanan penetrasi tanah memberikan gambaran kekerasan yang terjadi pada tanah. Tanah yang semakin keras ditunjukkan dengan tahanan penetrasi yang semakin tinggi. Arkin dan Taylor (1981) menyebutkan tahanan penetrasi tanah membatasi pertumbuhan akar. Pada tahanan penetrasi rendah maka akar tanaman dapat menembus dengan mudah, namun kemampuan tembus akar menjadi semakin berkurang dengan bertambahnya tahanan penetrasi tanah. Tahanan penetrasi paling besar terjadi pada proses pemadatan dengan tiga sampai lima kali lintasan, nilai tahanan penetrasi tertinggi pada kedalaman 15 dan 25 cm sebesar 24,2 kg cm⁻². Secara umum nilai *bulk density* tanah setelah mendapat perlakuan lintasan memperlihatkan nilai yang meningkat sejalan dengan penambahan jumlah lintasan pada tiap kedalaman (Kusuma, 1998).

Panjang akar tanaman tebu dapat pula dijadikan tolak ukur tahanan penetrasi tanah secara langsung dengan melihat panjang akar tanaman tebu. Semakin rendah tahanan penetrasi tanah maka semakin panjang akar tanaman tebu. Berdasarkan dari pengamatan panjang akar tanaman tebu yang dilakukan pada saat umur 9 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai rerata tertinggi yaitu 45,33 cm (Gambar 11). Hal ini dikarenakan meningkatnya intensitas pengolahan tanah yang menyebabkan meningkat berat isi tanah dan tahanan penetrasi tanah, terutama akibat meningkatnya intensitas penggaruan tanah, sehingga penembusan akar-akar tanaman tebu menjadi terhambat.



Gambar 11. Pengaruh Perlakuan terhadap Tahanan Penetrasi Tanah

Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

4.2. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman Tebu

4.2.1. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Tinggi Tanaman Tebu

Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang sering diamati baik sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan. Ini didasarkan atas kenyataan bahwa tinggi tanaman merupakan ukuran pertumbuhan yang paling mudah dilihat (Sitompul dan Guritno, 1995).

Hasil analisis ragam (Lampiran 4e) menunjukkan pada pengamatan 3 BST pada tinggi tanaman tidak berbeda nyata antar perlakuan, akan tetapi pada pengamatan 6 BST dan 9 BST dari hasil analisis uji BNJ taraf 5% berbeda nyata antar perlakuan (Tabel 5). Pada 3 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1

kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* memiliki nilai rerata tinggi tanaman tertinggi yaitu 1,38 m. Pada 6 BST BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* memiliki nilai rerata tinggi tanaman tertinggi yaitu 1,62 m. Sedangkan pada 9 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* memiliki nilai rerata tinggi tanaman tertinggi yaitu 2,85 m.

Tabel 5. Nilai Rerata Tinggi Tanaman Tebu

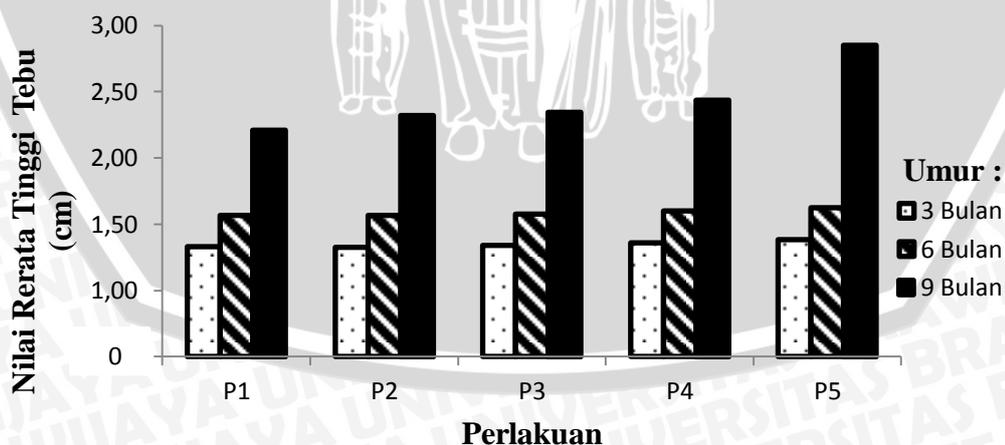
Perlakuan	Nilai Rerata Tinggi Tanaman Tebu (m)		
	3 BST	6 BST	9 BST
P1	1,33	1,57 a	2,21 a
P2	1,32	1,57 a	2,23 a
P3	1,34	1,58 a	2,34 a
P4	1,36	1,60 a	2,44 a
P5	1,38	1,62 b	2,85 b
BNJ 5 %	-	0,046	0,581

Keterangan : Angka rerata yang didampingi huruf pada kolom yang sama dalam kelompok perlakuan menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ 5%. P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

Tinggi tanaman tebu semakin besar menjelang panen pada saat umur 9 bulan (Gambar 11). Hal ini ditunjukkan pula oleh nilai rerata tinggi tanaman pada perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) menghasilkan nilai tertinggi yaitu 2,85 m dibandingkan dengan empat perlakuan yang lainnya. Perlakuan metode pengolahan tanah yang disertai penambahan abu ketel yang dimasukkan dalam larikan memberikan pengaruh pertumbuhan terhadap tinggi tanaman yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan dengan adanya pengolahan tanah yang baik menjadikan tanah semakin gembur sehingga akar tanaman lebih mudah masuk ke dalam tanah dan lebih mudah menyerap unsur hara yang terdapat di dalam tanah yang digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhan. Menurut Purwati, Rina, Yusup (2007) pemberian abu ketel berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman *Acacia crassicarpa* dengan dosis pemberian 5 – 10 kg pohon⁻¹ dapat meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan tanaman kontrol tanpa pemberian abu ketel. Nilai kejenuhan basa (KB) dari Ultisols yang rendah menyebabkan unsur hara tidak

tersedia bagi tanaman. Ultisols yang mendapat aplikasi abu ketel akan mendapatkan suplai unsur Ca, Mg, Na, dan K yang berarti dapat menaikkan pH tanah juga nilai KB. Kondisi ini membuat tanah Ultisol memiliki kemampuan menyimpan dan melepaskan kation sehingga unsur hara esensial lebih tersedia dan mudah dimanfaatkan oleh tanaman yang akhirnya dapat meningkatkan perkembangan akar dan pertumbuhan tanaman.

Pengolahan tanah dapat menyediakan lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman dengan cara memperbaiki struktur tanah sehingga memudahkan perkecambahan, pemunculan tanaman, dan pertumbuhan akar (Kepner *et al.*, 1972 ; Hartmann *et al.*, 1981; Hunt, 1995). Hal ini sesuai dengan pernyataan Suwardjono (2004) yang menyatakan bahwa struktur tanah yang baik menjadikan perakaran berkembang dengan baik sehingga semakin luas bidang serapan tanaman terhadap unsur hara. Serta sifat abu ketel yang tidak berbeda jauh dengan biochar yang memiliki kemampuan menahan hara (Lehman, 2007), bahkan dibandingkan dengan bahan organik tanah lainnya, biochar mempunyai kemampuan yang lebih besar dalam menjerap kation per unit karbon. Dengan meningkatnya kemampuan untuk menahan hara terutama unsur N yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Tersedianya N dalam jumlah yang cukup akan melancarkan proses metabolisme tanaman yang pada akhirnya mempengaruhi pertumbuhan akar, batang, dan daun.



Gambar 12. Pengaruh Perlakuan terhadap Tinggi Tanaman Tebu

Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

4.2.2. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Diameter Batang Tebu

Batang tebu merupakan bagian terpenting dalam produksi gula, karena bagian dalamnya terdapat jaringan parenkim berdinding tebal yang mengandung nira (Setyamidjaja dan Azharni, 1992). Pada saat panen kandungan sukrosa pada batang tebu sebesar 10-18 % dan serat 10-15 % (Fauconnier, 1993). Diameter buku tebu maksimum berada sedikit di bawah permukaan tanah (Bakker, 1999).

Hasil analisis ragam (Lampiran 4f) menunjukkan pada pengamatan 6 BST dan 9 BST pada diameter batang tebu berbeda nyata antar perlakuan dari hasil analisis uji BNJ taraf 5% (Tabel 6). Berdasarkan nilai rerata diameter batang tebu pada pengamatan 6 BST perlakuan kontrol (P1) dan perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai tertinggi yaitu 2,44 cm. Sedangkan pada pengamatan 9 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai tertinggi yaitu 2,33 cm.

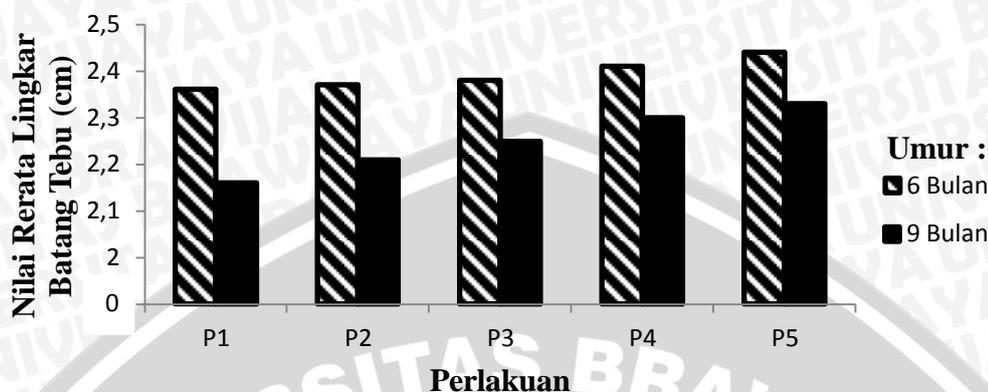
Tabel 6. Nilai Rerata Diameter Batang Tebu

Perlakuan	Nilai Rerata Diameter Batang Tebu (cm)	
	6 BST	9 BST
P1	2,36 a	2,16 a
P2	2,37 a	2,21 a
P3	2,38 a	2,25 a
P4	2,41 a	2,30 a
P5	2,44 b	2,33 b
BNJ 5 %	0,064	0,153

Keterangan : Angka rerata yang didampingi huruf pada kolom yang sama dalam kelompok perlakuan menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ 5%. P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

Diameter batang tebu semakin besar hingga umur tanaman tebu berumur 6 BST, kemudian cenderung semakin kecil pada saat umur 9 BST (Gambar 12). diameter batang tebu terbesar (maksimum) pada umur tebu 6 BST, sedangkan tinggi tanaman tebu masih terus bertambah hingga menjelang panen. Hal ini berarti ketika tinggi tanaman memperlihatkan laju pemanjangan batang tebu yang meningkat ternyata tidak diikuti oleh penambahan ukuran diameter batang tebu.

Pada umur 6 BST tanaman tebu sudah mulai terbentuk zat gula atau nira di dalam batang tebu sehingga diameter batang tebu mengecil (Van Dillewijn, 1952).



Gambar 13. Pengaruh Perlakuan terhadap Lingkar Batang Tebu

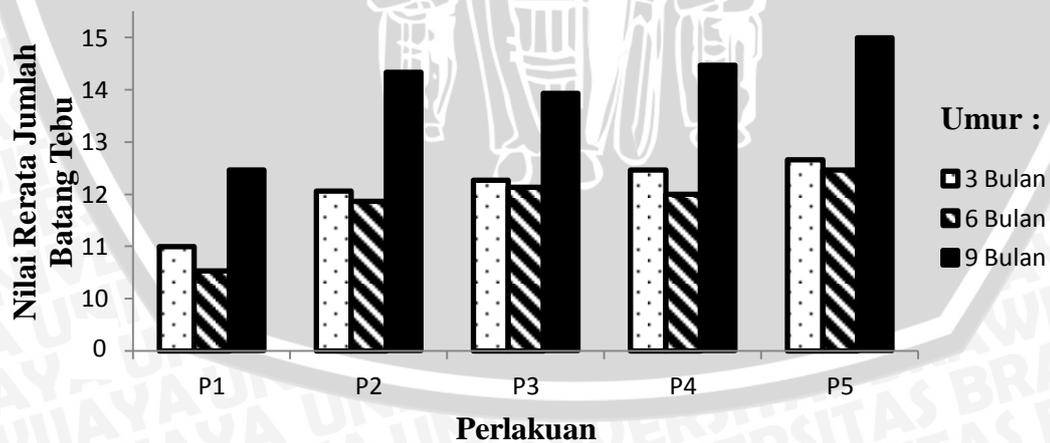
Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

4.2.3. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Jumlah Batang Tebu

Hasil analisis ragam (Lampiran 4g) menunjukkan pada pengamatan 3 BST, 6 BST, dan 9 BST pada jumlah batang tidak berbeda nyata antar perlakuan dari hasil analisis uji BNJ taraf 5%. Berdasarkan nilai rerata jumlah batang pada pengamatan 3 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai tertinggi yaitu 13. Pada pengamatan 6 BST setiap perlakuan memiliki nilai yang relatif sama antar perlakuan. Sedangkan pada pengamatan 9 BST perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai tertinggi yaitu 15 (Lampiran 5c).

Pemunculan tunas-tunas tebu pada masa awal pertumbuhan tergantung oleh kondisi sifat fisik tanah. Perhitungan jumlah batang dilakukan pada saat tanaman sudah berumur 3 bulan. Perbedaan jumlah batang yang muncul ke permukaan tanah (Gambar 13) menunjukkan adanya pengaruh dari setiap perlakuan pengolahan tanah yang diaplikasikan ke lahan. Tunas-tunas tebu yang muncul ke permukaan dari hasil perlakuan pengolahan tanah dapat dilihat hasil dari pengamatan 3 BST, 6 BST, dan 9 BST memiliki perbedaan setiap perlakuan. Pada perlakuan P5 memiliki jumlah batang yang lebih banyak dibandingkan perlakuan P1, P2, P3, dan P4.

Perlakuan pengolahan tanah P5 mengaplikasikan *subsoiling* dan penambahan abu ketel dapat membuat konsisi sifat fisik tanah yang terbentuk dapat mempercepat pemunculan tunas-tunas tebu. Bajak subsoiler mampu memecahkan lapisan kedap yang berada di bawah kedalaman olah normal guna memperbaiki infiltrasi air, drainase, dan penetrasi akar tanaman. Menurut Plaster (1992) bajak subsoiler digunakan untuk memecah atau menghancurkan lapisan subsoil yang padat akibat aktifitas berulang-ulang pada kedalaman yang sama sehingga mampu menyediakan kondisi pertumbuhan tanaman tebu dan menghasilkan jumlah anakan yang banyak dibandingkan pengolahan tanah lainnya. Selain itu abu ketel yang diberikan menghasilkan ketersediaan hara dalam tanah seperti N, P, dan K yang memiliki peranan untuk pertumbuhan tanaman tebu. Jumlah batang tebu dipengaruhi oleh ketersediaan hara dalam tanah. Peran pupuk N dan K terutama terlihat pada awal pertumbuhan tanaman tebu yang akan berpengaruh terhadap populasi tanaman (Toruan, Erwin, Abidin, 1987). Menurut Santo, Arifin, dan Budiom (1993); Usman (1989) menyatakan bahwa pemupukan nitrogen berperan dalam peningkatan jumlah batang tebu. Pupuk N dan P akan meningkatkan jumlah anakan sampai dosis tertentu dan akan berkurang apabila dosis ditingkatkan (Maswal dan Abidin, 1988). Selanjutnya tunas-tunas tebu akan mengadakan proses interaksi dengan lingkungan (iklim) untuk proses pertumbuhan hingga produksi.



Gambar 14. Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Batang Tebu

Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

4.3. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Produksi Tanaman Tebu

4.3.1. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Produksi Tebu

Hasil analisis ragam pengaruh pengolahan tanah terhadap produksi tanaman tebu secara rinci disajikan pada Lampiran 4h dan hasil uji BNJ Tabel 7.

Dari hasil analisis ragam yang dilakukan semua perlakuan pengolahan tanah berpengaruh nyata terhadap produksi tanaman pada pengamatan 9 BST. Dari semua perlakuan dihasilkan nilai rerata produksi tanaman tebu perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* + *furrowing* abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) memiliki nilai tertinggi yaitu 122,79 (Gambar 14).

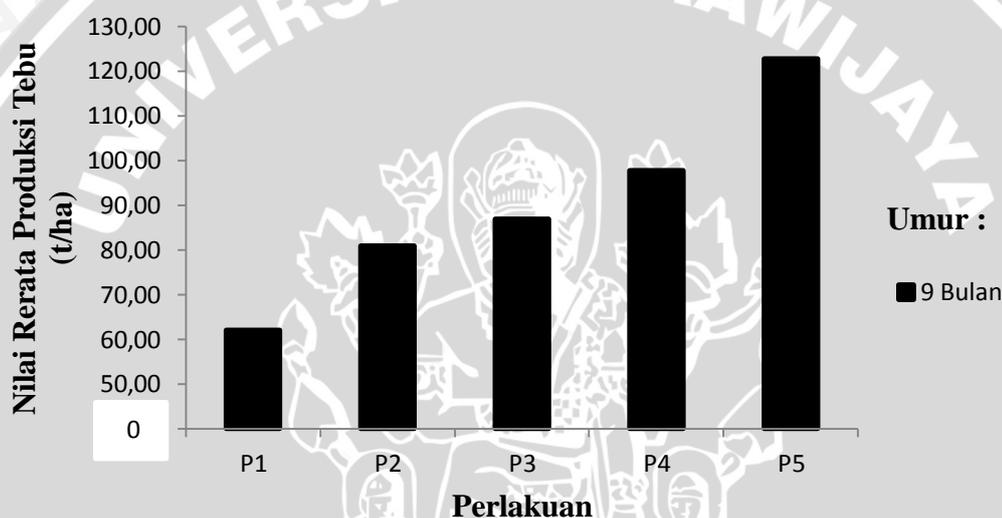
Tabel 7. Nilai Rerata Produksi Tanaman Tebu

Perlakuan	Nilai Rerata Produksi Tanaman Tebu ($t\ ha^{-1}$)	
	9 BST	
P1	61,98 a	
P2	80,84 a	
P3	86,94 a	
P4	97,69 a	
P5	122,79 b	
BNJ 5 %	50,633	

Keterangan : Angka rerata yang didampingi huruf pada kolom yang sama dalam kelompok perlakuan menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ 5%. P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

Produksi tanaman tebu dipengaruhi oleh tinggi tanaman tebu, diameter batang tebu, dan jumlah batang tebu. Pada perlakuan P4 dan P5 menghasilkan nilai produksi tebu tertinggi. Hal ini dikarenakan perlakuan P4 dan P5 mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tebu dan mampu memperbaiki sifat fisik tanah. Perlakuan P4 dan P5 mampu memperbaiki sifat fisik tanah dengan menghasilkan nilai berat isi tanah dan tahanan penetrasi tanah yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Sedangkan untuk perlakuan P1, P2, dan P3 berat isi tanah dan tahanan penetrasi tanah yang meningkat akibat meningkatnya intensitas pengolahan tanah menyebabkan jumlah anakan tebu menurun. Kondisi ini mengakibatkan jumlah batang tebu atau bobot batang tebu menurun sehingga produksi tanaman tebu menurun.

Pemadatan tanah merupakan hal yang tidak diinginkan dalam kegiatan pertanian karena dapat mengurangi aerasi tanah, mengurangi ketersediaan air bagi tanaman, dan menghambat pertumbuhan akar tanaman. Pemadatan tanah yang disebabkan oleh beratnya mesin merupakan penyebab utama degradasi tanah dan menyebabkan kerugian produksi setiap tahun (Stone dan Ekwue, 1993). Pengaruh pemadatan terhadap produksi lebih nyata pada beberapa jenis tanah, tanah lempung berliat lebih terpengaruh oleh pemadatan dari pada lempung berpasir. Secara umum, semakin kecil partikel-partikel tanah, maka tanah akan lebih padat dan dapat menurunkan produksi tebu.



Gambar 15. Pengaruh Perlakuan terhadap Produksi Tebu

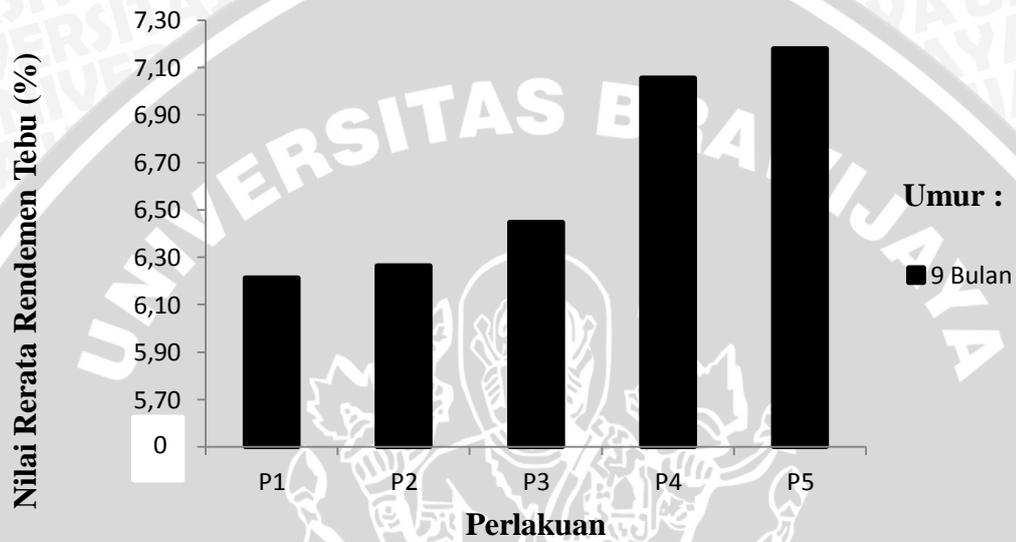
Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

4.3.2. Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Rendemen Tebu

Rendemen tebu adalah kadar kandungan gula di dalam batang tebu yang dinyatakan dengan persen. Hasil analisis ragam pengaruh pengolahan tanah terhadap rendemen tebu secara rinci pada Lampiran 4i dan nilai rerata Lampiran 5d.

Dari hasil analisis ragam yang dilakukan semua perlakuan pengolahan tanah tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen tebu pada pengamatan 9 BST. Dari semua perlakuan dihasilkan nilai rerata rendemen tanaman tebu perlakuan P5 memiliki nilai tertinggi yaitu 7,18 % (Gambar 16).

Banyaknya jumlah batang tebu dalam satu plot dan nilai brix mempengaruhi hasil rendemen tebu. Berdasarkan dari data tinggi tanaman tebu, lingkaran batang tebu, dan jumlah batang tebu yang memiliki jumlah batang tebu tertinggi yaitu perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) sehingga menghasilkan rendemen tebu yang tinggi pula.



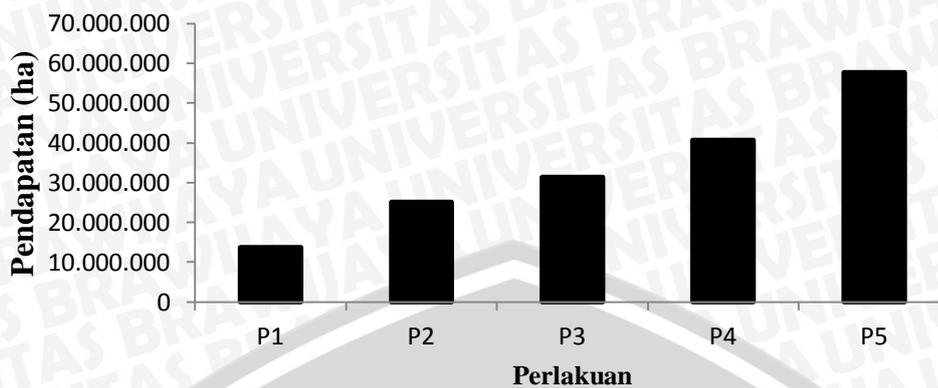
Gambar 16. Pengaruh Perlakuan terhadap Rendemen Tebu

Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

4.4. Analisis Ekonomi

Berdasarkan hasil dari perhitungan keuntungan analisis ekonomi dalam perlakuan pengolahan tanah yang disajikan pada Lampiran 7.

Perlakuan dengan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) menghasilkan laba lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu Rp 49.955.600 dengan pengeluaran Rp 17.194.400. Hal ini dikarenakan produksi tebu dan rendemen tebu pada perlakuan *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 ton dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) lebih baik dari pada perlakuan lainnya.



Gambar 17. Pengaruh Perlakuan terhadap Keuntungan

Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam.

Metode pengolahan tanah pada setiap perlakuan memberikan waktu operasi pengolahan tanah (WPT) total dan konsumsi bahan bakar (KBL) total yang bervariasi, sebagaimana ditunjukkan dalam (Tabel 8). WPT dan KBL total cenderung menghasilkan akibat bertambahnya intensitas pengolahan tanah. WPT dan KBL total hasil aplikasi perlakuan P1 memperlihatkan nilai lebih besar dibandingkan perlakuan P5 yang berintensitas lebih tinggi. Hal ini karena intensitas pengolahan tanah pada perlakuan P1 lebih tinggi sehingga waktu operasi pengolahan tanah dan konsumsi bahan bakar meningkat. Konsumsi bahan bakar (KBL) pada metode-metode pengolahan tanah pada perlakuan P1 lebih tinggi dibandingkan P5. Hal ini dikarenakan intensitas pengolahan tanah yang lebih tinggi mengakibatkan penggunaan bahan bakar meningkat pada perlakuan P1. Kenaikan kecepatan maju traktor menyebabkan daya traktor meningkat sehingga terjadi kenaikan konsumsi bahan bakar (Goering dan Hansen, 2004).

Tabel 8. Waktu Operasi Pengolahan Tanah dan Pemakaian Bahan Bakar

Perlakuan	Waktu Operasi Pengolahan Tanah (jam ha ⁻¹)	Pemakaian Bahan Bakar (l ha ⁻¹)
P1	5,66	105,98
P2	5,09	95,9
P3	3,23	53,4
P4	3,86	73,44
P5	3,86	73,44

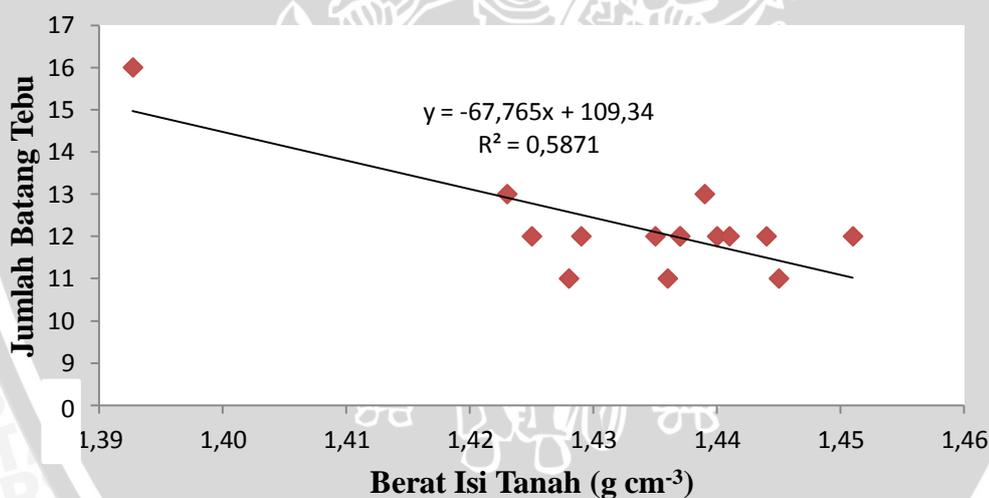
Keterangan : P1 = Kontrol (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali), P2 = (*Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P3 = (*Plowing* 1 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P4 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar), P5 = (*Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling*). BST = bulan setelah tanam..

4.5. Hubungan Sifat Fisik Tanah Dengan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tebu

4.5.1. Hubungan Sifat Fisik Tanah Dengan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tebu Pada Pengamatan 3 Bulan Setelah Tanam

Berdasarkan hasil uji korelasi antar variabel pengamatan secara rinci disajikan pada Lampiran 5a.

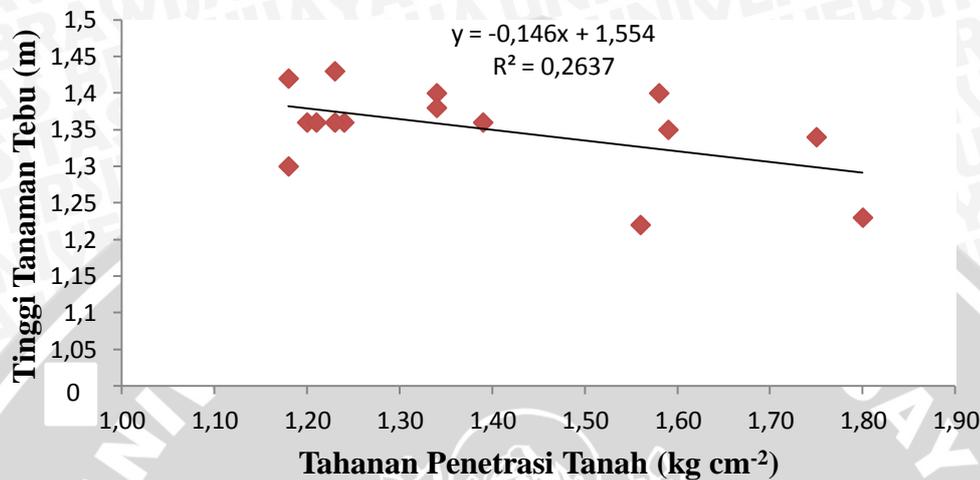
Berdasarkan dari hasil uji korelasi antara berat isi tanah dengan jumlah batang tebu menghasilkan nilai $R^2 = 0,5871$. Artinya hubungan antar variabel tersebut bersifat nyata atau erat. Semakin rendah berat isi tanah maka semakin tinggi jumlah batang tebu. Menurut Bakri, 2001 bahwa berat isi tanah yang tinggi tidak dapat menunjang laju pertumbuhan tanaman dengan baik, tanaman tidak dapat tumbuh secara normal bila berat isi tanah lebih besar dari $1,40 \text{ g cm}^{-3}$, sedangkan menurut Baver *et al.*, 1972 tanah dengan berat isi $1,60 \text{ g cm}^{-3}$ mengakibatkan pertumbuhan akar tanaman terhenti.



Gambar 18. Hubungan Berat Isi Tanah dengan Jumlah Batang Tebu

Berdasarkan dari hasil uji korelasi antara tahanan penetrasi tanah dengan permeabilitas menghasilkan nilai $R^2 = 0,2637$. Artinya hubungan antar variabel tersebut bersifat nyata atau erat. Semakin rendah tahanan penetrasi tanah maka tinggi tanaman tebu semakin tinggi. Tahanan penetrasi tanah menunjukkan tingkat kepadatan suatu tanah semakin tinggi tahanan penetrasi tanah maka semakin kecil porositas tanah. Semakin tinggi pemadatan tanah maka semakin lambat

pertumbuhan tanaman, hal ini dikarenakan bila tanah semakin padat maka akan menghambat perkembangan perakaran di dalam tanah sehingga pertumbuhan tanaman menjadi tidak optimal. Pengolahan tanah yang baik mampu menurunkan tahanan penetrasi tanah sehingga menunjang pertumbuhan tanaman.

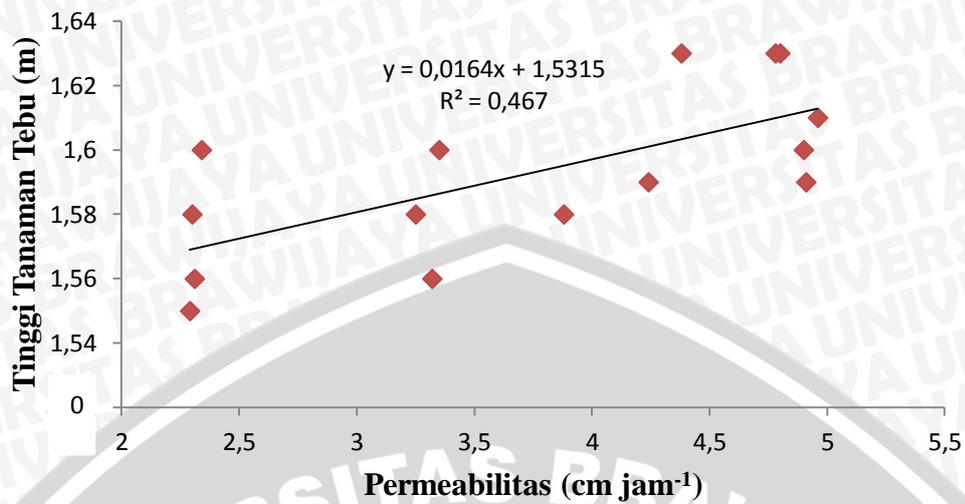


Gambar 19. Hubungan Tahanan Penetrasi Tanah dengan Tinggi Tanaman Tebu

4.5.2. Hubungan Sifat Fisik Tanah Dengan Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tebu Pada Pengamatan 6 Bulan Setelah Tanam

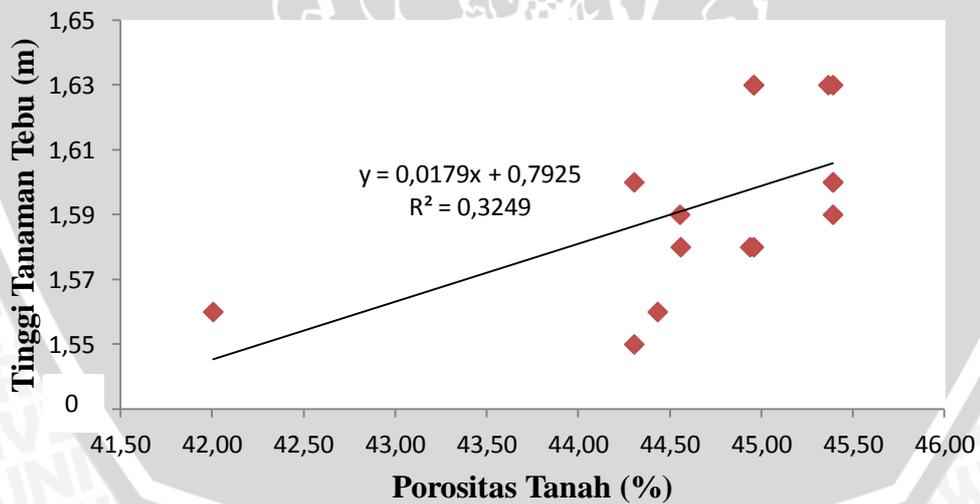
Berdasarkan hasil uji korelasi antar variabel pengamatan secara rinci disajikan pada Lampiran 5b.

Berdasarkan dari hasil uji korelasi antara permeabilitas dengan tinggi tanaman tebu menghasilkan nilai $R^2 = 0,467$. Artinya hubungan antar variabel tersebut bersifat nyata atau erat. Semakin tinggi permeabilitas maka tinggi tanaman tebu semakin tinggi. Permeabilitas merupakan sifat tanah yang memungkinkan air melewatinya pada berbagai laju alir tertentu. Rongga ini memungkinkan air dapat mengalir di dalam partikel melalui rongga dari satu titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah. Koefisien permeabilitas terutama tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya. Permeabilitas yang baik mampu menunjang pertumbuhan tanaman tebu dalam ketersediaan air di dalam tanah.



Gambar 20. Hubungan Permeabilitas dengan Tinggi Tanaman Tebu

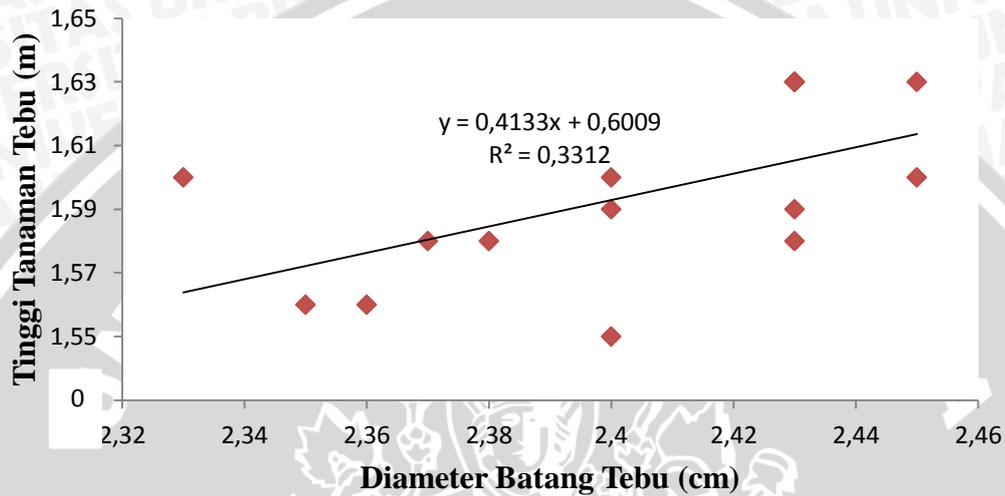
Berdasarkan dari hasil uji kolerasi antara porositas tanah dengan tinggi tanaman tebu menghasilkan nilai $R^2 = 0,3249$. Artinya hubungan antar variabel tersebut bersifat nyata atau erat. Semakin tinggi porositas tanah maka tinggi tanaman semakin tinggi. Ruang pori yang besar akan mempermudah pergantian udara dan air di dalam tanah sehingga dapat menjamin ketersediaan air yang dibutuhkan tanaman dan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.



Gambar 21. Hubungan Porositas Tanah dengan Tinggi Tanaman Tebu

Berdasarkan dari hasil uji kolerasi antara diameter batang tebu dengan tinggi tanaman tebu menghasilkan nilai $R^2 = 0,3312$. Artinya hubungan antar variabel tersebut bersifat nyata atau erat. Semakin tinggi diameter batang tebu maka tinggi tanaman semakin tinggi. Diameter batang tebu semakin besar hingga

umur tanaman tebu berumur 6 BST, kemudian cenderung semakin kecil mengecil. Hal ini berarti ketika tinggi tanaman memperlihatkan laju pemanjangan batang tebu yang meningkat ternyata tidak diikuti oleh penambahan ukuran diameter batang tanaman tebu. Pada umur 6 BST tanaman tebu sudah mulai terbentuk zat gula atau nira di dalam batang tebu sehingga diameter batang tanaman tebu mengecil (Van Dillewijn, 1952).

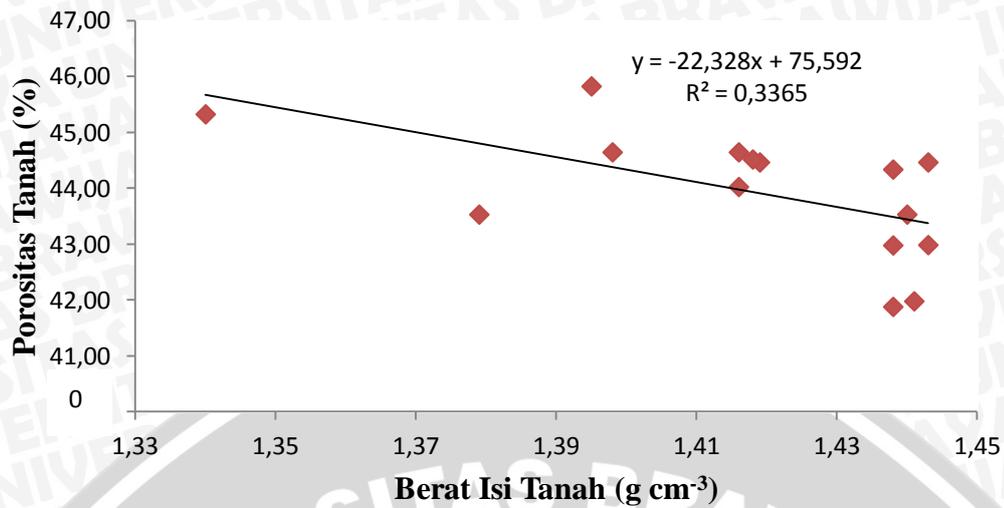


Gambar 22. Hubungan Diameter Batang Tebu dengan Tinggi Tanaman Tebu

4.5.3. Hubungan Sifat Fisik Tanah Dengan Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tebu Pada Pengamatan 9 Bulan Setelah Tanam

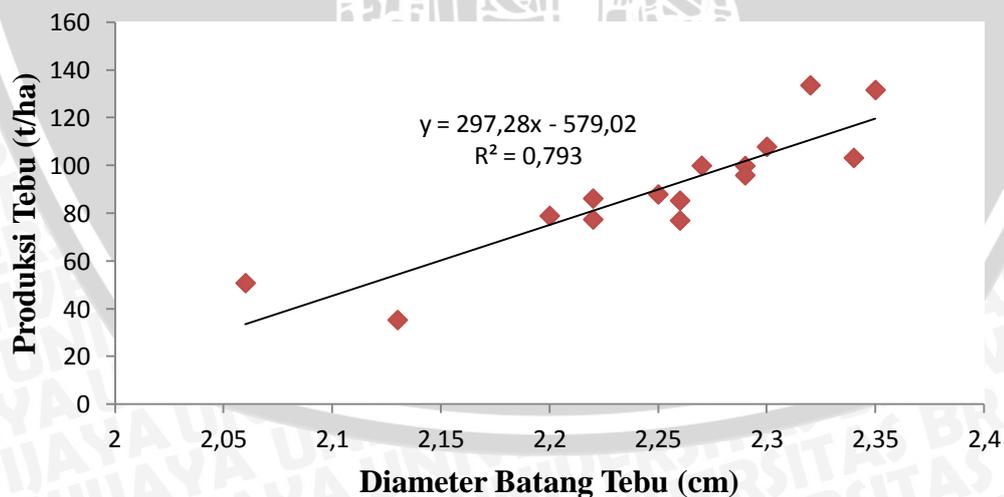
Berdasarkan hasil uji korelasi antar variabel pengamatan secara rinci disajikan pada Lampiran 5c.

Berdasarkan dari hasil uji kolerasi antara berat isi tanah dengan porositas tanah menghasilkan nilai $R^2 = 0,3365$. Artinya hubungan antar variabel tersebut bersifat nyata atau sangat erat. Semakin rendah berat isi tanah maka semakin tinggi porositas tanah. Berat isi tanah adalah perbandingan antara massa tanah kering oven dengan volume partikel ditambah dengan ruang pori di antaranya (Priyono, 2008). Tanah dengan total ruang pori yang tinggi cenderung mempunyai berat isi lebih rendah (Agus, Yustika dan Haryati, 2006). Porositas tanah erat hubungannya dengan bulk density serta permeabilitas. Apabila total ruang pori tinggi maka memiliki tekstur tanah yang halus yang dapat menyimpan air dan udara dalam tanah sehingga menyebabkan kerapatan massa (*bulk density*) yang rendah (Sutanto, 2005).



Gambar 23. Hubungan Berat Isi Tanah dengan Porositas Tanah

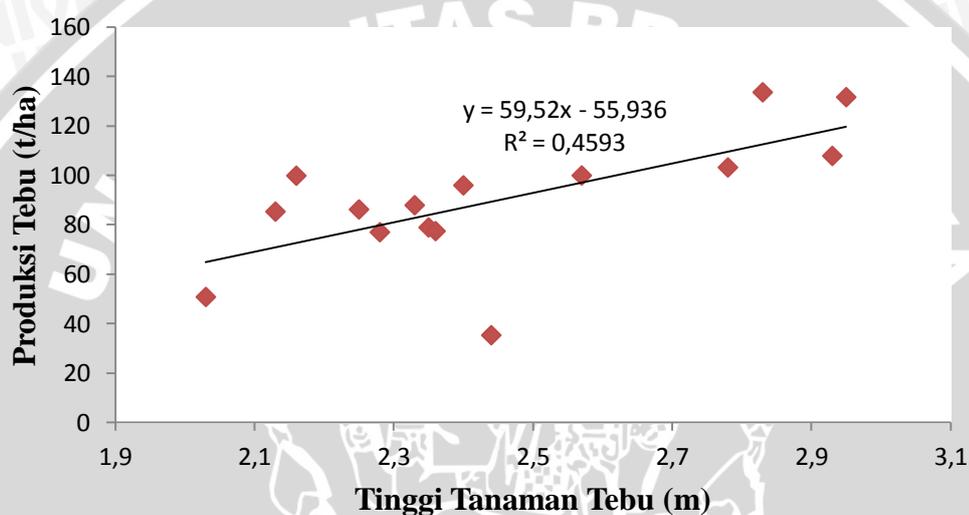
Berdasarkan hasil uji kolerasi antara diameter batang tebu dengan produksi menghasilkan nilai $R^2 = 0,793$. Artinya hubungan antar variabel tersebut bersifat nyata atau erat. Semakin tinggi diameter batang tebu maka semakin tinggi produksi. Diameter batang tebu yang baik mampu meningkatkan produksi tebu. Batang tebu merupakan bagian terpenting dalam produksi gula, karena bagian dalamnya terdapat jaringan parenkim berdinding tebal yang mengandung nira (Setyamidjaja dan Azharni, 1992). Semakin besar diameter batang tebu maka semakin tinggi produksi yang akan dihasilkan.



Gambar 24. Hubungan Diameter Batang Tebu dengan Produksi

Berdasarkan dari hasil uji kolerasi antara tinggi tanaman tebu dengan produksi tebu menghasilkan nilai $R^2 = 0,4593$. Artinya hubungan antar variabel

tersebut bersifat nyata atau erat. Semakin meningkat tinggi tanaman tebu maka semakin tinggi produksi tebu. Hal ini dikarenakan tinggi tanaman tebu dapat mempengaruhi produksi tanaman tebu. Tanaman tebu yang tinggi mampu menghasilkan jumlah ruas-ruas batang tebu yang banyak, yang mana ruas-ruas batang tebu nantinya akan menghasilkan kandungan sukrosa yang tinggi. Selain itu tinggi tanaman tebu mampu meningkatkan bobot tebu sehingga produksi tebu menjadi meningkat. Pengolahan tanah yang baik mampu memperbaiki sifat fisik tanah sehingga menunjang pertumbuhan tanaman tebu seperti tinggi tanaman.



Gambar 25. Hubungan Produksi Dengan Tinggi Tanaman Tebu

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengolahan tanah *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) mampu memperbaiki berat isi tanah, porositas tanah, permeabilitas, dan tahanan penetrasi tanah.
2. Pengolahan tanah *subsoiling* 2 kali + *harrowing* 1 kali + *furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *subsoiling* (P5) mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tebu yang meliputi tinggi tanaman tebu, diameter batang tebu, dan jumlah batang tebu serta mampu meningkatkan produksi tanaman tebu.
3. Penambahan abu ketel sebanyak 40 t ha⁻¹ dengan cara dimasukkan dalam larikan *Subsoiling* mampu memperbaiki berat isi tanah, porositas tanah, permeabilitas, dan tahanan penetrasi tanah sehingga menghasilkan pertumbuhan serta produksi tebu yang baik.

5.2. Saran

1. Perlu meningkatkan metode pengolahan tanah minimum (*minimum tillage*) dan penambahan abu ketel untuk meningkatkan kualitas sifat fisik tanah agar mendapatkan kondisi lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman tebu.
2. Diadakannya penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh pengolahan tanah dan penambahan abu ketel.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., R. D. Yustika, dan U. Haryati. 2006. Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Arkin, G.F, and Taylor, H.M. 1981. *Modifying the Root Environment to Reduce Crop Stress*. Michigan: The American Society of Agricultur Engineers.
- Bakker, H. 1999. *Sugar Cane Cultivation and Management*. New York: Kluwer Academic/Plenum.
- Bakri. 2001. Pengaruh Lindi Dan Kompos Sampah Kota Terhadap Beberapa Sifat Inceptisol Dan Hasil Jagung (*Zea mays. L*). Agrista Volume 5 No 2: 114 - 119.
- Baver, L.D., Gardner, W.H., Gardner, W.R. 1972. *Soil Physics*. New Delhi: Edisi ke-4 Wiley Eastern Limited.
- Bradford, J.M. 1986. Penetrability. Didalam: Klute A, editor. *Methods of Soil Analysis Part 1 : Physical and Mineralogical Methods*. Wisconsin: America Society of Agronomy, Inc., and Soil Science Soicety of America ,Inc. Hlm 463-478.
- Buckingham, F. 1984. *Fundamentals of Machine Operation : Tillage*. Illinois: Eddisi ke-2. Deere & Company Service Training.
- Buckman and Brady. 1984. Dasar – Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Penerbit Bhatara Karya Aksara.
- Dahlan, D. 2011. Budidaya Tanaman Industri. Makassar: Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
- Davies, D.B., Payne, D. 1988. *Management of Soil Physical Properties*. Di dalam: Wild A, editor. *Russell's Soil Conditions and Plant Growth*. Essex: Longman Scientific & Technical, Longman Group UK Limited.
- Ditjenbun. 2007. Potensi Dan Prospek Pabrik Gula Di Luar Jawa. Makssar: Makalah presentasi di Seminar Gula Nasioanal Perhimpunan Teknik Pertanian (PERTETA) di Makassar, 4 Agustus 2007.
- Donahue, R.L., Follett, R.H., Tulloch, R.W. 1976. *Our Soils and Their Management*. Illinois: The Interstate Printers & Publishers, Inc.
- Faozi, A.Z. 2002. Perubahan Pemadatan Dan Kebutuhan Draft Pengolahan Tanah pada Berbagai Dosis Bahan Organik Blotong dan Lintasan Traktor Di PT. Gula Putih Mataram, Lampung. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Fauconnier, R. 1993. *Sugar Cane*. London : The Macmillan Press Ltd.

- Foth, H.D. 1994. Dasar – Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Erlangga.
- Gani, A. 2010. Multiguna Arang - Hayati Biochar. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sinar Tani. Edisi 13-19: 1-4.
- Glaser, B., Lehmann, J., dan Zech, W. 2002. *Ameliora Physical and Chemical Properties of Highly Weathered Soils in The Tropics with Charcoal. A Review. Biol. Fert. Soils 35, 219-230.*
- Goering, C. E. Dan A. C. Hansen. 2004. *Engine and Traktor Power*. Amerika Serikat: American Society of Agricultural Engineers.
- Hakim, N. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Lampung: Universitas Lampung.
- Hakim, N., Nyapka, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Saul, M.R., Dina, M.A., Hong, Gong.G.B., Bailey, H.H. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Lampung: Penerbit Universitas Lampung.
- Hanafiah, A. K. 2007. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Harris, W.L. 1971. *The Soil Compaction Process*. In *Compaction of Agricultural Soil*. Trans. ASAE, St. Joseph, MI.
- Hartmann, H.T., Flocker, W.J., Kifranek, A.M. 1981. *Plants Science: Growth Development and Utilization of Cultivated Plants*. New York: John Wiley & Sons. Hlm; 363-370
- Hersyami dan Sembiring, E.N. 2000. Perubahan Kepadatan Tanah Karena Tingkat Pembebanan pada beberapa Kondisi Kadar Air Tanah. Bogor: Proseding Seminar Nasional Teknik Pertanian AE2000. hlm 17-25.
- Humbert, R.P. 1968. *The Growing of Sugar Cane*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company.
- Hunt, D. 1995. *Farm Power and Machinery Management*. IOWA: State University Press.
- Indrawanto, C., Purwono, Siswanto., M. Syakir., Widi, R. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Tebu. EKSA Media. Jakarta.
- James, C. F, dan Donald, L.P. 1993. *Soil Compaction: The Silent Thief*. Columbia: Publications of Departement of Agricultural Engineering The Missouri University.
- James, C.F dan Donald, L.P. 1993. *Soil Compaction : The Silent Thief*. Columbia: Publications of Departement of Agricultural Engineering the Missouri university.

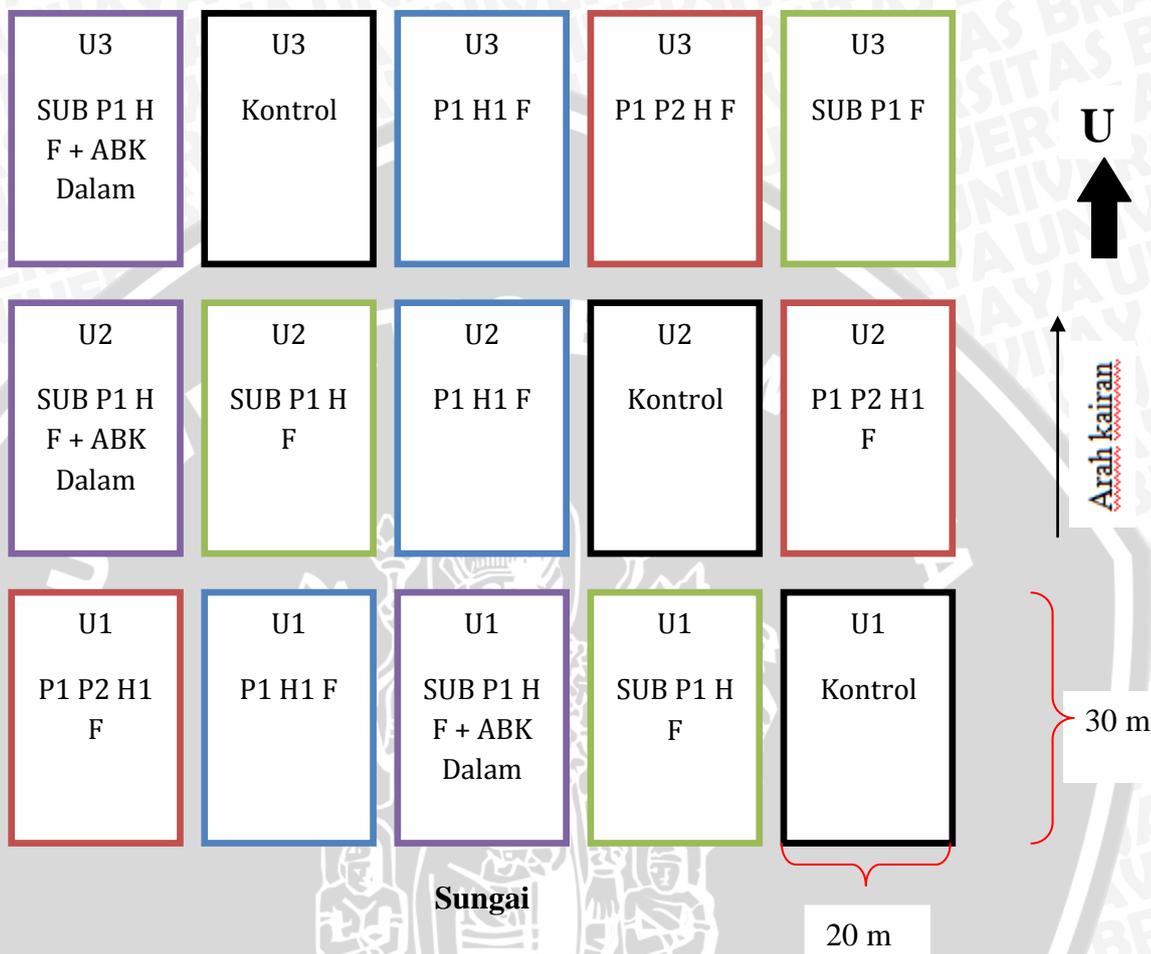
- Javadi, A. 2006. *The Effect of Spacing in Dual Wheel Arrangements on Surface Load Support and Soils Compaction*. Iranian: Iranian Agricultural Engineering Research Institute, Karaj, Islamic Republic of Iran.
- Kepner, R.A., Bainer, R., Barger, E.L. 1972. *Principles of Farm Machinery*. Edisi ke-2. The AVI Publishing Co., Inc. Connecticut.
- Koga, Y. 1988. *Farm Machinery*. Tsukuba International Agricultural Training Centre. JICA.
- Kok, H., Chan, K.Y., Van, Zwieten, B.L., Meszaros, I., Downie, D., dan Joseph, S. 2008. *Using Poultry Liniar Biochars a Soil Amandements*. Australia: Journal of Soil Research 46, 437-444.
- Kusuma, P. 1998. Pengaruh Pemberian Bahan Organik dan lintasan Traktor Terhadap Pemasatan Tanah. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Larson, W.E and G, J. Osborne. 1982. *Tillage accomplishments and potential*. In Predicting Tillage Effects on Soil Physical Properties and Processes. ASA Special Publ. No. 44.
- Lehman, J. 2007. *Concepts and Questions: Bio-Energy in The Black*. Front Ecol Environ.
- Lowery, B, and R. T. Schuler. 1994. *Duraition And Effects of Compaction on Soil and Plant Growth in Wisconsin*. Soil Tillage.
- Mahmud, F. 2011. Teknologi Tepat Guna Pengolahan Tebu Menjadi Gula Merah. ILTEK 6 (12): 863-865.
- Mandang, T dan Nishimura, I. 1991. Hubungan Tanah dan Alat Pertanian. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Maswal, Z dan Abidin. 1988. Pengaruh pemupukan NPK Terhadap Pertumbuhan Vegetatif dan produksi Tebu Varietas F-156 Pada Tanah Aluvial. Bulletin.
- Mcbride, R. A. 2000. *Performance of Wheel and Track Running Gear on Liquid Manure Spreaders*. Canada: Departement of Land Resource Science, University of Guelph. Ottawa.
- Mulyadi, M. Tesis. 2000. Kajian Pemberian Blotong dan Terak Baja Pada Tanah Kandiudoxs Pelaihari Dalam Upaya Memperbaiki Sifat Fisik, Kimia Tanah, Serapan N, Si, P, dan S Serta Pertumbuhan Tebu. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Munir, M. 1996. Tanah-Tanah Utama Indonesia. Jakarta: Karakteristik, Klasifikasi, dan Pemanfaatannya. Edisi ke-1. PT Dunia Pustaka Jaya.
- Musa, L., Mukhlis., dan A. Rauf. 2006. Dasar Ilmu Tanah. Medan: FP USU.
- Nadia. 2012. Morfologi Tanaman Tebu. Bogor.

- Nahdodin, S.H., I. Ismail, dan J. Rusmanto. 2008. Kiat Mengatasi Kelangkaan Pupuk Untuk Mempertahankan Produktivitas Tebu dan Produksi Gula Nasional.
- Nurhidayati. 2006. Bahan Ajar Dasar-dasar Ilmu Tanah. Malang: Fakultas Pertanian UNISMA.
- Plaster, E.J. 1992. *Soil Science and Management*. New York: Delmar Publishers.
- Pramuhadi, G. Disertasi. 2005. Pengolahan Tanah Optimum Pada Budidaya Tebu Lahan Kering. Bogor : Sekolah Pascasarjana, FATETA, IPB.
- Prasetyo, B.H., D. Subardja., dan B. Kaslan. 2005. Ultisols Dari Bahan Volkan Andesitic Di Lereng Bawah G. Ungaran. Jurnal Tanah dan Iklim.
- Prijono, Sugeng. 2008. Analisis Fisika Tanah. Malang: Universitas Brawijaya.
- Purwati, S., Rina, S., Yusup, S. 2007. Potensi Penggunaan Abu boiler insdusri pulp dan kerta sebagai bahan pengkondisian tanah gambut pada areal hutan tanaman produksi. Bandung: Balai Besar Pulp dan Kertas.
- Raper, R. L. 1995. *Inflation Pressure and Dynamic Load Effects on Soil Deformation and Soil-Tire Interface*. American Society of Agricultural Engineers.
- Raper, R. L. 2005. *Agricultural Traffic Impacts on Soil*. Journal of Terramechanics.
- Santo, S., Arifin, dan Budiono. 1993. Tanggap Varietas PS 77-1553, Ps 78-561, dan PS 78-8238 Terhadap Pemupukan Amonium Sulfat Di Lahan Sawah Regosol Kediri. Bulletin.
- Sarief, E.S. 1986. Ilmu Tanah Pertanian. Bandung: Pustaka Buana.
- Satuan Kerja Pengembangan Tebu Jatim. 2005. Standar Karakteristik Pertumbuhan Tebu. Jawa Timur
- Setiawan, R.P.A. 2001. *Research Report on Development of Variable Rate Granular Applicator for Paddy Field*. Kyoto: Laboratory of Agricultural Machinery. Kyoto University.
- Setyamidjaja, D dan Azharni H. 1992. Bercocok Tanam Tebu dan Pascapanen. Jakarta: CV Yasaguna.
- Sitompul, S.M dan B, Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Smith, H.P. 1955. *Farm Machinery and Equipment*. McGraw-Hill: Book Company.
- Soil Survey Staff. 2003. *Keys to Soil Taxonomy*. USDA, Natural Research Conservation Service. Ninth Edition. Washington D.C.
- Spangler, M. G. Dan R. L. Handy. 1982. *Soil Engineering*. Harper and Row Publ.

- Steenis, Van. 1997. Flora Untuk Sekolah Indonesia. Jakarta: PT Pradnya Paramitha
- Stone, R.J dan Ekwue, E.I. 1993. *Maximum Bulk Density Achieved During Soil Compaction As Affected By The Incorporation Of Three Organic Materials*. ASAE. Vol 36(6) 1713-1719.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A. B. Siswanto. 2004. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Bogor.
- Subowo, J., Subaga dan M., Sudjadi. 1990. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Pencucian Hara Tanah Ultisols. Jawa Barat: Rangkasbitung.
- Sumbeang, A. 2013. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiate* L) terhadap Pemberian Abu Ketel.
- Suripin. 2001. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta.
- Susanto, S., Rahardjo, B., dan Perwadi, T. 1998. Prosiding Seminar Nasional dan Kongres VII Perhimpunan Teknik Pertanian (PERTETA) Yogyakarta, 27-28 Juli 1998. Yogyakarta: Perhimpunan Teknik Pertanian hlm 109-118.
- Sutanto, R. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah Konsep Kenyataan. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutardjo, R.M. 1994. Budidaya Tanaman Tebu. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sutdeja, S. 2001. Pengelolaan Tanah Pertanian. Bogor: Penerbit Indoraya.
- Suwardjono. 2004. Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah.
- Taringan, B. Y dan J. N. Sinulingga, 2006. Klasifikasi Tanaman Tebu. Jakarta: Departemen Pendidikan.
- Toruan, M. L., Erwin, Z. Abidin. 1987. Percobaan Pemupukan NPK Pada Berbagai Tingkat Tanaman Tebu dan Type Tanah Kebun Rotasi PT Perkebunan IX. Bulletin.
- University of Minnesota Extension Service. 2001. *Soil Compaction: Causes, Effects, and Control*.
- Utomo, W.H dan B, Siswanto. 2013. Upaya Peningkatan Produktivitas Dan Redemen Tebu Di PG Bone, Caming Dan Takalar Berbasis Pemanfaatan Limbah Dan Pemurnian Varietas. Malang: Universitas Brawijaya Malang.
- Van, D. C. 1952. *Botany of Sugarcane*. Waltham: The Chronica Botanica Co.
- Yamato, M., Okimori, Y., Wibowo, I.F., Anshiori, S. dan Ogawa, M. 2006. *Effects of the Application of charred bark of Acacia mangium on the yield of maize, cowpea & peanut, & soil chemical properties in Sout Sumatra*, Indonesia Soil Science & Plant Nutrition 52: 489 – 495.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Percobaan Penelitian



Catatan : Jarak antar petak percobaan 3 meter

Lampiran 2. Analisis Dasar Abu Ketel

Jenis Analisis	Hasil
N (%)	-
P (ppm)	3200
K (meq 100g ⁻¹)	5400
Ca	8710
Mg	3940
C-organik (%)	26,51
pH H2O	6,85
C/N	-
Na	1030

Lampiran 4b. Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Porositas Total (% volume)

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F hit	F Tabel		
						0,05	0,01	
0 BST	Perlakuan	4	0,00000	0,00000	0,00	tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	4,09558	2,04779	0,29	tn	4,46	8,65
	Galat	8	57,02400	7,12800				
	Total	14	61,11958					
3 BST	Perlakuan	4	2,46528	0,61632	0,29	tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	10,66105	5,33052	2,51	tn	4,46	8,65
	Galat	8	16,98409	2,12301				
	Total	14	30,11042					
6 BST	Perlakuan	4	4,47772	1,11943	2,35	tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	1,98715	0,99358	2,08	tn	4,46	8,65
	Galat	8	3,81550	0,47694				
	Total	14	10,28037					
9 BST	Perlakuan	4	3,560276	0,89007	0,82	tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	5,571116	2,78556	2,58	tn	4,46	8,65
	Galat	8	8,651161	1,08140				
	Total	14	17,782553					

Lampiran 4c. Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Permeabilitas

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F hit	F Tabel		
						0,05	0,01	
0 BST	Perlakuan	4	0,00003	0,00001	0,00	tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	4,33357	2,16678	4,07	tn	4,46	8,65
	Galat	8	4,26069	0,53259				
	Total	14	8,59429					
3 BST	Perlakuan	4	3,07909	0,76977	6,77	*	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,10361	0,05181	0,46	tn	4,46	8,65
	Galat	8	0,90959	0,11370				
	Total	14	4,09229					
6 BST	Perlakuan	4	9,51503	2,37876	8,77	**	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,06821	0,03411	0,13	tn	4,46	8,65
	Galat	8	2,17005	0,27126				
	Total	14	11,75329					
9 BST	Perlakuan	4	7,037107	1,75928	8,50	**	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,011893	0,00595	0,03	tn	4,46	8,65
	Galat	8	1,655173	0,20690				
	Total	14	8,704173					

Lampiran 4d. Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Tahanan Penetrasi Tanah

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F hit	F Tabel		
						0,05	0,01	
0 BST	Perlakuan	4	0,00007	0,00002	0,00	tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,08176	0,04088	0,23	tn	4,46	8,65
	Galat	8	1,41437	0,17680				
	Total	14	1,49620					
3 BST	Perlakuan	4	0,33831	0,08458	3,49	tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,10564	0,05282	2,18	tn	4,46	8,65
	Galat	8	0,02426	0,02426				
	Total	14	0,63804					
6 BST	Perlakuan	4	0,187560	0,04689	1,20	tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,141773	0,07089	1,81	tn	4,46	8,65
	Galat	8	0,313560	0,03920				
	Total	14	0,642893					
9 BST	Perlakuan	4	0,05964	0,01491	5,29	*	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,00937	0,00469	1,66	tn	4,46	8,65
	Galat	8	0,02256	0,00282				
	Total	14	0,09157					

Lampiran 4e. Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Tinggi Tanaman (cm)

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F hit	F Tabel		
						0,05	0,01	
3 BST	Perlakuan	4	0,006307	0,00158	0,38	tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,011853	0,00593	1,42	tn	4,46	8,65
	Galat	8	0,033413	0,00418				
	Total	14	0,051573					
6 BST	Perlakuan	4	0,00623	0,0016	4,92	*	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,00033	0,0007	0,53	tn	4,46	8,65
	Galat	8	0,00253	0,0002				
	Total	14	0,00909					
9 BST	Perlakuan	4	0,77609	0,1942	3,86	*	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,03705	0,0183	0,37	tn	4,46	8,65
	Galat	8	0,40175	0,0502				
	Total	14	1,21489					

Lampiran 4f. Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Diameter Batang (cm)

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F hit	F Tabel	
						0,05	0,01
6 BST	Perlakuan	4	0,01463	0,00366	5,98 *	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,00017	0,0009	0,14 tn	4,46	8,65
	Galat	8	0,00489	0,00061			
	Total	14	0,02329				
9 BST	Perlakuan	4	0,0533	0,0136	3,92 *	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,0021	0,0011	0,41 tn	4,46	8,65
	Galat	8	0,0275	0,0033			
	Total	14	0,08409				

Lampiran 4g. Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Jumlah Batang

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F hit	F Tabel	
						0,05	0,01
3 BST	Perlakuan	4	6,000000	1,50000	0,83 tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	3,600000	1,80000	1,00 tn	4,46	8,65
	Galat	8	14,400000	1,80000			
	Total	14	24,000000				
6 BST	Perlakuan	4	6,000000	1,50000	1,11 tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	5,200000	2,60000	1,93 tn	4,46	8,65
	Galat	8	10,800000	1,35000			
	Total	14	22,000000				
9 BST	Perlakuan	4	21,600000	5,40000	2,25 tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	4,800000	2,40000	1,00 tn	4,46	8,65
	Galat	8	19,200000	2,40000			
	Total	14	45,600000				

Lampiran 4h. Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Produksi Tebu

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F hit	F Tabel	
						0,05	0,01
9 BST	Perlakuan	4	6038,80258	509,70064	4,03 *	3,84	7,01
	Ulangan	2	334,07987	1,67,03994	0,45 tn	4,46	8,65
	Galat	8	2998,39406	374,79926			
	Total	14	9371,27651				

Lampiran 4i. Analisis Ragam Pengaruh Pengolahan Tanah terhadap Rendemen tebu

Pengamatan	SK	db	JK	KT	F hit	F Tabel		
						0,05	0,01	
9 BST	Perlakuan	4	2,51383	0,62846	2,70	tn	3,84	7,01
	Ulangan	2	0,26785	0,13393	0,57	tn	4,46	8,65
	Galat	8	1,86481	0,23310				
	Total	14	4,64649					

Keterangan : tn : tidak berpengaruh nyata pada taraf 5 % dan 1 %

* : berpengaruh nyata pada taraf 5 %

** : berpengaruh nyata pada taraf 1 %

Lampiran 5. Nilai Rerata Pengamatan

Lampiran 5a. Nilai Rerata Berat Isi Tanah

Perlakuan	Nilai Rerata Berat Isi Tanah (g cm^{-3})			
	0 BST	3 BST	6 BST	9 BST
P1	1,42	1,44	1,43	1,43
P2	1,42	1,44	1,43	1,43
P3	1,42	1,44	1,43	1,42
P4	1,42	1,43	1,42	1,41
P5	1,42	1,22	1,41	1,40

Lampiran 5b. Nilai Rerata Porositas Tanah

Perlakuan	Nilai Rerata Porositas Tanah (%)			
	0 BST	3 BST	6 BST	9 BST
P1	43,49	43,49	43,67	43,33
P2	43,49	43,88	44,88	43,66
P3	43,49	43,80	44,89	43,70
P4	43,49	44,38	44,97	44,40
P5	43,49	44,60	45,25	44,62

Lampiran 5c. Nilai Rerata Jumlah Batang Tebu

Perlakuan	Nilai Rerata Jumlah Batang Tebu		
	3 BST	6 BST	9 BST
P1	11	11	12
P2	12	12	14
P3	12	12	14
P4	12	12	14
P5	13	12	15

Lampiran 5d. Nilai Rerata Rendemen Tebu

Perlakuan	Nilai Rerata Rendemen Tebu (%)	
	9 BST	
P1	6,21	
P2	6,26	
P3	6,45	
P4	7,06	
P5	7,18	

Lampiran 6. Matriks Korelasi Antar Variabel Pengamatan Bulan**Lampiran 6a. Matriks Korelasi Antar Variabel Pengamatan 3 Bulan Setelah****Tanam**

TPT	0,1995				
P	-0,3110	-0,5241			
RP	-0,0520	-0,0537	0,1978		
T	0,3289	-0,5136	0,3803	0,1567	
JB	-0,7722	-0,3297	0,5469	0,0611	-0,1888
	BI	THT	P	RP	T

Lampiran 6b. Matriks Korelasi Antar Variabel Pengamatan 6 Bulan Setelah**Tanam**

THT	0,0813					
P	-0,3985	-0,4366				
RP	0,0210	-0,2262	0,4827			
JB	-0,0503	-0,4148	0,4185	0,2825		
DM	-0,3565	0,2781	0,7169	0,4800	0,2127	
T	-0,0541	-0,5177	0,7305	0,5700	0,5076	0,5755
	BI	THT	P	RP	JB	DM

Lampiran 6c. Matriks Korelasi Antar Variabel Pengamatan 9 Bulan Setelah**Tanam**

DM	-0,2517							
JM	-0,1903	0,5035						
THT	0,3207	-0,5419	-0,3680					
P	-0,1988	0,6564	0,6223	-0,7131				
PT	-0,2142	0,8905	0,4434	-0,4803	0,7383			
RP	0,5801	0,2572	0,0528	-0,3013	0,3046	0,2056		
RT	-0,5616	0,4049	0,2807	-0,8360	0,6002	0,4527	0,4669	
T	-0,0538	0,6535	0,5205	-0,6581	0,7776	0,6777	0,2717	0,5549
	BI	DM	JB	THT	P	PT	RP	RDM

Keterangan : BI : Berat Isi Tanah
 THT : Tahanan Penetrasi Tanah
 RP : Porositas Tanah
 P : permeabilitas
 JB : Jumlah Batang
 DM : Diameter Batang
 T : Tinggi Tanaman
 PT : Produksi Tebu
 RDM : Rendemen Tebu

Lampiran 7. Analisis Ekonomi Pengolahan Tanah terhadap Variabel Pengamatan

Lampiran 7a. Analisis Ekonomi Pada Perlakuan Kontrol *Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali (P1)

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pengeluaran				
Plowing 1	1	Unit	1.100.000	1.100.000
Plowing 2	1	Unit	1.100.000	1.100.000
Harrowing 1	1	Unit	900.000	900.000
Harrowing 2	1	Unit	900.000	900.000
Furrowing 1	1	Unit	650.000	650.000
Tenaga Kerja	1	Orang	50.000	50.000
Dolomit	2.000	Kg	2.000	4.000.000
Urea	300	Kg	5.200	1.560.000
SP36	200	Kg	3.250	650.000
KCL	100	Kg	6.000	600.000
Kompos	6.000	Kg	1.000	6.000.000
BBM Traktor	106	Liter	10.600	1.123.600
Jumlah				18.633.388
Pendapatan				
Produksi Tebu	61,98	Ton		
Rendemen Tebu	6,21	Ton		
Produksi Gula	3,8	Ton	8.500.000	32.300.000
Jumlah				32.300.000
Laba				13.666.612

Lampiran 7b. Analisis Ekonomi Pada Perlakuan Kontrol *Plowing* 2 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar (P2)

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pengeluaran				
Plowing 1	1	Unit	1.100.000	1.100.000
Plowing 2	1	Unit	1.100.000	1.100.000
Harrowing 1	1	Unit	900.000	900.000
Furrowing 1	1	Unit	650.000	650.000
Tenaga Kerja	1	Orang	50.000	50.000
Dolomit	2.000	Kg	2.000	4.000.000
Urea	300	Kg	5.200	1.560.000
SP36	200	Kg	3.250	650.000
KCL	100	Kg	6.000	600.000
Kompos	6.000	Kg	1.000	6.000.000
BBM Traktor	96	Liter	10.600	1.017.600
Jumlah				17.427.600
Pendapatan				
Produksi Tebu	80,84	Ton		
Rendemen Tebu	6,26	Ton		
Produksi Gula	5,0	Ton	8.500.000	42.500.000
Jumlah				42.500.000
Laba				25.072.400

Lampiran 7c. Analisis Ekonomi Pada Perlakuan Kontrol *Plowing* 1 kali + *Harrowing* 2 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar (P3)

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pengeluaran				
Plowing 1	1	Unit	1.100.000	1.100.000
Harrowing 1	1	Unit	900.000	900.000
Furrowing 1	1	Unit	650.000	650.000
Tenaga Kerja	1	Orang	50.000	50.000
Dolomit	2.000	Kg	2.000	4.000.000
Urea	300	Kg	5.200	1.560.000
SP36	200	Kg	3.250	650.000
KCL	100	Kg	6.000	600.000
Kompos	6.000	Kg	1.000	6.000.000
BBM Traktor	53	Liter	10.600	561.800
Jumlah				16.971.800
Pendapatan				
Produksi Tebu	86,94	Ton		
Rendemen Tebu	6,45	Ton		
Produksi Gula	5,6	Ton	8.500.000	47.600.000
Jumlah				47.600.000
Laba				31.305.600

Lampiran 7d. Analisis Ekonomi Pada Perlakuan *Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t disebar (P4)

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pengeluaran				
Subsoiling	1	Unit	900.000	900.000
Plowing 1	1	Unit	1.100.000	1.100.000
Harrowing 1	1	Unit	900.000	900.000
Furrowing 1	1	Unit	650.000	650.000
Tenaga Kerja	1	Orang	50.000	50.000
Dolomit	2.000	Kg	2.000	4.000.000
Urea	300	Kg	5.200	1.560.000
SP36	200	Kg	3.250	650.000
KCL	100	Kg	6.000	600.000
Kompos	6.000	Kg	1.000	6.000.000
BBM Traktor	74	Liter	10.600	784.400
Jumlah				17.194.400
Pendapatan				
Produksi Tebu	97,69	Ton		
Rendemen Tebu	7,06	Ton		
Produksi Gula	6,8	Ton	8.500.000	57.800.000
Jumlah				57.800.000
Laba				40.605.600

Lampiran 6e. Analisis Ekonomi Pada Perlakuan *Subsoiling* 2 kali + *Harrowing* 1 kali + *Furrowing* 1 kali abu ketel 40 t dimasukkan dalam larikan *Subsoiling* (P5).

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pengeluaran				
Subsoiling	1	Unit	900.000	900.000
Plowing 1	1	Unit	1.100.000	1.100.000
Harrowing 1	1	Unit	900.000	900.000
Furrowing 1	1	Unit	650.000	650.000
Tenaga Kerja	1	Orang	50.000	50.000
Dolomit	2.000	Kg	2.000	4.000.000
Urea	300	Kg	5.200	1.560.000
SP36	200	Kg	3.250	650.000
KCL	100	Kg	6.000	600.000
Kompos	6.000	Kg	1.000	6.000.000
BBM Traktor	74	Liter	10.600	784.400
Jumlah				17.194.400
Pendapatan				
Produksi Tebu	122,79	Ton		
Rendemen Tebu	7,18	Ton		
Produksi Gula	8,8	Ton	8.500.000	74.800.000
Jumlah				74.800.000
Laba				57.605.600

Lampiran 8. Dokumentasi Persiapan Tanam



Pengolahan tanah dengan alat mekanisai

Penanaman



Penyulaman

Pemupukan Urea, SP36, dan KCL
disebarkan secara mekanisasi

Lampiran 9. Dokumentasi Pengambilan Sampel Tanah



Pengambilan sampel tanah berat isi tanah
menggunakan ring silinder

Lampiran 10. Dokumentasi Pengamatan Pertumbuhan Tanaman



Pengukuran tinggi tanaman



Pengamatan brix



Perhitungan jumlah batang