

**PENGARUH APLIKASI ASAM HUMAT, EKSTRAK AIR –
VERMIKOMPOS (*WATERY - VERMICOMPOST*) DAN PEMUPUKAN P
TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea
mays L.*) DI TANAH ULTISOLS**

(Skripsi)

Oleh

ENDAH PUJI LESTARI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PENGARUH APLIKASI ASAM HUMAT, EKSTRAK AIR – VERMIKOMPOS (*WATERY - VERMICOMPOST*) DAN PEMUPUKAN P TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) DI TANAH ULTISOLS

Oleh

ENDAH PUJI LESTARI

Parameter kesuburan tanah mencakup tiga aspek , yaitu secara biologi, kimia, dan fisika. Respirasi tanah merupakan salah satu indikator kesuburan tanah secara biologi. Pemberian asam humat, ekstrak air vermikompos dan pemupukan P dapat memperbaiki kesuburan tanah melalui peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh aplikasi asam humat, ekstrak air vermikompos dan pemupukan P terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Badan Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Natar dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Desember 2017 sampai April 2018.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama yaitu aplikasi asam humat, yaitu tanpa aplikasi asam humat (H_0), aplikasi asam humat (H_1), dan

aplikasi ekstrak air vermikompos (H₂). Faktor kedua yaitu pemupukan P yang dibagi menjadi 4 taraf dosis yaitu tanpa pupuk TSP (P₀), pupuk TSP 100 kg ha⁻¹ (P₁), 200 kg ha⁻¹ (P₂), dan 300 kg ha⁻¹ (P₃). Data yang diperoleh diuji homogenitas ragamnya dengan uji Bartlett, dan aditifitas data diuji dengan uji Tukey. Data dianalisis dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5%. Hubungan antara C-organik, kadar air tanah, pH tanah, dan suhu tanah dengan respirasi tanah diuji dengan uji korelasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi asam humat, ekstrak air vermikompos dan pemupukan P tidak mempengaruhi respirasi tanah pada pengamatan 7 HST, 56 HST, dan 104 HST serta tidak terdapat interaksi yang nyata antara keduanya. Semakin tinggi suhu tanah pada pengamatan 7 HST dan kandungan C-organik tanah pada 56 HST maka laju respirasi tanah semakin meningkat dan semakin tinggi presentase kadar air tanah pada 104 HST maka laju respirasi tanah semakin menurun.

Kata kunci : asam humat, ekstrak air vermikompos, pemupukan P, respirasi tanah, tanah ultisols.

**PENGARUH APLIKASI ASAM HUMAT, EKSTRAK AIR –
VERMIKOMPOS (*WATERY - VERMICOMPOST*) DAN PEMUPUKAN P
TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea
mays L.*) DI TANAH ULTISOLS**

Oleh

ENDAH PUJI LESTARI

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **PENGARUH APLIKASI ASAM HUMAT,
EKSTRAK AIR - VERMIKOMPOS (*WATERY –
VERMICOMPOST*) DAN PEMUPUKAN P
TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA
PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) DI
TANAH ULTISOLS**

Nama Mahasiswa : **Endah Puji Lestari**

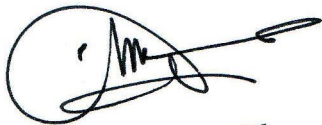
Nomor Pokok Mahasiswa : 1414121084

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.Agr.Sc.
NIP 196905091987032001



Septi Nurul Aini, S.P., M.Si.
NIDN 0002029202

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

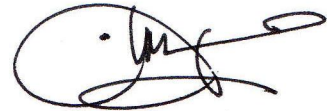


Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



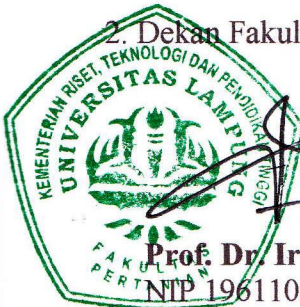
Pembimbing Kedua : **Septi Nurul Aini, S.P., M.Si.**



Pembahas : **Prof. Dr. Ir. Sri Yusraini, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **24 April 2019**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PENGARUH APLIKASI ASAM HUMAT, EKSTRAK AIR – VERMIKOMPOS (*WATERY - VERMICOMPOST*) DAN PEMUPUKAN P TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) DI TANAH ULTISOLS”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini, saya kutip dari hasil karya orang lain, dan telah saya tuliskan sumber secara jelas sesuai dengan kaidah, norma, dan etika penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

Apabila di kemudian hari ditemukan bahwa skripsi ini seluruhnya ataupun sebagian bukan karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku

Bandar Lampung, 24 April 2019



Endah Puji Lestari
NPM 1414121084

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Suka Mulya Lampung Utara pada 05 Juni 1996 sebagai anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Sutrisno dan Ibu Wiwik Pasmawati.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar (SD) Negeri 2 Suka Mulya tahun 2009, MTS Al-Fatah Natar tahun 2011, dan MA Al-Fatah Natar tahun 2014. Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik di Desa Setia Bakti, Kecamatan Seputih Banyak, Kabupaten Lampung Tengah pada bulan Januari sampai Februari 2017. Pada bulan Juli sampai Agustus 2017, penulis melaksanakan Praktik Umum di Kebun Percobaan Taman Bogo Lampung Timur Kecamatan Purbolinggo, Kabupaten Lampung timur.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif menjadi Asisten Dasar-Dasar Ilmu Tanah selama 2 periode, dan menjadi anggota muda BEM Universitas Lampung selama 1 tahun.

“Jadikanlah sabar dan Shalat sebagai penolongmu. Sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyuk. (yaitu) orang - orang yang meyakini, bahwa mereka akan menemui Tuhannya, dan bahwa mereka akan kembali kepada-Nya.”
(Q.S. Al-Baqarah :45-46).

“Dan boleh jadi kamu membenci sesuatu tetapi ia baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu tetapi ia buruk bagimu, dan Allah mengetahui dan kamu tidak mengetahui.”
(Q.S. Al-Baqarah: 216)

“Sesungguhnya urusan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu, Dia hanya berkata kepadanya,” Jadilah!” Maka jadilah sesuatu itu. Maka Mahasuci Allah yang di tangan-Nya kekuasaan atas segala sesuatu dan kepada-Nya kamu dikembalikan.”
(Q.S. Yasin : 82-83)

“Berjalan dalam kegelapan lebih baik jika bersama teman, daripada berjalan sendirian didalam terang”
Helen Keller

Alhamdulillahirobbil'alamin

*Kupersembahkan karya ini untuk **Ayahanda dan Ibundaku** tersayang
yang selama ini telah memberikan doa,
semangat dan dukungan serta kasih sayang
yang tidak ternilai.*

Serta

Almamater tercinta

AGROTEKNOLOGI UNIVERSITAS LAMPUNG.

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur penulis hanturkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang, yang telah memberikan limpahan nikmat, anugerah serta kekuatan lahir dan batin kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan berjudul **“PENGARUH APLIKASI ASAM HUMAT, EKSTRAK AIR – VERMIKOMPOS (WATERY - VERMICOMPOST) DAN PEMUPUKAN P TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH ULTISOLS”** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banua, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Ibu Prof. Dr. Ir Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi;
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.Agr.Sc., selaku pembimbing utama atas bantuan, bimbingan, semangat, nasehat, kesabaran, dan waktu dalam membimbing penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi;

4. Ibu Septi Nurul Aini, S.P., M.Si., selaku pembimbing kedua atas kesediaannya memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Ibu Prof. Dr. Ir Sri Yusnaini, M.Si., selaku pembahas pada ujian skripsi atas masukan dan saran pada seminar proposal dan hasil terdahulu;
6. Bapak Ir. Muhammad Nurdin M.P., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, nasehat, motivasi, dan saran kepada penulis selama menjadi mahasiswa.
7. Orang tua tercinta Bapak Sutrisno, Ibu Ade serta kakak ndah, adik nendang dan eneng, yang selalu memberikan doa dan motivasi;
8. Sahabat-sahabatku Diah Ayu Astuti, Novita Lestari, Tri Untari, dan Marina Simanungkalit atas dukungan dan motivasi yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah SWT dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 24 April 2019

Penulis,

Endah Puji Lestari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xx
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan..	4
1.3 Kerangka Pemikiran.....	5
1.4 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Asam Humat	9
2.2 Ekstrak Air Vermikompos	11
2.3 Pupuk P	12
2.4 Tanah Ultisols	15
2.5 Tanaman Jagung	16
2.6 Respirasi Tanah.....	16
III. ASAM DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Metode	20
3.4 Pelaksanaan	
3.4.1 Persiapan Asam Humat dan Ekstrak Air Vermikompos...	21
3.4.2 Persiapan Lahan	22
3.4.3 Perlakuan dan Penanaman	23
3.4.4 Pemeliharaan.....	24
3.4.5 Panen	24
3.4.6 Pengambilan Sampel Tanah	25
3.4.7 Analisis Tanah	25
3.5 Variabel Pengamatan	
3.5.1 Variabel Utama	26

3.5.2	Variabel Pendukung.....	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Penelitian	
4.1.1	Pengaruh Aplikasi Asam Humat dan Pemupukan P terhadap Respirasi Tanah pada Pertanaman Jagung (<i>Zea mays</i> L.)	29
4.1.2	Pengaruh Aplikasi Asam Humat dan Pemupukan P terhadap C-Organik Tanah, Kadar Air Tanah, Suhu Tanah dan pH Tanah	31
4.1.3	Korelasi antara C-organik, Kadar Air, Suhu, dan pH Tanah terhadap Respirasi Tanah	
4.1.3.1	Korelasi C-Organik Tanah dengan Respirasi Tanah.....	38
4.1.3.2	Korelasi Kadar Air Tanah dengan Respirasi Tanah.....	38
4.1.3.3	Korelasi Suhu Tanah dengan Respirasi Tanah.....	39
4.2	Pembahasan	39
V. SIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Simpulan.....	43
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN.....		50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Analisis tanah awal Badan Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Natar	25
2. Ringkasan analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat, ekstrak air vermikompos dan pemupukan P terhadap respirasi tanah HST di pertanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) pada pengamatan 7 HST, 56 HST dan 104 HST	30
3. Ringkasan uji T-student respirasi tanah di pertanaman jagung pada waktu pengamatan yang berbeda	31
4. Ringkasan analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat, ekstrak airvermikompos dan pemupukan P terhadap pH tanah dan kadar air tanah pada pengamatan 7 HST, 56 HST dan 104 HST	32
5. Ringkasan analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat, ekstrak air vermikompos dan pemupukan P terhadap C-organik tanah pada pengamatan 7 HST, 56 HST, dan 104 HST	33
6. Pengaruh interaksi antara aplikasi asam humat, ekstrak air vermikompos dan pemupukan P terhadap C-Organik tanah pada pertanaman jagung 56 HST	34
7. Ringkasan analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat, ekstrak air vermikompos dan pemupukan P terhadap suhu tanah pada pengamatan 7 HST, 56 HST, dan 104 HST	35
8. Pengaruh aplikasi asam humat dan ekstrak air vermikompos terhadap suhu tanah pada pertanaman jagung pengamatan 7 HST	36
9. Pengaruh interaksi antara aplikasi asam humat, ekstrak air vermikompos dan pemupukan P terhadap suhu tanah pada pertanaman jagung 7 HST..	37
10. Uji korelasi antara C-organik, kadar air, pH , dan suhu tanah dengan respirasi tanah.....	37

11. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pada pengamatan 7 HST	51
12. Data hasil transformasi aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pengamatan 7 HST.....	51
13. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pengamatan 7 HST ...	52
14. analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pengamatan 7 HST.....	52
15. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pengamatan 56 HST	53
16. Data Hasil transformasi aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pengamatan 56 HST.....	53
17. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pengamatan 56 HST .	54
18. Analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pengamatan 56 HST.....	54
19. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pengamatan 104 HST	55
20. Data hasil transformasi aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pengamatan 104 HST..	55
21. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pengamatan 104 HST	56
22. Analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah ($C-CO_2$ mg jam ⁻¹ m ⁻²) pengamatan 104 HST...	56
23. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap kadar air tanah (%) pengamatan 7 HST	57
24. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap kadar air tanah (%) pengamatan 7 HST	57
25. Analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap kadar air tanah (%) pengamatan 7 HST.....	58
26. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap kadar air tanah (%) pengamatan 56 HST	58

27. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap kadar air tanah (%) pengamatan 56 HST	59
28. Analisis ragam pengaruh apikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap kadar air tanah (%) pengamatan 56 HST.....	59
29. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap kadar air tanah (%) pengamatan 104 HST	60
30. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap kadar air tanah (%) pengamatan 104 HST	60
31. Analisis ragam pengaruh apikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap kadar air tanah (%) pengamatan 104 HST.....	61
32. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap C-organik tanah (%) pengamatan 7 HST	61
33. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap C-organik tanah (%) pengamatan 7 HST	62
34. Analisis ragam pengaruh apikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap C-organik tanah (%) pengamatan 7 HST	62
35. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap C-organik tanah (%) pengamatan 56 HST	63
36. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap C-organik tanah (%) pengamatan 56 HST	63
37. Analisis ragam pengaruh apikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap C-organik tanah (%) pengamatan 56 HST	64
38. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap C-organik tanah (%) pengamatan 104 HST	64
39. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap C-organik tanah (%) pengamatan 104 HST	65
40. Analisis ragam pengaruh apikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap C-organik tanah (%) pengamatan 104 HST	65
41. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap suhu tanah (°C) pengamatan 7 HST.....	66
42. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap suhu tanah (°C) pengamatan 7 HST	66

43. Analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap suhu tanah (°C) pengamatan 7 HST	67
44. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap suhu tanah (°C) pengamatan 56 HST.....	67
45. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap suhu tanah (°C) pengamatan 56 HST	68
46. Analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap suhu tanah (°C) pengamatan 56 HST	68
47. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap suhu tanah (°C) pengamatan 104 HST.....	69
48. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap suhu tanah (°C) pengamatan 104 HST	69
49. Analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap suhu tanah (°C) pengamatan 104 HST	70
50. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap pH tanah pengamatan 7 HST.....	70
51. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap pH tanah pengamatan 7 HST.....	71
52. Analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap pH tanah pengamatan 7 HST.....	71
53. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap pH tanah pengamatan 56 HST	72
54. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap pH tanah pengamatan 56 HST.....	72
55. Analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap pH tanah pengamatan 56 HST.....	73
56. Pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap pH tanah pengamatan 104 HST	73
57. Uji homogenitas ragam hasil aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap pH tanah pengamatan 104 HST.....	74
58. Analisis ragam pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap terhadap pH tanah pengamatan 104 HST.....	74

59. Hasil analisis ragam uji korelasi antara C-organik tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 7 HST.....	75
60. Hasil analisis ragam uji korelasi antara C-organik tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 56 HST.....	75
61. Hasil analisis ragam uji korelasi antara C-organik tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 104 HST.....	75
62. Hasil analisis ragam uji korelasi antara kadar air tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 7 HST.....	75
63. Hasil analisis ragam uji korelasi antara kadar air tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 56 HST.....	76
64. Hasil analisis ragam uji korelasi antara kadar air tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 104HST.....	76
65. Hasil analisis ragam uji korelasi antara suhu tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 7 HST.....	76
66. Hasil analisis ragam uji korelasi antara suhu tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 56 HST.....	76
67. Hasil analisis ragam uji korelasi antara suhu tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 104 HST.....	77
68. Hasil analisis ragam uji korelasi antara pH tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 7 HST.....	77
69. Hasil analisis ragam uji korelasi antara pH tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 56HST.....	77
70. Hasil analisis ragam uji korelasi antara pH tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 104 HST.....	77
71. Uji T-student pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap resspirasi tanah pada pertanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) pengamatan 7 HST VS 56 HST	78
72. Uji T-student pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap resspirasi tanah pada pertanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) pengamatan 7 HST VS 104 HST	79
73. Uji T-student pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap resspirasi tanah pada pertanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) pengamatan 56 HST VS 104HST	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema pengekstrakan vermikompos di dalam kantung berlubang 0,5 mm dan direndam air yang dialiri udara dengan bantuan aerator	22
2. Tata letak percobaan aplikasi asam humat, ekstrak air vermikompos, dan pemupukan P terhadap respirasi tanah di lapangan.....	23
3. Pengukuran respirasi tanah di lapangan.....	26
4. Korelasi C-organik tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 56 HST.....	38
5. Korelasi kadar air tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 104 HST.....	38
6. Korelasi suhu tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 7 HST...	39

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah Indonesia didominasi oleh tanah Ultisols yang memiliki sifat-sifat kurang baik untuk pertumbuhan tanaman. Jenis tanah ini memiliki bahan organik rendah dan berpotensi keracunan Al. Selain itu, tanah ini juga memiliki kandungan unsur hara rendah terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, dan K, kapasitas tukar kation rendah, kadar Al tinggi, dan peka terhadap erosi (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Tanah Ultisols mempunyai lapisan permukaan yang mengalami pencucian berat, agregat kurang stabil, serta permeabilitas, bahan organik, kejenuhan, dan pH rendah (4,2-4,8) (Darmawijaya, 1990).

Jagung merupakan tanaman pangan kedua setelah padi sebagai sumber karbohidrat dan protein yang berguna untuk bahan baku pangan, pakan, dan industri makanan, minuman, etanol, dan farmasi. Kebutuhan terhadap jagung akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan industri di Indonesia. Produksi jagung tahun 2015 mengalami kenaikan sebanyak 0,60 juta ton (3,18%) dibandingkan dengan tahun 2014 (Badan Pusat Statistik, 2016). Namun hal tersebut tidak memastikan bahwa jagung di Indonesia telah dikembangkan dengan baik terkait masalah kondisi alam di Indonesia. Maka

untuk meningkatkan produksi jagung diperlukan kondisi tanah yang subur yang mampu memenuhi kebutuhan tanaman.

Strategi untuk mendapatkan produktivitas tinggi dan berkelanjutan pada tanah terdegradasi dan tanah marjinal seperti Ultisols adalah dengan peningkatan kandungan bahan organik tanah. Bahan organik berperan penting dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas tanah, namun petani jarang menggunakannya karena membutuhkan volume dan tenaga kerja yang banyak, sehingga dinilai kurang efisien dan tidak ekonomis. Asam humat dan ekstrak air vermikompos dapat menjadi alternatif untuk menggantikan penggunaan pupuk organik konvensional dan mengurangi pupuk kimia.

Asam humat merupakan bahan makromolekul polielektrolit yang memiliki gugus fungsional seperti $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$ fenolat maupun $-\text{OH}$ alkoholat (Setyowati dan Ulfin, 2007). Secara langsung asam humat dapat memperbaiki proses metabolisme dalam tanaman, seperti peningkatan respirasi akar, sintesis protein, dan asam nukleat. Sedangkan secara tidak langsung dapat memperbaiki sifat-sifat tanah, sehingga serapan hara oleh tanaman meningkat, maka pertumbuhan tanaman juga meningkat (Picollo dkk., 1992).

Ekstrak air vermikompos merupakan bahan organik yang mirip dengan asam humat. Vermikompos merupakan salah satu pupuk organik yang berasal dari limbah pertanian maupun peternakan dengan memanfaatkan cacing pada saat pengomposannya (Hasyim dkk., 2014). Vermikompos diekstrak agar mineral yang terkandung di dalamnya keluar sehingga akan lebih efisien dan mudah

diserap oleh tanaman. Aplikasi ekstrak vermikompos dapat meningkatkan biomassa mikroba, produksi tanaman, dan memperbaiki struktur tanah.

Mikroorganisme hidup yang terdapat dalam ekstrak vermikompos dapat juga menimbulkan resistensi penyakit sekaligus merangsang serapan hara dan pertumbuhan tanaman (Ingham, 2005).

Untuk meningkatkan produksi jagung pupuk makro P mutlak diperlukan. Namun efisiensinya pada tanah marjinal perlu ditingkatkan. Salah satunya dengan memperbaiki sifat tanah yang antara lain dengan penambahan bahan organik.

Pemberian asam humat akan meningkatkan efisiensi pemupukan anorganik.

Pupuk P yang umum digunakan oleh petani adalah pupuk TSP (*Triple Superfosfat*). Pupuk TSP merupakan pupuk anorganik tunggal yang mengandung 20% P (45-46% P_2O_5) yang dibuat melalui pengasaman batuan fosfat dengan H_3PO_4 (Young dkk., 1985).

Asam humat dapat memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Sifat biologi tanah tersebut salah satunya adalah respirasi tanah. Respirasi tanah merupakan proses evolusi CO_2 dari tanah ke atmosfer, terutama dihasilkan oleh mikroorganisme tanah dan akar tanaman (Setyawan dan Hanum, 2014).

Penetapan respirasi tanah dilakukan berdasarkan banyaknya jumlah CO_2 yang dihasilkan dan jumlah O_2 yang digunakan oleh mikroorganisme tanah. Menurut Sumarsih (2003) tingginya nilai CO_2 dalam tanah menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme juga tinggi. Aktivitas mikroorganisme yang tinggi berhubungan dengan banyaknya populasi mikroorganisme dan bahan organik pada tanah.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab rumusan masalah berikut:

1. Apakah aplikasi asam humat dan ekstrak air – vermikompos (*watery - vermicompost*) dapat meningkatkan respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah Ultisols.
2. Apakah pemupukan P dapat meningkatkan respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah Ultisols.
3. Apakah terdapat pengaruh interaksi antara aplikasi asam humat, ekstrak air vermikompos (*watery - vermicompost*) dan pemupukan P terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah Ultisols.
4. Apakah terdapat korelasi antara C-organik tanah, Kadar air tanah, suhu tanah, dan pH tanah dengan respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah Ultisols.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari pengaruh aplikasi asam humat dan ekstrak air – vermikompos (*watery - vermicompost*) terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah Ultisols.
2. Mempelajari pengaruh pemupukan P terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah Ultisols.
3. Mempelajari pengaruh interaksi asam humat, ekstrak air vermikompos (*watery - vermicompost*) dan pemupukan P terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah Ultisols.

4. Mempelajari korelasi antara C-organik tanah, kadar air tanah suhu tanah, dan pH tanah dengan respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah Ultisols.

1.3 Kerangka Pemikiran

Tanah Ultisols merupakan salah satu jenis tanah yang penyebarannya paling luas di Indonesia namun sudah banyak yang terdegradasi. Pemberian bahan organik dapat menjadi salah satu upaya untuk memperbaiki tanah terdegradasi ini. Secara umum pemberian bahan organik dapat meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas mikroba tanah, karena bahan organik merupakan sumber energi dan bahan makanan bagi mikroba tersebut. Dengan demikian, pemberian bahan organik dapat memperbaiki sifat biologi tanah yaitu melalui peningkatan respirasi tanah.

Respirasi tanah menggambarkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah sehingga dapat diketahui tanah tersebut subur atau tidak. Semakin tinggi laju respirasi mikroorganisme maka semakin tinggi pula aktivitas mikroorganisme pada tanah tersebut, sehingga aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik juga meningkat (Sumarsih, 2003). Asam humat komersial maupun asam humat yang berasal dari ekstrak vermikompos dapat menjadi bahan organik alternatif untuk memperbaiki kualitas tanah, sehingga harapannya dapat meningkatkan produktivitas tanaman jagung.

Asam humat merupakan senyawa alamiah penting dalam tanah yang secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Pada pH tinggi asam humat dapat mengalami pelepasan proton, sehingga dapat

berikatan dengan ion logam (Setyowati dan Ulfin, 2007). Hasil penelitian Swanda dkk. (2012) menunjukkan bahwa semakin tinggi taraf dosis asam humat yang diberikan (0 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, 800 ppm, dan 1000 ppm) maka nilai pH tanah dan C-organik tanah semakin meningkat. Begitupula menurut Suwardi dkk. (2009) aplikasi asam humat dengan dosis 15 L ha⁻¹ dapat meningkatkan pH dan C-organik tanah. Dengan demikian hal tersebut dapat menjadi indikator meningkatnya aktivitas mikroorganisme tanah sehingga respirasi tanah juga meningkat.

Selain asam humat, bahan organik yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas dan kesehatan tanah adalah ekstrak air vermikompos. Proses pengekstrakan vermikompos akan menghasilkan senyawa asam humat dan zat pengatur pertumbuhan tanaman (auksin, giberelin dan sitokinin), senyawa ini dapat meningkatkan perkembangan akar awal, serapan hara, dan pertumbuhan tanaman (Pant dkk., 2009). Menurut Amer (2016) ekstrak vermikompos mengandung 33.67% N, 0.71 mg kg⁻¹ P, 0.71 mg kg⁻¹ K, dan pH 8.11. Suhane (2007) juga menyatakan bahwa setiap gram vermikompos mengandung *Actinomycetes*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Nitrobacter* dan bakteri pelarut fosfat sebanyak 10²-10⁶.

Berdasarkan hasil penelitian Pant dkk. (2011) bahwa aplikasi ekstrak vermikompos yang ditambahkan secara signifikan selama 4 minggu mulai 3 hari setelah tanam ke zona akar dan dedaunan tanaman yaitu sebanyak 200 ml pot⁻¹ mempengaruhi beberapa sifat kimia dan biologi dari media. Aktivitas respirasi dan dehidrogenase tanah lebih tinggi di media pertumbuhan yang telah

diaplikasikan ekstrak vermikompos dari pada aplikasi Osmocote (pupuk penyubur yang lambat tersedia). Raminda (2018) menyatakan bahwa aplikasi pupuk hayati dengan dosis 10 ml L^{-1} yang dikombinasikan dengan pupuk pelengkap alkalis dengan dosis 0 g L^{-1} ; $0,5 \text{ g L}^{-1}$; 1 g L^{-1} dan $1,5 \text{ g L}^{-1}$ dapat meningkatkan respirasi tanah pada pertanaman bawang merah pada pengamatan 45 HST.

Pemberian pupuk P yang dikombinasikan dengan asam humat akan menciptakan tanah dengan kadar P yang lebih tinggi. Sebagaimana berdasarkan hasil penelitian Hermanto dkk. (2013) bahwa pemberian asam humat dengan dosis 20 kg ha^{-1} bersama pupuk P dosis 100% memberikan kandungan P-tersedia lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian asam humat. Kondisi tanah yang demikian mendukung terciptanya lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme tanah. Begitupula menurut Elekhtyar dkk. (2016) aplikasi ekstrak vermikompos 50 L ha^{-1} + biofertilizer $3,6 \text{ kg ha}^{-1}$ + 75% NPK ($123,75 - 27 - 45 \text{ kg ha}^{-1}$) dapat mengurangi pemberian pupuk kimia (N, P dan K) sebesar 25%.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang di kemukakan, maka hipotesis yang di ajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Aplikasi asam humat dan ekstrak air – vermikompos (*watery - vermicompost*) dapat meningkatkan respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays L.*) di tanah Ultisols.

2. Pemupukan P dapat meningkatkan respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah Ultisols.
3. Terdapat pengaruh interaksi antara aplikasi asam humat, ekstrak air vermikompos (*watery - vermicompost*) dan pemupukan P terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah Ultisols.
4. Terdapat korelasi antara C-organik tanah, kadar air tanah, suhu tanah, dan pH tanah dengan respirasi tanah pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah Ultisols.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asam Humat

Bahan organik tanah terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu: bahan yang telah terhumifikasi, yang disebut sebagai bahan humik dan bahan yang tidak terhumifikasi, yang disebut sebagai bahan bukan humik. Kelompok pertama lebih dikenal sebagai “humus” yang merupakan hasil akhir proses dekomposisi bahan organik bersifat stabil dan tahan terhadap proses bio-degradasi. Terdiri atas 3 fraksi yaitu yang tidak larut dalam asam dan alkali (humin), larut dalam asam maupun alkali (asam fulvat) dan yang larut dalam alkali tapi tidak larut dalam asam (asam humat) (Tan, 1986).

Asam humat adalah zat organik yang terdapat di dalam tanah dan gambut. Pada pH tinggi asam humat dapat berikatan dengan ion logam karena gugus asam humat dapat mengalami pelepasan proton. Gugus fungsional asam humat antara lain $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$ fenolat maupun $-\text{OH}$ alkoholat (Setyowati dan Ulfin, 2007). Menurut Arsiati (2002) asam humat yang berasal dari kompos yang diekstrak dengan NaOH mengandung 50.38% C, 4.2% H, 4.49% N, dan 1.01% S.

Asam humat tergolong ke dalam kelompok asam organik yang telah terhumifikasi seperti asam fulvat, asam himatomelanik, dan humin. Karakterisasi dan muatan dari bahan humat tergantung pada tingkat disosiasi dari gugus karboksil dan

hidroksil fenoliknya. Molekul humat berperilaku sebagai polimer tidak bermuatan pada pH <3,0 dikarenakan disosiasi dan gugus fungsional tersebut tertekan.

Namun, pada nilai pH antara 3,0 – 9,0 disosiasi gugus karboksil terjadi, sedangkan pada pH >9,0 gugus fenolik juga terdisosiasi. Oleh sebab itu, molekul humat bersifat sebagai polielektrolit bermuatan negatif pada pH >3,0. Pada pH 11,0 asam humat dapat mengkhelat dua kali lebih banyak jumlah logam daripada pada pH 7,0 dikarenakan disosiasi sempurna pada pH 11,0 dan pada kondisi tersebut muatan negatif dan pengkelatan meningkat (Tan, 1986).

Hampir semua tanah mineral dan hasil pelapukan sisa tanaman dan hewan yaitu antara 70-80% ditempati oleh bahan humat. Salah satu karakteristik bahan humat yaitu dapat berinteraksi dengan ion logam, oksida, hidroksida, mineral dan organik serta pencemar beracun. Asam humat mengandung 56.2% C, 4.7% H, 3.2% N, 0.8% S, 35.5% O, 670 cmol kg⁻¹ kemasaman total, 360 cmol kg⁻¹, 310 cmol kg⁻¹ OH-fenolik, 260 cmol kg⁻¹ OH-alkoholik (Schnitzer, 1986), dan $3 \times 10^3 - 6 \times 10^3$ µeq KTK (Hayes dan Himes, 1986).

Dalam memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah, asam humat memiliki sifat kimia yaitu: 1) fraksi humat mengandung berbagai jenis gugus fungsional dengan nilai pKa yang berbeda-beda, sehingga reaktifitasnya tetap tinggi pada selang pH tanah yang lebar, 2) fraksi humat mempunyai muatan negatif yang berasal dari disosiasi ion H dari berbagai gugus fungsional, yang menyebabkan fraksi humat mempunyai KTK sangat tinggi, dan 3) fraksi humat dapat menyediakan unsur hara seperti N, P, K dan S ke dalam tanah serta C sebagai sumber energi bagi mikrobia tanah (Hermanto dkk., 2013).

Terdapat 3 pengaruh utama manfaat asam humat antara lain: 1) Manfaat secara fisik pada tanah melalui perbaikan struktur tanah; 2) Manfaat secara kimia pada tanah yaitu menetralkan kondisi tanah asam atau alkali dan mengatur nilai pH tanah; 3) Manfaat secara biologis bagi tanaman yaitu menstimulasi dan meningkatkan produksi enzim pada tanaman (Suwahyono, 2011).

2.2 Ekstrak Air Vermikompos

Vermikompos merupakan pupuk organik yang dihasilkan dari proses dekomposisi sisa-sisa tumbuhan dan hewan dalam sistem pencernaan cacing tanah yang kaya jasad renik, enzim, dan berbagai senyawa organik lainnya (Nusantara dkk. 2010).

Vermikompos diketahui kaya akan sumber hara tersedia yang dibutuhkan tanaman, serta hormon tumbuh, enzim, dan jasad renik (Ndegwa dan Thompson, 2001). Proses penguraian bahan organik stabil dengan cacing tanah tersebut dikenal dengan *vermicomposting*. *Vermicomposting* melibatkan kerjasama antara cacing tanah dan mikroorganisme seperti bakteri, fungi dan actinomisetes.

Contoh cacing tanah yang berperan dalam *vermicomposting* antara lain *Lumbricus rubellus*, *Eisenia foetida*, dan *Perionyx excavatus* (Yulipriyanto, 2010). Menurut Nuryati (2004) cacing tanah mampu mencerna bahan organik seberat dua kali lipat berat badannya selama 24 jam. Kemampuan cacing tanah mengurai bahan organik 3-5 kali lebih cepat dibandingkan proses pembusukan secara alami.

Ekstrak vermikompos yang diaplikasikan dengan cara disemprotkan ke daun atau membasahi tanah telah dibuktikan dapat meningkatkan kesehatan, hasil dan kualitas gizi tanaman dengan cara (1) meningkatkan komunitas mikroba

menguntungkan dan efek mikroba tersebut pada tanah pertanian dan tanaman, (2) meningkatkan status mineral gizi tanaman, dan (3) mendorong produksi senyawa pertahanan tanaman (Pant dkk., 2009). Pengekstrakan vermikompos dilakukan agar mineral yang terkandung di dalamnya keluar sehingga akan lebih mudah diserap oleh tanaman. Mikroorganisme hidup yang terdapat dalam ekstrak vermikompos dapat juga menimbulkan resistensi penyakit sekaligus merangsang serapan hara dan pertumbuhan tanaman (Ingham, 2005).

Ekstrak air vermikompos dapat dilakukan dengan menggunakan metode aerasi atau tanpa aerasi. Hasil metode non aerasi pada umumnya kondisi oksigen rendah selama ekstraksi. Sedangkan metode aerasi memaksimalkan oksigen selama ekstraksi vermikompos. Selama ekstraksi berjalan, udara dipompa melalui air yang mengandung vermikompos untuk mempertahankan tingkat oksigen di atas 5 mg L⁻¹. Gula, gandum, emulsi ikan, asam humat dan produk lainnya sering ditambahkan saat ekstraksi aerasi untuk meningkatkan mikroba aktivitas produk jadi (Ingham, 2005). Ekstraksi tanpa aerasi dilaporkan memiliki efek positif lebih besar pada pengendalian penyakit dan tanaman pertumbuhan daripada ekstraksi vermikompos aerasi (Cronin dkk., 1996). Namun, Welke (2005) menunjukkan bahwa baik aerasi dan tanpa aerasi pada ekstraksi kompos kotoran hewan memiliki efek positif yang sama pada produksi stroberi.

2.3 Pupuk P

Unsur hara P merupakan salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak. Unsur hara P diserap tanaman dari tanah dalam bentuk ortofosfat primer (H_2PO_4^-) dan ortofosfat sekunder (HPO_4^{2-}). Ion H_2PO_4^- banyak

ditemukan pada tanah yang masam sedangkan HPO_4^{2-} dominan pada tanah basa. Fosfor diserap akar dalam bentuk H_2PO_4^- secara difusi yang diangkut dari xylem menuju mesofil daun mengikuti aliran transpirasi (Lakitan, 2012). Fosfor berperan sebagai peredaran energi dalam tanaman. Energi didapatkan dari hasil fotosintesis, respirasi, dan metabolisme karbohidrat dalam bentuk ATP dan ADP yang kemudian digunakan untuk proses pertumbuhan dan reproduksi (Leiwakabessy dan Sutandi, 2004).

Fosfat di dalam tanah terdapat dalam bentuk fosfat anorganik dan fosfat organik. Bentuk anorganiknya berupa senyawa-senyawa Ca-fosfat, Fe-fosfat dan Al-fosfat. Fosfor organik mengandung senyawa-senyawa yang berasal dari tanaman dan mikroba dan tersusun dari asam nukleat, fosfolipid dan fitin. Materi organik yang berasal dari sampah tanaman mati dan membusuk kaya akan sumber-sumber fosfor organik (Sutedjo, 1996). Bentuk fosfor yang dominan di dalam tanah tergantung pada tingkat pelapukan dan pH tanah. Tanah asam dengan $\text{pH} < 5,5$ didominasi oleh kation Fe^{3+} dan Al^{3+} yang mengikat anion H_2PO_4^- dan mengendapkannya sebagai hidroksi Fe-fosfat dan Al-fosfat. Sedangkan pada $\text{pH} > 6,0$ sistem tanah didominasi oleh kation Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang juga mampu mengikat H_2PO_4^- dari tanah maupun pupuk fosfat sehingga menjadi dalam bentuk tidak tersedia (Mas'ud, 1993).

Di dalam tanah, fosfor (P) adalah unsur hara yang tidak mudah bergerak (*immobile*). Hara P di tanah tersedia dalam jumlah cukup bagi tanaman, tetapi karena sifatnya dinamis, bergantung pada reaksi tanah, sebagian terikat atau terfiksasi oleh oksida dan mineral liat membentuk Al-P, Fe-P, dan Ca-P atau oleh

bahan organik (Tisdale dkk., 1985). Kekurangan unsur hara P menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat akibatnya perkembangan sel dan akar tanaman, metabolisme karbohidrat, dan transfer energi tanaman menjadi terganggu (Marshner, 1986).

Fosfor sebagian besar dalam tanah berada dalam bentuk kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) yang sulit larut. Karena pengaruh asam di dalam tanah, maka dapat terbentuk kalsium fosfat asam primer ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) yang mudah larut. Fosfor diserap seluruhnya dalam bentuk ion H_2PO_4^- . Namun konsentrasi ion ini di dalam air tanah hanya sedikit, dibandingkan dengan seluruh jumlah fosfat yang berada dalam tanah. Tanaman juga dapat menyerap persenyawaan fosfor organik tertentu (Rinsema, 1983).

Para ahli pada umumnya mengelompokkan pupuk P ke dalam 3 kelompok berdasarkan kelarutannya, yaitu : (1) Pupuk P yang melarut ke dalam asam (m mengandung P_2O_5 , merupakan pupuk P yang lambat tersedia bagi keperluan tanaman), (2) Pupuk P yang melarut dengan amonium nitrat netral atau asam sitrat (m mengandung P_2O_5 , merupakan pupuk yang mudah tersedia bagi keperluan tanaman), dan (3) Pupuk P yang melarut dalam air (m mengandung P_2O_5 , juga merupakan pupuk yang mudah tersedia bagi keperluan tanaman) (Sutejo, 2002).

Pupuk TSP (*Triple Superfosfat*) merupakan pupuk anorganik tunggal yang m mengandung 20% P (45-46% P_2O_5) yang dibuat melalui pengasaman batuan fosfat dengan H_3PO_4 (Young dkk., 1985). Kandungan $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$ dalam TSP sebesar \pm 85%. Kandungan S pada pupuk ini berasal dari kontaminasi asam sulfat dalam pembuatan asam fosfat yang dipakai dalam pembuatan TSP. Peningkatan

konsentrasi P dalam tanah dapat meningkatkan konsentrasi P dalam tanaman. Hal ini karena P berfungsi merangsang pertumbuhan bulu dan perkembangan akar sehingga terjadi peningkatan hara dalam tanaman (Karnilawati, 2013).

2.4 Tanah Ultisols

Tanah Ultisols merupakan salah satu dari 3 jenis tanah yang mendominasi di Indonesia selain Oxisols dan Inceptisols. Menurut Prasetyo dkk. (2005), Ultisols merupakan ordo tanah yang penyebarannya tergolong paling luas di Indonesia yaitu mencapai 45,79 juta ha. Jenis tanah ini miskin bahan organik dan mempunyai potensi keracunan Al. Selain itu, tanah ini juga miskin kandungan hara terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, dan K, kadar Al tinggi, kapasitas tukar kation rendah, dan peka terhadap erosi. Tanah Ultisols mempunyai lapisan permukaan yang mengalami pencucian berat, agregat kurang stabil, permeabilitas, bahan organik, kejenuhan, dan pH rendah (4,2-4,8) (Darmawijaya, 1990).

Pada klasifikasi lama, Ultisols diklasifikasikan sebagai Podsolik Merah Kuning (PMK) sehingga umumnya tanah jenis ini berwarna kuning kecoklatan hingga merah (Prasetyo dkk., 2005). Ultisols memiliki tekstur yang bervariasi yang dipengaruhi oleh bahan induk tanahnya. Tanah Ultisols dari granit yang kaya akan mineral kuarsa umumnya mempunyai tekstur yang kasar seperti liat berpasir. Tanah Ultisols umumnya mempunyai nilai kejenuhan basa < 35%. Beberapa jenis tanah Ultisols yang mempunyai horizon kandik memiliki kapasitas tukar kation <math><16 \text{ cmol kg}^{-1}</math> liat (Prasetyo dkk., 2006).

2.5 Tanaman Jagung

Tanaman jagung baik ditanam di tempat terbuka dan terkena cahaya. Ketinggian tempat yang cocok untuk tanaman jagung dari 0-300 m di atas permukaan laut. Temperatur udara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman jagung adalah 23 – 27°C. Curah hujan yang ideal untuk tanaman jagung pada umumnya antara 200-300 mm per bulan atau yang memiliki curah hujan tahunan antara 800-1200 mm. Tingkat kemasaman tanah yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung berkisar antara 5,6- 6,2. (Riwandi dkk., 2014).

Tanaman jagung tumbuh optimal pada tanah yang gembur, drainase baik, dengan kelembaban tanah cukup, dan akan layu bila kelembaban tanah kurang dari 40% kapasitas lapang, atau bila batangnya terendam air. Pada dataran rendah, umur jagung berkisar antara 3-4 bulan, tetapi di dataran tinggi di atas 1000 m dpl berumur 4-5 bulan. Umur panen jagung sangat dipengaruhi oleh suhu, setiap kenaikan tinggi tempat 50 m dari permukaan laut, umur panen jagung akan mundur satu hari (Hyene, 1987).

2.6 Respirasi Tanah

Respirasi pada tanah didefinisikan sebagai penggunaan O₂ atau pelepasan CO₂ oleh mikroorganisme tanah seperti bakteri, fungi, alga, dan protozoa yang melibatkan pertukaran gas dalam proses metabolisme aerob (Anderson, 1982). Faktor yang mempengaruhi respirasi tanah antara lain faktor biologis (vegetasi, mikroorganisme), faktor lingkungan (suhu, kelembaban, pH, KTK), dan faktor buatan manusia. pH tanah masam akan menyebabkan aktivitas mikroorganisme

tanah menurun. Aktivitas mikroorganisme yang tinggi berhubungan dengan banyaknya populasi mikroorganisme dan bahan organik sebagai sumber energi (Hanafiah dkk., 2009).

Respirasi tanah diukur berdasarkan jumlah CO_2 yang dilepaskan dari proses respirasi autotrofik dan heterotrofik. CO_2 dalam respirasi autotrofik misalnya dari respirasi akar dan mikoriza yang terkait erat dengan laju fotosintesis. CO_2 dalam respirasi heterotrofik berasal dari metabolisme mikroorganisme tanah dan fauna tanah. Respirasi heterotrofik merupakan proses respirasi yang memiliki kaitan erat dengan perubahan suhu (Vicca dkk., 2010).

Respirasi tanah yang berasal dari akar dan mikroba berkontribusi sebanyak 60-90% dari total respirasi ekosistem di hutan beriklim sedang. Penetapan respirasi tanah berdasarkan jumlah CO_2 yang dihasilkan dan O_2 yang digunakan oleh mikroorganisme tanah. Aktivitas mikroorganisme tanah berkorelasi dengan respirasi tanah. Semakin tinggi nilai respirasi mikroorganisme maka semakin tinggi pula mikroorganisme memproduksi CO_2 (Hanafiah, 2004). Respirasi tanah ditetapkan berdasarkan evolusi CO_2 . Evolusi CO_2 dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik, sehingga respirasi menjadi indikator dekomposisi bahan organik yang terjadi pada selang waktu tertentu (Saraswati dkk., 2012).

Respirasi menggambarkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah sehingga respirasi dapat menjadi indikator kesuburan tanah. Pengukuran respirasi mempunyai korelasi yang baik dengan parameter lain yang berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme tanah, yaitu seperti kandungan bahan organik,

transformasi N atau P, hasil antara, pH, dan rata-rata jumlah mikroorganisme (Anas, 1989). Kisaran pH optimum untuk pertumbuhan bakteri adalah 7,0-8,0, fungi <6 (Nugroho, 2013), dan Actinomycetes antara 6.5-8.0 (Rao, 1994).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2017-April 2018 di Kebun Percobaan Badan Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Natar, analisis sifat kimia tanah di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, dan respirasi tanah di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, bor belgi, termometer, toples, plastik, botol film, gelas beaker, erlenmeyer, pipet, buret, semprotan, aerator, kantong berlubang 0.5 mm, ember, alat tulis, dan alat laboratorium lainnya. Bahan yang digunakan adalah KOH 0,1 N, indikator penolptalin, akuades, HCl 0,1 N, *metil orange*, vermikompos yang diperoleh dari PT GGF, asam humat komersial, gula pasir, benih jagung NK7328, dan pupuk TSP.

3.3 Metode

Penelitian ini disusun secara faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang diulang sebanyak 3 kali. Faktor pertama adalah aplikasi asam humat, yaitu tanpa aplikasi asam humat (H_0), aplikasi asam humat (H_1), dan aplikasi ekstrak air vermikompos (H_2). Faktor kedua adalah pemupukan P yang dibagi menjadi 4 taraf dosis yaitu tanpa pupuk TSP (P_0), pupuk TSP 100 kg ha⁻¹ (P_1), 200 kg ha⁻¹ (P_2), dan 300 kg ha⁻¹ (P_3). Dari kedua faktor tersebut diperoleh 12 kombinasi perlakuan sebagai berikut:

H_0P_0 = tanpa aplikasi asam humat + tanpa aplikasi pupuk TSP

H_0P_1 = tanpa aplikasi asam humat + 100 kg ha⁻¹ TSP

H_0P_2 = tanpa aplikasi asam humat + 200 kg ha⁻¹ TSP

H_0P_3 = tanpa aplikasi asam humat + 300 kg ha⁻¹ TSP

H_1P_0 = aplikasi asam humat 4 kg ha⁻¹ + tanpa aplikasi pupuk TSP

H_1P_1 = aplikasi asam humat 4 kg ha⁻¹ + 100 kg ha⁻¹ TSP

H_1P_2 = aplikasi asam humat asal 4 kg ha⁻¹ + 200 kg ha⁻¹ TSP

H_1P_3 = aplikasi asam humat 4 kg ha⁻¹ + 300 kg ha⁻¹ TSP

H_2P_0 = aplikasi ekstrak air vermikompos 40 L ha⁻¹ + tanpa aplikasi pupuk TSP

H_2P_1 = aplikasi ekstrak air vermikompos 40 L ha⁻¹ + 100 kg ha⁻¹ TSP

H_2P_2 = aplikasi ekstrak air vermikompos 40 L ha⁻¹ + 200 kg ha⁻¹ TSP

H_2P_3 = aplikasi ekstrak air vermikompos 40 L ha⁻¹ + 300 kg

ha⁻¹ TSP

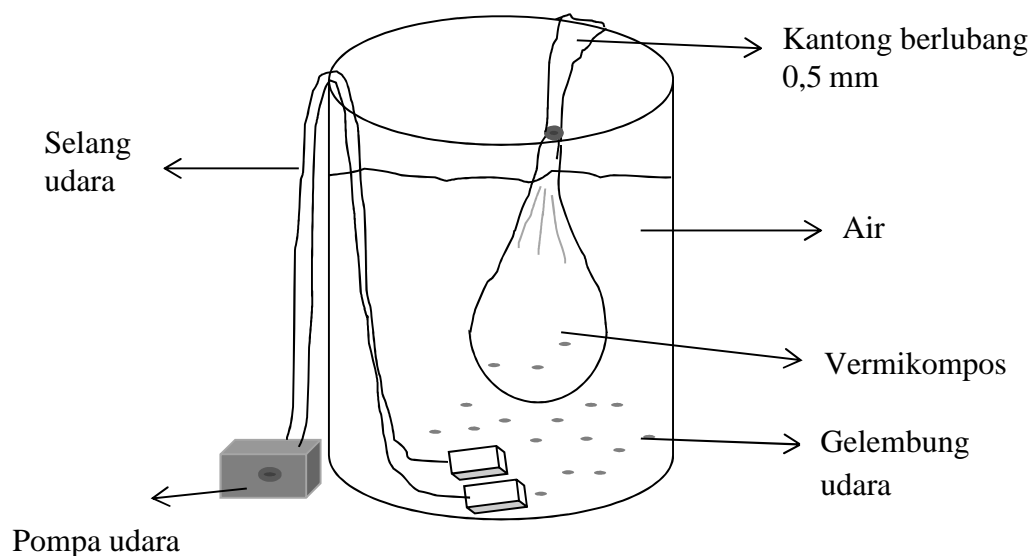
Percobaan dilakukan di lapang dengan membuat 3 x 12 plot dengan ukuran masing-masing plot 3 x 4 m. Jarak antar petak tanaman dibuat selebar 50 cm dan

antar petak ulangan adalah 100 cm. Data yang diperoleh diuji homogenitas ragamnya dengan uji Bartlett, aditifitas data diuji dengan uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi akan dilakukan analisis ragam. Selanjutnya apabila terdapat pengaruh perlakuan, data diuji dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Untuk mengetahui hubungan antara C-organik, kadar air tanah, pH tanah, dan suhu tanah dengan respirasi tanah dilakukan uji korelasi.

3.4 Pelaksanaan

3.4.1 Persiapan Asam Humat dan Ekstrak Air Vermikompos

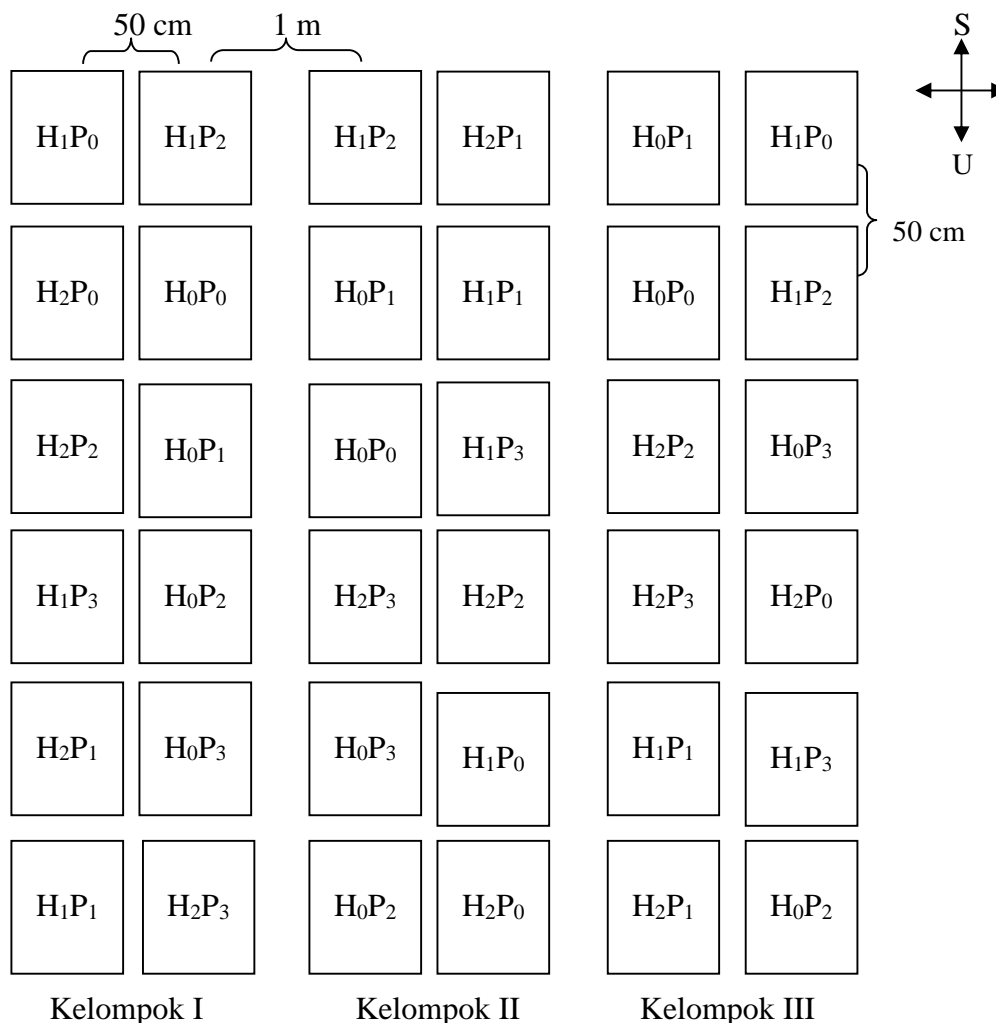
Asam humat dilarutkan dalam air dengan perbandingan 1 : 75. Dosis yang digunakan yaitu 4 kg ha⁻¹ yang dilarutkan dalam 300 liter air. Ekstraksi vermikompos menggunakan air dengan perbandingan 1 : 10 dengan cara mengambil 1 kg vermikompos dan dimasukkan ke dalam kantong kain tipis (kaos kaki halus) lalu diberi akuades sebanyak 10 liter di dalam ember. Aerasi dilakukan dengan gelembung udara yang digunakan dalam akuarium (pompa akuarium). Setelah mesin gelembung udara dihidupkan, segera masukkan 50 g gula pasir ke dalam ember wadah pengekstrak vermikompos. Kemudian didiamkan selama 36-48 jam. Metode yang digunakan untuk mengekstrak vermikompos yaitu metode Pant (2009). Proses pengekstrakan vermikompos dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema pengestrakan vermicompos di dalam kantong berlubang 0,5 mm dan direndam air yang dialiri udara dengan bantuan aerator.

3.4.2 Persiapan Lahan

Lahan percobaan dibersihkan dan diukur sesuai dengan kebutuhan, kemudian dicangkul hingga siap untuk ditanami. Pengolahan tanah dilakukan sebanyak 2 kali yaitu dengan mengolah tanah menjadi bongkahan besar dan selanjutnya diolah kembali hingga halus. Pengolahan pertama dan kedua dilakukan pada hari yang sama. Lahan yang sudah diolah lalu dibagi menjadi 36 plot percobaan dengan luas masing-masing plot 3 x 4 m, kemudian dibagi lagi menjadi 3 untuk pengelompokkan sesuai dengan perlakuan. Tata letak percobaan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tata letak percobaan aplikasi asam humat, ekstrak air vermikompos, dan pemupukan P terhadap respirasi tanah di lapangan.

3.4.3 Perlakuan dan Penanaman

Asam humat dan ekstrak air vermikompos diaplikasikan pada plot percobaan sesuai dengan dosis perlakuan yaitu asam humat 4 kg ha^{-1} atau $4,8 \text{ g plot}^{-1}$ yang dilarutkan kedalam 360 ml air dan ekstrak air vermikompos 40 L ha^{-1} (480 ml plot^{-1}) dengan cara disemprotkan di atas permukaan tanah. Aplikasi asam humat dan ekstrak air vermikompos dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada saat olah tanah, vegetatif awal, dan vegetatif maksimum dengan dosis yang sama, sehingga

total dosis perlakuan asam humat yaitu 12 kg ha^{-1} atau $14,4 \text{ g plot}^{-1}$ yang dilarutkan kedalam $1,08 \text{ L}$ air dan ekstrak air vermikompos yaitu 120 L ha^{-1} atau $1,44 \text{ L plot}^{-1}$. Setelah itu, setiap plot percobaan ditanami sebanyak 2 benih per lubang tanam dengan jarak $25 \text{ cm} \times 75 \text{ cm}$ dengan cara tugal. Pada 7 HST, pupuk Urea dan KCl dipalikasikan masing-masing sebanyak 200 kg ha^{-1} atau 24 g plot^{-1} sebagai pupuk dasar. Demikianpula pupuk TSP diaplikasikan pada saat yang sama sesuai dengan dosis perlakuan.

3.4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman yang dilakukan berupa penyiraman, pengendalian HPT (Hama dan Penyakit Tanaman) dan gulma. Penyiraman dilakukan seminggu sekali atau pada saat diperlukan. Pengendalian hama dan penyakit serta gulma dilakukan sesuai dengan kondisi di lapangan. Pengendalian diutamakan dengan cara manual, dan secara kimia apabila diperlukan. Pembumbunan dilakukan pada saat pengendalian gulma.

3.4.5 Panen

Pemanenan dilakukan pada 110 HST dengan ciri-ciri daun seluruhnya menguning dan klobot kering. Jagung dipanen beserta kulitnya menggunakan arit atau pisau lalu dimasukkan ke dalam wadah dan dikeringkan secara manual, yaitu dijemur di bawah sinar matahari. Setelah kering jagung dipipil secara manual menggunakan tangan.

3.4.6 Pengambilan sampel tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada saat tanaman fase vegetatif awal, vegetatif maksimum, dan sebelum panen. Sampel tanah diambil menggunakan bor tanah kedalaman 0-10 cm. Sampel tanah diambil sebanyak 5 titik setiap petak percobaan yaitu dengan cara mengebor tanah di sudut-sudut petak dan tengah petak atau diambil secara zig-zag. Kemudian sampel tanah yang diambil tersebut dikompositkan di suatu wadah. Tanah yang sudah dikompositkan dimasukkan ke dalam plastik kurang lebih sebanyak 500 g lalu diberi label.

3.4.7 Analisis Tanah

Analisis C-Organik tanah, kadar air tanah, dan pH tanah dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, sedangkan pengukuran suhu tanah dilakukan di lokasi percobaan dengan menggunakan alat thermometer tanah. Data analisis tanah awal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis tanah awal Badan Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Natar

Variabel	Nilai Pengukuran	Kriteria
N-Total (%)	0,10	Rendah
P-Tersedia (ppm)	5,17	Rendah
Kdd (me/100g)	0,15	Rendah
C-organik (%)	0,99	Sangat Rendah
pH (H ₂ O)	4,57	Masam

Keterangan : Kriteria tanah bersumber dari Balai Penelitian Tanah (2009).

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Variabel Utama

Variabel utama pada penelitian ini adalah pengukuran respirasi tanah dengan modifikasi metode Verstraete (Anas, 1989). Pengamatan respirasi tanah dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada fase vegetatif awal, vegetatif maksimum, dan pada saat sebelum panen. Pengambilan sampel respirasi tanah dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada pagi hari mulai pukul 08.00 dan sore hari mulai pukul 15.00. Langkah-langkah pengamatan respirasi tanah dilapangan yaitu dengan meletakkan botol film yang telah diisi 10 ml KOH 0,1 N di atas tanah terbuka pada petak percobaan, lalu botol film ditutup dengan sungkup (toples) yang kemudian sungkup tersebut dimasukkan ke dalam tanah sekitar 1 cm dan dibun-bun dengan tanah agar tidak ada gas yang keluar dari sungkup. Setelah 2 jam, sungkupan dibuka dan botol yang berisi KOH langsung ditutup agar tidak terjadi kontaminasi oleh gas CO₂ dari sekitarnya. Untuk kontrol dilakukan hal yang sama, namun permukaan tanah ditutup dengan plastik.

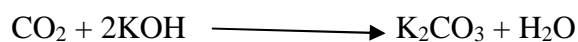


Gambar 3. Pengukuran respirasi tanah di lapang pada pengamatan 7 HST.

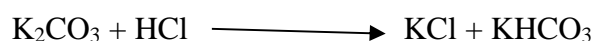
KOH dari lapangan kemudian dianalisis dilaboratorium untuk menghitung jumlah CO₂ yang ditangkap dengan cara dititrasi. Botol yang berisi KOH 0,1 N dimasukkan ke dalam erlenmayer dan diberi 2 tetes indikator penolptalin, lalu dititrasi dengan HCl 0,1 N hingga warna pink pada larutan hilang. Volume HCl yang digunakan untuk titrasi dicatat. Kemudian pada larutan tadi ditambah 2 tetes metyl orange, lalu dititrasi kembali dengan HCl 0,1 N hingga warna kuning berubah menjadi pink. Jumlah HCl yang digunakan pada titasi kedua berhubungan langsung dengan jumlah CO₂ yang ditangkap. Demikian juga dengan KOH blanko dilakukan sesuai dengan prosedur yang sama dengan KOH pada sampel.

Reaksi yang terjadi pada saat titrasi:

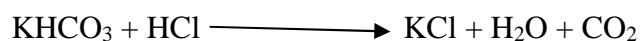
1. Reaksi pengikatan CO₂



2. Perubahan warna menjadi tidak bewarna (indikator penolptalin)



3. Perubahan warna kuning menjadi pink (indikator metyl orange)



(Penuntun Praktikum Biologi Dan Kesehatan Tanah, 2015).

Respirasi tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_{-CO_2} = \frac{a-b \times t \times 12}{T \times \pi \times r^2}$$

Keterangan :

$$C_{-CO_2} = \text{mg jam}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

a = ml HCl sampel

b = ml HCl blanko

t = normalitas HCl (N)

T = waktu (jam)

r = jari-jari tabung toples (m)

3.5.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang diamati pada penelitian ini adalah:

1. C-organik tanah (metode *Walkley and Black*)
2. Suhu tanah (°C) (Thermometer tanah)
3. Kadar Air Tanah (%) (metode Gravimetri)
4. pH Tanah (metode Elektrometri)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi asam humat dan ekstrak air vermikompos tidak mempengaruhi respirasi tanah pengamatan 7 HST, 56 HST, dan 104 HST pada pertanaman jagung di tanah Ultisols.
2. Pemupukan P tidak mempengaruhi respirasi tanah pengamatan 7 HST, 56 HST, dan 104 HST pada pertanaman jagung di tanah Ultisols.
3. Tidak terdapat interaksi antara aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah pengamatan 7 HST, 56 HST, dan 104 HST pada pertanaman jagung.
4. Semakin tinggi suhu tanah pada pengamatan 7 HST dan kandungan C-organik tanah pada 56 HST maka laju respirasi tanah semakin meningkat dan semakin tinggi presentase kadar air tanah pada 104 HST maka laju respirasi tanah semakin menurun.

5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian, penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan dengan perlakuan yang sama serta dosis yang lebih tinggi agar dapat

mengetahui nyata atau tidaknya pengaruh aplikasi asam humat dan pemupukan P terhadap respirasi tanah untuk jangka waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Albiach, R., R. Canet, F. Pomares, dan F. Ingelmo. 2000. Microbial biomass content and enzymatic after the application of organic amendments to a horticultural. *Soil. Biores. Tech.* 75: 43-48.
- Amer, M. M. 2016. Effect of biochar, compost tea and magnetic iron ore application on some soil properties and productivity of some field crops under saline soils conditions at north Nile delta. Egypt. *Jurnal Soil Science* 56(1) :169-186.
- Amir, B. 2016. Pengaruh perakaran terhadap penyerapan nutrisi dan sifat fisiologis pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*). *Jurnal Perbal.* 4(1): 1-9.
- Arancon, N.Q., C.A. Edwards, P. Bierman, C. Welch, dan J.D. Metzger. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresour. Technol.* 93 (2) :145–153.
- Arsiati, A. 2002. Sifat-Sifat Asam Humat Hasil Ekstraksi Dari Berbagai Jenis Bahan Dan Pengekstrak. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 32 pp.
- Anas, I. 1989. *Biologi Tanah Dalam Praktek*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Bogor.
- Anderson, J.P.E. 1982. *Soil Respiration* p.831-871 dalam. A.L. Page. R.H. Miller, D.R. Kenney (eds). *Methods of Soil Analysis. Part. 2 Chemical and Microbiological properties. Second edition Madison. Wisconsin. USA.*
- Badan Pusat Statistik. 2016. Produksi Padi, Jagung, Dan Kedelai 2015. https://www.bps.go.id/index.php/brs/index?katsubjek=53&Brs%5Btgl_rilis_ind%5D=&Brs%5Btahun%5D=2016&yt0=Cari. Diakses pada 10 Oktober 2017.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Petunjuk Teknis Edisi 2. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 246 hlm.
- Baskoro, D.P.T. 2010. Pengaruh pemberian bahan humat dan kompos sisa tanaman terhadap sifat fisik tanah dan produksi ubi kayu. *Jurnal Tanah dan Lingkungan.* 12(1) :9-14.

- Cronin, M.J., D.S. Yohalem, R.F. Harris, dan J.H. Andrews. 1996. Putative mechanism and dynamics of inhibition of the apple scab pathogen *venturia inaequalis* by compost extracts. *Soil Biology & Biochemistry*. 28 :1241-1249.
- Darmawijaya, M. I. 1990. *Klasifikasi Tanah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 411 hlm.
- Elekhtyar, N. M., T. F. Metwally, dan M.N. El-din. 2016. Evaluation of Bio-NPK and Compost Tea on Seedling Vigor and Yield of Rice. *Proceedings Of 1st International Conference Of Applied Microbiolog.* 1(3):8-20.
- Hanafiah, A.S., T. Sabrina dan H. Guchi. 2009. *Biologi dan Ekologi Tanah*. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian. Medan.
- Hanafiah, K.A. 2004. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 386 hlm.
- Hasyim, Z., E. Tambaru, dan A. I. Latunra. 2014. Uji penambahan berbagai dosis vermikompos terhadap Pertumbuhan vegetatif cabai merah besar (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Alam dan Lingkungan*. 5(10) : 18-24.
- Hayes, M. H.B. dan F.L. Himes. 1986. *Sifat dan Ciri Kompleks Humus Mineral. Interaksi Mineral Liat Tanah dengan Organik Alami dan Mikroba*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hermanto, D., N.K.T. Dharmayani., R. Kurnianingsih dan S. R. Kamali. 2013. Pengaruh asam humat sebagai pelengkap pupuk terhadap ketersediaan dan pengambilan nutrisi pada tanaman jagung di lahan kering kec. bayan NTB. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 16(2): 28-41.
- Hyene, K.1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia-I*. Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan Bogor.
- Ingham, E.R. 2005. *The Compost Tea Brewing Manual; Latest Methods and Research*. Soil Foodweb Incorporated. Corvallis. Oregon.
- Karnilawati, Sufardi , dan Syakur. 2013. Fosfat tersedia, serapannya serta pertumbuhan jagung (*Zea mays* L.) akibat amelioran dan mikoriza pada andisol. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*. 2(3) : 231-239.
- Lakitan, B. 2012. *Dasar-Dasar Fisiologi Tanaman*. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 222 hlm.
- Leiwakabessy, F.M. dan A. Sutandi. 2004. *Pupuk dan Pemupukan*. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Mas'ud, P. 1993. *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa. Bandung. 275 hlm.

- Marshner, H. 1986. *Mineral Nutrition in Higher Plants*. Academic Press Incorporated. London. p.195-265 & 391-407.
- Penuntun Biologi Dan Kesehatan Tanah. 2015. *Respirasi Tanah*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 27 hlm.
- Ndegwa P.M. dan S.A. Thompson. 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment of bioconversion of biosolids. *Biores. Technol.* 76: 107–112.
- Nugroho, S.G. 2013. *Biologi dan Kesehatan Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 277 hlm.
- Nuryati, S. 2004. Memamfaatkan Cacing Tanah untuk Hasilkan Pupuk Organik. <http://www.beritabumi.or.id/>. Diakses pada 10 Desember 2017.
- Nusantara, A.D. C. Kusmana, I. Mansur, L.K. Darusman, dan Soedarmadi. 2010. Pemanfaatan vermikompos untuk produksi biomassa legum penutup tanah dan inokulum fungi mikoriza arbuskula. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 12(1):26-33.
- Pant, A. P., T.J. K Radovich, N. V. Hue, S. T. Talcottb dan K. A. Krenek. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassicarapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. *Jurnal Science Food Agriculture*. 1-10..
- Pant, A., T.J.K. Radovich, N.V. Hue dan N. Q. Arancon. 2011. Effects of vermicompost tea (aqueous extract) onpak choi yield, quality, and on soil biological properties. *Compost Science & Utilization*. 19(4) : 279-292.
- Piccolo, A., S. Nardi, dan G. Concheri. 1992. Structural characteristics of humic sub-stances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. *Soil Biol. Biochem.* 24: 373-380.
- Prasetyo, B.H., D. Subardja, dan B. Kaslan. 2005. Ultisols dari bahan volkan andesitic di lereng bawah G. Ungaran. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 23(3) : 1–12.
- Prasetyo, B.H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25(2) : 1-8.
- Raminda, D.A. 2018. Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati Dan Konsentrasi Pupuk Pelengkap Alkalis Terhadap Respirasi Tanah Pada Pertanaman Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Ketinggian 500 Mdpl Kabupaten Tanggamus. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 72 hlm.

- Riwandi, M. Handajaningsih, dan Hasanudin. 2014. *Teknik Budidaya Jagung Dengan Sistem Organik Di Lahan Marjinal*. UNIB Press. Universitas Bengkulu. 56 hlm.
- Rao, N.S.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Edisi II*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Rinsema, W.T. 1983. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Bhratara Karya Aksara. Jakarta. 235 hlm.
- Sandrawati, A. 2007. Pengaruh kompos sampah kota dan pupuk kandang ayam terhadap beberapa sifat kimia tanah dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays Saccharata*) pada *Fluventic Eutrudeps* asal Jatinangor Kabupaten Sumedang. *Jurnal Ilmu Tanah*. 14: 13-14.
- Sarno dan E. Fitria. 2012. Pengaruh aplikasi asam humat dan pupuk N terhadap pertumbuhan dan serapan N pada tanaman bayam (*Amaranthus spp.*). *Prosiding SNSMAIP III*. 288-293.
- Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik. 2012. *Tingkat Respirasi Sebagai Indikator C-Organik*. Bogor. Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. 271 hlm.
- Schnitzer, M. 1986. *Pengikatan Bahan Humat Oleh Koloid Mineral. Interaksi Mineral Liat Tanah Dengan Organik Alami Dan Mikroba*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Setyawan, D. dan H. Hanum. 2014. Respirasi tanah sebagai indikator kepulihan lahan pascatambang batubara di sumatera selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 3(1) : 71-75.
- Setyowati, D. dan I. Ulfin. 2007. Optimasi kondisi penyerapan ion aluminium oleh asam humat. *Akta Kimindo*. 2(2): 85-92.
- Sofatin, S., Fitriatin B. N., dan Machfud Y. 2016. Pengaruh kombinasi pupuk NPK dan pupuk hayati terhadap populasi total mikroba tanah dan hasil jagung manis (*Zea mays L. saccharata*) pada inceptisols jatinangor. *Soilrens*. 14(2) :33-37.
- Suhane, R.K. 2007. *Vermicompost*. Rajendra Agriculture University. Pusa. Bihar.
- Sumarsih, S. 2003. *Mikrobiologi Dasar*. UPN Veteran. Yogyakarta. 116 hlm.
- Sutejo, M.M. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta. 177 hlm.
- Suwahyono, U. 2011. Prospek teknologi remediasi lahan kritis dengan asam humat (Humic Acid). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 12(1):55-65.

- Suwardi, E.M. dewi dan B.A. hermawan. 2009. Aplikasi zeolit sebagai karier asam humat untuk peningkatan produksi tanaman pangan. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 8(1): 44-51.
- Swanda, J., H. Hanum, dan P. Marpaung. 2015. Perubahan sifat kimia inceptisol melalui aplikasi bahan humat ekstrak gambut dengan inkubasi dua minggu. *Jurnal Online Agroekoteknologi* . 3(1) : 79- 86.
- Tan, K.H. 1986. *Degradasi Mineral Tanah Oleh Asam Organik. Interaksi Mineral Liat Tanah dengan Organik Alami dan Mikroba*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tan, K.H. 1992. *Dasar-dasar Kimia Tanah. Edisi ketiga (Terjemahan)*. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta. 295 hlm.
- Tan, K.H. 1993. *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, dan J.D. Beaton.1985. *Soil Fertility and Fertilizers*. Fourth Ed. Macmillan Publ. Co. New York.
- Vicca, S, I.A. Janssens, S.C. Wong, L.A. Cernusak, dan G.D. Farquhar. 2010. *Zea mays* rhizosphere respiration, but not soil organic matter decomposition was stable across a temperature gradient. *Soil Bio Biochem*. 42:2030-2033.
- Welke, S.E. 2005. The effect of compost extract on the yieldof strawberries and the severity of *Botrytis cinerea*. *J. Sustainable Agriculture*. 25: 57-68.
- Young, R. D., D.G. Westfall dan G. W. Colliver. 1985. *Produksi, Pemasaran dan Penggunaan Pupuk-pupuk Sulfurdalam Teknologi dan Penggunaan Pupuk* (Edisi ketiga) (Engelstand, O. P., Editor). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 258 hlm.
- Zuchri, A. 2009. Pemupukan SP36 pada lahan regosol bereaksi masam terhadap pertumbuhan dan hasil dua varietas kacang tanah (*Arachis hypogea* L.). *J. Agrovigor*. 2(1) : 31-35.