



**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK BIOPELET DARI BIOCHAR DAN
LIMBAH UDANG TERHADAP AKTIVITAS FOSFOMONOESTERASE
DAN SERAPAN UNSUR PHOSFOR TANAH ENTISOL**

SKRIPSI

Oleh

**BINTANG YUNANDA PUTRA
NIM. 141510501238**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK BIOPELET DARI BIOCHAR DAN
LIMBAH UDANG TERHADAP AKTIVITAS FOSFOMONOESTERASE
DAN SERAPAN UNSUR PHOSFOR TANAH ENTISOL**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh

**BINTANG YUNANDA PUTRA
NIM. 141510501238**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk

1. Kedua orang tua tercinta atas segala usaha, dorongan semangat, motivasi dan doa yang tidak ada henti-hentinya demi kesuksesan putra-putranya.
2. Seluruh Keluarga besarku yang senantiasa selalu memberikan kasih sayang dan motivasi.
3. Semua teman dan sahabat yang telah menemani perjalanan hidup sewaktu di perkuliahan.
4. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga dosen-dosenku di perguruan tinggi yang telah menuntun, membimbing dan memberi ilmu dengan penuh ketelitian dan kesabaran.
5. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.

(QS. Al - Baqarah (2) : 286)

Dan Janganlah kamu (merasa) lemah, dan jangan (pula) bersedih hati,

(QS. Ali - 'Imran (3) : 139)

Janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah.

(QS. Az - Zumar (39) : 53)

Ilmu itu tidak akan didapatkan dengan banyak mengistirahatkan badan.

(HR. Imam Muslim)

*Uripmu iku mawarno – warno, keno ngono keno ngene, tapi atimu kudu tetep
kantil marang Gusti Pangeran.*

(Raden Sahid)

Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?

(QS. Ar - Rahman (55) : 13)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bintang Yunanda Putra

NIM : 141510501238

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : **“Pengaruh Pemberian Pupuk Biopellet dari Biochar dan Limbah Udang Terhadap Aktivitas Fosfomonoesterase dan Serapan Unsur Phospor Tanah Entisol”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Mei 2019.
Yang menyatakan,

Bintang Yunanda Putra
NIM. 141510501238

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK BIOPELET DARI BIOCHAR DAN
LIMBAH UDANG TERHADAP AKTIVITAS FOSFOMONOESTERASE
DAN SERAPAN UNSUR PHOSFOR TANAH ENTISOL**

Oleh :

Bintang Yunanda Putra
NIM. 141510501238

Pembimbing :

**Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si.
NIP. 1964032219890310001**

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “**Pengaruh Pemberian Pupuk Biopellet dari Biochar dan Limbah Udang Terhadap Aktivitas Fosfomonoesterase dan Serapan Unsur Phospor Tanah Entisol**” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 28 Mei 2019
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si.

NIP. 1964032219890310001

Dosen Penguji I,

Dosen penguji II,

Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, M.P.

NIP. 196111101988021001

Ir. Sigit Prastowo, M.P.

NIP. 196508011990021001

Mengesahkan

Dekan,

Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D.

NIP. 196005061987021001

RINGKASAN

Pengaruh Pemberian Pupuk Biopelet dari Biochar dan Limbah Udang Terhadap Aktivitas Fosfomonoesterase dan Serapan Unsur Phospor Tanah Entisol; Bintang Yunanda Putra, 141510501238; 2019 ; 88 halaman ; Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Entisol tergolong tanah muda yang sangat rendah kandungan nutrien, di akibatkan masih tahap berkembang sehingga kurang baik untuk dimanfaatkan sebagai media tanam. Rendahnya kandungan bahan organik yang mengakibatkan kapasitas tukar kation dalam menyimpan dan menyuplai hara bagi tanaman sangatlah sedikit. Pupuk biopelet dari kombinasi limbah udang dan biochar memiliki kadar unsur N dan P yang tinggi. Tujuan dari penelitian Mengetahui pengaruh dan interaksi pupuk biopelet antara limbah udang dengan biochar terhadap aktivitas fosfomonoesterase dan serapan P di tanah entisol, serta mengetahui perlakuan terbaik terhadap aktivitas fosfomonoesterase dan serapan P di tanah entisol.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan Desember 2018 di halaman luar *Green House*, Laboratorium Biologi Tanah dan Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang meliputi 3:1 (B1): 75% biochar dan 25% limbah udang, 1:1 (B2): 50% biochar dan 50% limbah udang, dan 1:3 (B3): 25% biochar dan 75% limbah udang dan data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan ANOVA, mengetahui perlakuan terbaik dan interaksi maka dilakukan uji lanjut menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%. Hasil penelitian variabel tanah memberi respon signifikan terhadap nilai C-organik tanah, dengan peningkatan menjadi 2,47% tergolong sedang. Variabel mikroorganisme total dan populasi fungi tanah tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap pemberian perlakuan pupuk biopelet. Aktivitas fosfomonoesterase tanah tidak memperlihatkan nilai yang signifikan, respons terbaik pada perlakuan 1:3 dosis 0,5 ton.ha⁻¹. Variabel morfologis tanah dan serapan hara memberikan kenaikan nilai di pengaruhi dengan konsentrasi biochar. Serapan P tidak menunjukkan respons signifikan, namun memberikan respons terbaik pada perlakuan 3:1 dosis 10 ton.ha⁻¹.

SUMMARY

The Effect of Applying Bio Pellet Fertilizer from Biochar and Waste Shrimp on Phosphomonoesterase Activity and Absorption of Phospor in Entisol; Bintang Yunanda Putra, 141510501238; 2019 ; 88 page; Agrotechnology Study Program Faculty of Agriculture, University of Jember.

Entisol belongs to a very low young soil nutrient content, in leave is still a developing stage so it is less good to be used as planting media. Low content of organic matter that resulted in cation exchange capacity in storing and supplying nutrients for plants is very little. Bio pellet fertilizer from the combination of waste shrimp and biochar has high levels of N and P. The purpose of research is to know the influence and interaction of bio pellet fertilizer between shrimp waste and biochar against phosphomonoesterase and absorption of P in the land of Entisol, as well as to know the best treatment of phosphomonoesterase activity and Absorption P in the land of Entisol.

This research was held in June until December 2018 in the outer yard of Green House, laboratory of Soil Biology and Soil Fertility Laboratory of the Faculty of Agriculture University of Jember. Research draft using group random Draft (RAK) factorial which includes 3:1 (B1): 75% Biochar and 25% waste shrimp, 1:1 (B2): 50% biochar and 50% waste shrimp, and 1:3 (B3): 25% Biochar and 75% shrimp waste and further data obtained Analysed using ANOVA, knowing the best treatment and interaction is carried out test using Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5%. The research of the variable land gives response significantly to the value of the C-Organic soil, with an increase of 2.47% being classified as medium. The variable population of fungi and microorganisms of the soil provide no real influence against the granting of bio pellet fertilizer treatment. The activities of phosphomonoesterase soil did not reveal a significant value, the best response at the treatment 1:3 doses of 0.5 tons ha⁻¹. Soil morphological variables and nutrient absorption give rise in value in influence with the concentration of biochar. Uptake of P showed no significant response, but it gives the best response at the treatment 3:1 dose of 10 tons. ha⁻¹.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah swt, karena hanya dengan sentuhan rahmat dan hidayah-Nya Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul “*Pengaruh Pemberian Pupuk Biopellet dari Biochar dan Limbah Udang Terhadap Aktivitas Fosfomonoesterase dan Serapan Unsur Phospor Tanah Entisol*” dapat terselesaikan.

Ucapan Terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada:

1. Ir. Sigit Soeparjono, M.S, Ph.D selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Dr. Ir. Cahyoadi Bowo selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.
4. Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi, Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, M.P. selaku Dosen Penguji Utama dan Ir. Sigit Prastowo, M.P selaku Dosen Penguji Anggota dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Orang tua tercinta Ayahanda Supriadi dan Ibunda Mujiati, S.Pd., Kakakku Febry Mitra Prandana, S.P., dan Adikku Muh. Alivio Putra Fajar yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Anisa Haryanti, terima kasih atas segalanya.
7. Rekan-rekan SOILER di FOKUSHIMITI, rekan di HIMAHITA serta SOILER 2014, Keluarga PENYAKIT 2014, kawan KKN Reguler 29 Desa Menampu, serta rekanku penelitian Ome, dan kawan Magang UPT PHW VII yang telah menemani, memberikan semangat, dan dukungan, serta begitu banyaknya pengalaman.

8. Teknisi laboratorium yaitu Mas Jimmy dan Mas Ilham yang banyak membantu, memberi masukan serta mengajarkan bagaimana menutupi kekurangan-kekurangan selama penelitian.
9. Pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Karya Ilmiah Tertulis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Pada akhirnya semoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembacanya.

Jember, 28 Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanah Entisol	5
2.2 Pelet Pupuk Organik (Biopellet) dan Limbah Udang	5
2.3 Sifat Kimia Tanah.....	6
2.3.1 Kemasaman Tanah (pH)	6
2.3.2 C-Organik.....	7
2.3.3 Kapasitas Tukar Kation.....	7
2.3.4 Phosphor.....	7
2.4 Sifat Biologi Tanah	8
2.4.1 Aktivitas Fosfomonoesterase	8

2.4.2	Total Populasi Mikroorganisme.....	8
2.5	Kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill).....	9
2.6	Hipotesa	10
BAB 3.	METODE PENELITIAN.....	11
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
3.2	Bahan dan Alat Penelitian	11
3.2.1	Bahan Penelitian.....	11
3.2.2	Alat Penelitian.....	11
3.3	Rancangan Percobaan	11
3.3.1	Model Linier Aditif RAK Faktorial	12
3.3.2	Denah Percobaan.....	13
3.4	Prosedur Pelaksanaan	13
3.4.1	Pembuatan Biochar	13
3.4.2	Pembuatan Pupuk Bio-Pelet dari Limbah Udang	13
3.4.3	Tahap Analisis Pendahuluan (Analisis Tanah, Biochar dan Pupuk Bio-Pelet)	14
3.4.4	Persiapan Media Tanam	14
3.4.5	Penanaman	15
3.4.6	Pemeliharaan Tanaman	15
3.4.7	Pemanenan	15
3.4.8	Analisis Akhir	15
BAB 4.	HASIL DAN PEMBEHASAN.....	17
4.1	Analisis Pendahuluan	17
4.1.1	Sifat Kimia Pupuk Biopellet	17
4.1.2	Sifat Kimia Biologi dan Fisika Tanah Awal	20
4.2	Pengaruh Pupuk Biopellet Terhadap Sifat Kimia dan Hara Tanah	23
4.2.1	C – Organik Tanah	23
4.2.2	pH Tanah.....	25
4.2.3	Kapasitas Tukar Kation Tanah.....	26
4.2.4	N – Total	28
4.2.5	P-Total Tanah.....	30

4.2.6	P-Tersedia Tanah	31
4.3	Pengaruh Pupuk Biopellet Terhadap Sifat Biologi dan Aktivitas Fosfomonoesterase Tanah	33
4.3.1.	Populasi Bakteri Tanah	34
4.3.2.	Populasi Fungi Tanah.....	35
4.3.3.	Total Mikroorganisme Tanah	37
4.3.4.	Aktivitas Fosfomonoesterase Tanah	38
4.4	Pengaruh Pupuk Biopellet dan Berbagai Dosis Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai	41
4.4.1	Serapan N	41
4.4.2	Serapan P.....	43
4.4.3	Tinggi Tanaman	44
4.4.4	Jumlah Daun Trifolat	45
4.4.5	Berat Basah dan Berat Kering Tanaman	47
4.4.6	Jumlah Bintil Akar dan Berat Basah Akar	50
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1.	Kesimpulan.....	53
5.2.	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN.....		62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Variabel Analisis Pendahuluan	14
Tabel 3.2 Variabel Analisis Tanah Akhir	16
Tabel 3.3 Variabel Analisis Jaringan Tanaman	16
Tabel 3.4 Variabel Analisis Morfologi Kedelai	16
Tabel 4.1 Sifat Kimia 3 Komposisi pupuk biopelet.....	17
Tabel 4.2 Sifat Kimia Biochar Kayu.....	17
Tabel 4.3 Sifat Kimia limbah udang	18
Tabel 4.4 Hasil Analisis Pendahuluan Sifat Kimia Tanah Awal	20
Tabel 4.5 Hasil Analisis Pendahuluan Tekstur Tanah Awal	21
Tabel 4.6 Hasil Analisis Pendahuluan Sifat Biologi Tanah Awal	22
Tabel 4.7 Rangkuman hasil F-Hitung pengaruh perlakuan terhadap sifat Kimia dan hara tanah	23
Tabel 4.8 Rangkuman hasil F-Hitung pengaruh perlakuan terhadap sifat biologi dan Aktivitas Fosfomonoesterase tanah	34
Tabel 4.9 Rangkuman hasil F-Hitung pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman kedelai	41
Tabel 4.10 Interaksi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet terhadap tinggi tanaman.....	45
Tabel 4.11 Interaksi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet terhadap tinggi tanaman.....	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1 Komposisi Pupuk Biopelet berdasarkan kadar biochar dan limbah udang.....	19
Gambar 4.2 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah entisol terhadap C – Orgaik tanah	24
Gambar 4.3 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah entisol terhadap pH tanah	26
Gambar 4.4 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah entisol terhadap KTK tanah	27
Gambar 4.5 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah entisol terhadap N-total tanah.....	29
Gambar 4.6 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah Entisol terhadap P-total tanah.....	31
Gambar 4.7 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah Entisol terhadap P-tersedia tanah.....	32
Gambar 4.8 Hubungan Ion Fosfat dengan pH Larutan (Tisdale & Nelson, 1975)	33
Gambar 4.9 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah Entisol terhadap Populasi Bakteri tanah.....	35
Gambar 4.10 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah Entisol terhadap Populasi Fungi tanah	36
Gambar 4.11 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah Entisol terhadap Total mikroorganisme tanah .	38
Gambar 4.12 Pengaruh perlakuan komposisi pupuk biopelet dengan berbagai macam perbandingan biochar dengan limbah udang terhadap Aktivitas Fosfomonoesterase tanah	39
Gambar 4.13 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah Entisol terhadap serapan nitrogen tanaman kedelai	42

Gambar 4.14 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah Entisol terhadap serapan phosphor tanaman kedelai.....	43
Gambar 4.15 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah entisol terhadap jumlah daun trifolat tanaman kedelai.....	47
Gambar 4.16 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah entisol terhadap berat basah tanaman kedelai..	48
Gambar 4.17 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah entisol terhadap berat kering tanaman kedelai.	49
Gambar 4.18 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah entisol terhadap jumlah bintil akar tanaman kedelai.....	51
Gambar 4.19 Pengaruh kombinasi komposisi pupuk biopelet dan dosis pupuk biopelet pada tanah entisol terhadap berat basah bintil akar tanaman kedelai.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah	62
Lampiran 2. Tabel Matriks Korelasi Variabel Pengamatan.....	63
Lampiran 3. Dokumentasi Pembuatan Pupuk Biopellet	65
Lampiran 4. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	66
Lampiran 5. Denah Perancangan Percobaan	67
Lampiran 6. Hasil Analisis C-Organik Tanah.....	68
Lampiran 7. Hasil Analisis pH Tanah.....	69
Lampiran 8. Hasil Analisis KTK Tanah	70
Lampiran 9. Hasil Analisis N-total Tanah	71
Lampiran 10. Hasil Analisis P-total Tanah	72
Lampiran 11. Hasil Analisis P-tersedia Tanah.....	73
Lampiran 12. Hasil Analisis Populasi Bakteri Tanah	74
Lampiran 13. Hasil Analisis Populasi Fungi Tanah.....	75
Lampiran 14. Hasil Analisis Total Mikroorganisme Tanah.....	76
Lampiran 15. Hasil Analisis Aktivitas Fosfomonoesterase Tanah	77
Lampiran 16. Hasil Analisis Serapan N.....	78
Lampiran 17. Hasil Analisis Serapan P.....	79
Lampiran 18. Hasil Analisis Tinggi Tanaman	80
Lampiran 19. Hasil Analisis Jumlah Daun Trifolat	81
Lampiran 20. Hasil Analisis Berat Basah Tanaman	82
Lampiran 21. Hasil Analisis Berat Kering Tanaman	83
Lampiran 22. Hasil Analisis Jumlah Bintil Akar	84
Lampiran 23. Hasil Analisis Berat Basah Bintil Akar	85
Lampiran 24. Perhitungan Persentase Peningkatan KTK	86
Lampiran 25 Perhitungan Persentase P-tersedia dari P-total	87
Lampiran 26 Perhitungan Persentase Serapan P tersedia dari P-tersedia	88

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan dan perkembangan bahan organik berpengaruh terhadap sifat kimia dan peningkatan produktivitas tanah. Bahan organik tanah berpengaruh nyata terhadap kandungan ketersediaan fosfor di dalam tanah. Berdasar hasil penelitian diperoleh nilai rerata tertinggi tanah yang diaplikasikan bahan organik nilai P-tersedia sebesar 8,59 ppm, sedangkan hasil rerata terendah sebagai kontrol sebesar 3,88 ppm (Afandy, F.N., dkk., 2015). Kadar bahan organik berpengaruh pada sifat kimia seperti pH tanah yang masam, rendahnya kapasitas tukar kation, dan kebutuhan unsur N dan P dalam jumlah besar oleh tanaman.

Entisol adalah tanah yang belum berkembang dan banyak dijumpai pada tanah dengan bahan induk yang sangat beragam, baik dari jenis, sifat maupun asalnya. Entisol adalah tidak adanya perkembangan profil yang nyata. Sebaran tanah Entisol yang berada di wilayah Kabupaten Jember berdasarkan hasil pemetaan Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Prov. Jawa Timur memiliki luasan wilayah berjenis tanah Regosol atau dalam padanan USDA (United State Departement Agriculture) berarti Entisol sebesar 596,14 km². Luasan wilayah tanah Entisol di wilayah Jember menempati posisi kedua terbesar, sehingga perlunya pengelolaan supaya dapat mengoptimalkan hasil pertanian agar berkelanjutan (Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Jawa Timur, 2016). Utami dan Handayani (2003) mengemukakan berdasar penelitiannya bahwa tanah entisol yang tanpa mengaplikasikan bahan organik dalam sistem pertaniannya memiliki status C-organik rerata 2,41 %, yang kemudian dikriteriakan dalam sedang oleh Staf Pusat Penelitian Tanah (1983). Utami dan Handayani (2003) melaporkan dalam kajiannya bahwa tanah entisol yang mengaplikasikan bahan organik dalam sistemnya status C-organik yang tinggi yakni 3,15 %. Meskipun tanah entisol berpotensi akan unsur hara kecuali N akan tetapi unsur ini belum mengalami pelapukan. Untuk mempercepat pelapukan diperlukan pemupukan bahan organik, pupuk kandang dan pupuk hijau.

Biochar sebuah solusi agar dapat meningkatkan kandungan C-organik pada tanah Entisol dalam jangka waktu panjang. Peran Biochar mampu bertahan dalam jangka waktu lama dalam tanah sebagai sumber karbon alami. Sumber karbon dalam biochar mampu bertahan lama disebabkan dapat bertahan dari aktivitas mikroba dan terkunci sehingga tidak mudah terlepas menjadi CO₂. Penelitian ini menggunakan sumber biochar berupa biomassa kayu. Namun kekurangan pada biochar adalah rendahnya kandungan unsur hara terutama unsur N dan P yang sangat diperlukan tanaman. Kekurangan tersebut diatasi dengan mengkombinasikan biochar menggunakan sumber/bahan yang memiliki kandungan unsur hara.

Pengkombinasian Biochar dapat dilakukan dengan beragam sumber unsur hara organik maupun anorganik. Penggunaan bahan anorganik pada masa kini mulai dikurangi dan mengarah pada pertanian organik sehingga kombinasi biochar dilakukan dengan menggunakan bahan organik. Pemanfaatan limbah udang sebagai sumber unsur hara untuk dikombinasikan dengan biochar. Nurhasanah dan Heryadi (2016) melaporkan limbah udang memiliki kandungan N sebesar 0,14747 % dan unsur P 537 ppm. Pengkombinasian limbah udang dan biochar diharapkan dapat meningkatkan unsur hara dan aktivitas Fosfomonoesterase tanah entisol.

Mineralisasi fosfat organik juga melibatkan peran mikroba tanah melalui produksi enzim Fosfomonoesterase seperti Fosfomonoesterase asam dan basa. Beberapa enzim Fosfomonoesterase seperti fosfomonoesterase, fosfodiesterase, trifosfomonoesterase dan fosfoamidase pada umumnya terdapat didalam tanah. Enzim-enzim tersebut bertanggung jawab pada proses hidrolisis P organik menjadi fosfat anorganik ($H_2PO_4^- \cdot HPO_4^-$) yang tersedia bagi tanaman (Pang, 1986; Mearyard, 1999; Lal, 2002; Suliasih, 2007).

Penelitian mengenai dosis biochar yang dikombinasi biopellet masih belum banyak dilaporkan baik terhadap perbaikan aktivitas fosfatase untuk ketersediaan hara tersedia maupun bagi pertumbuhan tanaman. Berdasarkan landasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemberian biochar yang dikombinasikan biopellet, karakteristik biochar dan biolet terhadap aktivitas

fosfatase tanah entisol sebagai salah satu indikator kesuburan tanah dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai.

1.2 Perumusan Masalah

Status sifat kimia tanah entisol yang rendah disebabkan tanah masih berkembang dengan kandungan bahan organik rendah sehingga yang kurang mampu memasok kebutuhan hara tanaman. Kemampuan kapasitas tukar kation rendah menjadikan tingkat penjerapan dan hilangnya hara dalam tanah setelah dilakukan penambahan hara dirasa kurang. Pemberian biopelet dengan kombinasi biochar dari kayu dimaksud sebagai pembenah tanah yang meningkatkan kapasitas tukar kation melalui pengikatan karbon dalam tanah. Namun, kandungan hara dalam biochar yang sedikit perlu diperkaya dengan pupuk biopelet kombinasi biochar untuk memperbaiki aktivitas fosfomonoestrase tanah entisol utamanya serapan fosfor dan pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai. Pemberian biopelet dengan dosis biochar yang diperkaya masih belum banyak dilaporkan baik terhadap perbaikan sifat kimia tanah maupun bagi perkembangan aktivitas fosfomonoestrase untuk pertumbuhan tanaman kedelai. Berdasarkan permasalahan tersebut maka di dapatkan rumusan masalah yang menyatakan, bahwa:

1. Bagaimana interaksi pupuk biopelet antara limbah udang dengan biochar terhadap aktivitas fosfomonoesterase dan serapan P di tanah entisol?
2. Bagaimana pengaruh kombinasi biopelet limbah udang dengan biochar terhadap aktivitas fosfomonoesterase dan serapan P di tanah entisol?
3. Manakah perlakuan pemberian biopelet kombinasi limbah udang dengan biochar paling baik dalam aktivitas fosfomonoesterase dan serapan P di tanah entisol?

1.3 Tujuan

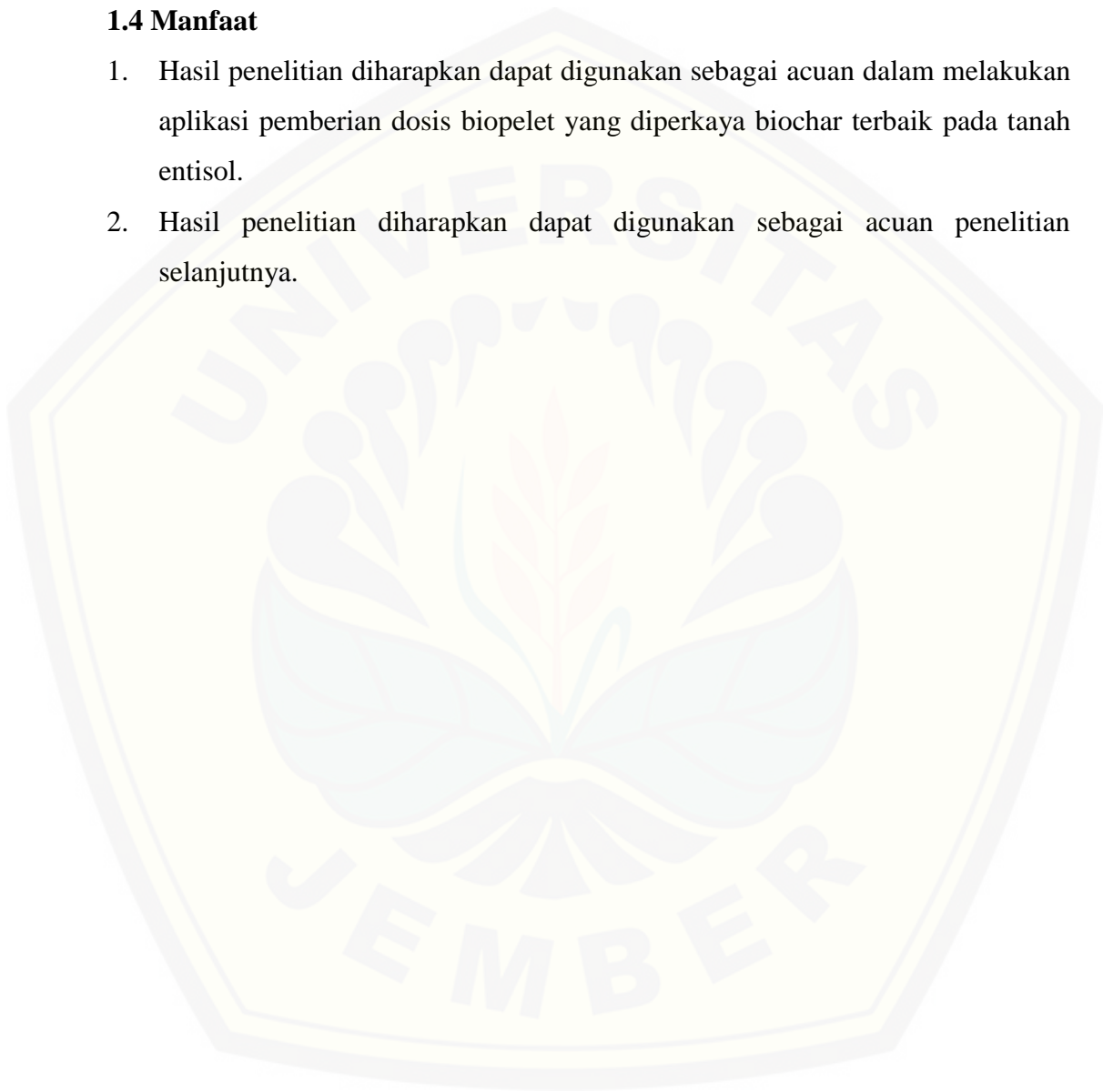
Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui interaksi pupuk biopelet antara limbah udang dengan biochar terhadap aktivitas fosfomonoesterase dan serapan P di tanah entisol.
2. Mengetahui pengaruh kombinasi biopelet limbah udang dengan biochar terhadap aktivitas fosfomonoesterase dan serapan P di tanah entisol.

3. Mengetahui perlakuan pemberian biopellet kombinasi limbah udang dengan biochar terbaik dalam aktivitas fosfomonoesterase dan serapan P di tanah entisol.

1.4 Manfaat

1. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan aplikasi pemberian dosis biopellet yang diperkaya biochar terbaik pada tanah entisol.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Entisol

Entisol merupakan jenis tanah yang memiliki konsistensi rendah yang berakibat mudah lepas – lepas, tingkat agregasi rendah sehingga kepekaan erosi tinggi, dan kandungan hara yang tersedia masih rendah. Entisol memiliki kandungan unsur hara rendah disebabkan unsur hara P dan K belum siap untuk diserap tanaman. Tanah Entisol memiliki bahan induk yang dibedakan menjadi 3 jenis yakni entisol abu-vulkanik, entisol bukit-pasir, dan entisol batuan sedimen (Darmawijaya, 1992). Entisol memiliki kemampuan menyediakan hara yang baik bagi tanaman akan tetapi belum pada bentuk yang tersedia bagi tanaman disebabkan tanah yang berasal dari abu vulkanik ini belum mengalami pelapukan. Pelapukan akan dipercepat apabila terdapat aktivitas bahan organik sebagai penyedia asam – asam organik (Soil Survey Staff, 1998 ; Utami, 2003).

2.2 Pelet Pupuk Organik (Biopelet) dan Limbah Udang

Bentuk pupuk organik secara fisik dibedakan menjadi 2 diantaranya Curah dan pelet. Pupuk organik pelet yang diproses dari tepung biomassa melewati pengeringan kemudian dicampuri dengan bahan perekat yang selanjutnya dicetak menggunakan alat pencetak pelet dengan berlubang diameter 5 mm (Wardhana *et al.*, 2015). Bahan pupuk organik semua ditepungkan untuk membentuk partikel yang halus dan seragam kemudian perlu ditambahkan perekat untuk membentuk pelet dalam proses cetak. bahan yang digunakan sebagai perekat harus memiliki daya rekat yang baik dan tidak berbahaya bagi tanaman dan lingkungan, bahan yang baik diantaranya tepung tapioka, tanah liat dan molase (Utari *et al.*, 2015). Kelebihan membentuk pupuk organik menjadi bentuk pelet diantaranya : 1) Efektif dalam transportasi dan volume lebih efektif 50 – 80% dari volume awal bahan., 2) Bentuk pelet lebih efisien disebabkan tidak menimbulkan debu., 3) Peningkatan Nitrifikasi dalam tanah yang mampu mempertahankan kondisi anaerobik yang kemudian proses peluruhan dan pelepasan nitrat secara bertahap., 4) Efektif dalam

menekan overdosis nutrisi mendadak (*fertilizer burn*) bagi tanaman disebabkan proses peluruhan bertahap (Hara, 2001).

Pembuatan pupuk organik dengan bahan dasar limbah akuakultur seperti cangkang kepiting dan limbah udang (Saputra *et al.*, 2017). Kandungan nutrisi dan unsur hara Limbah udang dinilai cukup baik dan layak dijadikan bahan pembuatan pupuk organik (Purba *et al.*, 2013). Bagian kepala dan kulit limbah udang memiliki kandungan protein tinggi dan kadar mineral tinggi seperti Ca, P, Na dan Zn (Ibrahim *et al.*, 1999). Pemanfaatan limbah kepala udang sebagai pupuk organik untuk meningkatkan kualitas unsur hara N dan P didalam tanah. Pupuk organik dari limbah udang memiliki pH 7,9 dengan kandungan hara N sebesar 9,45% dan P sebesar 1,9%. Kualitas limbah udang tersebut dapat dimanfaatkan pada tanah masam dan memasok unsur hara N serta P (Igunsyah, 2014).

2.3 Sifat Kimia Tanah

2.3.1 Kemasaman Tanah (pH)

pH tanah atau biasa disebut kemasaman tanah di artikan sebagai sebuah skala ukur atas kemasaman relatif dan atau keadaan relatif yang mencakup antara skala pH dengan nilai 0 (nol) hingga 14. pH dengan nilai 7 disebut sebagai netral. Kemudian dibawah nilai 7 dikatakan sebagai masam, dan pH diatas nilai 7 dikatakan sebagai basa. Idealnya pH dengan keadaan netral merupakan yang baik digunakan dalam sebuah kegiatan budidaya. Selain itu pH tanah mampu mempengaruhi sifat kimia dari tanah. Sifat kimia yang dipengaruhi yakni ketersediaan unsur hara dan KTK (kapasitas tukar kation). Aktivitas mikroorganisme dalam tanah dapat terganggu apabila kestabilan pH tanah terganggu (Kusumandaru *et al.*, 2015).

Menurut Wilson *et al.* (2015), Korelasi pH dan KTK tersebut secara tidak langsung berkaitan erat terhadap N-total dan P-tersedia tanah. Semakin tinggi nilai KTK maka koloid tanah akan semakin aktif. Korelasi pH dan aktivitas enzim diluar keadaan netral atau pH optimum berakibat menurunkan aktivitas enzim dengan cepat dan mampu menghilangkan kemampuan katalitiknya. Hal ini disebabkan

struktur tiga dimensi dari enzim mulai berubah sehingga substrat tidak dapat berikatan dengan sisi aktif enzim yang lain (Nurkhotimah., dkk. 2017)

2.3.2 C-Organik

Peranan bahan organik sangat dibutuhkan menyangkut pemeliharaan sifat fisik biologi dan sifat kimia tanah. Keberadaan bahan organik cukup memberikan kondisi baik bagi tanaman. Pengaruh yang diberikan bahan organik pada kesuburan tanah yakni meningkatkan kapasitas tukar kation (CEC) dan meningkatkan kejenuhan basa tanah. Pemeliharaan yang menyangkut sifat biologi tanah diantaranya penyediaan energi bagi aktivitas organisme. Aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik melepaskan unsur – unsur nitrogen, phosphor dan beberapa unsur mikro lainnya yang berguna tanaman dan mikroorganisme yang lain (Arifin, 2011; Kusumandaru et al., 2015 ; Sukmawati, 2015).

2.3.3 Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas tukar kation salah satu sifat kimia tanah dalam penentuan kesuburan tanah. Penanda bagi tanah ber-KTK tinggi dengan mampu menyediakan kation unsur kation (H^+ , K, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}) yang tinggi untuk dipertukarka (Kusumandaru et al., 2015). Kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara dipengaruhi oleh tinggi rendahnya ketersediaan KTK. Ketersediaan KTK sangat dipengaruhi oleh pH tanah dan ketersediaan bahan organik. Penyebab bahan organik mempengaruhi kadar KTK disebabkan degradasi bahan organik dan C-Organik. Peningkatan bahan organik dengan pemupukan atau pemberian bahan organik mampu membantu meningkatkan kapasitas tukar kation. Proses dekomposisi yang terjadi pada bahan organik secara berlanjut menghasilkan senyawa – senyawa humat yang mampu memperbaiki KTK tanah (Nugroho, dkk., 2013).

2.3.4 Phosphor

Pemenuhan kebutuhan tanaman terhadap unsur P (phosphor) membutuhkan secara cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Bentuk unsur P dalam tanah dikelompokkan menjadi 2 bentuk yakni P-organik dan P-anorganik. Tanaman membutuhkan unsur P dalam bentuk P-anorganik. P-

anorganik membentuk sebuah kompleks akibat kombinasi dengan Al, Fe, Ca dan bereaksi dengan klei. Phosphor bereaksi dan membentuk kompleks dengan klei sehingga tidak terlarut. Kelarutan P-anorganik dalam kompleks klei bervariasi, bergantung kation yang mengikat ion P dan reaksi P yang terjadi dalam Tanah (Sunarso, 2005 ; Fikdalillah, dkk., 2016). Keberadaan P dalam tanaman berfungsi sebagai cadangan energi maupun penyusun senyawa – senyawa penting, sebagai zat pembangun, dan pembentuk membran sel dan transfer energi didalam sel.. Fungsi spesifik phosphor dalam proses simbiosis bakteri rhizobium dengan tanaman sehingga dapat menambah fiksasi nitrogen (N) oleh bakteri rhizobium. Bertambahnya kadar phosphor dapat menambah jumlah, ukuran dan berat kering bintil akar kedelai demikian pula pertumbuhan dan hasil tanaman (Zuchri, 2009). Kekurangan unsur P mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme karena tidak adanya energi untuk aktifitas metabolisme sel sehingga pertumbuhan tanaman terhambat (Awaluddin *et al.*, 2016).

2.4 Sifat Biologi Tanah

2.4.1 Aktivitas Fosfomonoesterase

Fosfomonoesterase ialah kelompok enzim hidrolase yang memiliki fungsi menambat H₂O dalam ikatan esterfosfat. Reaksi Hidrolisis Fosfomonoesterase dalam proses P organik menjadi bentuk P tersedia secara umum :



Enzim Fosfomonoesterase memiliki fungsi melarutkan fosfat organik menjadi fosfat tersedia bagi tanah dan tanaman. Fosfomonoesterase dihasilkan secara dominan dalam kondisi ketersediaan fosfor rendah. (Fitriatin, *et al.* 2008 ; Widawati, 2010 ; Nurkhotimah, dkk. 2017).

2.4.2 Total Populasi Mikroorganisme

Populasi mikroorganisme merupakan parameter penting guna menduga produktivitas suatu lahan karena mikroorganisme tanah merupakan pemecah

primer, sehingga perlu untuk mengetahui perbedaan sifat biologi tanah yang didekati dengan pengukuran respirasi tanah, populasi total bakteri, dan populasi total jamur pada beberapa tipe penggunaan lahan. Penetapan total populasi bakteri dan total populasi jamur dengan metode cawan tuang (Saridevi dkk., 2013). Upaya pengambilan contoh tanah, tanah harus dalam keadaan lembab untuk keperluan analisis mikroorganisme di laboratorium. Contoh tanah diambil pada kedalaman 0 – 20 cm dengan jarak 500 – 1000 m dari beberapa tempat pada lahan yang sama untuk mengetahui populasi mikroorganisme di dalam tanah. Tanah dicampur secara homogen setelah diaduk rata kemudian diambil 500 gr, sedangkan untuk analisis data dapat dilakukan dengan menggunakan Uji-T yaitu dengan membandingkan rata-rata parameter pengamatan terhadap masing-masing jumlah populasi mikroba tanah. Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara statistik (Maida, 2013).

2.5 Kedelai (*Glycine max* L. Merrill)

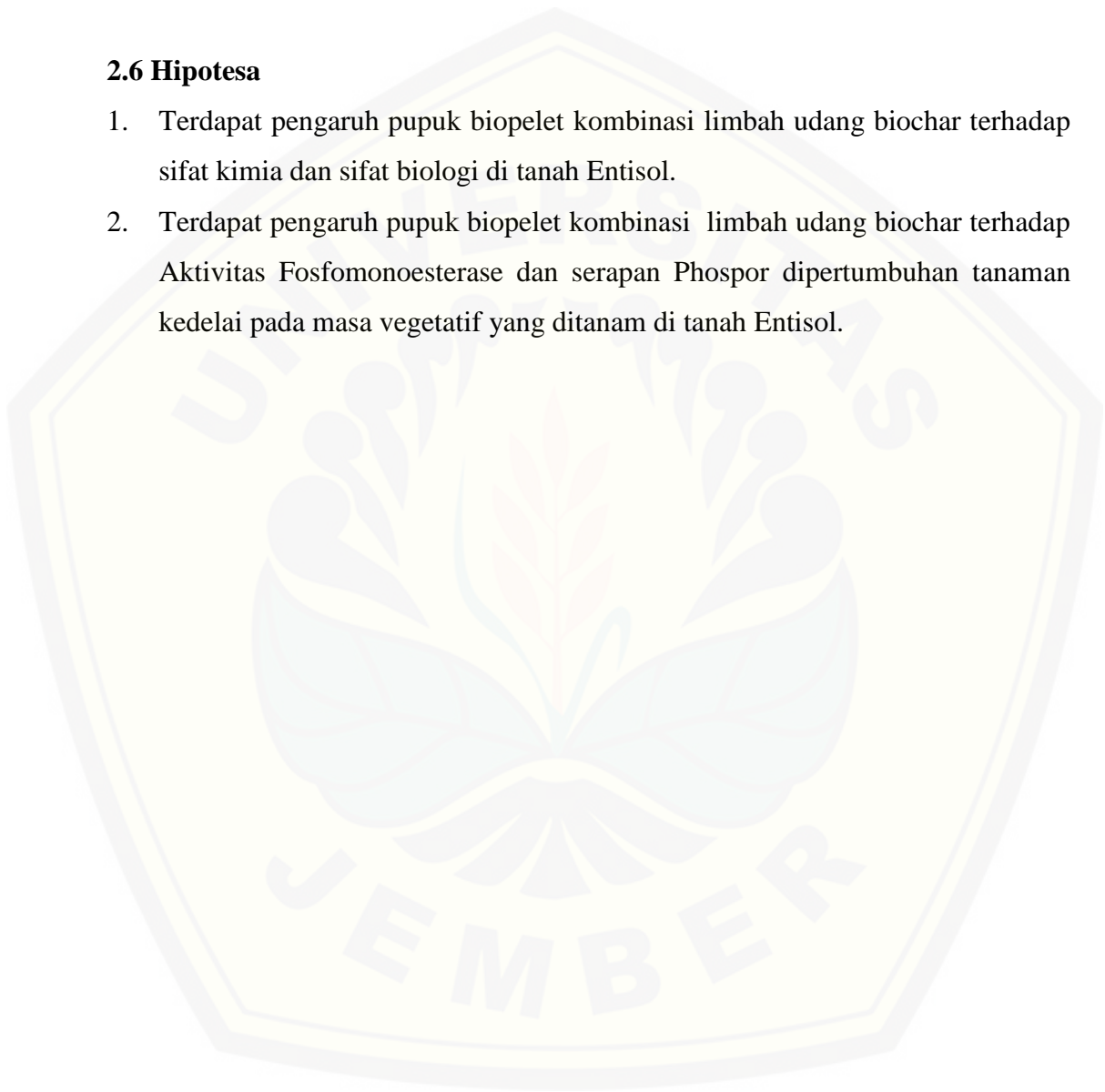
Kedelai sebagai tanaman semusim dan sebagai tanaman yang sangat membutuhkan hara N (sekitar 60%). Namun kebutuhan hara N pada tanaman kedelai dapat dipenuhi dari simbiosis antara kedelai dengan rhizobium yang berada di dalam bintil akar tanaman tersebut. Simbiosis mutualisme yang terjadi antara tanaman kedelai dengan bakteri rhizobium ini akan membantu mencukupi kebutuhan N, sehingga dapat menurunkan penggunaan pupuk N kimia. Hal ini dikarenakan jumlah rhizobium di dalam tanah sudah cukup apabila populasinya 1.000 sel rhizobium/g tanah. Penambatan N₂ dari atmosfer secara biologis oleh bermacam-macam jenis tanaman kacang-kacangan berkisar antara 200-300 kg N/ha per tahun. Pertumbuhan bintil akar sangat tergantung pada faktor lingkungan seperti jumlah nutrisi, suhu, kadar air tanah, dan faktor genetik (Bertham, 2009).

Berdasarkan penelitian Kumalasari et.al. (2013), persentase bintil akar efektif yang ditandai dengan warna pink kemerahan memiliki hubungan dengan aktifitas bakteri penambat N yang bersimbiosis dengan tanaman kedelai. Hal ini dikarenakan kandungan leghemoglobin pada bintil akar yang berwarna kemerahan tersebut berfungsi untuk mengatur pasokan oksigen untuk bakteroid. Norman

(1978) menyatakan bahwa, bintil akar akan menjadi sangat efektif saat tanaman mencapai fase vegetatif maksimal dan akan terus melakukan fiksasi terhadap nitrogen hingga masa degenerasi tiba, yaitu saat tanaman berumur 50-60 hari setelah tanam.

2.6 Hipotesa

1. Terdapat pengaruh pupuk biopellet kombinasi limbah udang biochar terhadap sifat kimia dan sifat biologi di tanah Entisol.
2. Terdapat pengaruh pupuk biopellet kombinasi limbah udang biochar terhadap Aktivitas Fosfomonoesterase dan serapan Phospor dipertumbuhan tanaman kedelai pada masa vegetatif yang ditanam di tanah Entisol.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian mengenai Pengaruh Pemberian Biochar dari Jerami Padi, Limbah Kedelai, dan Kayu yang Diperkaya Pupuk Biopellet Limbah Udang terhadap Aktivitas Fosfomonoesterase dan Serapan Unsur Phospor Tanah Entisol dilaksanakan pada bulan Juni 2018 sampai dengan Desember 2018. Penelitian dilaksanakan di halaman luar *green house* Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Pelaksanaan analisa untuk mengetahui sifat kimia tanah dan jaringan tanaman dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah, kemudian pelaksanaan mengenai populasi mikroba tanah dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah, Gedung Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

1. Limbah kayu
2. Limbah udang
3. Benih tanaman kedelai varietas Wilis
4. *Polybag*
5. Tanah Entisol (media tanam)

3.2.2 Alat Penelitian

1. Drum besi
2. Pencetak bio-pellet
3. Peralatan laboratorium
4. Alat-alat pertanian

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri atas 2 faktor antara lain 3 taraf untuk kombinasi konsentrasi biochar dan biopellet limbah udang dan 3 taraf untuk dosis pupuk biopellet dengan biochar.

Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Oleh karena itu terdapat $3 \times 3 \times 3 = 27$ polybag terdapat pula perlakuan kontrol sebagai pembanding yang diulang sebanyak 3 kali.

Faktor I: Komposisi biochar untuk pupuk biopellet dengan taraf

B1: 75% biochar dan 25% limbah udang

B2: 50% biochar dan 50% limbah udang

B3: 25% biochar dan 75% limbah udang

Faktor II: Dosis pupuk biopellet dengan taraf

D1: $0,5 \text{ ton.ha}^{-1}$ setara dengan $0,625 \text{ gram/3 kg tanah}$

D2: 5 ton.ha^{-1} setara dengan $6,25 \text{ gram/3 kg tanah}$

D3: 10 ton.ha^{-1} setara dengan $12,5 \text{ gram/3 kg tanah}$

Pemupukan bahan organik efektif pada dosis dibawah 20 ton.ha^{-1} (Gao, Si., and T.H. DeLuca, 2018), Ilmiawan, (2017) menambahkan bahwa pemupukan dengan bahan organik baik pada dosis 10 ton.ha^{-1} atau dibawah 10 ton.ha^{-1} .

3.3.1 Model Linier Aditif RAK Faktorial

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1,2,3 \quad j = 0,1,2,3,4 \quad k = 1,2,3$$

Keterangan:

Y_{ij} = pengamatan pada satuan percobaan pada blok ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan taraf ke-i dari faktor B dan taraf ke-j dari faktor D

μ = rata-rata umum (rata-rata populasi)

α_i = pengaruh taraf ke-i dari faktor B

β_j = pengaruh taraf ke-j dari faktor D

$(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh taraf ke-i dari faktor B dengan taraf ke-j dari faktor D

ρ_k = pengaruh acak dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij. $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$.

ε_{ijk} = pengaruh acak dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij. $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$.

Data hasil pengamatan akan dianalisis secara statistika dengan sidik ragam. Jika terdapat perlakuan yang berbeda nyata perlu dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan Multiple Range (DMRT) pada taraf 5%.

3.3.2 Denah Percobaan

Blok 1	Blok 2	Blok 3
B2D3	B3D2	B1D3
B2D2	B1D1	B3D2
B2D1	B2D3	B2D2
B1D2	B1D3	B3D1
B1D3	B2D2	B3D3
B3D2	B3D3	B2D1
B3D3	B2D1	B1D2
B3D1	B1D2	B1D1
B1D1	B3D1	B2D3

3.4 Prosedur Pelaksanaan

3.4.1 Pembuatan Biochar

Biochar dibuat dengan cara membakar biomassa dari jerami padi, limbah kedelai dan kayu. Pembakaran dilakukan pada tungku pirolisis berupa drum plat besi yang telah dimodifikasi sedemikian rupa. Drum besi berfungsi sebagai isolator panas saat pengarangan berlangsung agar udara tidak dapat masuk (Sandra et al., 2014). Biomassa yang sudah kering masukkan ke dalam drum hingga $\frac{3}{4}$ drum dan kemudian dipadatkan sampai tidak ada rongga udara pada tumpukan biomassa. Biomassa dibakar didalam drum dengan api yang benar-benar menyala dan drum besi ditutup rapat. Proses pengarangan sempurna apabila tidak lagi ada gas yang keluar maka proses pengarangan telah selesai. Pendinginan arang dilakukan dengan menyiramkan air agar proses pengarangan tidak berlanjut hingga proses pengabuan. Biochar dari biomassa kayu harus dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil berdiameter ± 8 cm dan panjang ± 20 cm.

3.4.2 Pembuatan Pupuk Bio-Pelet dari Limbah Udang

Pupuk biopelet terbuat dari campuran biochar dan limbah udang. Limbah udang yang digunakan adalah limbah kepala udang dan kulit udang kering (proses penjemuran). Limbah udang terlebih dahulu dikeringkan hingga kadar airnya

berkurang. Limbah kering kemudian ditepungkan atau dihaluskan menjadi partikel-partikel kecil sehingga mudah dibentuk menjadi pelet. Demikian halnya dengan biochar, biochar dihaluskan hingga menjadi tepung. Tepung biochar dan limbah udang dicampurkan hingga homogen dan ditambahkan dengan bahan perekat molase. Perekat molase ditambahkan hingga tepung bahan bisa direkatkan dan dicetak berbentuk pelet. Biopelet pupuk dicetak pada cetakan pelet hingga pelet terbentuk dengan ukuran 5mm. Pupuk biopelet yang telah tercetak sempurna kemudian dikeringkan di oven.

3.4.3 Tahap Analisis Pendahuluan (Analisis Tanah, Biochar dan Pupuk Bio-Pelet)

Tanah yang digunakan sebagai media tanam dalam penelitian dilakukan analisis terlebih dahulu untuk mengetahui sifat kimianya seperti pH, kandungan N-total, P-tersedia, KTK dan C-organik tanah. Metode yang digunakan dalam analisis pendahuluan tanah awal dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Analisis Pendahuluan

Variabel	Metode
Analisis pH H ₂ O dan pH KCl	Metode pH meter
Analisis Kadar Air tanah	Metode Gravimetri
Analisis N total tanah	Metode Kedjahl
Analisis N total Biopelet	Metode Kedjahl
Analisis P tersedia tanah	Olsen
Analisis P tersedia Biopelet	Olsen
Analisis KTK	Pereaksi Ammonium Asetat 1M
Analisis C-Organik tanah	Kurmis
Analisis C-Organik Biopelet	Kurmis

3.4.4 Persiapan Media Tanam

Contoh tanah yang digunakan adalah tanah entisol dengan karakteristik kimia meliputi kadar bahan organik rendah, pH masam mendekati netral, dan KTK rendah. Contoh tanah dikeringanginkan, dihaluskan dan diayak menggunakan pengayak lolos 2 mm. Tanah ayakan lolos 2mm diukur kadar airnya untuk mengetahui bobot kering tanah pada saat penanaman. Tanah kering angin sebanyak 3 kg dicampur dengan biochar yang sebelumnya telah diperkaya pupuk bio-pelet sesuai takaran masing-masing perlakuan, segala bentuk pencampuran dilakukan diluar polybag. Biochar hanya diaplikasikan satu kali yakni pada saat awal masa

tanam. Campuran tanah dan biochar dimasukkan kedalam polybag setelah tercampur merata. Tanah kemudian disiram hingga kapasitas lapang. Inkubasi tanah dilakukan selama 2 minggu agar terjadi perubahan yang signifikan terhadap sifat kimia tanah akibat perlakuan, berdasarkan pendapat Kumalasari et.al. (2013), pengomposan dan atau inkubasi tanah bertujuan untuk mengupayakan kegiatan mikrobial tanah menjadi lebih aktif sehingga mampu mempercepat proses dekomposisi.

3.4.5 Penanaman

Benih kedelai ditanam pada masing-masing polybag sebanyak 3 butir. Benih ditanam pada kedalaman 3 cm. Tanaman yang paling baik pertumbuhannya dipilih setelah 1 minggu penanaman.

3.4.6 Pemeliharaan Tanaman

Tanaman dilakukan penyiraman secara rutin, pengendalian gulma pada polybag dilakukan secara manual. Hama dan penyakit dikendalikan dengan aplikasi pestisida, fungisida dan bakterisida apabila telah melewati ambang ekonomi dan bila diperlukan pengendalian.

3.4.7 Pemanenan

Tanaman dipanen saat fase vegetatif maksimum berumur 28 hari (Balitkabi, 2016) dengan cara mencabut tanaman beserta akar secara hati-hati. Penimbangan dilakukan untuk mengetahui berat basah bintil akar, bobot basah dan bobot kering berangkasnya serta menghitung jumlah bintil akar.

3.4.8 Analisis Akhir

3.4.8.1 Analisis Tanah

Tanah dianalisis akhir untuk mengamati perubahan karakteristik sifat kimia seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.2 Variabel Analisis Tanah Akhir

Variabel	Metode
Analisis pH H ₂ O dan pH KCl	Metode pH meter
Analisis Kadar Air tanah	Metode Gravimetri
Analisis N total	Metode Kedjahl
Analisis P tersedia tanah	Olsen
Analisis P total	Analisis penetapan P total
Analisis C-Organik tanah	Kurnis
Analisis KTK	Pereaksi Ammonium Asetat 1M
Serapan Phospor	Perhitungan
Serapan N	Perhitungan
Analisis Aktivitas Fosfomonoesterase	Fosfomonoesterase
Analisis Total Mikroorganisme	Metode Cawan
Analisis Total Fungi	Metode Cawan
Analisis Total Bakteri	Metode Cawan

3.4.8.2 Analisis Jaringan Tanaman

Jaringan tanaman kedelai pada setiap perlakuan diamati pada saat setelah dilakukan penimbangan bobot setelah panen.

Tabel 3.3 Variabel Analisis Jaringan Tanaman

Variabel	Metode
Analisis N total	Analisis penetapan N total
Analisis P total	Analisis penetapan P total

3.4.8.3 Analisis Morfologi Kedelai

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui perkembangan morfologi tanaman kedelai selama fase vegetatif.

Tabel 3.4 Variabel Analisis Morfologi Kedelai

Parameter	Metode	Waktu Pengamatan
Tinggi tanaman	Pengukuran	Setiap 1 minggu
Jumlah daun trifolat	Pengukuran	Setiap 1 minggu
Berat basah tanaman	Penimbangan	Setelah panen
Berat kering tanaman	Penimbangan	Setelah panen
Panjang akar	Pengukuran	Setelah panen
Jumlah bintil akar kedelai	Pengukuran	Setelah panen
Jumlah bintil akar efektif	Pengukuran	Setelah panen
Berat basah bintil akar	Pengukuran	Setelah panen
Berat kering bintil akar	Pengukuran	Setelah panen

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasar hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perlakuan kombinasi Biopelet dengan peningkatan kadar limbah udang pada pupuk biopelet secara nyata berpengaruh pada aktivitas Fosfomonoesterase tanah dan N-total tanah.
2. Peningkatan kadar biochar pada pupuk biopelet secara nyata mampu meningkatkan pH tanah, P – total tanah, KTK tanah, dan Populasi Bakteri Tanah.
3. Perlakuan pupuk biopelet 1:1 secara nyata mampu Meningkatkan C-organik tanah, berat kering tanaman, dan P-tersedia tanah.
4. Perlakuan pupuk biopelet terbaik mampu meningkatkan nilai variabel Aktivitas fosfomonoesterase ditunjukkan pada perlakuan 1:3 dengan dosis 0,5 ton.ha⁻¹, selanjutnya pada variabel morfologi tanaman dan serapan N dan P tanaman ditunjukkan pada perlakuan 3:1 dengan dosis 10 ton.ha⁻¹, namun pada variabel tinggi tanaman memberi pengaruh terbaik pada dosis 5 ton.ha⁻¹ dan berat kering tidak memberi pengaruh terbaik pada perlakuan ini.
5. Interaksi perbandingan biochar dan limbah udang dengan dosis pupuk biopelet tidak ditemukan pada Aktivitas Fosfomonoesterase dan Serapan P, namun ditemukan pada C-organik tanah, jumlah daun trifolat, dan berat basah tanaman.
6. Kombinasi perlakuan pupuk biopelet secara nyata tidak memberikan pengaruh pada Serapan P, Populasi Fungi tanah dan total mikroorganisme tanah.
7. Pemberian pupuk biopelet terhadap variabel biokimia tanah, Serapan P dan N jaringan tanaman dan morfologi tanaman kedelai menunjukkan hubungan yang kuadratik.

5.2. Saran

Limbah udang bersifat yang sulit terdekomposisi diperlukan pengembangan pengolahan untuk mempercepat penguraian limbah. Waktu -

inkubasi perlu diperhatikan untuk meningkatkan aktivitas biologis. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui residu pupuk biopellet setelah musim tanam pertama, penanaman hingga produksi dan pengaruhnya saat diaplikasikan dilahan.



DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Fahriansyah Nur., Bambang Siswanto, dan Yulia Nuraini. 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Bahan Organik Terhadap Sifat Kimia Tanah pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Ubi Jalar di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. *Tanah dan Sumberdaya Lahan* 2(2) : 237-244, 2015
- Allison, S.D., Vitousek, P.M., 2005. Response of extracellular enzymes to simple and complex nutrient inputs. *Soil Biology & Biochemistry* 37, 937-944.
- Amador, J.A., Glucksman, A.M., Lyons, J.B., Gorres, J.H., 1997. Spatial distribution of soil phosphatase activity within a riparian forest. *Soil Sci.* 162, 808-825.
- Ammonette, J.E. 2010. Biochar Introduction. <http://www.slideshare.net/NSCSS/ammonette-biocharintroduction>. Diakses 6 Desember 2018.
- Anas, I. 1989. *Biologi Tanah dalam Praktek*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Bogor.
- Anderson, J.M., 1973. Carbon dioxide evolution from two temperate deciduous woodland soils. *J. Appl. Ecol.* 10, 361-378.
- Ansori, T. 2005. Mengenal Bahan Organik Lebih Jauh. <http://Elisa.ugm.ac.id/files/cahyonoagus/hDXa17zE/tugas%20ith%20kul.doc>. Diakses tanggal 6 Desember 2018.
- Apzani, W., H. A. W. Wardhana, Baharuddin dan Z. Arifin. 2017. Efektivitas Pupuk Organik Cair Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Fermentasi *Trichoderma* spp. Terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa* L.). *Sangkareang Mataram*, 3(3):1-9.
- Arifin, Z. 2011. Analisis Nilai Indeks Kualitas Tanah Entisol Pada Penggunaan Lahan yang Berbeda. *Agroteksos*, 21 (1) : 47-56.
- Awaluddin, B., H. Y. Azis dan A. Tuwo. 2016. Perbedaan Kandungan Karaginan dan Produksi Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Antara Bibit Alam dan Bibit Hasil Pengayaan. *Rumput Laut Indonesia*, 1(1): 65-70.
- Balai Penelitian Tanaman Kacang – kacang dan Umbi – umbin. 2016. *Biologi Tanaman Kedelai*. BALITKABI Press.
- Bertham, Y.H. 2009. *Rhizobium* dan CMA Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tiga Genotipe Kedelai di Ultisols. *Akta Agrosia*, 12 (1) : 68 – 74.

- Birnadi, S. 2014. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pupuk Organik Bokashi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) *Kultivar Wilis*. 8(1): 29-46.
- Cheng, C.H., Lehmann, J., Thies, J.E., Burton, S.D., and Engelhard, M.H. 2006. Oxidation of black carbon through biotic and abiotic processes. *Organic Geochemistry* 37 : 1477 – 1488.
- Chrost, R.J., 1991. Environmental control of the synthesis and activity of aquatic microbial ectoenzymes. In: Chrost, R.J. (Ed.), *Microbial Enzymes in Aquatic Environments*. Springer-Verlag, pp. 29e59.
- Clark, R.B., Zeto, S.K., 1996. Growth and root colonization of mycorrhizal maize gram on acid and alkaline soil. *Soil Biol. Biochem.* 28, 1505–1511.
- Dalimunthe, M. dan F. Tanjung. 2006. Pengaruh Residu Fosfor dan Bahan Organik Terhadap pH H₂O, KTK, Al-dd dan Produksi Kacang Hijau Setelah Dua Kali Pertanaman Padi Pada Lahan Sawah Tadah Hujan. *Bidang Ilmu Pertanian*, 4(2): 89-98.
- Darmawijaya, M. Isa. 1992. *Klasifikasi Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Febrianna, M., S. Prijono dan N. Kusumarini. 2017. Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Untuk Meningkatkan Serapan Nitrogen serta Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica juncea L.*) pada Tanah Berpasir. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2): 1009-1018.
- Fikdalillah., Muh. Basir, dan Imam Wahyudi. 2016. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap serapan fosfor dan hasil TANAMAN SAWI PUTIH (*Brassica pekinensis*) pada entisols sidera. *Agrotekbis* 4 (5) : 491-499
- Fischer, D. and B. Glaser. 2012. *Synergisms Between Compost and Biochar for Sustainable Soil Amelioration*. Rijeka: InTech.
- Fitriatin, Betty N., Reginawati Hindersah., and Pujawati Suyatmana. 2008. Aktivitas enzim Fosfomonoesterase dan ketersediaan fosfat tanah pada sistem tumpangsari tanaman pangan dan jati (*Tectona grandis L.f*) setelah aplikasi pupuk hayati. *Agrikultura*. 19(3). 161 – 167.
- Gani, A. 2009. *Iptek Tanaman Pangan*. 4(1)

- Gao, S., T.H. DeLuca. 2018. Wood biochar impacts soil phosphorus dynamics and microbial communities in organically-managed croplands. *Soil Biology and Biochemistry* 126 (2018) 144–150
- Garnier-Sillam, E., Harry, M., 1995. Distribution of humic compounds in mounds of some soil-feeding termite species of tropical rainforests—Its influence on soil structure stability. *Social Insects* 42, 167–185.
- Geng, Y., Dighton, J., Gray, D., 2012. The effects of thinning and soil disturbance on enzyme activities under pitch pine soil in New Jersey Pinelands. *Applied Soil Ecology* 62, 1e7.
- Godin, A. M., K. K. Lidher, M. D. Whiteside, and M. D. Jones. 2015. Control of soil phosphatase activities at millimeter scales in a mixed paper birch e Douglas-fir forest: The importance of carbon and nitrogen. *Soil Biology & Biochemistry* 80
- Gul, Shamim., and Joann K. Whalen. 2016. Biochemical cycling of nitrogen and phosphorus in biochar-amended soils. *Soil Biology & Biochemistry*. 103 (2016)
- Hara, M. 2001. Fertilizer Pellets Made from Composted Livestock Manure. [Serial Online]. <http://en.ffc.org>. Diakses pada 12 Oktober 2017.
- Ibrahim, H. M., M. F. Salama and H. A. El-Banna. 1999. Shrimp's waste: Chemical Composition, Nutritional Value and Utilization. *Nahrung*, 43:418-423.
- Igunsyah, T. R. 2014. *Pengaruh Peberian Limbah Kepala Udang terhadap Peningkatan pH dan Kualitas Limbah Cair Tahu sebagai Bahan Pupuk Organik Cair*. Skripsi. Bandarlampung: Universitas Lampung.
- Ilmiawan, M. N. 2017. *Pengaruh Pemberian Biochar dari Jerami Padi, Limbah Kedelai, dan Kayu yang diperkaya NPK Terhadap Perbaikan Sifat Kimia Tanah Ultisol*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Jien, S. H., C. C. Wang, C.H. Lee., and T. Y. Lee. 2015. Stabilization of Organic Matter by Biochar Application in Compost-amended Soils with Contrasting pH Values and Textures. *Sustainability*, 7(1): 13317-13333.
- Jones, B.E.H., Haynes, R.J., Phillips, I.R., 2010. Effect of amendment of bauxite processing sand with organic materials on its chemical, physical and microbial properties. *Journal of Environmental Management* 91, 2281–2288.
- Karnilawati, Yusnizar dan Zuraida. 2016. Pengaruh Jenis Dan Dosis Bahan Organik Pada Entosil Terhadap Total Mikroorganisme Tanah Dan Aktivitas

- Mikroorganisme (Respirasi) Tanah Pada Rhizosfer Kedelai. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. 266-272.
- Kartasapoetra, A. G., dan Sutedjo, M. M. 2005. *Pengantar Ilmu Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kumalasari, Ika Dyah., Endah Dwi A., and Erma Prihastanti. 2013. Pembentukan bintil akar tanaman kedelai (*Glycine max (L) Merrill*) dengan perlakuan jerami pada masa inkubasi yang berbeda. *Sains dan Matematika*. 21(4) :103 - 107
- Kusumandaru, W., B. Hermiyanto, dan S. Winarso. Analisis Indeks Kualitas Tanah Di Lahan Pertanian Tembakau Kasturi Berdasarkan Sifat Kimianya Dan Hubungannya Dengan Produktivitas Tembakau Kasturi Di Kabupaten Jember. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1) : 1-6.
- Lay, B. W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Leatham, Gary F., and Jane C. Hasselkus. 1989. Extracellular acid phosphatases of *Lentinula edodes*: orrelation of increased activity with fruit body development and enzyme localization, substrates, effectors and stability. *MUSH. J. Tropics*. 9, 55-78
- Liu, Sainan., Jun Meng, Linlin Jiang, Xu Yang, Yu Lan, Xiaoyi Cheng, and Wenfu Chen. 2017. Rice husk biochar impacts soil phosphorous availability, phosphatase activities and bacterial community characteristics in three different soil types. *Applied Soil Ecology* 116 (2017) 12–22
- Maida,Eka. 2013. Sistem Intensifikasi Tanaman Padi SRI Melalui Pemanfaatan Mikroorganisme Lokal Dalam Pembuatan Kompos Dapat Meningkatkan Populasi Mikroba Tanah (Studi Kasus Di Desa Sidodadi Kabupaten Deli Serdang). *Agrium*. 10 (2).
- Mashdar, S. 2011. *Uji Kolom Tanah Latosol, Podsolik, dan Regosol sebagai Objek Simulasi Parit Infiltrasi (Infiltration Trench) Limbah Domestik*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mullaney, Edward J., and Abul H.J. Ullah. 2003. The term phytase comprises several different classes of enzymes. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 312 (2003) 179–184
- Nannipieri, P., Johnson, R.L., Paul, E.A., 1978. Criteria to measure microbial growth and activity in soil. *Soil Biol. Biochem*. 10, 223–229.

- Nannipieri, P., Giagnoni, L., Renella, G., Puglisi, E., Ceccanti, B., Masciandaro, G., Fornasier, F., Moscatelli, M.C., Marinari, S., 2012. Soil enzymology: classical and molecular approaches. *Biology and Fertility of Soils* 48.
- Norman, Ed. A. G. 1978. *Sobean Physiology, Agronomy and Utilization*. New York : Academic Press.
- Nugroho, Tri Cahyo., Oksana, dan Ervina Aryanti. 2013. Analisis sifat kimia tanah gambut yang dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit di kabupaten Kampar. *Agroteknologi*. 4(1). 25-30.
- Nurhasanah dan H. Heryadi. 2012. Potensi Pemanfaatan Limbah Udang dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Cabai. *Prosiding Seminar Nasional FMIPA-UT 2012*.
- Nurhidayat. 2013. *Microbial Nutrition*. <https://nurhidayat.lecture.ac.id/mikrobiologi>. [Diakses pada 02 Desember 2018].
- Nurkhotimah. Evy Yulianti., dan Anna Rakhmawati. 2017. Pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim Fosfomonoesterase bakteri termofilik sungai gendol pasca erupsi merapi . *Prodi Biologi*. 6 (8)
- Purba, R., E. Sutrisno dan S. Sumiyati. 2013. Pengaruh Penambahan Limbah Udang pada Pupuk Cair dari Fermentasi Urin Sapi Terhadap Kualitas Unsur Hara Makro. *Teknik Lingkungan*, 2(3): 1-5.
- Putinella, J. A. 2014. Perubahan Distribusi Pori Tanah Regosol Akibat Pemberian Kompos Ela Sagu dan Pupuk Organik Cair. *Buana Sains*, 14(2): 123-129.
- Roose-Amsaleg, C., P. Mora, and M. Harry. 2005. Physical, chemical and phosphatase activities characteristics in soil-feeding termite nests and tropical rainforest soils. *Soil Biology & Biochemistry*. 37 (2005) 1910–1917
- Rousk, J., Brookes, P.C., Bååth, E., 2009. Contrasting soil pH effects on fungal and bacterial growth suggest functional redundancy in carbon mineralization. *Appl. Environ. Microbiol.* 75, 1589–1596.
- Sagala, D., M. Ghulamahdi, dan M. Melati. 2011. Pola Serapan Hara Dan Pertumbuhan Beberapa Varietas Kedelai Dengan Budidaya Jenuh Air Di Lahan Rawa Pasang Surut. *Agroqua*, 9(1) : 1-10.
- Sandra, J. A., M. Lutfi dan W. A. Nugroho. 2014. Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Biochar dari Sludge Biogas pada Proses Aktivasi. *Keteknik Pertanian Tropis Biosistem*, 2(3): 205-210.

- Saputra, N. R. M., Sukoso and H. Kartikaningsih. 2017. A Solid Waste Pond Tiger Shrimp (*Peneaus monodon*) as Fertilizer for *Caulerpa lentilifera*. *Exp.Life Science*, 7(1): 17-21.
- Saridevi, Gusti Agung Ayu Ratih., I Wayan Dana Atmaja., dan I. Made Mega. 2013. Perbedaan sifat biologi tanah pada beberapa tipe penggunaan lahan di tanah andisol, inceptisol, dan vertisol . *Agroekoteknologi Tropika*. 2 (4). 214 - 224
- Soil Survey Staff, 1998. *Kunci Taksonomi Tanah Edisi Kedua Bahasa Indonesia*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Subowo, G. 2010. Strategi Efisiensi Penggunaan Bahan Organik untuk Kesuburan dan Produktivitas Tanah Melalui Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah. *Sumberdaya Lahan*, 4(1): 13-25.
- Sukmawati. 2015. Analisis ketersediaan c-organik di lahan kering Setelah diterapkan berbagai model sistem Pertanian hedgerow. *Galung Tropika*. 4 (2).115-120
- Suliasih., dan Rahmat. 2007. Aktivitas Fosfomonoesterase dan Pelarutan Kalsium Fosfat oleh beberapa Bakteri Pelarut Fosfat. *Biodiversitas* 8(1) : 23-26
- Sorokulova, I., A. Krumnow., L. Globa and V. Vodyanoy. 2009. Efficient Decomposition of Shrimp Shell Waste Using *Bacillus cereus* and *Exiguobacterium acetylicum*. *Microbiol Biotechnol*, 36: 1123—1126.
- Sutedjo, M. M. 1996. *Mikro Biologi Tanah*. Rinekas Cipta. Jakarta
- Tambunan, E.V., dan Patrick A. Ndakidemi. 2014. Macronutrients uptake in soybean as affected by *Bradyrhizobium japonicum* inoculation and phosphorus (P) supplement. *American Journal of Plant Sciences*. 488 - 496
- Torres Aquino, M., Plassard, C., 2004. Dynamics of ectomycorrhizal growth and P transfer to the host plant in response to low and high soil P availability. *FEMS Microbiology Ecology* 48, 149e156.
- Tisdale, Samuel L., and Nelson, Werner L. 1975. *Soil Fertility and Fertilizers*. U.Minnesota, Macmillan, 3
- Utami, Sri Nuryani H., dan Suci Handayani. 2003. Sifat Kimia Entisol Pada Sistem Pertanian Organik. *Ilmu Pertanian* 10(2), 2003 : 63-69

- Utari, N. W. A., Tamrin dan S. Triyono. 2015. Kajian Karakteristik Fisik Pupuk Organik Granul dengan Dua Jenis Bahan Perekat. *Teknik Pertanian Lampung*, 3(3): 267-274.
- Vincent, J.B., Crowder, M.W., Averill, B.A., 1992. Hydrolysis of phosphatase monoesters: a biological problem with multiple chemical solutions. *Trends in Biochemical Science* 17, 105e110 .
- Wardhana, K. A., R. S. Soetopo, Saepulloh, P. B. Asthary, dan M. N. Aini. 2015. Perekat Untuk Pembuatan Pelet Pupuk Organik dari Residu Proses Digestasi Anaerobik Lumpur Biologi Industri Kertas. *Selulosa*, 4(2): 69-78.
- Widawati, Sri. 2010. Aktivitas enzim pelarut fosfat dan efektivitas mikrobaasal wamena untuk menunjang pertanian ramah Lingkungan pada daerah marginal. *Teknologi Lingkungan*. 11(3). 481 - 491
- Wilson, Supriadi dan H. Guchi. 2015. Evaluasi Sifat Kimia Tanah ada Lahan Kopi di Kabupaten Mandailing Natal. *Agroekoteknologi*, 3(2): 642-648.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Gravamedia.
- Xiao, Dan., Yuan Huang, Shuzhen Feng, Yunhui Ge, Wei Zhang, Kelin Wang, and Xunyang He. 2018. Soil organic carbon mineralization with fresh organic substrate and inorganic carbon additions in a red soil is controlled by fungal diversity along a pH gradien. *Geoderma* 321 (2018) 79–89
- Zuchri, A. 2009. Pemupukan SP36 pada Lahan Regosol Bereaksi Masam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.). *Agrovigor*, 2(1) : 31-36.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
C -Organik (%)	< 1,00	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	> 5,00
Nitrogen (%)	< 0,10	0,10-0,20	0,21-0,50	0,51-0,75	> 0,75
C/N	< 5	5 - 10	11 - 15	16 - 25	> 25
P ₂ O ₅ HCl (mg/100g)	< 10	10 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60
P ₂ O ₅ Bray-1 (ppm)	< 10	10 - 15	16 - 25	26 - 35	> 35
P ₂ O ₅ Olsen (ppm)	< 10	10 - 25	26 - 45	46 - 60	> 60
K ₂ O HCl 25% (mg/100g)	< 10	10 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60
KTK (me/100g)	< 5	5 - 16	17 - 24	25 - 40	> 40
Susunan Kation :					
K (me/100g)	< 0,1	0,1 – 0,2	0,3 – 0,5	0,6 – 1,0	> 1,0
Na (me/100g)	< 0,1	0,1 – 0,3	0,4 – 0,7	0,8 – 1,0	> 1,0
Mg (me/100g)	< 0,4	0,4 – 1,0	1,1 – 2,0	2,1 – 8,0	> 8,0
Ca (me/100g)	< 0,2	2 – 5	6 – 10	11 – 20	> 20
Kejenuhan Basa (%)	< 20	20 – 35	36 – 50	51 – 70	> 70
Aluminium (%)	< 10	10 – 20	21 – 30	31 – 60	> 60

	Sangat masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak alkalis	Alkalis
pH H ₂ O	<4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2005)

Lampiran 2. Tabel Matriks Korelasi Variabel Pengamatan

	pH H ₂ O	C-Organik	KTK	P-total	P-tersedia	N-total	P. Fungi	P. Bakteri	Total Mikroorganisme	Aktivitas Fosfomonoesterase	Serapan N	Serapan P	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun Trifolat	BB Tanaman	BK Tanaman	Jumlah Bintil
C- Organik	-0,353																
KTK	-0,199	,436*															
P-total	0,066	0,209	0,158														
P-tersedia	-0,266	,635**	,490**	-0,014													
N-total	-0,104	,510**	0,129	-0,203	0,263												
P. Fungi	-0,102	-0,133	-0,109	-0,240	-0,015	-,469**											
P. Bakteri	0,166	-0,213	0,169	0,080	-0,338	0,231	-,394*										
Total Mikroorganisme	-0,296	0,114	0,085	0,062	-0,068	0,016	0,242	-0,241									
Aktivitas Fosfomonoesterase	0,087	0,214	0,039	0,056	0,163	0,139	-,082	0,161	0,055								
Serapan N	-0,180	,497**	0,219	-0,168	,471**	,423*	-,063	-0,158	-0,057	-0,215							
Serapan P	-0,080	0,194	0,169	-0,234	,368*	0,305	-,108	-0,056	-0,196	-0,231	,838**						
Tinggi Tanaman	0,054	0,100	0,115	-0,211	0,301	0,194	0,119	-0,177	-0,191	-,379*	,760**	,778**					

Jumlah Daun Trifolat	-0,141	0,176	0,348	-0,006	0,243	0,205	-0,109	-0,040	-0,092	-0,097	,657**	,715**	,637**				
BB Tanaman	0,027	,454*	,415*	-0,003	,423*	,429*	-0,212	0,055	-0,279	0,069	,718**	,741**	,652**	,797**			
BK Tanaman	-0,029	0,050	0,030	-0,347	0,253	0,311	-0,090	-0,072	-0,237	-0,218	,799**	,953**	,786**	,715**	,683**		
Jumlah Bintil	0,024	-0,021	,453*	0,078	0,238	-0,222	0,056	0,113	-0,254	-0,118	0,205	,493**	0,336	,456*	,470**	,384*	
Berat Basah Bintil	-0,113	0,003	,539**	-0,050	0,324	-0,193	0,074	0,182	-0,297	-0,108	0,248	,514**	0,325	,469**	,459*	,410*	,946**

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 3. Dokumentasi Pembuatan Pupuk Biopelet



Gambar 1. Proses pembuatan pupuk biopelet kadar biochar 75%

Lampiran 4. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian



Gambar 2. Lahan pengambilan tanah

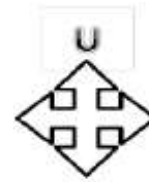


Gambar 3. Penimbangan tanah dan inkubasi selama 4 minggu



Gambar 4. Kondisi tanaman saat vegetatif maksimum

Lampiran 5. Denah Perancangan Percobaan



Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
B2D3	B1D1	B1D2
B2D2	B3D2	B2D2
B2D1	B2D3	B3D1
B1D2	B1D3	B3D2
B1D3	B2D2	B3D3
B3D3	B3D1	B2D1
B3D2	B3D3	B1D3
B3D1	B2D1	B2D3
B1D1	B1D2	B1D1

Keterangan:

Jarak antar plot: 30 cm

Jarak antar blok: 1 m

Lampiran 6. Hasil Analisis C-Organik Tanah

1. Data C-Organik Tanah

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	1,10	0,72	0,99	2,80	0,93
	D2	1,39	1,44	1,33	4,16	1,39
	D3	2,22	2,56	2,47	7,26	2,42
B2 50% (1:1)	D1	1,00	0,95	1,02	2,97	0,99
	D2	2,29	1,48	1,87	5,64	1,88
	D3	2,53	2,25	2,60	7,39	2,46
B3 25% (3:1)	D1	1,05	1,18	0,70	2,92	0,97
	D2	2,14	2,47	2,22	6,84	2,28
	D3	2,55	2,45	2,78	7,79	2,60
Total		16,271	15,505	15,986	47,762	1,77
Rata-rata		1,808	1,723	1,776		

2. Sidik Ragam C-Organik Tanah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,03	0,02	0,359 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	11,83	1,48	31,844 ^{**}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	0,62	0,31	6,635 ^{**}	3,634	6,226
Dosis	2	10,57	5,29	113,858 ^{**}	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	0,64	0,16	3,442 [*]	3,007	4,773
Error	16	0,74	0,05			
Total	26	12,60				

CV = 12,18%

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 7. Hasil Analisis pH Tanah

1. Data pH Tanah

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	6,08	5,97	6,16	18,21	6,07
	D2	6,74	6,72	6,26	19,72	6,57
	D3	6,02	6,04	6,02	18,08	6,03
B2 50% (1:1)	D1	6,35	6,42	6,22	18,99	6,33
	D2	6,12	6,09	6,14	18,35	6,12
	D3	6,34	6,27	6,22	18,83	6,28
B3 25% (3:1)	D1	6,51	6,51	6,56	19,58	6,53
	D2	6,35	6,25	6,09	18,69	6,23
	D3	6,49	6,13	5,84	18,46	6,15
Total		57	56,4	55,51	168,91	6,26
Rata-rata		6,33	6,27	6,17		

2. Sidik Ragam pH Tanah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,12	0,06	3,139 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	0,89	0,11	5,611 ^{**}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	0,03	0,02	0,798 ^{ns}	3,634	6,226
Dosis	2	0,15	0,07	3,650 [*]	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	0,72	0,18	8,999 ^{**}	3,007	4,773
Error	16	0,32	0,02			
Total	26	1,34				

CV = 2,25%

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 8. Hasil Analisis KTK Tanah

1. Data KTK Tanah

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	14,88	15,00	14,76	44,64	14,88
	D2	15,48	19,20	15,60	50,28	16,76
	D3	18,84	21,36	15,48	55,68	18,56
B2 50% (1:1)	D1	12,96	12,96	12,36	38,28	12,76
	D2	14,04	14,16	13,92	42,12	14,04
	D3	13,08	15,24	14,16	42,48	14,16
B3 25% (3:1)	D1	12,60	10,92	12,00	35,52	11,84
	D2	13,08	13,20	14,64	40,92	13,64
	D3	15,00	14,88	13,68	43,56	14,52
Total		129,96	136,92	126,60	393,48	14,57
Rata-rata		14,44	15,21	14,07		

2. Sidik Ragam KTK Tanah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	6,16	3,08	1,835 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	98,57	12,32	7,346 ^{**}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	63,45	31,72	18,912 ^{**}	3,634	6,226
Dosis	2	30,89	15,44	9,207 ^{**}	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	4,24	1,06	0,632 ^{ns}	3,007	4,773
Error	16	26,84	1,68			
Total	26	131,57				

CV = 8,89%

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 9. Hasil Analisis N-total Tanah

1. Data N-total Tanah

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	0,05	0,07	0,06	0,18	0,06
	D2	0,07	0,07	0,09	0,23	0,08
	D3	0,15	0,06	0,10	0,31	0,10
B2 50% (1:1)	D1	0,04	0,09	0,02	0,15	0,05
	D2	0,04	0,11	0,12	0,28	0,09
	D3	0,05	0,10	0,16	0,31	0,10
B3 25% (3:1)	D1	0,10	0,09	0,13	0,32	0,11
	D2	0,12	0,12	0,12	0,36	0,12
	D3	0,15	0,13	0,12	0,40	0,13
Total		0,78	0,83	0,92	2,52	0,09
Rata-rata		0,78	0,83	0,92		

2. Sidik Ragam N-total Tanah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,001110	0,000555	0,526 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	0,017958	0,002245	2,128 ^{ns}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	0,009162	0,004581	4,344*	3,634	6,226
Dosis	2	0,007737	0,003868	3,668*	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	0,001059	0,000265	0,251 ^{ns}	3,007	4,773
Error	16	0,016876	0,001055			
Total	26	0,035944				

CV = 34,75%

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 10. Hasil Analisis P-total Tanah

1. Data P-total Tanah

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	32,6	30,92	31,06	94,58	31,53
	D2	34,53	30,38	30,91	95,82	31,94
	D3	31,83	34,32	37,01	103,16	34,39
B2 50% (1:1)	D1	30,05	29,61	30,57	90,23	30,08
	D2	31,86	29,86	28,91	90,63	30,21
	D3	34,16	32,91	30,43	97,50	32,50
B3 25% (3:1)	D1	30,37	30,17	31,46	92,00	30,67
	D2	32,1	30,1	31,18	93,38	31,13
	D3	33,22	32,07	30,76	96,05	32,02
Total		290,72	280,34	282,29	853,35	31,61
Rata-rata		32,30	31,15	31,37		

2. Sidik Ragam P-total Tanah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	6,76	3,38	1,470 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	42,65	5,33	2,318 ^{ns}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	14,36	7,18	3,120*	3,634	6,226
Dosis	2	25,56	12,78	5,556*	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	2,74	0,68	0,298 ^{ns}	3,007	4,773
Error	16	36,80	2,30			
Total	26	86,22				

CV = 4,80 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 11. Hasil Analisis P-tersedia Tanah

1. Data P-tersedia Tanah

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	16,36	21,08	18,97	56,41	18,80
	D2	21,62	28,43	23,92	73,97	24,66
	D3	24,61	25,25	25,7	75,56	25,19
B2 50% (1:1)	D1	18,15	19,6	19,8	57,55	19,18
	D2	24,52	26,5	31,65	82,67	27,56
	D3	34,54	21,54	23,04	79,12	26,37
B3 25% (3:1)	D1	18,89	17	17,52	53,41	17,80
	D2	18,61	17,98	22,94	59,53	19,84
	D3	19,81	20,82	32,85	73,48	24,49
Total		197,11	198,20	216,39	611,70	22,66
Rata-rata		21,90	22,02	24,04		

2. Sidik Ragam P- tersedia Tanah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	26,07	13,03	0,798	3,634	6,226
Perlakuan	8	329,94	41,24	2,525	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	60,90	30,45	1,864	3,634	6,226
Dosis	2	230,39	115,20	7,052	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	38,65	9,66	0,591	3,007	4,773
Error	16	261,35	16,33			
Total	26	617,35				

CV = 17,84 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 12. Hasil Analisis Populasi Bakteri Tanah

1. Data Populasi Bakteri Tanah

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	2,868088	2,930302	3,02508	8,82	2,94
	D2	3,074145	3,348797	3,158762	9,58	3,19
	D3	3,601954	2,941025	2,789863	9,33	3,11
B2 50% (1:1)	D1	2,899808	3,33711	1,212588	7,45	2,48
	D2	1,488723	1,612911	1,488972	4,59	1,53
	D3	1,216248	2,209491	2,856182	6,28	2,09
B3 25% (3:1)	D1	3,021589	2,97122	3,113769	9,11	3,04
	D2	2,937686	1,855223	3,236252	8,03	2,68
	D3	3,31249	3,040711	3,309582	9,66	3,22
Total		24,42	24,25	24,19		
Rata-rata		2,71	2,69	2,69	72,86	2,70

2. Sidik Ragam Populasi Bakteri Tanah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,00	0,00	0,005 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	7,91	0,99	2,915*	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	5,98	2,99	8,808**	3,634	6,226
Dosis	2	0,72	0,36	1,068 ^{ns}	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	1,21	0,30	0,893 ^{ns}	3,007	4,773
Error	16	5,43	0,34			
Total	26	13,35				

CV = 21,59 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 13. Hasil Analisis Populasi Fungi Tanah

1. Data Populasi Fungi Tanah

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	1,717233	2,023199	2,607823	6,35	2,12
	D2	1,862098	2,244499	2,109941	6,22	2,07
	D3	1,437848	2,138189	2,129858	5,71	1,90
B2 50% (1:1)	D1	2,216604	2,123414	2,863176	7,20	2,40
	D2	2,437515	1,868947	2,089657	6,40	2,13
	D3	2,349153	1,60716	1,965819	5,92	1,97
B3 25% (3:1)	D1	1,741859	1,448882	2,101146	5,29	1,76
	D2	1,803289	2,395521	1,922575	6,12	2,04
	D3	1,709017	1,965065	2,225858	5,90	1,97
Total		17,27	17,81	20,02	55,11	2,04
Rata-rata		1,92	1,98	2,22		

2. Sidik Ragam Populasi Fungi Tanah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,47	0,23	2,276 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	0,75	0,09	0,913 ^{ns}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	0,27	0,14	1,324 ^{ns}	3,634	6,226
Dosis	2	0,12	0,06	0,575 ^{ns}	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	0,36	0,09	0,877 ^{ns}	3,007	4,773
Error	16	1,65	0,10			
Total	26	2,87				

CV = 15,72 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 14. Hasil Analisis Total Mikroorganisme Tanah

1. Data Total Mikroorganisme Tanah

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	3,08725	3,512676	3,189798	9,79	3,26
	D2	2,78488	2,935227	3,225247	8,95	2,98
	D3	3,287125	3,077397	3,129963	9,49	3,16
B2 50% (1:1)	D1	3,013304	2,445858	3,400818	8,86	2,95
	D2	2,849951	2,824824	3,22341	8,90	2,97
	D3	3,291402	3,243455	3,2695	9,80	3,27
B3 25% (3:1)	D1	2,978068	2,785877	2,878464	8,64	2,88
	D2	2,37518	3,693838	3,177117	9,25	3,08
	D3	3,26678	3,249388	2,815171	9,33	3,11
Total		26,93	27,77	28,31	83,01	3,07
Rata-rata		2,99	3,09	3,15		

2. Sidik Ragam Total Mikroorganisme Tanah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,11	0,05	0,499 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	0,47	0,06	0,544 ^{ns}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	0,06	0,03	0,274 ^{ns}	3,634	6,226
Dosis	2	0,16	0,08	0,728 ^{ns}	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	0,25	0,06	0,587 ^{ns}	3,007	4,773
Error	16	1,71	0,11			
Total	26	2,28				

CV = 10,63 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 15. Hasil Analisis Aktivitas Fosfomonoesterase Tanah

1. Data Aktivitas Fosfomonoesterase Tanah

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	0,29	0,29	0,28	0,86	0,29
	D2	0,32	0,36	0,35	1,02	0,34
	D3	0,35	0,45	0,35	1,15	0,38
B2 50% (1:1)	D1	0,41	0,28	0,31	0,99	0,33
	D2	0,28	0,25	0,40	0,92	0,31
	D3	0,42	0,38	0,38	1,18	0,39
B3 25% (3:1)	D1	0,40	0,42	0,42	1,23	0,41
	D2	0,27	0,31	0,31	0,88	0,29
	D3	0,40	0,35	0,46	1,21	0,40
Total		3,13	3,09	3,24	9,45	0,35
Rata-rata		0,35	0,34	0,36		

2. Sidik Ragam Aktivitas Fosfomonoesterase Tanah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,001329	0,000665	0,302 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	0,056566	0,007071	3,214 [*]	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	0,005326	0,002663	1,211 ^{ns}	3,634	6,226
Dosis	2	0,029233	0,014617	6,645 ^{**}	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	0,022006	0,005502	2,501 ^{ns}	3,007	4,773
Error	16	0,035196	0,002200			
Total	26	0,093092				

CV = 13,40 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 16. Hasil Analisis Serapan N

1. Data Serapan N

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	7,995	9,474	5,814	23,283	7,76
	D2	10,770	10,435	10,871	32,076	10,69
	D3	11,199	8,464	11,910	31,573	10,52
B2 50% (1:1)	D1	8,617	8,887	8,182	25,686	8,56
	D2	10,972	10,777	12,423	34,172	11,39
	D3	10,699	6,338	4,639	21,677	7,23
B3 25% (3:1)	D1	8,821	9,229	7,564	25,615	8,54
	D2	12,601	11,933	10,110	34,643	11,55
	D3	10,070	11,340	9,844	31,254	10,42
Total		91,744	86,877	81,356	259,977	9,63
Rata-rata		10,194	9,653	9,040		

2. Sidik Ragam Serapan N

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	6,00	3,00	1,370 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	62,80	7,85	3,583*	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	5,54	2,77	1,265 ^{ns}	3,634	6,226
Dosis	2	39,22	19,61	8,952**	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	18,03	4,51	2,058 ^{ns}	3,007	4,773
Error	16	35,05	2,19			
Total	26	103,85				

CV = 15,37 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 17. Hasil Analisis Serapan P

1. Data Serapan P

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	1,311	1,466	0,997	3,774	1,25800
	D2	1,411	1,389	1,489	4,289	1,42954
	D3	1,574	1,193	1,633	4,400	1,46660
B2 50% (1:1)	D1	1,403	1,481	1,280	4,164	1,38799
	D2	1,473	1,453	1,494	4,419	1,47309
	D3	1,384	1,014	0,813	3,210	1,07016
B3 25% (3:1)	D1	1,401	1,498	1,354	4,253	1,41779
	D2	1,515	1,391	1,309	4,215	1,40494
	D3	1,328	1,412	1,217	3,957	1,31916
Total		12,799	12,297	11,585	36,682	1,36
Rata-rata		1,422	1,366	1,287		

2. Sidik Ragam Serapan P

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,08270539	0,04135270	1,688 ^{ns}	3,634	6,226
Pperlakuan	8	0,39358496	0,04919812	2,008 ^{ns}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	0,03140549	0,01570274	0,641 ^{ns}	3,634	6,226
	Dosis	2	0,10221215	0,05110608	2,086 ^{ns}	3,634
Kadar B. X Dosis	4	0,25996732	0,06499183	2,653 ^{ns}	3,007	4,773
Error	16	0,39201307	0,02450082			
Total	26	0,87				

CV = 11,52 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 18. Hasil Analisis Tinggi Tanaman

1. Data Tinggi Tanaman

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	30	38,5	27	95,5	31,83
	D2	48,5	43,5	56,5	148,5	49,50
	D3	43,5	30	47	120,5	40,17
B2 50% (1:1)	D1	37,5	42,5	40,5	120,5	40,17
	D2	50,5	47	46,5	144	48,00
	D3	34	28	24,5	86,5	28,83
B3 25% (3:1)	D1	37	33	44	114	38,00
	D2	50	49,5	48,5	148	49,33
	D3	35,5	34	35,5	105	35,00
Total		366,5	346	370	1082,5	40,09
Rata-rata		40,72	38,44	41,11		

2. Sidik Ragam Tinggi Tanaman

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	37,35	18,68	0,722 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	1385,19	173,15	6,692 ^{**}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	16,46	8,23	0,318 ^{ns}	3,634	6,226
Dosis	2	1075,80	537,90	20,789 ^{**}	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	292,93	73,23	2,830 ^{ns}	3,007	4,773
Error	16	413,98	25,87			
Total	26	1836,52				

CV = 12,69 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 19. Hasil Analisis Jumlah Daun Trifolat

1. Data Jumlah Daun Trifolat

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	4	5	4	13,28111	4,43
	D2	5	4	5	14,0638	4,69
	D3	5	5	5	14,79383	4,93
B2 50% (1:1)	D1	4	4	4	12,60511	4,20
	D2	5	5	5	13,96098	4,65
	D3	4	4	4	12,48528	4,16
B3 25% (3:1)	D1	4	5	5	13,95369	4,65
	D2	5	5	5	14,38053	4,79
	D3	4	4	4	12,84418	4,28
Total		40,39638	40,95572	41,01642	122,3685	4,53
Rata-rata		4,49	4,55	4,56		

2. Sidik Ragam Jumlah Daun Trifolat

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,03	0,01	0,361 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	1,80	0,23	6,262 ^{**}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	0,55	0,28	7,705 ^{**}	3,634	6,226
Dosis	2	0,44	0,22	6,106 [*]	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	0,81	0,20	5,619 ^{**}	3,007	4,773
Error	16	0,58	0,04			
Total	26	2,41				

CV = 4,19 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 20. Hasil Analisis Berat Basah Tanaman

1. Data Berat Basah Tanaman

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	5,3	6,02	2,9	14,22	4,74
	D2	14,24	16,54	16,18	46,96	15,65
	D3	18,1	19,72	21,61	59,43	19,81
B2 50% (1:1)	D1	6,52	9,54	7,74	23,8	7,93
	D2	13,44	14,2	11,39	39,03	13,01
	D3	9,35	6,68	5,03	21,06	7,02
B3 25% (3:1)	D1	15,27	18,39	15,33	48,99	16,33
	D2	19,36	15,75	20,9	56,01	18,67
	D3	12,58	11,97	12,04	36,59	12,20
Total		114,16	118,81	113,12	346,09	12,82
Rata-rata		12,68	13,20	12,57		

2. Sidik Ragam Berat Basah Tanaman

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	2,04	1,02	0,317 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	679,98	85,00	26,437 ^{**}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	189,55	94,77	29,477 ^{**}	3,634	6,226
Dosis	2	168,49	84,24	26,202 ^{**}	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	321,95	80,49	25,034 ^{**}	3,007	4,773
Error	16	51,44	3,22			
Total	26	733,47				

CV = 13,99 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 21. Hasil Analisis Berat Kering Tanaman

1. Data Berat Kering Tanaman

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	1,90	2,17	1,32	5,391974	1,80
	D2	2,07	2,03	2,24	6,33949	2,11
	D3	2,18	1,60	2,43	6,211797	2,07
B2 50% (1:1)	D1	2,07	2,23	1,83	6,128778	2,04
	D2	2,19	2,22	2,52	6,937387	2,31
	D3	1,76	1,32	1,36	4,433281	1,48
B3 25% (3:1)	D1	2,20	2,32	2,10	6,612785	2,20
	D2	2,29	2,07	2,58	6,944436	2,31
	D3	1,91	2,06	1,72	5,695419	1,90
Total		18,57711	18,01353	18,10471	54,69535	2,03
Rata-rata		2,06	2,00	2,01		

2. Sidik Ragam Berat Kering Tanaman

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,02	0,01	0,142 ^{ns}	3,592	6,112
Perlakuan	8	1,73	0,22	3,007*	2,548	3,791
Komposisi Biopelet	2	0,18	0,09	1,285 ^{ns}	3,592	6,112
Dosis	2	0,84	0,42	5,833*	3,592	6,112
Kadar B. X Dosis	4	0,71	0,18	2,455 ^{ns}	2,965	4,669
Error	16	1,22	0,07			
Total	26	2,97				

CV = 13,23 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 22. Hasil Analisis Jumlah Bintil Akar

1. Data Berat Jumlah Bintil Akar

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	4,30	3,24	4,18	11,72	3,91
	D2	4,30	4,53	3,94	12,77	4,26
	D3	4,85	4,42	5,15	14,41	4,80
B2 50% (1:1)	D1	4,64	4,30	3,67	12,61	4,20
	D2	3,94	3,24	3,08	10,26	3,42
	D3	3,54	2,92	2,55	9,00	3,00
B3 25% (3:1)	D1	3,94	4,18	3,24	11,36	3,79
	D2	3,54	3,39	3,94	10,86	3,62
	D3	2,35	2,12	3,08	7,55	2,52
Total		35,38	32,34	32,83	100,55	3,72
Rata-rata		3,93	3,59	3,65		

2. Sidik Ragam Jumlah Bintil Akar

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,591	0,296	1,350 ^{ns}	3,739	6,515
Perlakuan	8	11,407	1,426	6,512 ^{**}	2,699	4,140
Komposisi Biopelet	2	5,080	2,540	11,601 ^{**}	3,739	6,515
Dosis	2	1,270	0,635	2,900 ^{ns}	3,739	6,515
Kadar B. X Dosis	4	5,057	0,843	3,849 [*]	2,848	4,456
Error	16	3,065	0,219			
Total	26	15,063				

CV = 12,56 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 23. Hasil Analisis Berat Basah Bintil Akar

1. Data Berat Berat Basah Bintil Akar

Komposisi Biopelet	Dosis	Ulangan			Total	Rata-rata
		1	2	3		
B1 75% (3:1)	D1	0,93	0,87	0,92	2,72	0,91
	D2	0,94	0,96	0,90	2,80	0,93
	D3	0,98	0,96	1,00	2,93	0,98
B2 50% (1:1)	D1	0,95	0,94	0,87	2,76	0,92
	D2	0,89	0,84	0,83	2,56	0,85
	D3	0,84	0,81	0,78	2,42	0,81
B3 25% (3:1)	D1	0,89	0,90	0,81	2,60	0,87
	D2	0,84	0,80	0,91	2,55	0,85
	D3	0,76	0,80	0,88	2,44	0,81
Total		8,01	7,89	7,90	23,80	0,88
Rata-rata		0,89	0,88	0,88		

2. Sidik Ragam Berat Basah Bintil Akar

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,001	0,001	0,291 ^{ns}	3,634	6,226
Perlakuan	8	0,078	0,010	5,415 ^{**}	2,591	3,890
Komposisi Biopelet	2	0,047	0,023	12,916 ^{**}	3,634	6,226
Dosis	2	0,005	0,002	1,284 ^{ns}	3,634	6,226
Kadar B. X Dosis	4	0,027	0,007	3,731 [*]	3,007	4,773
Error	16	0,029	0,002			
Total	26	0,108				

CV = 4,82 %

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = tidak nyata

* = nyata pada taraf uji 5%

** = nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 24. Perhitungan Persentase Peningkatan KTK

No	Perlakuan	C-Organik(%)	Bahan Organik(%)	KTK (me/100g)	Δ BO	Δ KTK	%Peningkatan KTK
1	B1D1U1	1,096	1,889655172	14,88	0,0209	2,08	1,002984085
2	B1D1U2	0,722	1,244827586	15	-0,624	2,2	-28,36206897
3	B1D1U3	0,986	1,7	14,76	-0,1688	1,96	-8,611893033
4	B1D2U1	1,389	2,394827586	15,48	0,526	2,68	19,62815234
5	B1D2U2	1,439	2,481034483	19,2	0,6122	6,4	9,566271552
6	B1D2U3	1,329	2,29137931	15,6	0,4226	2,8	15,09236453
7	B1D3U1	2,224	3,834482759	18,84	1,9657	6,04	32,54453071
8	B1D3U2	2,559	4,412068966	21,36	2,5433	8,56	29,71116661
9	B1D3U3	2,475	4,267241379	15,48	2,3984	2,68	89,49433865
10	B2D1U1	0,999	1,722413793	12,96	-0,1464	0,16	-91,48706897
11	B2D1U2	0,946	1,631034483	12,96	0,2378	0,16	-148,5991379
12	B2D1U3	1,025	1,767241379	12,36	-0,1016	-0,44	23,0799373
13	B2D2U1	2,285	3,939655172	14,04	2,0709	1,24	167,0050056
14	B2D2U2	1,483	2,556896552	14,16	0,6881	1,36	50,59584178
15	B2D2U3	1,87	3,224137931	13,92	1,3553	1,12	121,012931
16	B2D3U1	2,534	4,368965517	13,08	2,5002	0,28	892,9187192
17	B2D3U2	2,253	3,884482759	15,24	2,0157	2,44	82,61023177
18	B2D3U3	2,6	4,482758621	14,16	2,614	1,36	192,2033469
19	B3D1U1	1,051	1,812068966	12,6	0,0567	-0,2	28,36206897
20	B3D1U2	1,176	2,027586207	10,92	0,1588	-1,88	-8,446441673
21	B3D1U3	0,695	1,198275862	12	-0,6705	-0,8	83,81465517
22	B3D2U1	2,14	3,689655172	13,08	1,8209	0,28	650,3078818
23	B3D2U2	2,472	4,262068966	13,2	2,3933	0,4	598,3189655
24	B3D2U3	2,223	3,832758621	14,64	1,964	1,84	106,7372564
25	B3D3U1	2,553	4,401724138	15	2,5329	2,2	115,1332288
26	B3D3U2	2,453	4,229310345	14,88	2,3605	2,08	113,4864058
27	B3D3U3	2,785	4,801724138	13,68	2,9329	0,88	333,2876176

Lampiran 25 Perhitungan Persentase P-tersedia dari P-total

No	Perlakuan	P-tersedia (mg / kg)	P-Total (mg / kg)	(%) P- tersedia dari P- total
1	B1D1U1	16,36	322,7	5,0697242
2	B1D1U2	21,08	305,9	6,8911409
3	B1D1U3	18,97	307,3	6,17312073
4	B1D2U1	21,62	341,9	6,3234864
5	B1D2U2	28,43	300,5	9,4608985
6	B1D2U3	23,92	305,8	7,82210595
7	B1D3U1	24,61	314,9	7,81517942
8	B1D3U2	25,25	339,8	7,43084167
9	B1D3U3	25,7	366,8	7,00654308
10	B2D1U1	18,15	297,1	6,10905419
11	B2D1U2	19,6	292,7	6,69627605
12	B2D1U3	19,8	302,4	6,54761905
13	B2D2U1	24,52	315,2	7,77918782
14	B2D2U2	26,5	295,2	8,97696477
15	B2D2U3	31,65	285,8	11,0741777
16	B2D3U1	34,54	338,3	10,2098729
17	B2D3U2	21,54	325,7	6,61344796
18	B2D3U3	23,04	300,9	7,65702891
19	B3D1U1	18,89	300,3	6,29037629
20	B3D1U2	17	298,4	5,69705094
21	B3D1U3	17,52	311,3	5,62801156
22	B3D2U1	18,61	317,7	5,85772742
23	B3D2U2	17,98	297,7	6,03963722
24	B3D2U3	22,94	308,5	7,43598055
25	B3D3U1	19,81	328,9	6,02310733
26	B3D3U2	20,82	317,3	6,56161361
27	B3D3U3	32,85	304,3	10,7952678
28	Kontrol U1	6,79	278,7	2,43631145
29	Kontrol U2	4,96	307	1,61563518
30	Kontrol U3	10,64	401,1	2,65270506

Lampiran 26 Perhitungan Persentase Serapan P tersedia dari P-tersedia

No	Perlakuan	P-Tersedia (mg/3 kg)	Kadar P (mg /BK (g))	% Serapan P Tersedai dari P Tersedia
1	B1D1U1	49,08	0,12168	0,247922
2	B1D1U2	63,24	0,16419	0,25963
3	B1D1U3	56,91	0,0496	0,087155
4	B1D2U1	64,86	0,1482	0,228492
5	B1D2U2	85,29	0,14118	0,165529
6	B1D2U3	71,76	0,171	0,238294
7	B1D3U1	73,83	0,19596	0,265421
8	B1D3U2	75,75	0,09315	0,12297
9	B1D3U3	77,1	0,2156	0,279637
10	B2D1U1	54,45	0,14703	0,270028
11	B2D1U2	58,8	0,16986	0,288878
12	B2D1U3	59,4	0,1144	0,192593
13	B2D2U1	73,56	0,1677	0,227977
14	B2D2U2	79,5	0,15984	0,201057
15	B2D2U3	94,95	0,17023	0,179284
16	B2D3U1	103,62	0,14245	0,137473
17	B2D3U2	64,62	0,05289	0,081848
18	B2D3U3	69,12	0,0621	0,089844
19	B3D1U1	56,67	0,14756	0,260385
20	B3D1U2	51	0,17496	0,343059
21	B3D1U3	52,56	0,1326	0,252283
22	B3D2U1	55,83	0,18088	0,323984
23	B3D2U2	53,94	0,14326	0,265591
24	B3D2U3	68,82	0,23484	0,341238
25	B3D3U1	59,43	0,126	0,212014
26	B3D3U2	62,46	0,15	0,240154
27	B3D3U3	98,55	0,0988	0,100254
28	Kontrol U1	20,37	0,069	0,338733
29	Kontrol U2	14,88	0,10176	0,683871
30	Kontrol U3	31,92	0,00186	0,005827