

**PENGARUH PUPUK HAYATI CAIR ASAL TANDAN KOSONG KELAPA
SAWIT DAN RIMPANG NANAS DENGAN JENIS PUPUK TERHADAP
KEMELIMPAHAN BAKTERI TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG
MANIS (*Zea Mays Saccharata Sturt*)**

(Skripsi)

Oleh :

RIDHO WIJAYA SAPUTRA



**JURUSAN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH PUPUK HAYATI CAIR ASAL TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN RIMPANG NANAS DENGAN JENIS PUPUK TERHADAP KEMELIMPAHAN BAKTERI TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea Mays Saccharata Sturt*)

OLEH

RIDHO WIJAYA SAPUTRA

Banyaknya mikroba dalam tanah menandakan bahwa tanah tersebut memiliki kesuburan yang tinggi. Pengkayaan hayati dalam tanah dapat dilakukan dengan memberikan pupuk hayati, karena pupuk hayati mengandung mikroba yang dapat membantu proses penyuburan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemberian pupuk hayati cair dan berbagai jenis pupuk serta interaksi antara pupuk hayati cair dengan berbagai jenis pupuk terhadap kelimpahan bakteri tanah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial 2×4 dengan 3 ulangan. Faktor utama yaitu pupuk hayati (M) terdiri dari (M₁) pupuk hayati cair asal rimpang nanas (RN) dan (M₂) pupuk hayati cair asal tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Faktor kedua yaitu berbagai jenis pupuk (P) terdiri dari (P₀) tanpa pupuk, (P₁) pupuk kimia, (P₂) kombinasi pupuk kimia dan organonitrofos, dan (P₃) pupuk organonitrofos tunggal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati cair dan berbagai jenis pupuk berpengaruh terhadap populasi bakteri tanah. Terjadi interaksi antara M dengan P pada pengamatan 1 minggu setelah pemupukan (MSP). Aplikasi pupuk hayati cair asal TKKS dengan pupuk kimia + organonitrofos (M₂P₂) memiliki populasi bakteri tertinggi pada 1 MSP. Aplikasi pupuk organonitrofos (P₃) memiliki populasi bakteri tertinggi pada 6 MSP. Aplikasi pupuk hayati asal TKKS (M₂) memiliki populasi bakteri tertinggi pada 6 MSP. Aplikasi pupuk hayati asal RN (M₁) memiliki populasi bakteri tertinggi pada 9 MSP. Terdapat korelasi positif antara populasi bakteri tanah dengan P-tersedia pada pengamatan 9 MSP.

Kata kunci : Pupuk hayati cair, Populasi bakteri, Rimpang nanas, Tandan kosong kelapa sawit.

**PENGARUH PUPUK HAYATI CAIR ASAL TANDAN KOSONG KELAPA
SAWIT DAN RIMPANG NANAS DENGAN JENIS PUPUK TERHADAP
KEMELIMPAHAN BAKTERI TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG
MANIS (*Zea Mays Saccharata Sturt*)**

Oleh

RIDHO WIJAYA SAPUTRA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

**Jurusan Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

**: PENGARUH PUPUK HAYATI CAIR ASAL
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN
RIMPANG NANAS DENGAN JENIS PUPUK
TERHADAP KEMELIMPAHAN BAKTERI
TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG
MANIS (*Zea Mays Saccharata Sturt*)**

Nama Mahasiswa

: Ridho Wijaya Saputra

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1814181022

Program Studi

: Ilmu Tanah

Fakultas

: Pertanian



Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.

NIP.196308041987032002

Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.

NIP.198106212005011003

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.

NIP.196611151990101001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama

: Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.



Anggota Pembimbing

: Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.



Penguji Bukan Pembimbing

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

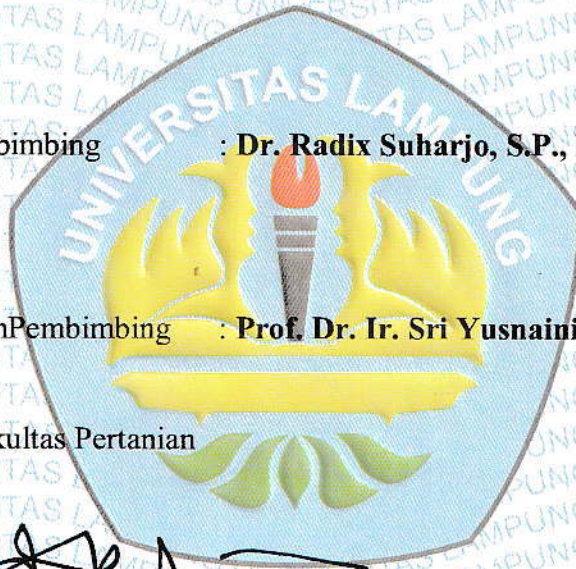


2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP.196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 8 Juni 2023

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pupuk Hayati Cair Asal Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Rimpang Nanas dengan Jenis Pupuk Terhadap Kemelimpahan Bakteri Tanah pada Pertanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Sturt*)”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung a.n. Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.

Semua hasil yang tetuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila kemudian 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, 8 Juni 2023



Ridho Wijaya Saputra
NPM.181418022

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kecamatan Sekampung, Kabupaten Lampung Timur pada tanggal 01 Desember 1999. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Widodo dan Ibu Jumiatusun. Pendidikan formal dimulai pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Ma'arif 31 Hargomulyo, Kecamatan Sekampung, Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2005-2006, kemudian melanjutkan pendidikan di SDN 2 Hargomulyo, Kecamatan Sekampung, Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2006-2012, kemudian melanjutkan pendidikan SMPN 2 Sekampung pada tahun 2012-2015, dan selanjutnya menempuh Sekolah di MAN 1 Metro, Kota Metro pada tahun 2015-2018.

Pada tahun 2018 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan organisasi yaitu menjadi anggota bidang Pendidikan dan Pelatihan (periode 2019 -2020) dan anggota bidang Penelitian dan Pengembangan (periode 2020 -2021) Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Universitas Lampung (GAMATALA).

Pada bulan Februari hingga Maret 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Hargomulyo, Kecamatan Sekampung, Lampung Timur. Pada Bulan Agustus sampai September 2021, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Unit Produksi Benih (UPB) Tanaman Buah Pekalongan,

Kabupaten Lampung Timur dengan judul topik “Manajemen Pemupukan pada Persemaian Kedua di Unit Produksi Benih (UPB) Tanaman Buah Pekalongan”.

Teruntuk kedua orang tuaku tercinta, terkasih dan tersayang

Bapak “Widodo” dan Ibu “Jumiatun”

serta Kakaku

Dengan penuh rasa syukur kupersembahkan karya kecil ini sebagai wujud

kesungguhanku untuk meraih cita cita

*“Allah SWT tidak akan membebani seorang hamba melainkan sesuai
kemampuannya”*

(Q.S Al-Baqarah:286)

“Cause every little think, is gonna be all right”
(Bob Marley)

*“Tidak ada mimpi yang gagal yang ada mimpi yang tertunda, apabila gagal
dalam menggapai mimpi jangan khawatir karna mimpi-mimpi lain bias di
ciptakan”*

(WindahBasudara)

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat, nikmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pupuk Hayati Cair Asal Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Rimpang Nanas dengan Jenis Pupuk Terhadap Kemelimpahan Bakteri Tanah pada Pertanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Sturt*)”.

Selama penelitian dan penyusunan skripsi peneliti telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan dukungan, nasihat dan motivasi.
2. Ir. Henry Novpriansyah, M.Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu, nasihat, dan saran selama perkuliahan.
3. Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc., selaku pembimbing utamayang telah memberikan bimbingan, ilmu, nasihat, motivasi, masukan, dan saran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
4. Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, ilmu, nasihat, masukan, dan saran selama penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku pembahas yang telah memberikan nasihat, motivasi, masukan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
6. Kedua orang tua Bapak Widodo dan Ibu Jumiatur serta kakaku yang selalu memberikan kasih sayang, doa, motivasi, dukungan, masukan dan saran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.

7. Rekan penelitian saya Rizky Sanjaya yang bersama-sama berjibaku menaklukkan kerasnya topik penelitian kita masing-masing dan selalu membantu saya dalam penelitian ini.
8. Keluarga besar Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung angkatan 2018 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
9. Bujang Tanah tercinta yang bersama-sama dari awal perkuliahan hingga sekarang.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, 8 Juni 2023
Penulis

Ridho Wijaya Saputra

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	4
1.3.Tujuan Penelitian	4
1.4.Kerangka Pemikiran	4
1.5.Hipotesis	8
II. Tinjauan Pustaka	9
2.1.Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	9
2.2.Rimpang Nanas	10
2.3.Jenis-jenis Pupuk.....	10
2.4.Pupuk Hayati.....	11
2.5.Bahan Pembawa Mikroba.....	13
2.6.Kemelimpahan dan Karakteristik Bakteri	14
2.7.Uji Karakteristik Bakteri	15
2.7.1.Uji Gram	15
2.7.2.Uji Hipersensitif	16
2.7.3.Uji <i>Soft Rot</i>	16
III. BAHAN DAN METODE	18
3.1.Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2.Alat dan Bahan.....	18
3.3.Metode Penelitian.....	19
3.4.Variable Penelitian	21
3.5.Pelaksanaan Penelitian	21
3.5.1.Pembuatan Media	21
3.5.1.1. Media <i>Yeast Peptone Agar</i> (YPA).....	21
3.5.1.2.Media Potato Peptone Glcose Agar (PPGA)	22
3.5.1.3.Media <i>Pikovskaya</i>	22
3.5.2.Isolat Bakteri Yang Digunakan	22

3.5.3. Peremajaan dan Pembuatan Suspensi	23
3.5.4. Pembuatan Pupuk Hayati	23
3.5.5. Perlakuan Dilapangan	24
3.5.5.1. Persiapan Lahan dan Penanaman	24
3.5.5.2. Pemeliharaan Tanaman	24
3.5.5.3. Pemupukan dan Aplikasi Perlakuan	24
3.5.5.4. Panen	25
3.5.5.5. Pengambilan Sample Penelitian.....	25
3.5.6. Uji Laboratorium	25
3.5.6.1. Uji Total Bakteri	25
3.5.6.2. Uji Soft Rot.....	26
3.5.6.3. Uji Hipersensitif.....	26
3.5.6.4. Uji Gram	27
3.5.6.5. Uji pH Tanah	27
3.5.6.6. C-Organik (Metode <i>Walkley and Black</i>).....	27
3.5.6.7. N-Total (Kjeldahl).....	28
3.5.6.8. P-Tersedia (Bray and Kurtz).....	28
3.5.6.9. Kadar Air Tanah (Metode Gravimetri)	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Penelitian	30
4.1.1. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Asal Rimpang Nanas (RN) dan Pupuk Hayati Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Berbagai Jenis Pupuk terhadap Populasi Bakteri Tanah.....	32
4.1.2. Sebaran Populasi Bakteri Tanah Pada Perlakuan Pupuk Hayati dan Jenis-jenis Pupuk.	36
4.1.3. Uji Korelasi Antara Populasi Bakteri Tanah dengan C-organik, N-total, P-tersedia, Kadar Air Tanah, dan pH Tanah.....	38
4.2. Pembahasan	40
4.2.1. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati terhadap Populasi Bakter Tanah CFU mL-1.	40
4.2.2. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Pupuk terhadap Populasi Bakteri Tanah CFU mL-1.	45
4.2.3. Korelasi Bakteri Tanah pada Berbagai Macam Perlakuan terhadap P-tersedia.	47
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1. Simpulan	50
5.2. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran.....	7
2. Tata Letak Percobaan.....	20
3. Skema uji pelarut fosfat.....	23
4. Uji hipersensitif bakteri tanah pada pengamatan 6 minggu setelah pemupukan.....	31
5. Uji <i>soft rot</i> bakteri tanah pada pengamatan 6 minggu setelah pemupukan...	32
6. Uji Gram bakteri tanah pada pengamatan 6 minggu setelah pemupukan.	32
7. Sebaran populasi bakteri tanah pada perlakuan pupuk hayati dan jenis-jenis pupuk pada seluruh pengamatan.....	36
8. Sebaran populasi bakteri tanah CFU mL ⁻¹ pada pengamatan 1, 6, dan 9 minggu setelah pemupukan (MSP).....	37
9. Distribusi populasi bakteri tanah semua perlakuan pada pengamatan 1, 6, dan 9 MSP.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar Mutu Pupuk Hayati.....	12
2. Isolat Bakteri Terpilih Yang Digunakan Untuk Penelitian.....	19
3. Dosis pupuk yang digunakan.	19
4. Uji karakteristik bakteri pada pengamatan 6 MSP dengan uji softroot, hipersensitif, dan gram.....	30
5. Ringkasan analisis ragam pengaruh pemberian pupuk hayati dengan berbagai jenis pupuk terhadap populasi bakteri tanah pada pengamatan 1, 6, dan 9 MSP.....	33
6. Uji DMRT terhadap populasi bakteri tanah CFU mL ⁻¹ pada 1 minggu setelah pemupukan (MSP).	34
7. Uji DMRT terhadap populasi bakteri di dalam tanah pada 6 minggu setelah pemupukan (MSP).	35
8. Uji DMRT terhadap populasi bakteri di dalam tanah pada 6 minggu setelah pemupukan (MSP).	35
9. Uji DMRT terhadap populasi bakteri di dalam tanah pada 9 minggu setelah pemupukan (MSP).	35
10. Ringkasan korelasi antara populasi bakteri tanah (CFU mL ⁻¹) dengan C-organik , N-total , P-tersedia, Kadar air tanah, dan pH tanah.....	39
11. Populasi bakteri tanah dengan berbagai jenis-jenis perlakuan pupuk pada 1 minggu setelah pemupukan (MSP).....	59
12. Hasil uji homogenitas populasi bakteri tanah dengan berbagai jenis-jenis perlakuan pupuk pada 1 minggu setelah pemupukan (MSP).....	60
13. Hasil analisis ragam populasi bakteri tanah dengan berbagai jenis-jenis perlakuan pupuk pada 1 minggu setelah pemupukan (MSP).....	61

14. Populasi bakteri tanah dengan berbagai jenis-jenis perlakuan pupuk pada 6 minggu setelah pemupukan (MSP).....	62
15. Hasil uji homogenitas populasi bakteri tanah dengan berbagai jenis-jenis perlakuan pupuk pada 6 minggu setelah pemupukan (MSP).....	63
16. Hasil analisis ragam populasi bakteri tanah dengan berbagai jenis-jenis perlakuan pupuk pada 6 minggu setelah pemupukan (MSP).....	64
17. Populasi bakteri tanah dengan berbagai jenis-jenis perlakuan pupuk pada 9 minggu setelah pemupukan (MSP).....	65
18. Transformasi \sqrt{x} Populasi bakteri tanah dengan berbagai jenis-jenis perlakuan pupuk pada 9 minggu setelah pemupukan (MSP).....	66
19. Hasil uji homogenitas populasi bakteri tanah dengan berbagai jenis-jenis perlakuan pupuk pada 9 minggu setelah pemupukan (MSP).....	67
20. Hasil analisis ragam populasi bakteri tanah dengan berbagai jenis-jenis perlakuan pupuk pada 9 minggu setelah pemupukan (MSP).....	68
21. C-organik tanah (%) pada saat panen tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	69
22. Hasil uji homogenitas C-organik tanah (%) pada saat panen tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.....	69
23. Hasil analisis ragam C-organik tanah (%) pada saat panen tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	70
24. N-total tanah (%) pada saat panen tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	70
25. Hasil uji homogenitas N-total tanah (%) pada saat panen tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	71
26. Hasil analisis ragam N-total tanah (%) pada saat panen tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	71
27. P-tersedia (ppm) pada saat panen tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	72
28. Hasil uji homogenitas P-tersedia (ppm) pada saat panen tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	72
29. Hasil analisis ragam P-tersedia (ppm) pada saat panen tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	73

30. Kadar air tanah (%) pada tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	73
31. Hasil uji homogenitas kadar air tanah (%) pada tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk	74
32. Hasil analisis ragam kadar air tanah (%) pada tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	74
33. pH tanah pada tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	75
34. Hasil uji homogenitas pH tanah pada tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	75
35. Hasil analisis ragam pH tanah pada tanaman jagung manis dengan berbagai perlakuan jenis-jenis pupuk.	76
36. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan C-organik pada 1 minggu setelah pemupukan (MSP).	76
37. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan C-organik pada 6 minggu setelah pemupukan (MSP).	76
38. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan C-organik pada 9 minggu setelah pemupukan (MSP).	77
39. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan N-total pada 1 minggu setelah pemupukan (MSP).	77
40. Uji korelasi Npopulasi bakteri tanah dengan N-total pada 6 minggu setelah pemupukan (MSP).	77
41. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan N-total pada 9 minggu setelah pemupukan (MSP).	78
42. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan P-tersedia pada 1 minggu setelah pemupukan (MSP).	78
43. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan P-tersedia pada 6 minggu setelah pemupukan (MSP).	78
44. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan P-tersedia pada 9 minggu setelah pemupukan (MSP).	79
45. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan kadar air tanah pada 1 minggu setelah pemupukan (MSP).	79

46. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan kadar air tanah pada 6 minggu setelah pemupukan (MSP).	79
47. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan kadar air tanah pada 9 minggu setelah pemupukan (MSP).	80
48. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan pH tanah pada 1 minggu setelah pemupukan (MSP).	80
49. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan pH tanah pada 6 minggu setelah pemupukan (MSP).	80
50. Uji korelasi populasi bakteri tanah dengan pH tanah pada 9 minggu setelah pemupukan (MSP).	81

1. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Penggunaan pupuk anorganik terus menerus dapat merusak tanah karena dapat menyebabkan degradasi lahan. Pemupukan anorganik tersebut dapat mengakibatkan ketidak seimbangan unsur hara di dalam tanah, struktur tanah menjadi rusak, mikroba tanah sedikit. Selama ini, penggunaan pupuk anorganik berdosisi tinggi yang tidak diimbangi dengan bahan organik dapat menurunkan kadar bahan organik tanah, sehingga produksi tanaman tidak dapat optimal (Murnita dan Tahher, 2021).

Degradasi lahan merupakan proses terganggunya fungsi lingkungan yang berada di tanah. Fungsi tersebut meliputi tanah sebagai sarana penghasil biomassa, penyaring, penyangga, pentrans-formasi (air, hara, polutan), habitat hayati, dan sumber genetik. Menurut *International Soil Reference and Information Center* (ISRIC) 46,4% tanah di Asia telah mengalami penurunan produktivitas akibat kemunduran fungsi biologis tanah. Akibat dari degradasi tanah antara lain penurunan hasil tanaman, penurunan kualitas air, dan penurunan keanekaragaman hayati. Bahan organik merupakan salah satu kunci dalam pemulihan lahan terdegradasi (Ballitan, 2014).

Menurut Anwar dan Suganda (2006), pupuk organik dapat memperbaiki tanah sehingga memberikan media tumbuh yang lebih baik bagi tanaman. Selain itu, pupuk organik dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang sangat bermanfaat dalam penyediaan hara tanaman. Pemanfaatan limbah industri sebagai

pupuk dalam budidaya pertanian selain berguna dalam mensubsitisi kebutuhan pupuk anorganik yang semakin mahal, juga dapat menjadikan lingkungan lebih bersih dengan mengurangi tumpukan atau akumulasi limbah di suatu tempat menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik dapat memperbaiki sifat kimia tanah seperti meningkatkan P-tersedia, pH, dan C-organik tanah, serta secara biologis dapat meningkatkan jumlah mikroorganismen tanah dan respirasi tanah (Putra dan Jalil, 2005).

Berbagai industri menghasilkan limbah, seperti Industri minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*=CPO) menghasilkan limbah tandan buah kosong kelapa sawit (TKKS) dan limbah cair. Limbah kelapa sawit merupakan masalah utama di perkebunan kelapa sawit karena lama untuk terdekomposisi, sehingga menjadi inang yang cocok untuk beberapa serangga dan hama patogen tanaman kelapa sawit, terutama *Oryctes rhinoceros* dan *Ganoderma boninense* (Salmina 2016). Industri pengolahan CPO mempunyai potensi menghasilkan produk turunannya berupa pupuk organik dari hasil pengolahan limbah padat maupun limbah cair. Banyaknya mikroba yang terdapat pada TKKS yang dapat dimanfaatkan sebagai pelarut fosfat dan agen biokontrol. Tandan kosong kelapa sawit merupakan bahan organik yang dapat menjadi nutrisi bagi mikroorganismen.

Di sisi lain, rimpang nanas juga merupakan residu penting yang berada di perkebunan nanas. Limbah tersebut menimbulkan masalah terutama pada musim tanam, jika RN tersebut berada pada lahan penanaman. Selain itu, limbah RN dapat menjadi inang bagi beberapa hama dan patogen (de Kogel, 2008). Rimpang nanas jika dibiarkan dan tidak dimanfaatkan dengan benar akan menjadi limbah yang memiliki dampak buruk bagi lingkungan. Apabila Rimpang nanas dimanfaatkan dengan benar dapat bermanfaat dalam menyediakan hara tanaman karena mengandung mikroorganismen lokal yang dapat memacu pertumbuhan tanaman (Ilmiasari, 2020).

Mikroorganisme Lokal (MOL) mengandung bakteri yang memiliki peran untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara, perombak bahan organik, dan pemacu pertumbuhan tanaman (Wiswastadkk., 2016). Hasil penelitian Suyanto dan Irianti (2015), MOL mengandung bakteri yang berguna untuk tanaman dan kesuburan tanah seperti *Rhizobium* sp., *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. Bakteri-bakteri tersebut mampu berperan sebagai pelarut fosfat, pereduksi kitin, antagonis, dan pemacu pertumbuhan tanaman.

Limbah RN dan TKKS merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai konsorsium bakteri. Hasil penelitian Ilmiasar (2020) menunjukkan bahwa bakteri pada rimpang nanas dapat melarutkan fosfor. Limbah rimpang nanas dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang dapat membantu meningkatkan produksi tanaman. Konsorsium TKKS memiliki banyak keunggulan, menurut penelitian Yosita (2020) bahwa bakteri TKKS sebagian besar mampu melarutkan fosfor untuk menghasilkannya sebagai P tersedia. Selain TKKS, limbah RN juga memiliki banyak keunggulan, salah satunya adalah kemampuan untuk melarutkan fosfor.

Kandungan mikroba dalam pupuk hayati mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman, tetapi perlu dipadu dengan hara lain. penggunaan bahan organik jerami dapat meningkatkan efisiensi pemupukan. pupuk hayati bermanfaat untuk mengurai residu kimia, mensuplai sebagian N bagi tanaman, melarutkan senyawa fosfat. Pemanfaatan mikroorganisme dalam pupuk hayati juga dapat meningkatkan produksi tanaman dan kualitas lingkungan serta merupakan salah satu usaha untuk mengembalikan lingkungan yang rusak (Wolf dan Wagner, 2005).

Berdasarkan pemikiran tersebut maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengamati pengaruh pemberian pupuk hayati cair terhadap pertumbuhan tanaman jagung manis Jagung manis (*Zea mays* Saccharata Sturt) dan pengaruhnya terhadap kemelimpahan serta karakteristik bakteri didalam tanah.

1.2.Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Apakah terdapat pengaruh pemberian pupuk hayati asal rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit terhadap populasi bakteri tanah?
2. Apakah terdapat pengaruh berbagai jenis pupuk terhadap populasi bakteri tanah?
3. Apakah terdapat interaksi antara pemberian pupuk hayati asal rimpang nanas dengan tandan kosong kelapa sawit dengan berbagai jenis pupuk terhadap populasi bakteri tanah?
4. Apakah terdapat korelasi antara populasi bakteri tanah dengan sifat-sifat tanah.

1.3.Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Mempelajari pengaruh pemberian pupuk hayati asal rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit terhadap populasi bakteri tanah.
2. Mempelajari pengaruh pemberian berbagai jenis pupuk terhadap populasi bakteri tanah.
3. Mempelajari interaksi antara pemberian pupuk hayati asal rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dengan berbagai jenis pupuk terhadap populasi bakteri tanah.
4. Mempelajari korelasi antara populasi bakteri tanah dengan sifat-sifat tanah.

1.4.Kerangka Pemikiran

Degradasi lahan dapat mengakibatkan produktivitas lahan berkurang secara sementara atau permanen, yang ditandai dengan penurunan sifat fisik, kimia, dan

biologi (Sitorus, 2011). Konsekuensi tambahan dari proses degradasi lahan adalah terciptanya kawasan tidak produktif yang disebut lahan kritis (Dariah dkk.,2000). Lahan dapat mengalami kerusakan akibat penggunaan pupuk kimia secara terus menerus untuk mendapatkan produksi tanaman yang optimal.

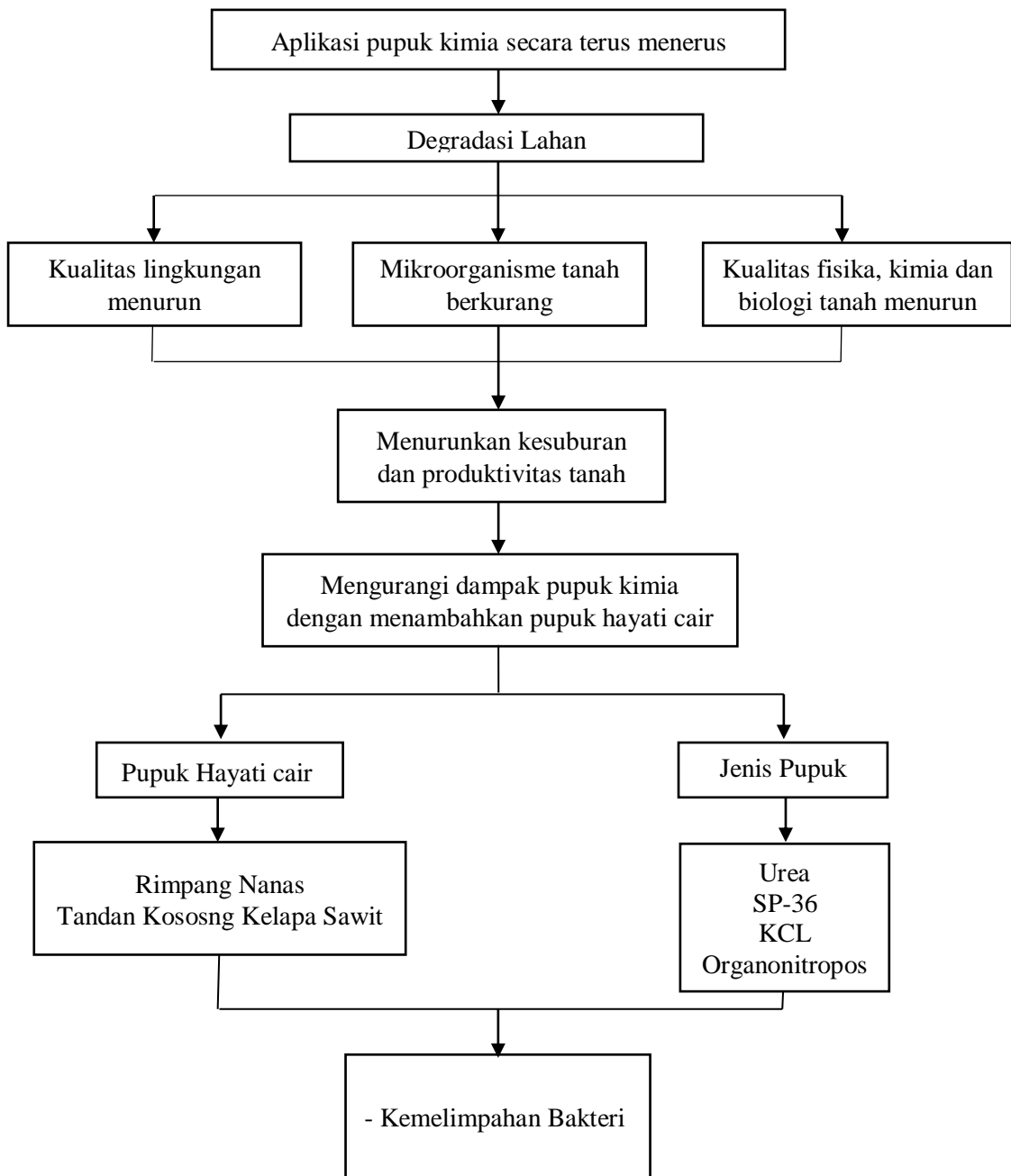
Degradasi lahan meningkat akibat dari pertumbuhan penduduk, salah satu cara untuk mengendalikan atau mencegah degradasi tanah adalah dengan mengembalikan struktur tanah. Pemulihan juga berguna untuk memperbaiki lahan yang rusak agar dapat berfungsi secara optimal sebagai bagian dari produksi, media pengatur tata air, sebagai unsur perlindungan alam dan lingkungannya (Wahono, 2002). .

Jenis pupuk yang dapat memperbaiki unsur hara pada tanah yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk anorganik dapat menyediakan hara yang di butuhkan tanaman, tetapi apabila pemberian pupuk tersebut berlebihan dapat mengakibatkan pemadatan pada tanah. Pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah melalui perannya sebagai sumber makanan mikroba di dalam tanah (Sugito dkk., 1995) dan meningkatkan jenis dan populasi mikroba sehingga aktivitas mikroba dalam tanah terus meningkat (Sarief, 1989). Oleh karena itu, perlu diimbangi pemberian pupuk organik agar dapat meningkatkan kandungan hara, baik yang tergolong unsur makro maupun mikro.

Pengkayaan hayati tanah dapat dilakukan dengan cara meningkatkan jenis dan populasi organisme tanah dengan menggunakan pupuk hayati. Jumlah dan jenis organisme dalam pupuk hayati dapat berasal dari organisme tunggal atau banyak (konsorsium). Organisme membutuhkan energi dan nutrisi agar dapat berfungsi secara aktif, selain itu organisme juga dapat berinteraksi secara positif atau negatif dengan organisme yang berada di tanah. Dalam jangka panjang, penggunaan pupuk organik dengan pupuk buatan merupakan langkah terbaik untuk (Ayukeadkk., 2011).

Biofertilizer adalah inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menambat hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah bagi tanaman (Simanungkalitdkk., 2006). Mikroba tersebut antara lain adalah *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Rhizobium* merupakan mikroba yang mampu menambat unsur nitrogen. *Bacillus* dan *Pseudomonas* mampu menambat unsur fosfat. *Saccharomyces*, *Lactobacillus*, dan *Cellulomonas* membantu dalam proses dekomposisi yang menghasilkan unsur kalium. Pada penelitian ini mikroba yang digunakan adalah mikroba yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit dan rimpang nanas, jenis mikroba yang digunakan adalah *Stennotrophomonas maltophillicia*, *BacillusVelezensis*, *Bacillus paramycoides*, dan *Bacillus tequillensis*, mikroba yang digunakan merupakan mikroba yang dapat menambat unsur fosfat.

Agen hayati dapat dikembangkan melalui formulasi yang tepat untuk memudahkan aplikasi di lapangan dan memperpanjang masa simpan. Mikroba yang akan dikembangkan menjadi pupuk hayati dapat diformulasi dengan media cair berupa limbah organik atau media padat seperti tepung singkong dan tepung jagung (Khaeruniddkk., 2010).



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

1.5.Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang dikemukakan, maka diperoleh hipotesis sebagai

1. Pemberian pupuk hayati asal rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit berpengaruh terhadap populasi bakteri di dalam tanah
2. Terdapat pengaruh pemberian berbagai jenis pupuk terhadap populasi bakteri tanah.
3. Terdapat interaksi antara pemberian pupuk hayati asal rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dengan berbagai jenis pupuk terhadap populasi bakteri tanah.
4. Terdapat korelasi antara sifat-sifat tanah dengan populasi bakteri tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik minyak sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO). dalam suatu hari pengolahan bisa dihasilkan ratusan ton TKKS. Komponen utama limbah pada kelapa sawit ialah selulosa dan lignin, sehingga limbah ini disebut sebagai limbah lignoo-selulosa (Darnoko, 1993).

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah yang dihasilkan sebanyak 23% dari tandan buah segar (TBS) (Darnoko, 2005). TKKS merupakan bahan organik yang mengandung unsur N, P, K dan Mg. Pemanfaatan TKKS selama ini diaplikasikan sebagai mulsa yang langsung ditempatkan padagawangan maupun piringan kelapa sawit. Salah satu pemanfaatan TKKS adalah sebagai pupuk kompos.

Kompos TKKS memiliki kandungan kalium yang tinggi, dan mengandung unsur hara, diantaranya K (4–6 %), P (0,2–0,4 %), N (2–3 %), Ca (1–2 %), Mg (0,8–1,0 %) dan C/N (15,03 %). Kompos TKKS juga memiliki sifat membantu kelarutan unsur-unsur hara yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman dan merupakan pupuk yang tidak mudah tercuci oleh air yang meresap dalam tanah. (Darnoko dan Sembiring, 2005).

2.2.Rimpang Nanas

Tanaman nanas memerlukan lahan dengan tanah yang mengandung bahan organik yang tinggi, drainase yang baik dan pH tanah berkisar antara 4,5 – 6,5. Sinar matahari adalah faktor iklim yang menentukan pertumbuhan dan kualitas buah nanas. Apabila persentase sinar matahari sangat rendah, maka pertumbuhan akan terhambat. Namun, apabila sinar terlalu banyak maka akan menyebabkan luka bakar pada buah yang hampir masak (Sunarjono, 2000).

Buah nanas merupakan tumbuhan yang banyak dijumpai di sekitar lingkungan baik dijual dipasaran maupun tumbuh di halaman rumah masyarakat. Buah nanas tergolong buah yang mudah busuk sehingga banyak dibuang begitu saja dan menjadi limbah yang kurang bermanfaat. Limbah buah nanas memiliki potensi yang baik dan dapat diolah menjadi pupuk organik cair (POC) untuk membantu memberi nutrisi bagi pertumbuhan tanaman. Buah nanas mengandung glukosa yang tinggi, selain itu kadar nitrogen didalamnya juga cukup tinggi (Nisa, 2016).

2.3.Jenis-jenis Pupuk

Pupuk Organik, yaitu pupuk yang berasal dari sisa tanaman, hewan atau manusia seperti pupuk kandang, pupuk hijau dan kompos (humus) berbentuk cair maupun padatan yang antara lain dapat memperbaiki sifat fisik dan struktur tanah, dapat meningkatkan daya menahan air, kimia tanah, biologi tanah. Pupuk organik kebanyakan tersedia di alam (terjadi secara alamiah), misalnya kompos, pupuk kandang, pupuk hijau dan guano (Yuniwati,2012).

Pupuk anorganik adalah pupuk yang dibuat oleh pabrik-pabrik pupuk dengan meramu bahan-bahan kimia (anorganik) berkadar hara tinggi. Misalnya, pupuk urea berkadar N 45-46% artinya setiap 100% kg urea terdapat 45-46 kg hara nitrogen (Lingga dan Marsono, 2013).

2.4. Pupuk Hayati

Pupuk hayati merupakan substansi alam yang terdiri mikroorganisme hidup yang berasal dari akar atau yang diisolasi dalam tanah. Keberadaan mikroorganisme ini tidak menyebabkan efek penyakit pada tanaman dan tidak menimbulkan pengaruh buruk terhadap lingkungan (Haggag,2014). Pupuk hayati berasal dari bahan-bahan organik yang diinokulasi dengan mikroba yang dapat mengolah bahan-bahan organik menjadi bahan anorganik yang berguna bagi tanaman. Mikroorganisme tersebut dapat memperbaiki nutrisi tanah dan dapat menjadi alternatif pengurangan penggunaan pupuk kimia untuk tanaman (Adesemoye dan Kloepper, 2009)

Pupuk Hayati (*Biofertilizer*) merupakan pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup yang ketika diterapkan pada benih, permukaan tanah, atau tanah, akan mendiami rizosfer atau bagian dalam tanaman dan mendorong pertumbuhan dengan meningkatkan pasokan nutrisi utama dari tanaman. Unsur hara yang terkandung dalam pupuk hayati yaitu N: 1,8%, P: 1%, K: 1,2% dan Mg:1,3%. Pupuk mikrobiologis bekerja melalui aktifitas mikroorganisme yang terdapat dalam pupuk mikrobiologis tersebut. Jasad-jasad renik itulah yang bekerja dengan “keahliannya” masing-masing. Mikroorganisme tersebut memiliki kemampuan masing-masing. Ada yang memiliki keahlian menambat nitrogen diudara, dan ada yang mampu menguraikan fosfat atau kalium yang besar menjadi senyawa fosfat dan kalium sederhana yang bisa diserap oleh tanaman. Selain itu ada pula yang mampu memproduksi zat pengatur tumbuh, atau ahli memproduksi zat anti hama. Ada pula mikroorganisme yang mampu menguraikan bahan organik sehingga baik untuk mempercepat proses pengomposan (Miska, 2013).

Berdasarkan peraturan menteri pertanian No.70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah ,tentang persyaratan teknis minimal pupuk majemuk, standar mutu menurut jenis bahan pembawa kandungan bakteri dalam pupuk hayati cair harus lebih dari 10^7 CFU/ml dihitung menggunakan *Total Plate Count* (TPC).

Tabel 1. Standar Mutu Pupuk Hayati Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No.70/Permentan/SR.140/10/2011

Parameter	Standar Mutu Menurut Jenis Pembawa			Metode Penguji
	Tepung/Serbuk	Granul/Pelet	Cair	
Total Sel Hidup	$\geq 10^7$ cfu/gr berat kering contoh	$\geq 10^6$ cfu/g berat kering contoh	$\geq 10^7$ cfu/ml	TPC
a.) Bakteri	$\geq 10^6$ cfu/gr berat kering contoh	$\geq 10^5$ cfu/g berat kering contoh	$\geq 10^6$ cfu/ml	TPC
b.) Aktinomiset	$\geq 10^5$ propagul/gr berat kering contoh	$\geq 10^4$ propagul/g berat kering contoh	$\geq 10^4$ propagul/g	TPC
c.) Fungi	Contoh			
	1. <i>Rhizobium</i> sp + <i>Bacillus</i> sp			
	2. <i>Azospirillum</i> sp + <i>Pseudomonas</i> sp			
	3. <i>Azotobacter</i> + <i>Saccarhomyces</i> sp + <i>Bacillus</i>			
	4. <i>Streptomyces</i> + <i>Tricoderma</i> + <i>Bacillus</i>			
Fungsional				
a. Penambat N	Positif	Positif	Positif	Media Bebas N
b. Pelarut P	Positif	Positif	Positif	Media Pykovekaya
c. Penghasil Fitohormon	> 0	> 0	> 0	Spektrofometri atau HPLC
Patogenisitas	Negatif			Infeksi ke daun tembakau
Kontaminan:				
E. coli	maks 103 MPN/g atau MPN/ml			MPN-durham pada uji lanjut pada media E.coli
salmonella sp	maks 103 MPN/g atau MPN/ml			MPN-durham pada uji lanjut pada media salmonella
logam Berat				
1. Pb	≤ 50 ppm	≤ 50 ppm	≤ 50 ppm	SNI 2803-2010
2. Cd	≤ 2 ppm	≤ 2 ppm	≤ 2 ppm	
3. Hg	≤ 1 ppm	≤ 1 ppm	≤ 1 ppm	
4. As	≤ 10 ppm	≤ 10 ppm	≤ 10 ppm	
Kadar Air (%)	≤ 35	≤ 20	-	ADBB
pH	5.0-8.0	5.0-8.0	3.0-8.0	pH- Meter

Biofertilizer atau yang sering disebut pupuk hayati merupakan suatu bahan yang terdiri atas sekumpulan mikroorganisme fungsional yang mampu menyediakan

nutrisi untuk pertumbuhan suatu tanaman. Menurut Subba (1993), *biofertilizer* adalah formulasi dari mikroorganisme hidup yang mampu mengubah unsur hara dari bentuk yang belum dapat digunakan menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman melalui proses biologi baik dengan hidup bebas di dalam tanah atau berasosiasi dengan tanaman.

Pupuk hayati (*biofertilizer*) didefinisikan sebagai substansi yang mengandung mikroorganisme hidup yang mengkolonisasi *rhizosfer* atau bagian dalam tanaman untuk dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan jalan meningkatkan pasokan ketersediaan hara primer dan juga memberikan stimulasi pertumbuhan pada tanaman target (Vessey, 2003).

Biofertilizer terdiri atas beberapa kelompok mikroba antara lain, mikroba-mikroba yang dapat menambat unsur hara nitrogen dari atmosfer seperti beberapa mikroba dari genus *Rhizobium*, *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Mikroba-mikroba yang berperan sebagai dekomposer seperti *Saccharomyces*, *Cytophaga*, *Cellulomonas*, *Cellvibriodan* *Lactobacillus plantarum*. Selain itu, terdapat beberapa bakteri dari genus *Bacillus*, *Pseudomonas flourescens* dan *Psuedomonas putida* yang dapat melarutkan fosfat dalam tanah.

2.5. Bahan Pembawa Mikroba

Bahan pembawa yang cocok berperan penting dalam mentransfer mikroorganisme hidup ke *rhizosfer*, inokulan yang berkualitas baik harus dibuat dari bahan pembawa yang unggul. Berbagai jenis bahan dapat digunakan sebagai pembawa untuk inokulasi benih atau tanah. Untuk persiapan benih inokulan, bahan pembawa digiling menjadi bubuk halus dengan ukuran partikel 10-40 μm (Purwani dan Sucahyono, 2021). Bahan pembawa harus dapat memberikan lingkungan hidup yang baik bagi mikroba atau campuran berbagai mikroba selama produksi, transportasi, dan penyimpanan sebelum inokulan tersebut digunakan.

Karakter bahan pembawa berkualitas unggul untuk inokulan mikroba adalah kapasitas dalam menampung dan retensi air yang baik, tidak panas dengan adanya pembasahan, sifat fisik dan kimia seragam, tidak beracun untuk bakteri strain inokulan, mudah terurai secara hayati dan tidak berpolusi, pH hampir netral atau mudah disesuaikan, mendukung pertumbuhan dan ketahanan bakteri, melepaskan cepat bakteri di tanah, mudah diproses dan bebas dari bahan pembentuk gumpalan, mudah disterilkan dengan autoklaf atau iradiasi gamma, tersedia dalam jumlah yang memadai serta murah, daya rekat yang baik pada biji, kapasitas buffer yang baik (Smith, 1992. Somasegaran dan Hoben, 1994).

2.6. Kemelimpahan dan Karakteristik Bakteri

Kelimpahan adalah jumlah individu dalam suatu komunitas di suatu wilayah tertentu (Rifai, 1979). Manullang dan Rusmini (2015) melaporkan bahwa suspensi MOL yang diperoleh dari ampas pisang dan limbah buah mengandung bakteri *Enterobacter* sp. dan *Bacillus* sp. *Enterobacter* adalah bakteri patogen Gram-negatif, berbentuk batang, fakultatif anaerobik. Sedangkan *Bacillus* sp. merupakan genus bakteri berbentuk batang, warna koloni putih susu, gram positif, obligat atau non obligat aerob dan patogen.

MOL nasi basi mengandung bakteri yang dapat mempercepat proses pengomposan. Hal ini ditunjukkan dengan perbedaan waktu pengomposan antara penambahan MOL nasi basi dengan kontrol, dimana pengomposan dengan MOL nasi basi membutuhkan waktu 15 hari dan kontrol 28 hari. Kandungan bakteri MOL nasi basi adalah *Sacharomyces* sp. dan *Lactobacillus* sp., dimana bakteri ini mengandung mikroorganisme pembusuk dan dapat menyuburkan tanaman. Bakteri *Lactobacillus* adalah bakteri gram positif yang berwarna putih kekuningan, bulat, koloni elips dan bersifat anaerob fakultatif (Ramadityadkk., 2017).

2.7. Uji Karakteristik Bakteri

Untuk mengetahui karakteristik bakteri yang terkandung di tanah setelah pengaplikasian pupuk hayati RN dan TKKS dengan berbagai jenis pupuk pada 6 minggu setelah pemupukan (MSP) maka perlu dilakukan beberapa uji yaitu uji Gram, *softrot*, dan uji hipersensitif pada daun tembakau.

2.7.1. Uji Gram

Uji Gram dilakukan untuk mengetahui bakteri Gram negatif atau Gram positif, serta untuk mengetahui bentuk koloni bakteri. Uji dilakukan dengan menempatkan bakteri murni berumur 24 jam pada slide kaca steril yang telah ditetaskan KOH 3%, kemudian dicampur dengan jarum sampai bakteri tercampur dengan KOH 3%. Suspensi ditarik dengan jarum, menghasilkan lendir seperti benang dinamakan dengan bakteri gram negatif. Saat suspensi ditarik, tidak membentuk benang atau lender disebut dengan bakteri gram positif. Pengujian gram pada bakteri dilakukan dengan menggunakan KOH 3%. Tujuan dari tes ini adalah untuk menentukan jenis gram. Dari bakteri patogen tersebut sebagian besar adalah gram negatif, dan sebaliknya. Bakteri saprofit sebagian besar adalah gram positif. Selama uji KOH, bakteri Gram negatif menghasilkan lendir, yang mungkin disebabkan oleh kerusakan dinding sel bakteri sebesar dalam larutan yang sangat basa (3% KOH) (Schaad *et al.*, 2001).

Bakteri gram positif memiliki dinding sel yang tebal dan lemak yang tipis, sedangkan bakteri gram negatif memiliki lemak yang tebal dan dinding sel yang tipis yang terletak di ruang periplasma. KOH menyerang lemak (*lipid bilayer*) dan menyebabkan pecahnya sel bakteri Gram negatif, sedangkan Gram positif tidak terpengaruh (Chandra dan Mani, 2011).

2.7.2. Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif pada daun tembakau dilakukan mengikuti prosedur Klement dan Goodman dengan pertumbuhan bakteri pada media modifikasi menggunakan akuades steril. Isolat bakteri patogen didiamkan selama 2 jam, disuspensikan dalam akuades steril. Sebanyak 1 mL (10^8 CFU/mL) suspensi bakteri yang ditumbuhkan dalam akuades steril diinfiltrasikan ke bagian bawah daun menggunakan suntikan steril. Infiltrasi air suling steril ke daun lain digunakan sebagai control, gejala dipantau selama 7 hari. Adanya nekrosis pada inokulasi menunjukkan reaksi positif pada uji hipersensitif pada lokasi (Maghfirohdkk., 2022).

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui karakteristik patogen dari bakteri. Hipersensitif diperlukan untuk mengetahui apakah berpotensi sebagai agen biokontrol yang bersifat patogen atau tidak terhadap tanaman pada konsentrasi tinggi. Jika bakteri bersifat patogen terhadap tanaman, menimbulkan gejala berupa nekrosis pada daun yang terinfeksi suspensi bakteri. Gejala nekrotik (reaksi positif) muncul pada dalam waktu 2-8 jam. Reaksi negatif dari uji hipersensitifitas menunjukkan bahwa isolat yang diuji tidak bersifat patogen bagi tanaman (Fitriani, 2016).

2.7.3. Uji *Soft Rot*

Soft rot merupakan penyakit yang dapat menyerang tanaman baik di lapangan maupun di gudang. Patogen busuk lunak sering menyerang akar tanaman, merusak jaringan dan biasanya menimbulkan bau yang tidak sedap. Secara morfologis jaringan tanaman bergejala membusuk, berair, hancur dan mengeluarkan massa (Agrios, 2005).

Isolat murni bakteri disuspensikan ke dalam air steril bakteri dan diinokulasikan pada umbi kentang sehat, Jika umbi kentang menjadi busuk, maka ada kemungkinan isolat tersebut merupakan patogen penyebab busuk lunak (*Soft rot*). Jika tidak ada reaksi, maka isolat tersebut bukan patogen penyebab busuk lunak. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui bakteri yang terdapat pada suspensi ekstrak akar termasuk yang menyebabkan busuk lunak atau tidak. Schaad dkk. (2001), menunjukkan reaksi positif pembusukan pada kentang dan adanya lendir setelah 24-48 jam inkubasi.

3. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari 2022 sampai dengan November 2022. Pembuatan pupuk hayati dari isolat bakteri dipilih asal ekstrak tandan kosong kelapa sawit serta pengujiannya dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, dan pengaplikasian dilaksanakan di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, tabung reaksi, *erlenmayer*, gelas beker, botol percobaan, LAF (*Laminar Air Flow*), bunsen, timbangan analitik, jarum *ose*, *autoklaf*, *aluminium foil*, plastik *wrap*, karet, kapas, tissue, kartas label, toples dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media YPA (*Yeart Peptone Agar*), media PPGA (*Potato Peptone Glucose Agar*), media pikovkaya, isolat bakteri terpilih dari tandan kosong kelapa sawit, aquades, suspensi bakteri tandan kosong kelapa sawit, molasses, tanah, suspensi bakteri asal rimpang nanas 8.22×10^9 CFU/mL dan suspensi bakteri asal tandan kosong kelapa sawit 2.36×10^8 CFU/mL.

Tabel 2. Isolat Bakteri Terpilih Yang Digunakan Untuk Penelitian.

No	Kode Isolat	Kondisi	Jenis	Asal
1	A.S (2) 50.8B	Aerob	<i>Bacillus Velezensis</i>	TKKS
2	AN.S (3) 50.12P	Anaerob	<i>Bacillus paramycoides</i>	TKKS
3	S.S (2) 50.12PB	Semi Aerob	<i>Bacillus tequillensis</i>	TKKKS
4	A.N (3) 50.12PKR	Aerob	-	RN
5	AN.N (2) 50.12K	Anaerob	-	RN
6	S.N (1) 50 12PKR	Semi Aerob	<i>Stennotrophomonasmaltophillicia</i>	RN

Tabel 3. Dosis pupuk yang digunakan.

Perlakuan	Urea ...	SP-36 Kg ha ⁻¹	KCl ...	Organonitrofos Ton ha ⁻¹
Tanpa pemupukan	0	0	0	0
Kimia rekomendasi	600	300	150	0
Kimia + OP	600	300	150	5
Organonitrofos 20 ton ha ⁻¹	0	0	0	20

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok dengan perlakuan Faktorial 2x4 menggunakan 3 ulangan sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Penelitian ini menggunakan dua faktor. Faktor pertama yaitu konsorsium isolat bakteri, yang terdiri dari :

1. Pupuk hayati asal rimpang nanas (M1).
2. Pupuk hayati asal tandan kosong kelapa sawit (M2)

Faktor kedua yaitu pemberian berbagai jenis pupuk, terdiri dari :

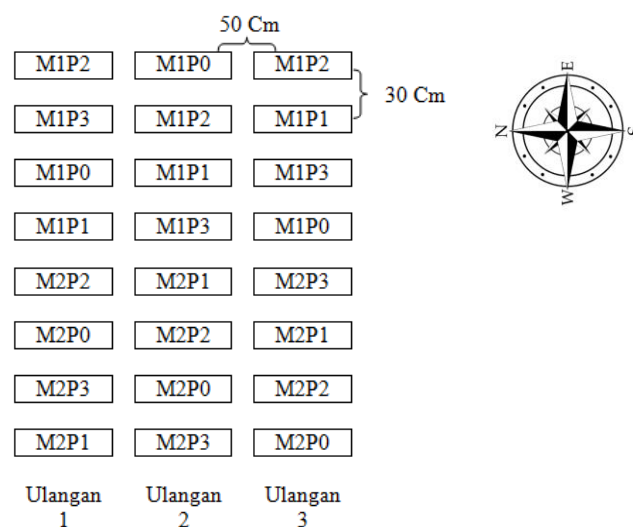
1. Tanpa pupuk (P0)
2. Pupuk kimia (P1)
3. Pupuk kimia + organonitrofos (P2)

4. Pupuk organonitrofos (P3)

Sehingga dalam penelitian ini terdapat 8 perlakuan, yaitu:

1. M1P0 : Pupuk hayati cair asal rimpang nanas dengan tanpa pupuk.
2. M1P1 : Pupuk hayati cair asal rimpang nanas dengan pupuk kimia.
3. M1P2 : Pupuk hayati cair asal rimpang nanas dengan pupuk kimia+organonitrofos.
4. M1P3: Pupuk hayati cair asal rimpang nanas dengan pupuk organonitrofos.
5. M2P0: Pupuk hayati cair asal tandan kosong kelapa sawit dengan tanpa pupuk.
6. M2P1: Pupuk hayati cair asal tandan kosong kelapa sawit dengan pupuk kimia.
7. M2P2 : Pupuk hayati cair asal tandan kosong kelapa sawit dengan pupuk kimia+organonitrofos.
8. M2P3 : Pupuk hayati cair asal tandan kosong kelapa sawit dengan pupuk organonitrofos.

Setiap perlakuan terdapat 3 ulangan sehingga terdapat 24 satuan percobaan. Tata letak dalam percobaan ini disusun seperti Gambar 2.



Gambar 2. Tata Letak Percobaan

Homogenitas ragam data diuji dengan uji Bartlet sedangkan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Kemudian data dianalisis dengan analisis ragam dilanjutkan dengan Uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5% dan data di sajikan dengan *Box plot*.

3.4. Variable Pengamatan

Variabel-variabel dalam pengamatan ini antara lain :

- a. Variabel Utama : Total populasi bakteri tanah.
- b. Variabel Pendukung : pH Tanah, Kadar Air, C-organik, N total, dan P-tersebut.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Pembuatan Media

3.5.1.1. Media *Yeast Peptone Agar* (YPA)

Media yang digunakan untuk pemurnian biakan bakteri dari *skim-milk* adalah *Yeast Peptone Agar* (YPA). Bahan-bahan yang digunakan untuk media pembuatan adalah 10 g pepton, 5 g ragi, 20 g agar batang, 1 liter aquades. Bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam erlemeyer, ditutup menggunakan aluminiumfoil kemudian menggunakan sterilisasi autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, dengan tekanan 1 atm.

3.5.1.2. Media Potato Peptone Glucose Agar (PPGA)

Media yang digunakan untuk peremajaan isolat bakteri adalah *Potato Peptone Glucose Agar* (PPGA). Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat media adalah 200 g kentang, 5 g peptone, 3 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 3 g NaCl atau sodium, 0,5 g KH_2PO_4 5 g glukosa, 20 g agar dan 1000 ml aquades. Bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditutup menggunakan aluminium foil kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, dengan tekanan 1 atm.

3.5.1.3. Media *Pikovskaya*

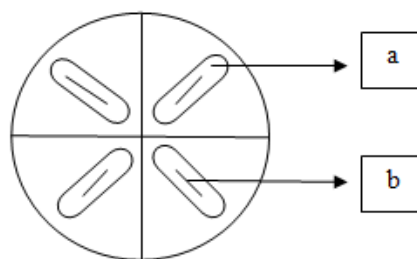
Uji kemampuan bakteri sebagai pelarut fosfat dilakukan menggunakan media *pikovskaya*. Pembuatan media dengan cara mencampurkan 31,3 g *mediapikovskaya*, 2 g agar batang ke dalam *erlenmeyer* dan ditambahkan 1000 ml aquades. *Erlenmeyer* ditutup menggunakan aluminium foil, lalu dipanaskan dengan microwave agar media larut dan homogen. *Erlenmeyer* tersebut dimasukkan ke dalam plastik tahan panas, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit. Media yang telah steril dalam kondisi hangat dituangkan ke cawan petri hingga dingin dan memadat.

3.5.2. Isolat Bakteri Yang Digunakan

Isolat bakteri yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari isolat bakteri terpilih koleksi Laboratorium Bioteknologi pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang diperoleh dari bakteri terpilih sebagai basil isolasi suspensi ekstrak timpaq nanas dan tandan kosong kelapa sawit, yang merupakan hasil penelitian Ilmiasari (2020) dan Yosita (2020).

3.5.3. Peremajaan dan Pembuatan Suspensi

Pembuatan suspensi bakteri dengan cara mengambil isolat bakteri dari media *skim milk*. Satu ose yang diambil dari media *skim milk* dipindahkan ke media *Yeast Peptone Agar* (YPA) dengan cara penggoresan kuadran dan diinkubasi selama 1-2 hari. Setelah itu, bakteri yang tumbuh pada media YPA dimurnikan dengan mengambil satu ose kembali untuk dipindahkan ke media *Potato Peptone Glucose Agar* (PPGA). Setiap isolat bakteri dari *skim milk* yang telah di murnikan dilakukan analisis bakteri pelarut fosfat untuk menentukan bakteri yang digunakan, sebelum inokulasi bagian bawah cawan petri digaris menjadi beberapa bagian. Masing-masing bagian digoreskan dengan isolat bakteri yang berbeda dari hasil biakan menggunakan jarum *ose*. Pengamatan dilakukan selama 4-7 hari setelah inokulasi, dengan cara melihat luas zona bening dan isolat bakteri yang memiliki luas zona bening paling luas digunakan sebagai suspensi pupuk hayati. Bakteri paling baik dalam melarutkan fosfat yang sudah di remajakan dalam *Potato Peptone Glucose Agar* (PPGA) tersebut dipanen dimasukan ke dalam media *Potato Peptone Glucose* (PPG) dan tambahkan 90 ml air steril ke dalam botol percobaan kemudian dikocok menggunakan shaker selama 24 jam.



Gambar 3. Skema uji pelarut fosfat. a) zona bening, b) isolat bakteri

3.5.4. Pembuatan Pupuk Hayati

Proses pembuatan pupuk hayati ini dilakukan setiap kali pengaplikasian pupuk hayati. Prosedur pembuatan formulasi simpanan ini yaitu menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, kemudian suspensi isolat bakteri terpilih dari hasil

ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dipindahkan kedalam wadah tertutup kemudian ditambahkan 100 ml molasse lalu ditambahkan dengan air isi ulang sampai larutan mencapai 1000 ml.

3.5.5. Perlakuan Dilapangan

3.5.5.1. Persiapan Lahan dan Penanaman

Persiapan lahan dilakukan pencangkulan sampai tanah tercampur rata, kemudian lahan dibagi menjadi 24 plot, masing – masing plot berukuran 2x2 m² dengan jarak antar plot adalah 30 cm dan jarak antar ulangan adalah 50 cm. Penanaman jagung manis menggunakan sistem tugal dengan jarak tanam 30x20 cm². Penyulaman dilakukan pada saat 7 hari setelah tanam. Penyulaman dilakukan jika terdapat benih yang gagal tumbuh.

3.5.5.2. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan setiap 1 minggu sekali. Kegiatan pemeliharaan tanaman meliputi, penyiraman, pemupukan, penyiangan gulma, perawatan, dan pengawasan atau monitoring tanaman.

3.5.5.3. Pemupukan dan Aplikasi Perlakuan

Aplikasi pupuk terhadap tanaman dilakukan sesuai dengan dosis perlakuan yaitu 900 kg Urea ha⁻¹, 250 kg SP-36 ha⁻¹, 250 kg KCl ha⁻¹, pupuk hayati 20ml/tanaman, pupuk organonitrofos 10 ton ha⁻¹ dan pupuk organonitrofos 20 ton ha⁻¹. Pupuk Urea, SP-36 dan KCl diaplikasikan 2 kali yaitu pada 1 minggu setelah tanam (MST) dan diaplikasikan pada saat tanaman mengalami fase pembungaan

(7MST). Sedangkan pupuk hayati diaplikasikan 8 kali dimulai pada 6 hari setelah tanam (HST), selanjutnya dilakukan setiap 6 HST sampai 8 kali pemberian pupuk hayati.

3.5.5.4. Panen

Pemanenan jagung manis dilakukan pada saat jagung berumur 72 hari setelah tanam atau jagung sudah terisi penuh, warna mulai mengkilat, memiliki warna rambut coklat kehitaman dan kering, serta lengket dan tidak bisa diurai.

3.5.5.5. Pengambilan Sample Penelitian

Pengambilan sampel tanah dilakukan 4 kali yaitu, sebelum penanaman, 1 minggu setelah pemupukan (MSP), tanaman jagung berbungga (masa vegetatif akhir) (6MSP), dan pengisian buah (9MSP).

3.5.6. Uji Laboratorium

3.5.6.1. Uji Total Bakteri

Kemampuan bertahan hidup dilakukan dengan mengambil sampel dari tanah sebanyak 10 g dan dicampur dengan larutan fisiologis 90 ml, kemudian dilakukan seri pengenceran sampai 10^{-8} untuk formulasi simpan dan untuk sampel tanah yaitu pengenceran 10^{-5} sampai 10^{-7} dan mengambil 50 μm untuk dibiakan ke dalam cawan petri yang berisikan media YPA. Penghitungan total bakteri dilakukan setelah biakan bakteri tersebut tumbuh dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC), dimana koloni bakteri dihitung menggunakan alat penghitung koloni (Richard 2011). Koloni bakteri yang tumbuh diamati dan dihitung total populasinya dengan rumus:

$$\text{Populasi bakteri CFU ml}^{-1} = \frac{a}{v} \times \frac{1}{df}$$

Keterangan :

CFU : *Coloni Forming Unit*

a : rata-rata jumlah koloni per petri

df : faktor pengenceran

v : Volume suspense kultur yang di sebar

3.5.6.2. Uji *Soft Rot*

Uji *soft rot* dilakukan untuk mengetahui isolat bakteri yang menyebabkan busuk lunak pada tanaman cocor bebek termasuk ke dalam bakteri penyebab busuk lunak atau tidak. Pengujian dilakukan dengan memotong umbi kentang setebal kurang lebih 1 cm, selanjutnya umbi diletakkan pada gelas beaker dan direndam air dengan keadaan air keran yang mengalir selama 30 menit. Setelah itu umbi kentang ditiriskan dan masing-masing irisan kentang diletakkan pada cawan petri yang diberi tisu dan sudah dilembabkan dengan aquades. Setelah itu diambil 1 ose isolat bakteri yang berumur 24 jam kemudian digoreskan pada bagian tengah permukaan kentang. Kemudian umbi kentang diinkubasi selama 24-48 jam dan dilakukan pengamatan. Tanda positif ditunjukkan oleh adanya pembusukan dan lendir pada umbi kentang (Lelliot dan Stead, 1987).

3.5.6.3. Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif akan dilakukan dengan mengambil satu ose bakteri yang sudah berumur 24 jam dan disuspensikan menggunakan 0,5 mL air steril setelah itu dimasukkan ke dalam tabung *eppendorf* 1,5 mL. Selanjutnya suspensi dihomogenkan menggunakan *rotamixer*. Setelah itu diambil 0,5 mL suspensi bakteri dan disuntikkan pada daun tembakau lebih tepatnya diantara kedua epidermis daun tembakau menggunakan jarum suntik. Bagian area suntikan diberikan label dan diinkubasi selama 24-48 jam. Apabila setelah

diinkubasi terbentuk gejala nekrotik pada area inokulasi maka reaksi ini menunjukkan reaksi positif, sedangkan tidak adanya gejala nekrotik maka reaksi ini menunjukkan reaksi negatif (Barorohdkk., 2014).

3.5.6.4. Uji Gram

Uji Gram bertujuan untuk mengetahui isolat bakteri termasuk Gram positif atau Gram negatif. Pengujian dilakukan dengan mengambil satu ose isolat bakteri yang berumur 24 jam. Satu ose bakteri diletakkan pada kaca preparat dan setelah itu ditetaskan KOH 3% dan diratakan pada kaca tersebut menggunakan jarum ose. Lalu jarum ose diangkat perlahan hingga tinggi kurang lebih 1 cm. Apabila terbentuk lendir dan mengental saat diangkat maka menunjukkan bahwa reaksi KOH dikatakan positif yang atau dapat diartikan isolat bakteri tersebut adalah Gram negatif. Apabila ketika diangkat tidak membentuk lendir dan mengental maka reaksi KOH dikatakan negatif yang artinya bakteri tersebut adalah Gram positif (Illmer, 1995).

3.5.6.5. Uji pH Tanah

Uji pH tanah yang akan dilakukan menggunakan Metode Elektrometik, pengukuran pH tanah dilakukan dengan alat pH-meter, perbandingan tanah dan aquades 1 : 5. Tanah yang digunakan untuk mengukur pH tanah yaitu tanah kering udara yang lolos ayakan 2 mm.

3.5.6.6. C-Organik (Metode *Walkley and Black*)

Analisis C-organik dilakukan pada saat sebelum tanam dan menjelang panen dengan cara mengambil sampel tanah komposit untuk dianalisis. Analisis C-organik dilakukan dengan metode (Metode *Walkley and Black*), prinsip metode

Walkley and Black ini adalah $K_2Cr_2O_7$ yang diberikan berlebihan lalu tereduksi ketika beraksi dengan tanah, dianggap setara dengan C-organik di dalam contoh tanah (BPT, 2005).

Rumus perhitungan C-organik :

$$\% \text{ C-Organik} = \frac{\text{ml } K_2Cr_2O_7 \times \left(1 - \frac{V_S}{V_B}\right) 0,003886}{\text{BKM}} \times 100\%$$

$$\% \text{ C-Organik} = \% \text{ C-Organik} \times 1,724$$

Keterangan :

V_B = mL titrasi blanko

V_S = mL titrasi sampel

3.5.6.7. N-Total (Metode Kjeldahl)

Pengukuran N-total dilakukan pada saat sebelum tanam dan pada saat panen. Pengukuran N total dilakukan dengan prinsip sebagian besar nitrogen tanah berada dalam bentuk N – Organik dan dalam jumlah relatif kecil dan tersedia sebagai amonium dan nitrat. Penetapan nitrogen tanah menggunakan metode Kjeldahl yang mengkonversikan nitrogen kedalam bentuk $((NH_4)_2(SO_4))$ (AOAC, 2005).

3.5.6.8. P-Tersedia (Metode Bray and Kurtz).

Pengambilan sampel untuk analisis dilakukan pada saat sebelum panen dan menjelang panen. Pengukuran P-Tersedia dengan metode Bray and Kurtz dilakukan dengan prinsip bahwa ion F^- yang dipakai dapat mengkomplekskan Al dan Fe sehingga fosfat dapat dibebaskan. NH_4F yang terkandung dalam pengeksrak Bray akan membentuk senyawa rangkai dengan Fe dan Al dan akan membenaskan ion PO_4^{3-} (Bray dan Kurtz, 1945)

3.5.6.9. Kadar Air Tanah (Metode Gravimetri)

Pengukuran kadar air tanah diperoleh dengan cara menimbang sampel tanah sebanyak 10g dan diletakan pada *aluminiumfoil* kemudian di masukan keoven selama 24 jam pada suhu 105°C (Brendan, 2014).

Rumus perhitungan kadar air tanah:

$$\% \text{ Kadar Air Tanah} = \frac{\text{Berat tanah basah} - \text{berat tanah kering}}{\text{Berat tanah kering}} \times 100\%$$

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1.Simpulan

Simpulan yang didapatkan berdasarkan penelitian yang dilakukan, yaitu:

1. Populasi bakteri tanah pada pupuk hayati cair asal tandan kosong kelapa sawit (M_2) meningkat pada 6 MSP, sedangkan perlakuan pupuk hayati cair asal rimpang nanas (M_1) meningkat pada 9 MSP.
2. Populasi bakteri tanah pada pupuk organonitrofos (P_2) dan pupuk kimia + organonitrofos (P_3) lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa pupuk (P_0) dan pupuk kimia (P_1) pada 6 MSP.
3. Populasi bakteri tanah tertinggi terdapat pada perlakuan pupuk hayati cair asal tandan kosong kelapa sawit (M_2) dengan perlakuan kimia + organonitrofos pada 1 MSP.
4. Terdapat korelasi positif antara populasi bakteri tanah dengan P-tersedia pada pengamatan 9 MSP.

5.2.Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebaiknya pengamatan populasi bakteri tanah lebih intensif dilakukan pada awal-awal penanaman untuk mengetahui fase diam atau *stationary phase*, dan melakukan analisis lanjut pada pupuk hayati cair asal rimpang nanas untuk mengetahui kerapatan bakteri yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yang diaplikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Edition. USA : Elsevier Academic Press. 922 Hal.
- Aisah, A. R., Bonny, P.W., Soekarno, dan Achmad. 2014. Isolasi dan identifikasi cendawan yang berasosiasi dengan penyakit mati pucuk pada bibit jabon (*Anthocephalus cadamba (Roxb.) Miq.*). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 12 (3) : 153-163.
- Aminah, D. I. 2020. Karakter Fenotipe, Identitas, dan Patogenesitas Dickeya sp. Penyebab Penyakit Busuk Batang Jagung di Indonesia. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 12-37.
- Anwar, E. A., dan Suganda, A. 2006. *Pupuk limbah industri*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 83-112.
- AOAC. 2005. *Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemist*. Virginia USA : Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Aryantha, I.N., Lestari, D.P., Pangesti N.P.D. 2004. Potensi isolat bakteri penghasil IAA dalam peningkatan pertumbuhan kecambah kacang tanah pada kondisi hidroponik. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. 9 (2) : 43 -46.
- Ayukea, F.O., Brussaarda, L., Vanlauweb, B., Sixd, J. D., Lelei, K., Kibunjae, C. N., and Pullemana. M. M. 2011. Soil fertility management: Impacts on soil macrofauna, soil aggregation and soil organic matter allocation. *Applied Soil Ecology* 48. 53–62.
- Balai Penelitian Tanah. 2014. *Penelolaan Lahan Sawah. Laporan Tahunan Balai Penelitian Tanah*. 1-23.
- Baehaki, A., Suhartono, M. T., Nurhayati, T. 2004. Karakterisasi protease dari bakteri patogen ikan aeromonas hydrophilla. *JurTeknol Hasil Perikanan*. 8(2):60-72.
- Baroroh, H. F. L. Q., Aini, A. L., Abadi. 2014. Uji efektivitas antibakteri ekstrak daun dan buah mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) terhadap blood disease bacterium. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 2(2): 87-97.

- Balai Penelitian Tanah (BPT). 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Agro Inovasi. Bogor.
- Bray, R.H., and Kurtz, L.T.. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59:39-45.
- Brendan, C. O. 2014. Water content determinations for peat and other organic soils using the oven-drying method. *Drying Technology*, 32(6): 631 – 643.
- Chandra, T. J., dan Mani, S. 2011. A study of 2 rapid tests to differentiate Gram positive and Gram negative aerobic bacteria. *Journal Medicine Allied Science*. 1(2),84-85.
- Danaatmadja, Y., Subandiyah, S., Joko, T., dan Sari, C. U. 2009. Isolasi dan karakterisasi *Ralstoniasyzygii*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 15 (1) : 7-12.
- Darnoko, D., Poelungan, Z. dan Anas, I., 1993. Pembuatan pupuk organik dari tandan kosong kelapa sawit. *Buletin PPKS 1*. 89-99.
- Darnoko dan Sembiring, T. 2005. *Sinergi antara perkebunan kelapa sawit dan pertanian tanaman pangan melalui aplikasi kompos TTKS untuk tanaman padi*. Pertemuan Teknis Kelapa Sawit 2005: Peningkatan Produktivitas Kelapa Sawit Melalui Pemupukan dan Pemanfaatan Limbah PKS. Medan 19-20.
- Darwin, H. P., Sarno dan Rizqi, K.S. 2016. Pengaruh pemberian dosis KNO_3 terhadap pertumbuhan, produksi dan serapan kalium tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Agrotop*, 7(1):1-10.
- de Kogel. 2008. Population fluctuation of adult males of the fruit fly, *Bactrocera tau* walker (Diptera: Tephritidae) in passion fruit orchards in relation to abiotic factors and sanitation. *Journal of Agriculture Science*. 9(1) : 29-33.
- Dermiyati, Suharjo, R., Telaumbanua, M., Ilmiasari, Y., Yosita, R., Annisa, R.M., Sari, A.W., Andayani, A.P., and Yulianti, D.M. 2019. Population of phosphate solubilizing bacteria in liquid organic biofertilizer created from oil palm bunches and pineapple rhizome. *Biodiversitas*. 20 (11) : 3315 – 3321.
- Haggag, Laila. 2014. Effect of NPK and Biofertilizers soil application on promoting growth “Toffahi” olive seedling under greenhouse condition. *Journal of Agriculture Technology*, 10(6) : 1607-1617.
- Haryanti. 2014. Formulasi pupuk hayati serbuk menggunakan bakteri pelarut fosfat indigenus asal tanah gambut Riau dalam berbagai bahan pembawa. *JOM FMIPA*. 1(2):562-570.

- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. 1999. *Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management*. In Elfiati, D. (Ed.). *Peranan Mikroba Pelarut Fosfat Terhadap Pertumbuhan Tanaman*. Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Hidayatullah, A. 2014. *Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati Cair dengan Pupuk NPK terhadap Populasi Azotobacter sp., Bakteri Pelarut Fosfat dan Hasil Tanaman Caisim (Brassica juncea, L.) Pada Inceptisol*. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Holt, J., G., Noel, R., Krieg, Peter, H., A., Sneath, James, T., Staley, and Stanley, T., Williams. (1994). *Bergey's Manual of Determination Bacteriology* Ninth Edition. A Waverly Company: USA.
- Illmer P.A., Barbato, F., Schinner. 1995. Solubilization of hardy soluble AlPO₄ with P-solubilizing microorganism. *Soil. Biol. Biochem.* 27 (3): 265-270.
- Ilmiasari, Y. 2020. *Kemelimpahan, Karakteristik, dan Kemampuan Mikroorganisme Lokal asal Rimpang Nanas sebagai Antagonis Jamur Phytophthora Nicotianae serta Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Produksi Tanaman*. Tesis. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 113 Hal.
- Islami, T. dan Utomo. H. U. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. IKIP press. Semarang. 297 hal.
- Jones, D. L., Brassington, D. S. 1998. Sorption of organic acid in acid soils and its implications in the rhizosphere. *Eur. J Soil Sci.* 49:447-455.
- Khaeruni, A., Sutariati, G. A. K., dan Wahyuni, S., 2010. Karakterisasi dan uji aktivitas bakteri rizosfer lahan ultisol sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan agens hayati cendawan patogen tular tanah secara invitro. *J. HPT Tropika* 10 (2): 123-130.
- Khan, J.A., and Bhatnagar, R. M. 1977. Studies on solubilization of insoluble phosphates by microorganisms. I. Solubilization of Indian phosphate rocks by *Aspergillus niger* and *Penicillium* sp. *Fert. Technol.* 14: 329- 333.
- Kumar, N. P., and Audipudi, A. V. 2015. Exploration of a novel plant growth promoting bacteria *Stenotrophomonas maltophilia* AVP27 isolated from the chilli rhizosphere soil. *International Journal of Engineering Research and General Science.* 3(1): 265-276.
- Lingga, P., dan Marsono. 2013. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lelliot, R. A., and Stead, D.E. 1987. *Methods for the Diagnosis of Bacterial Disease of Plants*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 216 Hal.

- Maghfiroh, R. 2011. Persepsi Prestasi Pada Anak Terlantar di Panti Asuhan Al-Hikmah Sawojajar Malang. *Skripsi*. Fakultas Psikologi. UIN Malang.
- Marista, E., Khotimah, S., & Linda, R. 2013. Bakteri pelarut fosfat hasil isolasi dari tiga jenis tanah rizosfer tanaman pisang nipah (*musa paradisiaca* var. Nipah) di Kota Singkawang. *Jurnal Protobiont*, 2 (2): 93 - 101.
- Marlina, M. 1997. Keragaman Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah Dilahan Hutan Primer, Hutan Sekunder, Pertanaman Kopi dan Lahan Kritis di Sumber Jaya Lampung Barat. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 67 Hlm.
- Maulana, A. 2021. Kemampuan Bakteri Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Bertahan Hidup, Melarutkan Fosfat dan Memacu Pertumbuhan Tanaman Setelah Masa Penyimpanan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 75 Hal.
- Meade, G., Lalor, S.T.J. and Cabe.T. Mc. 2011. An evaluation of the combined usage of separated liquid pig manure and inorganic fertilizer in nutrient programmes for winter wheat production. *European Journal of Agronomy* 34 (2) : 62-70.
- Miska. 2013. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis dan Dosis Pupuk Hayatiterhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.).*Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Jenderal. SoedirmanPurwokerto.
- Murnita dan Tahher, Y. A. 2021. Dampak pupuk organik dan anorganik terhadap perubahan sifat kimia tanah dan produksi tanaman padi (*Oriza Sativa* L.). *Jurnal Menara Ilmu*. 15:67-76.
- Nisa, k. Dkk. (2016). *Memproduksi kompos dan mikroorganisme lokal (MOL)*. Bibit Publisher. Jakarta Timur.
- Niswati, A.,Yusnaini. S., dan Arif, M. A. S. 2008. Populasi mikroba pelarut fosfat dan p-tersedia pada rizosfirbeberapa umur dan jarak dari pusat perakaran jagung (*Zea mays* L.). *J.Tanah Trop*. 13(2) : 123-130
- Ngoma, L., Boipelo.E., Olubukola,O. B. 2013. Isolation and characterization of beneficial indigenous endophytic bacteria for plant growth promoting activity in molelwane farm, mafikeng, south africa. *African Journal Of Biotechnology*.
- Purwani, J., dan Suchayono, D. 2021. Viabilitas rhizobium dalam formula bahan pembawa dan cara inokulasi dalam teknik produksi massal pupuk hayati. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*. 5 (2) : 99 - 108.
- Prihastuti dan Harsono, A. 2012. Kemunduran kualitas pupuk hayati rhizobium. *Sains dan matematika*. 1 (1): 1-5.

- Purwaningsih, S. 2003. Isolasi, populasi dan karakterisasi bakteri pelarut fosfat pada tanah dari Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, Sulawesi Utara. *Jurnal Protobiont*. 3(1): 22-3.
- Ramaditya, I., Hardiono, dan As, A. Z. (2017). Pengaruh penambahan *bioaktivator*-4 (*effective microorganism*) dan mol (mikroorganisme lokal) nasi basi terhadap waktu terjadinya kompos. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 4(1) : 415–424.
- Ramadhani R. H., Roviq M., dan Maghfoer M. D. 2016. Pengaruh sumber pupuk nitrogen dan waktu pemberian urea pada pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea Mays* Sturt. Var. Saccharata). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4 (1) : 8 – 15.
- Rao, G. V. S., Ae, N. dan Otani. 1997. Genotypic variation in iron-, and aluminium-phosphate solubilizing activity of pigeonpea root exudates under P deficient conditions. *Soil Sci. Plant Nutr*. 43 (2): 295-305.
- Rodriguez, H. and Fraga, R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotech. Adv*. 17:319-339.
- Rohmah, N., dan Muslihatin, W. 2016. Pengaruh kombinasi media pembawa pupuk hayati bakteri penambat nitrogen terhadap dan unsur hara nitrogen dalam tanah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5 (2) : 44 - 46.
- Richard G. 2011. *Produksi Masal Inokulum Azotobacter, Azospirillum Dan Bakteri Pelarut Fosfat Dengan Menggunakan Media Alternatif*. Fakultas Pertanian. Institute Pertanian Bogor. Bogor. 1-20.
- Sadinda, B. F. 2021. Karakterisasi dan identifikasi *dickeya* sp. penyebab penyakit busuk batang pada tanaman pisang di lampung. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 32-37.
- Salmina. 2016. *Studi Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Oleh Masyarakat Di Jorong Koto Sawah Nagari Ujung Gading Kecamatan Lembah Melintang*. Program Studi Pendidikan Geografi. STKIP PGRI Sumatera Barat. 1-8.
- Samosir, D. A. P., Dermiyati, Arif M. A. S., dan Niswati, A. 2022. Pengaruh pemberian kombinasi pupuk organonitrofos dan pupuk anorganik terhadap respirasi tanah pada tanah ultisol taman bogo yang ditanami jagung manis (*Zea mays* L. Saccharata Sturt). *Jurnal Agrotek Tropika*. 10 (3) : 493 – 499.
- Sarief, S. 1989. *Kesuburan dan pemupukan tanah pertanian*. CV. Pustaka Buana. Bandung. 182.
- Setiawati, S.B.M., Dermiyati, Arif, M.A. S, Yusnaini, S. 2021. Pengaruh pemberian pupuk organonitrofosplus, pupuk anorganik, dan kombinasinya

terhadap biomassa karbon mikroorganisme (c-mik) pada tanah ultisols taman bogo yang ditanami jagung manis (*Zea mays* [L.] Saccharatasturt). *J. Agrotek Tropika*. 9(1) 103 - 111

- Schaad, N.W., Jones, J. B., dan Chun, W. 2001. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria 3rd Edition*. American Phytopathological Society Press. 373 hal.
- Simanungkalit, R. D. M., Suriadikarta, D. A. Saraswati, R. Setyorini, D. dan Hartatik, W. 2006. *Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati: Organik Fertilizer And Biofertilizer*. Balai Penelitian dan Pengembangan Lahan Pertanian. Bogor. 133-140.
- Sitorus, S., Susanto, B. dan Haridjaja, O. 2011. Kriteria dan klasifikasi tingkat degradasi lahan. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 34 : 66-83.
- Smith, R. S. 1992. Legume inoculant formulation and application'. *Canadian Journal of Microbiology*. 38:485-492.
- Somasegaran, P., Hoben, H. J. (1985). *Methods in legume Rhizobium technology*. Nif TAL. MIRCEN. Univ. Hawaii, Paia. USA. 367 hal.
- Subba Rao, N. S. 1993. *Biofertilizers in Agriculture and Forestry*. Oxford and IBM Publishing Co., (P) Ltd. Third edition.
- Sunarjono, H.H., 2000. *Prospek Berkebun Buah*. Penebar Swadaya. Jakarta. 2 : 1-14.
- Suyanto, A., dan Irianti, A.T.P. 2015. Efektivitas *Trichoderma* sp dan Mikroorganisme lokal (MOL) sebagai dekomposer dalam meningkatkan kualitas pupuk organik alami dari beberapa limbah tanaman pertanian. *Jurnal Agrosains*. 12(2): 1-7.
- Sugito, Y, Nuraini, Y, Nihayati, E. 1995. *Sistem pertanian organik*. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang. 84 hal.
- Taha, S.M., Mahmoud, S.A.Z. El-Damaty, A.H. and El-Hafez, A. M. A. 1969. Activity of phosphate-dissolving bacteria in Egyptian soils. *Plant and Soil* 31(1): 149-160.
- Vessey, J. K. 2003. PGPR as biofertilizer. *Plant and soil*. 255 (5) :571-586.
- Wahono. 2002. *Budidaya Tanaman Jati (Tectona grandis L. F)*. Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Kapuas Hulu. Putus sibau.
- Wahyudi, T. A., Meliah, S., dan Nawangsih, A. 2011. *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* bakteri penyebab penyakit hawar daun pada padi : isolasi,

karakteristik, dan telaah mutagenesis dengan transposon. *Makar sains*. 15 (1) : 89-96.

- Wiswasta, I.G.N.A., Widnyana, I.K., Raka, I.D.N., dan Cipta, I. W. 2016. *Mikroorganisme Lokal (MOL) sebagai Pupuk Organik Cair dari Limbah Pertanian dan Kaitannya dengan Ketersediaan Hara Makro dan Mikro*. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Denpasar. 29- 30 Agustus 2016. 892–900 Hal.
- Wolf, D.C., Wagner, G.H. 2005. Principle and application of soil microbiology 2nd . Di dalam: Silvia, D.M., Jeffrey, J. F., Peter, G. H., David, A.Z., editors. Carbon Transformation and Soil Organic Matter Formation. Upper Saddle River, New Jersey: p 285- 331.
- Yasmin, Shofiah, Tatik W., dan Koesriharti. 2014. Pengaruh perbedaan waktu aplikasi dan konsentrasi giberelin (GA3) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai besar (*Capsicum Annuum L.*). *Produksi tanaman* 2(5) : 395–403.
- Yosita, R. 2020. Kemelimpahan, Karakteristik, dan Kemampuan Mikroorganisme Lokal asal Tandan kosong kelapa sawit sebagai Antagonis Jamur *Ganoderma boninesed*an Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Produksi Tanaman. *Tesis*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 97 Hal.
- Yunasfi. 2008. *Serangan Patogen Dan Gangguan Terhadap Proses Fisiologis Pohon*. Fakultas pertanian. Universitas Sulawesi utara. Medan. 29 Hal.
- Yuniwati, M. 2012. Optimasi kondisi proses pembuatan kompos dari sampah organik dengan cara fermentasi menggunakan EM4. *Jurnal Teknologi*. 5(2): 172-181.