

**PENGARUH PENGOLAHAN TANAH DAN PEMBERIAN MULSA
BAGAS TERHADAP BIOMASSA MIKROORGANISME(C-MIK) PADA
PERTANAMAN TEBU DI PT GMP (Gunung Madu Plantation) TAHUN
KE-6 RATOON KE-1**

(Skripsi)

**Oleh
EKA DIYAH PUSPITA DEWI**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

PENGARUH PENGOLAHAN TANAH DAN PEMBERIAN MULSA BAGAS TERHADAP BIOMASSA MIKROORGANISME(C-MIK) PADA PERTANAMAN TEBU DI PT GMP (Gunung Madu Plantation) TAHUN KE-6 RATOON KE-1

Oleh

EKA DIYAH PUSPITA DEWI

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan salah satu tanaman perkebunan potensial yang memiliki nilai ekonomi relatif tinggi karena memilikikandungan gula yang tinggi pada batangnya. Di Lampung terdapat perkebunan besar yaitu PT Gunung Madu Plantation (GMP) yang membudidayakan tanaman tebu menggunakan pengolahan tanah intensif yang telah dilakukan lebih dari 25 tahun. Pengelolaan lahan merupakan salah satu faktor terpenting dalam mencapaihasil yang optimal dan berkelanjutan. Pengelolaan tanah harus diupayakan tanpamenyebabkan kerusakan terhadap lingkungan maupun menurunkan kualitas sumber daya lahan, dan sebaiknya diarahkan pada perbaikan struktur fisik, komposisi kimia, dan aktivitas biota tanah yang optimum bagi tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem olah tanah terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pada lahan pertanaman tebu tahun ke-6 ratoon ke-

1.Mengetahui pengaruh pemberian mulsa bagas terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pada lahan pertanaman tebu tahun ke-6 ratoon ke-1 dan mengetahui pengaruh interaksi sistem olah tanah dan pemberian mulsa bagas terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pada lahan pertanaman tebu tahun ke-6 ratoon ke-1.

Penelitian disusun secara split plot dalam rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 5 ulangan atau 20 satuan percobaan. Petak utama yaitu olah tanah (T), yang terdiri dari tanpa olah tanah (T₀) dan olah tanah intensif (T₁). Sebagai anak petak adalah pemberian mulsa bagas (M), yang terdiri dari tanpa mulsa bagas (M₀) dan aplikasi mulsa bagas 150 t ha⁻¹ (M₁). C-mik dilakukan dengan menggunakan metode fumigasi-inkubasi dengan melaksanakan analisis tanah 100g yang ditempatkan digelas beaker, tanah tersebut kemudian di fumigasi menggunakan kloroform (CHCl₃) sebanyak 30 ml dalam desikator yang telah diberi tekanan 50 cm Hg selama 48 jam atau 2 hari. Tanah sebanyak 10g diinokulan diikat rapat dalam plastik kemudian dimasukkan dalam lemari pendingin. Setelah tanah difumigasi selama 48 jam, tanah dibebaskan dari CHCl₃ dibawah tekanan 30 cm Hg. Setelah itu contoh tanah dimasukkan ke toples berukuran 1 liter bersama dua botol film, satu botol berisi 10 ml KOH 0,5 N dan satu botol selanjutnya berisi 10 ml aquades (Gambar 3). Kemudian ditambahkan 10 g tanah inokulan (tanah segar) yang telah dikeluarkan dari lemari pendingin pada saat pertama fumigasi. Setelah dikeluarkan dari lemari pendingin, tanah tersebut didiamkan selama kurang lebih 30 menit (proses aklimatisasi). Toples tersebut kemudian ditutup sampai kedap udara dengan menggunakan lakban dan diinkubasi pada suhu 25 °C ditempat gelap selama 10 hari. Kuantitas C-CO₃ yang diserap dalam alkali ditentukan dengan titrasi. Kemudian indikator *phenolphthalein* ditambahkan sebanyak 2 tetes pada beaker berisi KOH dan dititrasi dengan HCl 0,1 N hingga warna merah hilang. Selanjutnya dititrasi lagi dengan HCl setelah ditambahkan 2 tetes *metil orange* hingga warna kuning berubah menjadi merah muda, dan jumlah HCl yang digunakan dicatat. Biomassa C-mik dihitung dengan menggunakan rumus C-mik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata antara sistem tanpa olah tanah (T₀) dengan olah tanah intensif (T₁) pada tanpa olah tanah (T₀) C-mik berbeda nyata antara M₀ dan M₁, dimana tanpa olah tanah (T₀) dan tanpa mulsa nyata memberikan

C-mik lebih tinggi (1,12) dibandingkan dengan mulsa (1,07). Pemberian mulsa, C-mik berbeda nyata antara TO, TI dimana TI memberikan C-mik lebih tinggi (1,13) dibandingkan TO (1,11).

Pada perlakuan sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas tidak menunjukkan korelasi antara C-organik, Kadar air tanah, pH tanah, Suhu tanah terhadap C-mik pada pengamatan 3 BSRt1. Pada pengamatan 6 dan 9 BSRt 1 Kadar air dan pH tanah tidak menunjukkan korelasi terhadap C-mik. Pada pengamatan 6 dan 9 BSRt 1 Kadar air dan pH tanah tidak menunjukkan korelasi terhadap C-mik. Selanjutnya hasil uji korelasi (Tabel 5) menunjukkan bahwa sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas menunjukkan korelasi sangat positif pada suhu tanah pada pengamatan 6 BSRt 1.

Kata Kunci : Biomassa Karbon Mikroorganisme, Mulsa Bagas, Pengolahan Tanah, dan Tanaman Tebu.

**PENGARUH PENGOLAHAN TANAH DAN PEMBERIAN MULSA BAGAS
TERHADAP BIOMASSA MIKROORGANISME(C-MIK) PADA PERTANAMAN
TEBU DI PT. GMP (Gunung Madu Plantation) TAHUN KE-6 RATOON KE-1**

Oleh

EKA DIYAH PUSPITA DEWI

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA PERTANIAN¹⁾

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung¹⁾



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi

**: PENGARUH PENGOLAHAN TANAH DAN
PEMBERIAN MULSA BAGAS TERHADAP
BIOMASSA MIKROORGANISME(C-MIK)
PADA PERTANAMAN TEBU DI PT GMP
(Gunung Madu Plantation) TAHUN KE-6
RATOON KE-1**

Nama Mahasiswa

: Eka Diyah Puspita Dewi

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1214121067

Jurusan

: Agroteknologi

Fakultas

: Pertanian



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc.
NIP 196305091987032001

Prof. Dr. Ir. Sri Yasnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

Prof. Dr. Ir. Sri Yasnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

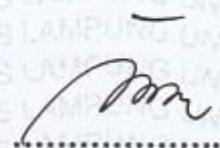
Ketua

: **Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc.**



Sekretaris

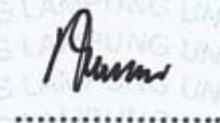
: **Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Dr. Ir. Henrie Buchari, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **1 Agustus 2017**

SURAT PERNYATAAN

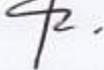
Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **”PENGARUH PENGOLAHAN TANAH DAN PEMBERIAN MULSA BAGAS TERHADAP BIOMASSA MIKROORGANISME(C-MIK) PADA PERTANAMAN TEBU DI GMP (Gunung Madu Plantation) TAHUN KE-6 RATOON KE-1”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 6 Juli 2018

Penulis,



Eka Diyah Puspita Dewi
NPM 1214121067



AL-Istiqomatu Khoirun min Alfi Karomah

“ Istiqomah itu lebih baik dari seribu karomah ”

*Sebuah hasil akan terasa indah jika kita bisa menghargai
prosesnya*

Lembar Persembahan

Syukur Alhamdulillah kuucapkan padaMU Ya Allah, atas segala nikmat dan karunia yang Engkau berikan kepada hambaMu ini

Karya kecilku ini ku persembahkan untuk:

Almamater kebanggaanku

Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Kedua Orang tuaku

Bapak Budi Rahayu, Ibu Sumarsih

yang telah mendukung, mendidik, menjaga, memberikan cinta, kasih, dan segalanya

Adikku Wulan Dwi Rahmawati, Suamiku Erviyanto

yang selalu mendukung dan memberi semangat

Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc. yang telah banyak berperan dalam penulisan dan penelitian ini

SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala karunia, hidayah, serta nikmat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemberian Mulsa Bagas Terhadap Biomassa Mikroorganism (C-mik) pada Pertanaman Tebu di GMP (Gunung Madu Plantation) Tahun ke-6 Ratoon ke-1*". Penyusunan skripsi merupakan syarat memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Dalam penyusunan skripsi ini Penulis banyak mendapat bantuan baik ilmu, materiil, petunjuk, bimbingan dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, Penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M. Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi dan selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu memberikan bimbingan diskusi, motivasi, dan ilmu dalam penyelesaian karya tulis skripsi penulis.
3. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M. Agr. Sc., selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, ilmu pengetahuan, perhatian, motivasi kritik dan saran serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi.
4. Dr. Ir. Henrie Buchari, M. Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini serta semua ilmu yang telah diberikan.
5. Dr. Ir. Cipta Ginting., M. Sc., selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu selama masa studi.

6. Seluruh dosen mata-kuliah Jurusan Agroteknologi atas semua ilmu, didikan, dan bimbingan yang penulis peroleh selama perkuliahan.
7. Bapakku Budi Rahayu dan Ibuku Sumarsih serta Adikku Wulan Dwi Rahmawati, Dan Suamiku Ervianto yang selalu memberikan doa, kasih sayang, pengorbanan, kesabaran dan motivasi serta dukungan moral dan material yang tak terhingga.
8. Sahabat seperjuangan, Aditya Niken, Karolina Situmorang dan Dhodi Tripamungkas yang telah berbagi ilmu, membantu, berbagi tawa dan saat menyenangkan bersama.
9. Sahabat kosan Imroatul Azizah, Fiona Salfadilah, Yunani Wijayanti, Endah Rahma Putri, Dewi Susilowati terimakasih sudah memberikan semangat dan doa.
10. Sahabat terbaikku, Eka Natalia, Anggun Angraini, Weningtyas Aprilia, Dyah Prabaningrum, dan Selvia Setiawati, terimakasih sudah membantu, mensupport menyelesaikan skripsi semoga kita menjadi orang yang sukses dan bermanfaat bagi orang lain.
11. Teman-Teman Agroteknologi Unila Angkatan 2012, terutama teman-teman kosentrasi Ilmu Tanah dan teman-teman lain baik yang telah lulus maupun yang masih berjuang, semoga kita semua menjadi orang yang sukses dan beriman.
12. Keluarga Besar di Taman Cari Purbolinggo Lampung Timur yang selalu mendukung penulis.

Semoga Allah SWT membalas semua amal baik yang telah dilakukan. Penulis berharap tugas akhir ini berguna bagi kelanjutan riset mengenai tema tersebut.

Bandar Lampung, Mei 2018

Penulis

Eka Diyah Puspita Dewi

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	xii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah Ultisol.....	7
2.2 Pengolahan Tanah	9
2.3 Mulsa dan Hasil Samping Produksi Gula	11
2.4 Bahan Oranik Tanah	13
2.5 Biomassa Mikroorganisme Tanah.....	14
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat	17
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.4 Pelaksanaan penelitian	
3.4.1 Sejarah Penelitian.....	20
3.4.2 Pengolahan Lahan	21
3.4.3 Pengambilan Contoh Tanah	22
3.4.4 Persiapan Contoh Tanah	23
3.4.5 Variabel Pengamatan.....	23

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil	
4.1.1 Biomassa C-mik.....	26
4.1.2 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa Bagas terhadap Variabel Pendukung beberapa Sifat Kimia Tanah.....	28
4.1.3 Hubungan C-mik dengan Variabel Pendukung beberapa Sifat Kimia Tanah.....	32
4.1.4 Pembahasan.....	33

V.KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Ringkasan rata-rata perlakuan sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap perubahan C- mik tanah dan F-hitung selama pertumbuhan tebu tahun ke 6 ratoon ke-1.....	26
2. Pengaruh interaksi antara sistem olah tanah dengan aplikasi mulsa bagas terhadap C-mik tanah selama pertanaman periode 2 pada 3 BSRt 1.....	27
3. Ringkasan rata-rata analisis ragam variabel pendukung.....	29
4. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap variabel pendukung (kadar air(%), suhu tanah($^{\circ}$ C), C-organik(%), dan pH tanah).....	30
5. Rekapitulasi hasil korelasi C-organik tanah, kadar air tanah, pH tanah dan suhu tanah dengan karbon mikroorganisme tanah (C-mik) pada pengambilan sampel 3 BSRt 1, 6 BSRt1 dan 9 BSRt 1.....	32
6. Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C kg tanah}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	42
7. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap karbon mikroorganisme tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C kg tanah}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	42
8. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap karbon mikroorganisme tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C kg tanah}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) pada saat 3 (BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan nilai transformasi $(\sqrt{x + 1})$	43

9. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap karbon mikroorganisme tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C kg tanah}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	43
10. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap karbon mikroorganisme tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C kg tanah}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan nilai transformasi ($\sqrt{x + 1}$).....	44
11 Hasil pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap karbon mikroorganisme tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C kg tanah}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) pada saat 6 (BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	44
12. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap karbon mikroorganisme tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C kg tanah}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) pada saat 6 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	45
13. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap karbon mikroorganisme tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C kg tanah}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) pada saat 6 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	45
14. Hasil Pengamatan pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C kg tanah}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) pada saat 9 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	46
15. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap karbon mikroorganisme tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C kg tanah}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) pada saat 9 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	46
16. Hasil analisis ragam pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap karbon mikroorganisme tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C kg tanah}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) pada saat 9 bulan BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	47
17. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap C-organik tanah (%) pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	47
18. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap pH (H_2O) tanah pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	48

19. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap kadar air tanah (%) pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	48
20. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap suhu tanah (°C) pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	48
21. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap kadar air tanah (%) pada saat 6 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	49
22. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap suhu tanah (°C) pada saat 6 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	49
23. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap kadar air tanah (%) pada saat 9 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	49
24. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap suhu tanah (°C) pada saat 9 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	50
25. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan C-organik tanah (%) pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	50
26. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan pH tanah pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	50
27. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan kadar air tanah pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	51
28. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan suhu tanah (°C) pada saat 3 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	51
29. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan kadar air tanah pada saat 6 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	51
30. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan suhu tanah (°C) pada saat 6 BSRt 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	52

31. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan C-organik tanah (%) pada saat 6 BSRT 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	52
32. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan pH tanah pada saat 6 BSRT 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	52
33. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan kadar air tanah pada saat 9 BSRT 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	53
34. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada saat 9 BSRT 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	53
35. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan C-organik tanah (%) pada saat 9 BSRT 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	53
36. Hasil analisis ragam uji korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme tanah dengan pH tanah pada saat 9 BSRT 1 pada tahun ke-6 setelah perlakuan.....	54

DAFTAR GAMBAR

Tabel	Halaman
1. Bagan alur model perbaikan tanah terdegradasi di PT Gunung Madu Plantation.....	13
2. Tata letak percobaan pengaruh sistem olah tanah dan pemberian mulsa bagas pada lahan tebu PT. GMP.....	19
3. Tata letak pengambilan contoh tanah di PT Gunung Madu Plantation.....	22
4. Skema pelaksanaan inkubasi tanah penentuan kadar KOH yang ada dalam toples yang nantinya untuk keperluan titrasi.....	24
5. Grafik korelasi suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 6 BSRt 1.....	30

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan tanaman perkebunan yang penting karena sebagai bahan baku produksi gula. Salah satu perkebunan tebu terbesar di Lampung adalah PT. Gunung Madu Plantation (GMP). Produksi gula harus selalu ditingkatkan seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan gula. Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi gula antara lain dengan pengelolaan tanah yang tepat, melalui sistem olah tanah intensif dan pemupukan yang sesuai, dan tindakan rehabilitasi tanah seperti penggunaan mulsa pada lahan pertanaman tebu.

Sistem pengolahan tanah intensif dalam jangka panjang dapat menyebabkan penurunan kesuburan tanah dan penurunan produksi tanaman. Kerusakan tanah terjadi karena erosi dan penurunan kandungan bahan organik tanah. Ada indikasi bahwa fenomena ini terjadi di lahan perkebunan PT Gunung Madu Plantation karena pengolahan tanah intensif yang telah berlangsung selama lebih dari 25 tahun. Upaya untuk meningkatkan produksi tanaman tebu melalui penambahan pupuk anorganik dan pupuk organik di perkebunan ini tidak menunjukkan hasil yang signifikan. Data produksi tebu di perkebunan ini dari tahun 1985 sampai dengan tahun 2005 menunjukkan terjadinya fluktuasi dan cenderung menurun. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan studi rehabilitasi tanah yaitu

penerapan sistem Tanpa Olah Tanah (TOT) dengan pemulsaan menggunakan bagasse. Penggunaan bagasse sebagai mulsa pada pertanaman tebu sangat baik kerana bagasse merupakan limbah pabrik gula yang dihasilkan tiap tahun sangat banyak di PT GMP. Menurut Saechu (2009) pada umumnya pabrik gula memproduksi bagasse sebagai hasil samping sebanyak 27-38% dari tebu yang digiling. produksi tebu di perkebunan ini dari tahun 1985 sampai dengan tahun 2005 menunjukkan terjadinya fluktuasi dan cenderung menurun. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan studi rahabilitasi tanah yaitu penerapan sistem Tanpa Olah Tanah (TOT) dengan pemulsaan menggunakan bagasse. Penggunaan bagasse sebagai mulsa pada pertanaman tebu sangat baik kerana bagasse merupakan limbah pabrik gula yang dihasilkan tiap tahun sangat banyak di PT GMP.

Pemberian mulsa juga dapat memperbaiki kualitas tanah yaitu untuk meningkatkan kesuburan serta pertumbuhan tanaman. Mulsa juga dapat dijadikan sebagai penyumbang bahan organik tanah (Dermiyati, 1997). Bahan organik yang terkandung ataupun yang disalurkan ke tanah melalui pemberian mulsa akan mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah. Mikroorganisme tanah dapat diduga dengan mengukur biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) dari tanah yang bersangkutan.

Kandungan bahan organik mempengaruhi kesuburan tanah dan mikroorganisme membutuhkan bahan organik sebagai sumber energi dalam pertumbuhannya. Oleh karena itu pengembalian bahan organik sisatanaman pada lahan pertanaman dapat meningkatkan aktivitas mikroorganismet tanah. Bahan organik mempengaruhi

pembentukan biomassa mikroorganisme. Menurut Jenkinson dan Ladd (1981), biomassa mikroorganisme tanah (C-mik) merupakan bagian hidup dari bahan organik tanah di luar akar-akar tanaman dan fauna tanah.

Mikroorganisme tanah sangat berperan penting dalam proses-proses yang terjadi di dalam tanah, contohnya seperti siklus karbon dan ketersediaan hara. Dalam perbaikan tanah, perlu diketahui kadar C-mik tanah oleh karena itu dilakukan penelitian ini sebagai cara untuk mengetahui jumlah C-mik tanah pada pertanaman tebu yang ditanam dengan sistem pengolahan tanah dan aplikasi mulsa.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang, maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh sistem olah tanah terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pada lahan pertanaman tebu tahun ke-6 ratoon ke-1.
2. Mengetahui pengaruh pemberian mulsa bagas terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pada lahan pertanaman tebu tahun ke-6 ratoon ke-1
3. Mengetahui pengaruh interaksi sistem olah tanah dan pemberian mulsa bagas terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah pada lahan pertanaman tebu tahun ke-6 ratoon ke-1.

1.3 Kerangka Pemikiran

Pengolahan tanah yang berlebihan (intensif) dalam jangka panjang dapat menjadikan suatu lahan terdegradasi yang berpengaruh juga terhadap sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Manik *et al.* (1998) melaporkan bahwa penerapan sistem olah tanah intensif menyebabkan kepadatan tanah yang tinggi, terutama pada lapisan bawah bajak (kedalaman 30 cm), menurunkan jumlah pori makro dan

pori aerasi,serta lapisan atas (permukaan tanah) sangat peka terhadap erosi,terutama erosi percik.Sistem olah tanah seperti iniakan mempercepat degradasi tingkat kesuburan tanah akibat pencucian hara dan erosi,yang selanjutnya dapat menurunkan produktivitas lahan.Sistem Olah Tanah Konservasi (OTK) adalah suatu sistem persiapan lahan yangbertujuan untuk menyiapkan lahan agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimum, dengan tetap memperhatikan konservasi tanah dan air. Pada sistemOTK, tanah diolah seperlunya saja atau bila perlu tidak diolah sama sekali, danmulsa dari residu tanaman sebelumnya dibiarkan menutupi permukaan lahanminimal 30%. Olah tanah konservasi (*conservation tillage*) dapat dalam bentukolah tanah minimum (OTM), tanpa olah tanah (TOT) dan pemanfaatan mulsa(Utomo, 1990).

Pengembalian sisa tanaman pada lahan pertanaman dapat meningkatkan bahan organik di dalam tanah, di mana bahan organik mampu membantu dalamperbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Selain itu bahan organik juga merupakan sumber energi bagi mikroorganisme. Penambahan bahan organik dan pengembalian sisa tanaman pada lahan dapat dilakukan dengan pemberian mulsa organik. Mulsa yang dimanfaatkan dapat berupa limbah padat hasil pabrik gula. Pemberian mulsa pada tanah merupakan suatu tahapan yang baik dalam melakukan olah tanah konservasi karena dari penggunaan mulsa ini dapat membantu pertumbuhan tanaman, mulsa dapat menjaga kelembaban tanah sehingga aktivitas atau mikroorganisme tanah akan lebih meningkat.

Biomassa karbon mikroorganisme merupakan bagian paling aktif dari mikroorganisme tanah yang menyusun 2-3% dari total C-organik tanah dan

mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses dekomposisi bahan organik dan siklus hara dalam tanah (Franzluebbers *et al.*, 1995). Karbon mikroorganisme tanah (C-mik) dapat dijadikan sebagai indikator kesuburan tanah, tingginya populasi mikroorganisme tanah menunjukkan kondisi fisik dan kimia tanah yang baik. Dengan perlakuan pengolahan tanah serta pemberian mulsa bagas dapat meningkatkan kandungan hara didalam tanah (nitrogen) serta berkolerasi secara positif terhadap kesuburan tanah.

Hasil penelitian jangka panjang yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa perlakuan sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas tidak berpengaruh nyata terhadap C-mik tanah. Penelitian pada tahun pertama, perlakuan olah tanah dan mulsa bagas tidak mempengaruhi C-mik tanah Sucipto (2011). Penelitian pada tahun kedua yang dilakukan oleh Pratiwi (2013), menunjukkan hasil yang sama pada perlakuan sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas belum menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata. Bila dibandingkan dengan hasil penelitian pada tahun pertama dan tahun kedua nilai C-mik tanah pada tahun kedua lebih besar dibandingkan dengan nilai pada tahun pertama.

Hasil penelitian Pratiwi (2013) menunjukkan bahan aplikasi mulsa bagas juga tidak meningkatkan kandungan C-organik tanah, sehingga tidak memberikan hasil yang nyata bagi biomassa karbon mikroorganisme tanah.

Sementara itu hasil penelitian Mutiara (2016) menunjukkan bahwa, sistem olah tanah juga tidak berpengaruh terhadap C-mik tanah, tetapi perlakuan aplikasi mulsa bagas, hasil C-mik tanah lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa mulsa bagas pada waktu pengamatan 0, 3 dan 9 bulan setelah tanam tebu, ratoon

3; tahun ke-4. Setelah selama 5 tahun berjalannya penelitian ini diharapkan waktu tersebut telah cukup lama untuk semua perlakuan melakukan prosesnya sehingga akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap C-mik tanah dan diharapkan berbeda hasilnya dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

1. Biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) pada lahan tanpa olah tanah (TOT) lebih tinggi daripada lahan olah tanah intensif (OTI).
2. Biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) pada lahan yang diberi mulsa bagas lebih tinggi dari pada lahan yang tidak diberi mulsa.
3. Terdapat pengaruh interaksi antara olah tanah dengan pemberian mulsa terhadap biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik).
4. Terdapat korelasi antara beberapa sifat tanah (C-organik tanah, pH tanah, Kadar air tanah, dan Suhu tanah) dengan C-mik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Ultisol

Tanah adalah bagian yang terdapat pada kerak bumi yang tersusun atas mineral dan bahan organik. Tanah merupakan salah satu penunjang yang membantu kehidupan semua makhluk hidup yang ada di bumi. Tanah sangat mendukung terhadap kehidupan tanaman yang menyediakan hara dan air di bumi. selain itu, Tanah juga merupakan tempat hidup berbagai mikroorganisme yang ada di bumi dan juga merupakan tempat berpijak bagi sebagian makhluk hidup yang ada di darat. Dari segi klimatologi , tanah memegang peranan penting sebagai penyimpan air dan mencegah terjadinya erosi. Meskipun tanah sendiri juga bisa tererosi.

Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang secara fisik berfungsi sebagai tempat tumbuh & berkembangnya perakaran penopang tegak tumbuhnya tanaman dan menyuplai kebutuhan air dan udara; secara kimiawi berfungsi sebagai gudang dan penyuplai hara atau nutrisi (senyawa organik dan anorganik sederhana dan unsur-unsur esensial seperti: N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B, Cl); dan secara biologi berfungsi sebagai habitat biota (organisme) yang berpartisipasi aktif dalam penyediaan hara tersebut dan zat-zat aditif (pemacu tumbuh, proteksi) bagi tanaman, yang ketiganya secara integral mampu menunjang produktivitas tanah

untuk menghasilkan biomass dan produksi baik tanaman pangan, tanaman obat-obatan, industri perkebunan, maupun kehutanan.

Tanah terbentuk dari proses pelapukan batuan yang dibantu oleh organisme membentuk tekstur unik yang menutupi permukaan bumi. proses pembentukan tanah ini akan membentuk lapisan-lapisan yang menutupi seluruh permukaan bumi. lapisan-lapisan yang terbentuk memiliki tekstur yang berbeda dan setiap lapisan juga akan mencerminkan proses-proses fisika, kimia dan biologi yang telah terjadi selama proses pembentukannya. Hans Jenny (1899-1992), seorang pakar tanah asal Swiss yang bekerja di Amerika Serikat, menyebutkan bahwa tanah terbentuk dari bahan induk yang telah mengalami modifikasi/pelapukan akibat dinamika faktor iklim, organisme (termasuk manusia), dan relief permukaan bumi (topografi) seiring dengan berjalannya waktu.

Berdasarkan dinamika kelima faktor tersebut terbentuklah berbagai jenis tanah dan dapat dilakukan klasifikasi tanah.

Tanah Ultisol mempunyai sebaran yang sangat luas, meliputi hampir 25% dari total daratan Indonesia. Penampang tanah yang dalam dan kapasitas tukar kation yang tergolong sedang hingga tinggi menjadikan tanah ini mempunyai peranan yang penting dalam pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. Hampir semua jenis tanaman dapat tumbuh dan dikembangkan pada tanah ini, kecuali terkendala oleh iklim dan relief. Kesuburan alami tanah Ultisol umumnya terdapat pada horizon A yang tipis dengan kandungan bahan organik yang rendah. Unsur haramakro seperti fosfor dan kalium yang sering kahat, reaksi tanah masam hingga sangat masam, serta kejenuhan aluminium yang tinggi merupakan sifat-

sifat tanah Ultisol yang sering menghambat pertumbuhan tanaman. Selain itu terdapat horizon argilik yang mempengaruhi sifat fisik tanah, seperti berkurangnya pori mikro dan makro serta bertambahnya aliran permukaan yang pada akhirnya dapat mendorong terjadinya erosi tanah (Sri Adiningsih dan Mulyadi 1993).

Ultisol merupakan tanah masam yang telah mengalami pencucian basa-basa yang intensif dan umumnya dijumpai pada lingkungan dengan drainase baik. Kondisi tersebut sangat menunjang untuk pembentukan mineral kaolinit. Namun, dominasi kaolinit tersebut tidak mempunyai kontribusi yang nyata pada sifat kimia tanah, karena kapasitas tukar kation kaolinit sangat rendah, berkisar 1,20–12,50 cmol/kg liat (Briendly et al. 1986). Mineral liat lainnya yang sering dijumpai adalah haloisit dan gibsit.

2.2 Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah adalah setiap usaha manipulasi secara mekanis. Pada dasarnya pengolahan tanah ditunjukkan untuk menyiapkan tanah agar sesuai untuk perkembangan tanaman. Secara lebih terinci, tujuan pengolahan tanah adalah menyiapkan media pertumbuhan benih atau bibit, memperbaiki sifat kesuburan tanah, memberantas gulma, dan memotong daur hama dan penyakit tanaman. Walaupun pengolahan tanah ditunjukkan untuk perbaikan tanah sebagai media tanaman, tetapi hasil yang diperoleh sebaliknya yaitu penurunan produktivitas tanah sebagai akibat terjadinya kerusakan tanah. Disamping itu ditinjau dari biaya usaha tani, sampai dewasa ini pengolahan tanah masih memerlukan komponen

biaya yang besar (30-40 %) total biaya.

Penerapan sistem olah tanah yang dilakukan pada penelitian ini meliputi sistem olah tanah konservasi (OTK) dan olah tanah intensif (OTI). Sistem OTK terdiri dari sistem tanpa olah tanah (TOT) dan olah tanah minimum (OTM). Pada penelitian ini adalah penerapan TOT, dilakukan pengendalian gulma menggunakan herbisida, kemudian gulma yang telah mati dibiarkan sebagai mulsa. Pada sistem OTM, gulma dibabat dengan menggunakan alat mekanis, kemudian dikembalikan ke lahan pertanaman (Utomo, 2006). Untuk mengatasi kerusakan karena pengolahan tanah, akhir-akhir ini diperkenalkan sistem olah tanah konservasi yang diikuti oleh pemberian mulsa yang diharapkan dapat meningkatkan produksi pertanian. Agus dan Widiyanto (2004) menyatakan bahwa olah tanah konservasi adalah suatu sistem pengolahan tanah dengan tetap mempertahankan setidaknya 30% sisa tanaman menutup permukaan tanah. Keuntungan dari penggunaan sistem olah tanah ini adalah menghemat tenaga kerja dan biaya serta dapat memperbaiki struktur tanah melalui peningkatan pori makro. Proses ini terjadi karena dengan tanpa olah tanah, fauna (hewan) tanah seperti cacing menjadi lebih aktif. Walaupun disatu sisi OTK bisa mengurangi kerusakan fisik tanah, namun penggunaan herbisida memacu kerusakan kimia dan biologis tanah disamping membutuhkan biaya untuk membeli herbisida dan dana untuk investasi membeli/menyewa alat tanam dan traktor. Peningkatan produksi dengan OTK dimungkinkan karena pemanfaatan jerami atau seresah sisa tanaman yang mati oleh herbisida, mati dan hancur hingga mensupport hara tanah.

2.3 Mulsa dan Hasil Samping Produksi Gula

Mulsa dapat didefinisikan sebagai setiap bahanyang dihamparkan untuk menutup sebagian atau seluruh permukaan tanah dan mempengaruhi lingkungan mikro tanah yang ditutupi tersebut (Waggoner et al., 1960 dalam Fahrurrozi,2009).

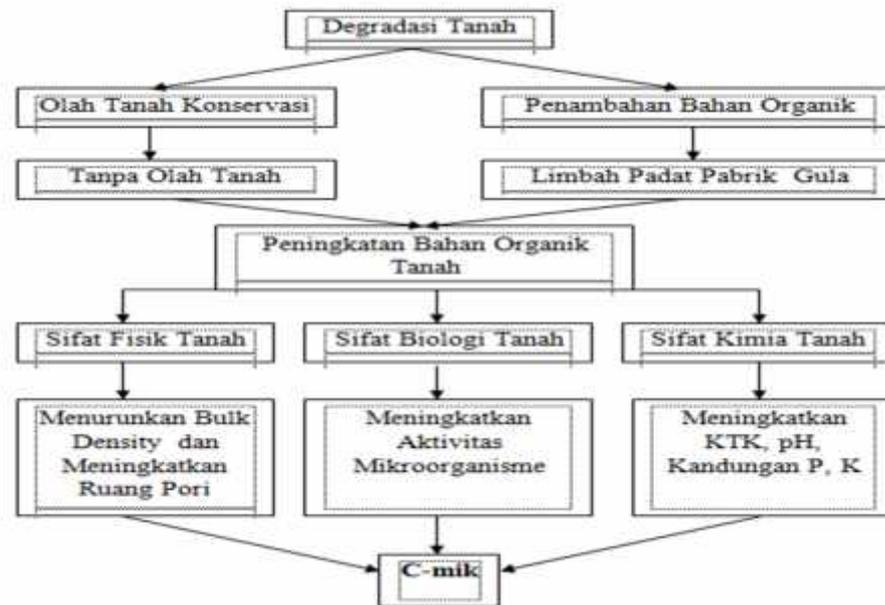
Bahan-bahan dari mulsa dapat berupa sisa-sisa tanaman atau bagian tanaman yang lalu dikelompokkan sebagai mulsa organik, dan bahan-bahan sintesis berupa plastik yang lalu dikelompokkan sebagai mulsa non-organik.

Usaha perkebunan tebu dan pabrik gula PT. GMP merupakan kegiatan yang ramah lingkungan. Limbah dari kebun maupun pabrik dimanfaatkan kembali dan ternyata memberikan keuntungan yang sangat besar. Limbah pertanian berupa sisa-sisa tanaman (pucuk tebu dan daun) dikembalikan ke tanah sebagai mulsa, sehingga menambah kesuburan tanah. Sementara limbah padat dan limbah cair dari pabrik, tetapi juga dikelola lagi sehingga bermanfaat, bahkan secara ekonomis sangat menguntungkan. Limbah padat berupa ampas tebu (*bagasse*) misalnya, dimanfaatkan lagi sebagai bahan bakar ketel uap (*boiler*) untuk penggerak mesin pabrik dan pembangkit tenaga listrik untuk perumahan karyawan, perkantoran, dan peralatan irigasi. Karena itu, pabrik dan pembangkit listrik Gunung Madu tidak menggunakan bahan bakar minyak (BBM), baik saat musim giling (*on season*) maupun tidak giling (*offseason*). Limbah padat lain adalah endapan nira yang disebut blotong (*filter cake*) dan abu. Blotong, abu, dan bagasse dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos, yang digunakan lagi di kebun sebagai penyubur tanah.

Dalam proses produksi tebu mejadi gula, PT GMP menghasilkan 91-94% limbah. Limbah yang dihasilkan selama proses produksi berupa limbah cair dan limbah padat. Limbah padat pabrik berupa bagas, blotong, dan abu ketel. Ketiga limbah padat tersebut tergolong limbah organik yang dapat digunakan sebagai sumber bahan organik tanah, mengingat jumlah limbah yang dihasilkan oleh pabrik selama satu periode musim giling. Agrika (2006) menyatakan bahwa pemberian limbah padat pabrik gula pada lahan tebu dengan dosis 120 t ha^{-1} dapat meningkatkan 3,2% kandungan bahan organik tanah ($\pm 35 \text{ t/ha}$) dan memperbaiki tingkat kemantapan agregat. Limbah padat pabrik gula berpotensi besar sebagai sumber bahan organik yang berguna untuk kesuburan tanah. Bagas dapat diaplikasikan langsung sebagai mulsa atau diformulasikan dengan blotong dan abu (BBA) sebagai kompos. Ampas tebu (*bagasse*) tebu mengandung 52,67% kadar air; 55,89% C-organik; N-total 0,25%; 0,16% P_2O_5 ; dan 0,38 % K_2O . Blotong dapat digunakan langsung sebagai pupuk, karena mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanah. Untuk memperkaya unsur N blotong dikompos dengan ampas tebu (bagas) dan abu ketel. Pemberian blotong sebanyak 100 ton atau komposnya ke tanaman tebu per hektar dapat meningkatkan bobot dan rendemen tebu secara signifikan (Kurnia, 2010).

Hasil abu ini digunakan juga sebagai bahan organik dalam pembuatan kompos BBA. BBA merupakan salah satu upaya pemanfaatan limbah hasil pabrik PT GMP. BBA adalah campuran bagas, blotong dan abu yang digunakan sebagai bahan organik. BBA diaplikasikan ke tanah perkebunan tebu untuk memperbaiki kualitas tanah atau sebagai penyubur tanah. Upaya untuk memperbaiki tanah ultisol

yang telah mengalami degradasi di PT Gunung Madu Plantation disajikan pada Gambar 1.



Gambar.1 Bagan alur model perbaikan tanah terdegradasi di PT Gunung Madu Plantation (Mutiara, 2016)

2.4 Bahan Organik Tanah

Menurut Madjid (2007), bahan organik adalah kumpulan beragam senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi maupun senyawa-senyawa anorganik hasil mineralisasi dan termasuk juga mikrobia heterotrofik dan ototrofik yang terlibat dan berada di dalamnya.

Bahan organik memiliki peranan sangat penting di dalam tanah. Bahan organik tanah juga merupakan salah satu indikator kesehatan tanah. Tanah yang sehat memiliki kandungan bahan organik tinggi, sekitar 5%. Sedangkan tanah yang tidak sehat memiliki kandungan bahan organik yang rendah. Kesehatan tanah penting untuk menjamin produktivitas pertanian. Bahan organik tanah terdiri dari

sisa-sisa tumbuhan atau binatang melapuk. Tingkat pelapukan bahan organik berbeda-beda dan tercampur dari berbagai macam bahan (Isroi,2009).

Pemberian kompos dengan dosis 150 t ha^{-1} dengan cara disebar secara nyata mampu mempengaruhi nilai kerapatan isi tanah. Pemberian kompos dengan dosis ini dapat menurunkan nilai *bulk density* dan dapat meningkatkan ruang pori tanah di lahan pertanaman tebu PT.GMP (Damaiyani, 2009). Utami (2004) melaporkan bahwa semakin tinggi kandungan dan masukan bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan kandungan C-organik tanah yang akan diikuti oleh peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah sehingga memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan biomassa mikroorganisme tanah. Tanah dalam kondisi yang lembab merupakan kondisi ideal bagi tanah untuk dapat melakukan aktivitasnya secara normal.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kandungan bahan organik adalah dengan menggunakan C-organik total sebagai tolak ukur. Namun terdapat kesulitan dalam menggunakan C-organik karena sebagian besar bahan organik tanah terdapat dalam bentuk humus resisten, sehingga untuk memantau bahan organik tanah perlu waktu yang lama. Metode lain yang dapat digunakan adalah dengan mengukur bagian bahan organik tanah lain berupa biomassa mikroorganisme tanah (Sucipto, 2011).

2.5 Biomassa Mikroorganisme Tanah

Biomassa mikroorganisme tanah (C-mik) merupakan indeks kesuburan tanah. Tanah yang banyak mengandung berbagai macam mikroorganisme tanah, secara umum dapat dikatakan bahwa tanah tersebut adalah tanah yang sifat fisik dan

kimianya baik. Tingginya populasi mikroorganisme dan beragamnya jenis mikroorganisme tanah hanya mungkin ditemukan pada tanah yang mempunyai sifat yang memungkinkan bagi mikroorganisme tanah tersebut untuk berkembang dan aktif. Tersedianya unsur hara yang cukup, pH tanah yang sesuai, aerasi dan drainase yang baik, air cukup dan sumber energi (bahan organik) yang cukup adalah beberapa faktor yang harus dipenuhi agar mikroorganisme tanah dapat tumbuh dan berkembang. Mikroorganisme tanah juga mempunyai peranan yang sangat penting dalam mencegah hilangnya unsur hara melalui proses pencucian unsur hara (Anaset *et al.*, 1995).

Pembentukan biomassa juga dipengaruhi sejumlah faktor yang lainnya, yaitu suhu, kelembaban (Joergensen *et al.*, 1990) dan adanya mineral liat. Granatstein *et al.* (1987) mengemukakan bahwa biomassa mikroorganisme secara nyata lebih tinggi dilapisan permukaan tanah yang tidak diolah yang mempunyai residu tanaman yang cukup banyak karena input bahan organik lebih tinggi dilapisan tersebut. Hassink (1994) menambahkan bahwa terdapat hubungan antara tekstur tanah dan biomassa mikroorganisme. Aktivitas biomassa lebih besar dua kali lipat pada tanah bertekstur pasir atau debu dari pada bertekstur liat. Hal ini karena C : N rasio pada tanah bertekstur pasir lebih tinggi dibandingkan dengan tanah bertekstur liat.

Selanjutnya Anas (1989) menyatakan bahwa total mikroorganisme yang terdapat didalam tanah digunakan sebagai indeks kesuburan tanah (*fertility indeks*), tanpa mempertimbangkan hal-hal lain. Tanah yang subur mengandung sejumlah mikroorganisme, populasi yang tinggi ini menggambarkan adanya suplai makanan

atau energi yang cukup ditambah lagi dengan temperatur yang sesuai, ketersediaan air yang cukup, kondisi ekologi lain yang mendukung perkembangan mikroorganisme pada tanah tersebut. Aktivitas mikroorganisme dapat diketahui dengan mengukur respirasi dan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah.

Banyak metode yang dapat digunakan dalam mengukur kandungan biomassa mikroorganisme, salah satu diantaranya adalah metode yang diperkenalkan oleh Jenkinson dan Powlson (1976), yang dikenal dengan metode kloroform fumigasi-inkubasi (CFI). Sucipto (2011), metode CFI ini dikembangkan berdasarkan dasar pemikiran bahwa mikroorganisme tanah yang mati, akan dimineralisasi dengan cepat dan CO₂ yang dihasilkan merupakan sebuah ukuran dari populasi awal.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada lahan pertanaman tebu di PT. *Gunung Madu Plantations* (GMP), Lampung Tengah pada bulan Juni-Juli 2016. Percobaan ini dilakukan dengan dua sistem olah tanah, yaitu sistem olah tanah intensif dan sistem tanpa olah tanah serta aplikasi mulsa bagas jangka panjang dari tahun 2010-2020. Analisis biomassa karbon mikroorganisme tanah(C-mik) dilakukan di Laboratorium Biologi tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, contoh tanah asal dari PT GMP, bagas, BBA (bagas, blotong dan abu), pupuk urea, TSP, MOP, serta bahanbahan kimia untuk analisis contoh tanah dan biomassa mikroorganisme tanah.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, bor tanah, ember, karung, tali, kantung plastik, timbangan, kulkas, oven, desikator, toples plastik ukuran 1 liter, botol film, spidol dan alat laboratorium lainnya untuk analisis tanah.

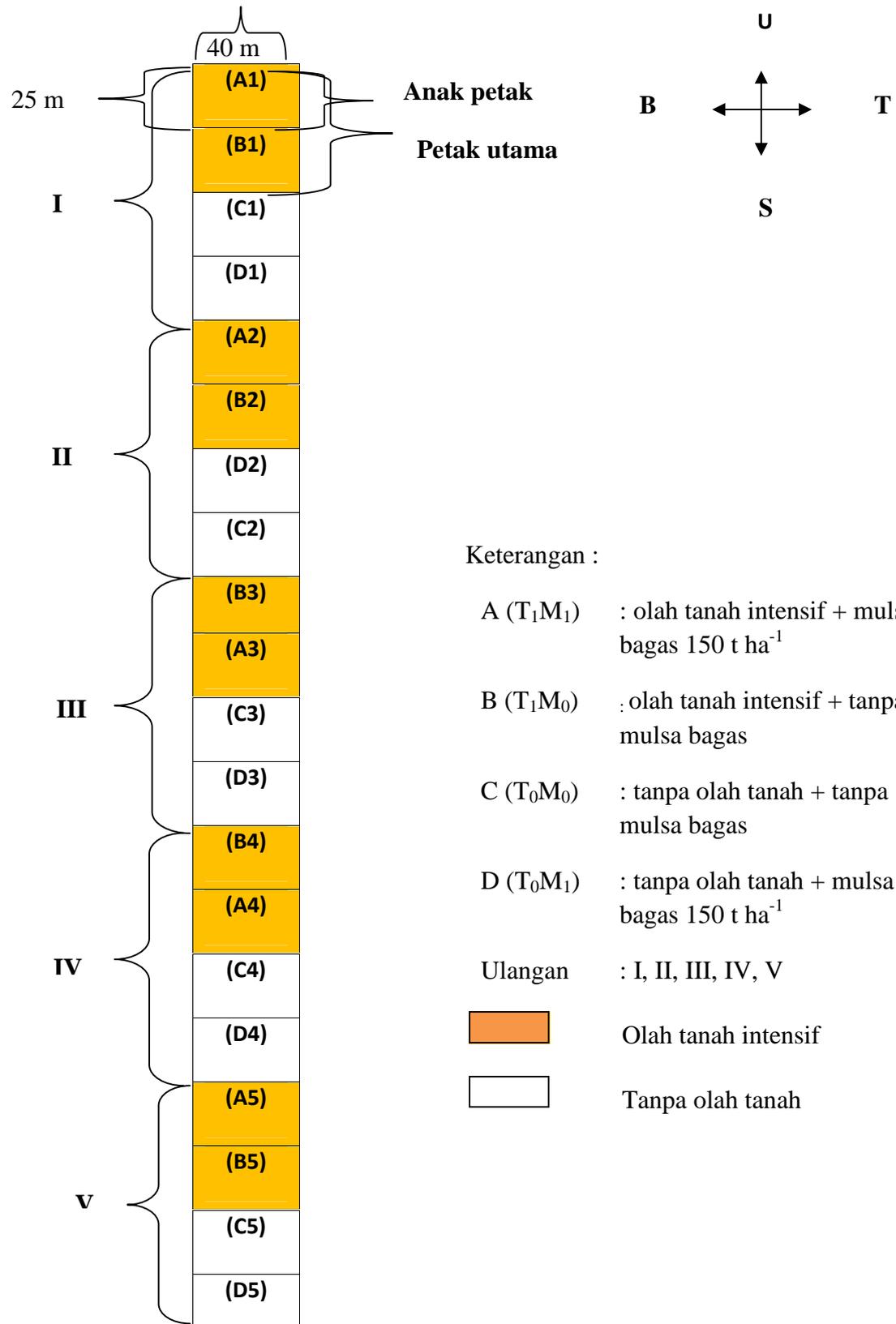
3.3 Metode

Penelitian ini disusun secara split plot dalam rancangan acak kelompok terdiri dari 4 perlakuan dengan 5 ulangan atau 20 satuan percobaan. Petak utama adalah perlakuan sistem olah tanah (T) yaitu T_0 : tanpa olah tanah dan T_1 : olah tanah intensif. Anak petak adalah aplikasi mulsa bagas (M) yaitu M_0 : tanpa mulsa bagas dan M_1 : mulsa bagas 150 t ha^{-1} . Dari 2 faktor di atas diperoleh empat kombinasi perlakuan dengan lima ulangan yaitu :

1. T_0M_0 = tanpa olah tanah + tanpa mulsa bagas
2. T_0M_1 = tanpa olah tanah + mulsa bagas 150 t ha^{-1}
3. T_1M_0 = olah tanah intensif + tanpa mulsa bagas
4. T_1M_1 = olah tanah intensif + mulsa bagas 150 t ha^{-1}

Semua perlakuan diaplikasikan pupuk dengan dosis $300 \text{ kg Urea ha}^{-1}$, $200 \text{ kg TSP ha}^{-1}$, $300 \text{ kg KCl ha}^{-1}$, dan aplikasi bagas, blotong, dan abu (BBA) segar dengan perbandingan (5:3:1) 150 t ha^{-1} .

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam pada taraf 5% dan 1%, yang sebelumnya telah diuji homogenitas ragamnya dengan Uji Bartlett dan aditivitasnya dengan Uji Tukey. Rata-rata nilai tengah diuji dengan uji BNT pada taraf 5% dan 1%. Uji korelasi dilakukan antara populasi dan biomassa cacing tanah serta populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah dengan C-organik tanah, pH tanah, suhu tanah, dan kelembaban tanah untuk mengetahui tingkat antara korelasi antara variabel utama dan variabel pendukung.

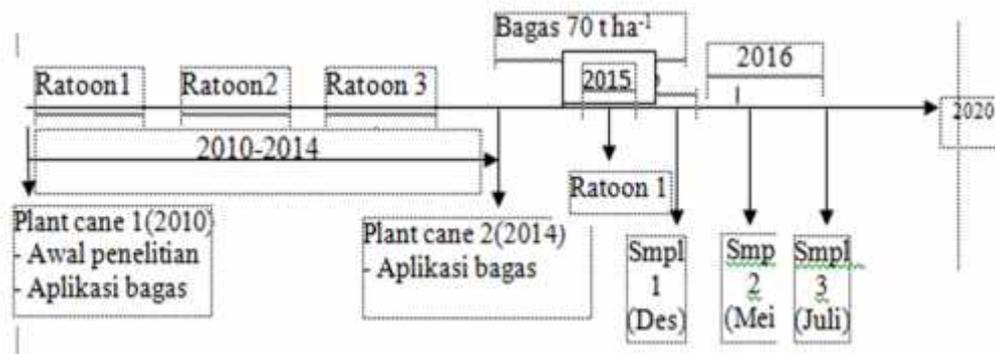


Gambar 2. Tata letak percobaan pengaruh sistem olah tanah dan pemberian mulsa bagas pada lahan tebu PT. GMP.

3.4 Pelaksanaan Kegiatan

3.4.1 Sejarah Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian jangka panjang yang dilakukan pada lahan pertanaman tebu di PT *Gunung Madu Plantations* (GMP), Lampung Tengah.



Penelitian ini dilakukan bersamaan dengan sistem tanam baru (*Plant cane*) yang diterapkan pertama kalinya pada tahun 2010 dengan sistem *double row* dengan jarak tanaman 90 cm dan antar baris 130 cm. Tahun 2010-2014 percobaan ini menggunakan dua sistem olah tanah, yaitu sistem olah tanah intensif (OTI) dan sistem tanpa olah tanah (TOT) serta aplikasi mulsa bagas untuk jangka panjang dari tahun 2010-2014 dengan dilakukannya ratoon sebanyak 3 kali.

Setelah pemanenan yang dilakukan pada tahun 2014, kemudian dilakukan sistem tanam baru (*Plant cane*) ke-2 yaitu dengan *single row* dengan jarak antar tanaman 150 cm, pada tahun tersebut dilakukan pengolahan tanah dengan mengolah kembali tanah yang sama dengan pengolahan awal, yaitu sistem olah tanah intensif (OTI) dan sistem tanpa olah tanah (TOT) dan ditanam tanaman baru (*Plant cane*) serta aplikasi mulsa bagas dan pemupukan dilakukan dua kali, pemupukan pertama diberikan sehari sebelum dilakukan penanaman, dengan setengah dosis pupuk 300 kg urea ha⁻¹, 200 kg TSP ha⁻¹, KCl 300 kg ha⁻¹. pada penelitian ini tanaman tebu merupakan tanaman ratoon 1 untuk tahun ke-6.

3.4.2 Pengolahan Lahan

Penelitian ini merupakan penelitian pada musim tanam ke enam, *plant cane* kedua dan ratoon pertama. Sistem pola tanam yang diterapkan menggunakan sistem tanam PT GMP yaitu menggunakan varietas tebu GMP- 3. Lahan dibagi menjadi 20 petak percobaan sesuai perlakuan dengan ukuran setiap petaknya 25 m x 40 m. BBA diberikan pada setiap petak percobaan sebanyak 80 t ha⁻¹.

Penelitian ini dilakukan dengan penggunaan dua sistem olah tanah. Pertama sistem olah tanah intensif (OTI), tanah diolah sesuai dengan sistem pengelolaan tanah yang diterapkan di PT GMP yaitu sebanyak 3 kali pengolahan. Pengolahan tanah tahap pertama menggunakan bajak piringan yang berfungsi mencacah tunggul tebu, memecah dan membalikan tanah. Pengelolaan tahap kedua masih menggunakan bajak piringan tetapi arah kerjanya tegak lurus dengan pengolahan tanah yang pertama yang berfungsi untuk menggemburkan tanah dan mencacah ulang tunggul tebu. Pengolahan tanah yang ketiga menggunakan bajak singkal yang berfungsi membalik tanah ke atas dan sekaligus memecahkan lapisan kedap air sehingga mendapatkan tanah yang mampu mendukung perkembangan akar tanaman. Setelah tanah diolah dilakukan juga pemberian mulsa bagas yang diaplikasikan 80 t ha⁻¹. Pengendalian gulma dilakukan dengan menggunakan herbisida dan sisa tanaman gulma dibuang dari petak percobaan.

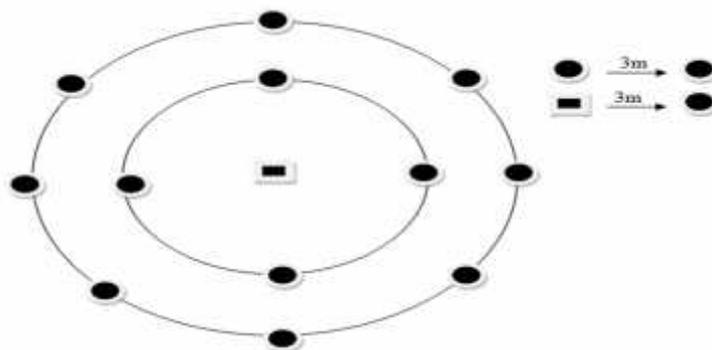
Kedua dengan sistem tanpa olah tanah (TOT), tanah tidak diolah sama sekali, gulma yang tumbuh dikendalikan dengan secara manual dan dikembalikan lagi kelahan sebagai mulsa. Pada plot OTI, BBA dicampurkan kedalam tanah sebelum aplikasi mulsa bagas, sedangkan pada TOT BBA diletakan di permukaan

tanah. Pemberian mulsa bagas baik pada perlakuan TOT dan OTI dilakukan dengan cara disebar secara merata diatas permukaan tanah. Pemberian pupuk diberikan sebanyak 2 kali.

Pemupukan pertama diberikan sehari sebelum dilakukan penanaman, dengan setengah dosis pupuk urea yaitu 350 kg ha^{-1} , TSP 200 kg ha^{-1} , (100% dosis TSP). Pemupukan susulan dilakukan dua bulan setelah pemupukan pertamayaitu pupuk Urea dengan dosis 150 kg ha^{-1} . Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan penyulaman dan penyiangan gulma. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan bilamana diperlukan.

3.4.3 Pengambilan Contoh Tanah

Contoh tanah diambil dengan menggunakan bor tanah dari 12 titik pada masing-masing plot percobaan (Gambar 2) dengan kedalaman 20 cm dan kemudian dikompositkan. Contoh tanah diambil secara melingkar dengan titik tengah plot sebagai pusatnya, empat titik berjarak 3 m dari pusat dan delapan titik berjarak 3 m dari titik pertama (Pratiwi, 2011).



Gambar 3. Tata letak pengambilan contoh tanah di PT Gunung Madu Plantation.

Keterangan :  = titik pusat
 = titik pengambilan contoh tanah

3.4.4 Persiapan Contoh Tanah

Contoh tanah diambil dari masing – masing plot sebanyak 500 g, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label (perlakuan, kelompok, hari dan tanggal). Setelah itu tanah dimasukkan ke dalam kulkas (freezer) dikarenakan analisis tidak dilakukan langsung setelah pengambilan contoh tanah. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghentikan aktivitas mikroorganisme sementara, sehingga kondisi mikroorganisme dalam tanah diharapkan tidak berubah.

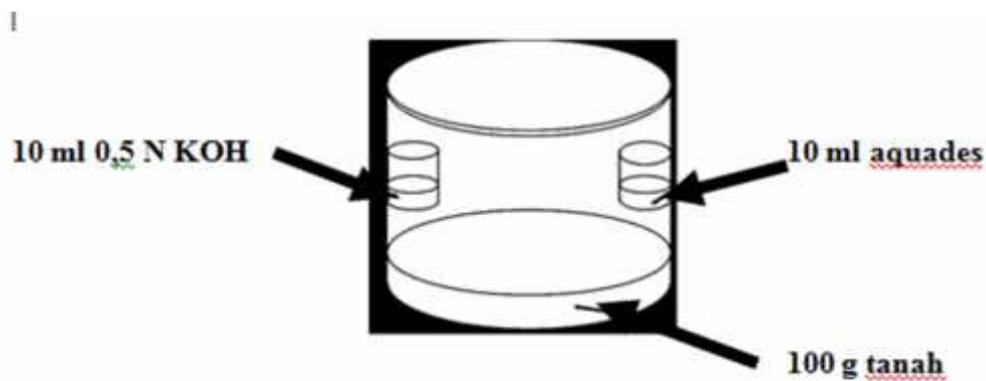
3.4.5 Variabel Pengamatan

a. Variabel Utama

Penetapan C-mik dilakukan dengan menggunakan metode fumigasi-inkubasi (Jenkinson dan Powlson, 1976) yang telah disempurnakan oleh Franzluebbers dkk., 1995). Proses pelaksanaan analisis yaitu 100 g tanah lembab ditempatkan dalam gelas beaker 50 ml. Tanah tersebut kemudian difumigasi menggunakan kloroform (CHCl_3) sebanyak 30 ml dalam desikator yang telah diberi tekanan 50 cm Hg selama 48 jam atau 2 hari. Sebanyak 10 gram tanah yang sudah diinokulasi diikat rapat dalam plastik kemudian dimasukkan dalam lemari pendingin.

Setelah tanah difumigasi selama 48 jam, tanah dibebaskan dari CHCl_3 dibawah tekanan 30 cm Hg. Setelah itu contoh tanah dimasukkan ke toples berukuran 1 liter bersama dua botol film, satu botol berisi 10 ml KOH 0,5 N dan satu botol selanjutnya berisi 10 ml aquades (Gambar 3). Kemudian ditambahkan 10 g tanah inokulan (tanah segar) yang telah dikeluarkan dari lemari pendingin pada saat

pertama fumigasi. Setelah dikeluarkan dari lemari pendingin, tanah tersebut didiamkan selama kurang lebih 30 menit (proses aklimatisasi). Toples tersebut kemudian ditutup sampai kedap udara dengan menggunakan lakban dan diinkubasi pada suhu 25 °C ditempat gelap selama 10 hari. Kuantitas C-CO₃ yang diserap dalam alkali ditentukan dengan titrasi. Kemudian indikator *phenolphthalein* ditambahkan sebanyak 2 tetes pada beaker berisi KOH dan dititrasi dengan HCl 0,1N hingga warna merah hilang. Selanjutnya dititrasi lagi dengan HCl setelah ditambahkan 2 tetes *metil orange* hingga warna kuning berubah menjadi merah muda, dan jumlah HCl yang digunakan dicatat.



Gambar 4. Skema pelaksanaan inkubasi tanah penentuan kadar KOH yang ada dalam toples yang nantinya untuk keperluan titrasi.

Reaksi pada saat di dalam toples (inkubasi selama 10 hari):



Reaksi pada saat dititrasi oleh HCl dengan indikator *Phenolphthalein*:



Reaksi pada saat dititrasi oleh HCl dengan indikator *Metil Orange*:



Biomassa mikroorganisme tanah dihitung dengan rumus akhir :

$$\text{C-mik} = \frac{(a-b) \times t \times 120}{n}$$

$$\frac{(\text{mg CO}_2\text{-C kg}^{-1} \text{ 10 hari})_{\text{fumigasi}} - (\text{mg CO}_2\text{-C kg}^{-1} \text{ 10 hari})_{\text{nonfumigasi}}}{Kc}$$

Kc

$$= \text{mg CO}_2\text{-C kg}^{-1} \text{ 10 hari}^{-1}$$

Keterangan :

a = ml HCl untuk contoh tanah

b = ml HCl untuk blanko

n = waktu inkubasi (hari)

t = normalitas HCl

Kc = 0,41

Sedangkan untuk tanah non-fumigasi menggunakan 100 gram tanah berat kering oven (berat kering angin), tanah dimasukkan ke dalam toples yang berukuran 1 liter yang bersama dua botol film, satu botol film berisi 10 ml KOH 0,5 N dan satu botol film berisi 10 ml aquades, tanpa penambahan tanah inokulan. Toples tersebut ditutup dengan menggunakan lakban dan diinkubasi pada suhu 25°C selama 10 hari. Pada akhir masa inkubasi kuantitas C-CO₃ yang dihasilkan dalam alkali ditentukan dengan cara titrasi (sama dengan contoh tanah fumigasi).

b. Variabel Pendukung

Sedangkan variabel pendukung yang diamati yaitu :

- a. Kadar C-organik (metode Walkley & Black)
- b. pH tanah (metode elektrometrik)
- c. Kadar air tanah (diukur dengan Gravimetri)
- d. Suhu tanah (diukur dengan *Soil Temperature Tester*)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Biomassa C-mik pada lahan olah tanah intensif lebih tinggi dibandingkan lahan sistem tanpa olah tanah (TOT) pada pengamatan 3 BSRt 1.
2. Aplikasi mulsa bagas tidak berpengaruh nyata terhadap biomassa C-mik
3. Terdapat interaksi antara sistem olah tanah dengan aplikasi mulsa bagas terhadap biomassa C-mik pada pengamatan 3BSRt 1.
4. Terdapat korelasi positif antara suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) dengan C-mik pada pengamatan 6 BSRt 1.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka disarankan untuk kembali melakukan penelitian lanjutan untuk melihat pengaruh dari sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas dalam memperbaiki kesuburan tanah serta meningkatkan kandungan C-mik tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, J.S. dan Mulyadi. 1993. Alternatif teknik rehabilitasi dan pemanfaatan lahan alang-alang. hlm. 29-50. *Dalam* S. Sukmana, Suwardjo, J. Sri Adiningsih, H. Subagjo, H. Suhardjo, Y. Prawirasumantri (Ed). Pemanfaatan lahan alang-alang untuk usaha tani berkelanjutan. Prosiding Seminar Lahan Alang-alang, Bogor, Desember 1992. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Agus, F. dan Widiyanto. 2004. Petunjuk Praktis Konservasi Tanah Pertanian Lahan Kering. Bogor. *Word Agroforestry Centre ICRAF Sountheast Asia*. 59-60.
- Agustiawan, H. 2005. Analisis Pengaruh Pengelolaan Lahan Terhadap Kesesuaian Lahan Potensial Dan Kesesuaian Lahan Berdasarkan Produksi Pada Pertanaman Tebu (*Sccharum officinarum*) Di Lahan Perkebunan PT Indo Lampung Perkasa. *Skripsi*. Universitas Lampung. 72 hlm.
- Anisa. 2010. Analisa Berbagai Ekologi Tanah dalam <http://andibyan.blogspot.com/2010/06/analisa-berbagai-ekologi-tanah.html>, diakses pada 10 April 2016.
- Anonim. 2010. Efek Rumah Kaca dalam <http://blogspot.com/2010/pengaruh-efek-rumah-kaca-terhadap-lingkungan.html>, di akses pada tanggal 20 April 2016.
- Ardi, R. 2009. Kajian Aktivitas Mikroorganisme Tanah pada Berbagai Kelerangan dan Kedalaman Hutan Alam. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan. 51 hlm.
- Briendly, G.W., C.C. Kao, J.L. Harison, M. Lipsicas, and R. Raythath. 1986. Relation between structural disorder and other characteristics of kaolinite and dickites. *Clays and Clay Minerals* 34: 239–249.
- Damaiyani, P. 2009. Pengaruh Aplikasi Kompos Terhadap Kerapatan Isi, Ruang Pori Total, dan Kekuatan Tanah pada Pertanaman Tebu di PT Gunung Madu Plantations Lampung Tengah. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Dermiyati. 1997. Penagruh Mulsa Terhadap Aktivitas Mikroorganisme Tanah dan Produksi jagung Hibrida C-1. *J.Tanah Trop.* 5: 63-68.
- Fahrurrozi. 2009. Fakta Ilmiah Dibalik Penggunaan Mulsa Plastik Hitam Perak dalam Produksi Tanaman Sayuran. *Orasi Ilmiah*. STIPER Rejang Lebong.
- Franzluebbers, A.J., F.M. Hons, and D.A Zuberer. 1995. Soil organic carbon, microbial biomass, and mineralizable carbon and nitrogen in sorgum. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59. 460-466.
- Granatstein, D.M., D.F. Bezdicek, V.L. Cochran, L.F. Giliott and J. Hammel. 1987. Long term tillage and rotation effects on soil microbial biomass carbon and nitrogen. *Biol.Fertil.Soil.* 5: 265-270.
- Hakim, N., M.Y. Nyapka, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, R. Saul, A. Diha, G.B. Hong, dan H.H Bailey. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 448 hlm.
- Hamdani, J.S. 2009. Pengaruh Jenis Mulsa terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Kultivar Kentang (*Solanum tuberosum* L.) yang Ditanam di Dataran Medium. *J. Agronomi Indonesia* 37 (1) : 14 -20.
- Hassink, J. 1994. *Effects of soil texture on the size of the microbial biomass and on the amount of C and N mineralized per unit of microbial biomass in Dutch grassland soils*. *Soil Biol. Biochem.* 26: 1573-1581.
- Ikasa. 2011. Olah Tanah Konservasi dalam <http://www.facebook.com/note.php?note>, diakses pada tanggal 17 April 2011.
- Jenkinson, D.S. and D.S. Powlson. 1976. The Effect of Biocidal treatments on Metabolism in soil-V. Fumigation with chloroform. *Soil. Biol. Biochem.* 8: 209-213.
- Joergensen, R.G., P.C. Brookes and D.S. Jenkinson. 1990. *Survival of the soil microbial biomass at elevated temperatures*. *Soil Biol. Biochem.* 22:1129-1136.
- Kurnia, R. 2010. Pemanfaatan Limbah Padat Pabrik Gula dalam www.bahanorganiktanah.co.id., diakses pada tanggal 17 April 2016.
- Manik, K.E.S, Afandi, dan Soekarno. 1998. Karakteristik Tanah pada Perkebunan Nanas yang Diolah Sangat Intensif Di Lampung Tengah. *J. Tanah Trop.* 7: 1-6.
- Manik, K.E.S. 2002. Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Akibat Pemberian Tandan Kosong pada Areal Tanaman Kelapa Sawit di PT Perkebunan Nusantara VII Unit Usaha Rejosari Lampung Selatan. *J. Tanah Trop.* 14: 111-115.

- Marpaung, B. 2009. Sifat Biologi Tanah dalam <http://boymarpaung.wordpress.com/2009/02/19sifat-biologi-tanah/> diakses pada tanggal 17 April 2016.
- Mutiara.P. 2016. Pengaruh Sistem Olah Tanah Dan Aplikasi Mulsa Bagas Terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik) Pada Lahan Pertanaman Tebu. (*Sacchrum officinarum* L.) pada tahun ke-5. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.48 hlm.
- Pratiwi, T. D. 2013. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemberian Mulsa Bagas terhadap Kandungan Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah pada Lahan Pertanaman Tebu Tahun Ke dua. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 51 hlm.
- PT. GMP (PT. Gunung Madu Plantations). 2009. *Pengolahan Tanah*. <http://www.Gunungmadu.co.id>. Diakses tanggal 31 Maret 2016 pada pukul 15.30 WIB.
- Risvank. 2012 .Blotong dan Pemanfaatannya dalam <http://www.risvank.com/2012/01/25/blotong-dan-pemanfaatannya/>, diakses pada tanggal 20 April 2016.
- Saechu .M. 2009. Optimasi Pemanfaatan Energi Ampas di Pabrik Gula. *Jurnal Teknik Kimia* 4 (1): 1-7.
- Simanjuntak, B. H. 1997. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Blue Green Algae terhadap Sifat Fisik dan Biologi Tanah Ultisol Produksi Kedelai (*Glycine max*) varietas Willis. *Disertasi*. Program Pasca sarjana. IPB. 174 hlm.
- Singer, M.J. dan D.N. Munas.2006. *Soils, an Introduction*. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey Columby Ohio, 446 hlm.
- Solihin, 2008. Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula dan Ethanol Menjadi Pupuk Organik Bernilai Ekonomi Tinggi dalam <http://www.beritabumi.or.id/?g=beritadtl&opiniID=OP0017&ikey=3>, diakses pada tanggal 17 April 2016.
- Sucipto. 2011. Pengaruh Sistem Olah Tanah Dan Aplikasi Mulsa Bagas Terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik) Pada Lahan Pertanaman Tebu PT Gunung Madu Plantation. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.58 hlm.
- Sumarsih. S. 2003. *Mikrobiologi Dasar*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Yogyakarta. 116 hlm.
- Utami, M.P. 2004 .Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Tanah Ultisol Taman Bogo pada Berbagai Macam Perlakuan Pemberian Pupuk Organik

dan Inorganik serta Kombinasinya pada Pertanaman Padi Gogo (*Oryza Sativa L.*) Musim Tanam Ke Lima . *Skripsi*.FP Unila.Bandar Lampung .67 hlm.

Utomo, M. 1990. Budidaya Tanpa Olah Tanah Teknologi Untuk Pertanian Berkelanjutan. Direktorat Produksi Padi dan Palawija. Departemen Pertanian RI. Jakarta.

Utomo, M. 2006. Bahan Baku Pengelolaan Lahan Kering Berkelanjutan. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 25 hlm.

Utomo, M. 2012. *Tanpa Olah Tanah Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 110 hlm.

Warsito. 2008. Keragaan Karbon Mikroorganisme (C-mik) Pada Berbagai Lahan Usahatani Berbasis Kopi Akibat Erosi di DAS Sekampung Hulu. *Skripsi*.Universitas Lampung. 48 hlm.