

PENGARUH APLIKASI PUPUK ORGANIK HAYATI YANG
DIKOMBINASIKAN DENGAN KOMPOS DAN *BIOCHAR* TERHADAP
AKTIVITAS MIKROORGANISME TANAH PADA TANAMAN PADI
GOGO (*Oryza sativa L.*)

Oleh

ORYZEA FACHMI NUGRAHA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019

PENGARUH APLIKASI PUPUK ORGANIK HAYATI YANG
DIKOMBINASIKAN DENGAN KOMPOS DAN *BIOCHAR* TERHADAP
AKTIVITAS MIKROORGANISME TANAH PADA TANAMAN PADI
GOGO (*Oryza sativa L.*)



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

2019

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau ditebitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2019

Oryzea Fachmi Nugraha



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik Hayati yang Dikombinasikan dengan Kompos dan *Biochar* terhadap Aktivitas Mikroorganisme Tanah pada Tanaman Padi Gogo (*Oryza sativa L.*)

Nama Mahasiswa : Oryzea Fachmi Nugraha

NIM : 155040200111123

Jurusan : Ilmu Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui,

Pembimbing Utama,

Cahyo Prayogo, SP., MP., Ph.D
NIP. 19730103 199802 1 002

Pembimbing Pendamping II,

Dr. Rer. nat. Sarjiya Antonius
NIP. 19650416 199003 1 007

Diketahui,

Ketua Jurusan

Prof. Dr. Ir. Faenal Kusuma, SU.
NIP 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan : **19 JUL 2019**

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,



Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.
NIP. 19540501 198103 1 006

Penguji II,



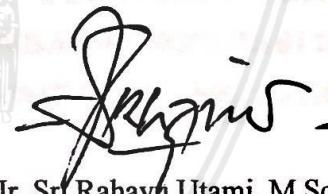
Cahyo Prayogo, SP., MP., Ph.D
NIP. 19730103 199802 1 002

Penguji III,



Dr. Rer. nat. Sarjiya Antonius
NIP. 19650416 199003 1 007

Penguji IV,



Ir. Sri Rahayu Utami, M.Sc., Ph.D
NIP. 19611028 198701 2 001

Tanggal Lulus: **31 JUL 2019**



**"A SMOOTH SEA NEVER MADE SKILLFUL SAILOR.
IBARAT KEHIDUPAN,
JADIKAN TEKANAN SEBAGAI MOTIVASI UNTUK
BERKEMBANG MENJADI PRIBADI YANG TANGGUH"**

*Dengan Menyebut Nama Allah SWT, Kupersembahkan
Karya Kecil ini Kepada Ayah, Bunda, Kakak,
Dan Adikku, serta Wulan Mayangsari*

RINGKASAN

ORYZEA FACHMI NUGRAHA. 155040200111123. Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik Hayati yang Dikombinasikan dengan Kompos dan *Biochar* terhadap Aktivitas Mikroorganisme Tanah pada Tanaman Padi Gogo (*Oryza sativa L.*). Cahyo Prayoogo, SP., MP., Ph.D., selaku pembimbing utama, Dr. Rer. Nat. Sarjiya Antonius selaku pembimbing pendamping II.

Tanah merupakan salah satu komponen sumber daya alam yang berperan penting dalam sektor pertanian. Aplikasi pupuk organik hayati (POH) merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kesuburan tanah karena mengandung rizobakter pengatur tumbuh tanaman (RPTT) yang mampu mengubah senyawa organik menjadi senyawa anorganik yang tersedia bagi tanaman serta dapat meningkatkan kualitas tanah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pupuk organik hayati (POH) yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* terhadap aktivitas mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman padi gogo (*Oryza sativa L.*).

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Pertanian dan di *greenhouse* Mikrobiologi Pertanian, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong, Bogor dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diterapkan diantaranya tanah (K), tanah + pupuk anorganik (NPK), tanah + kompos (Ks), tanah + kompos + *biochar* (KsB), tanah + kompos + *biochar* + formula POH 1 (KsB F1), tanah + kompos + *biochar* + formula POH 2 (KsB F2), tanah + kompos + *biochar* + formula POH Komersial 1 (KsB POH), tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1 (KsB POH), tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2 (KsB POHK). Parameter yang diamati meliputi total populasi bakteri, populasi bakteri pelarut fosfat, respirasi mikroorganisme tanah, pH tanah, C-organik tanah, aktivitas enzim fosfomonoeserase (PME-ase), aktivitas enzim urease, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, kandungan klorofil daun, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, dan jumlah bulir padi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan kompos + *biochar* + POH berpengaruh nyata terhadap aktivitas mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman padi gogo. Perlakuan KsB F2 memberikan pengaruh nyata yang paling signifikan terhadap aktivitas mikroorganisme tanah. Perlakuan KsB F2 meningkatkan aktivitas enzim fosfomonooesterase sebesar 52,65% dan meningkatkan aktivitas enzim urease sebesar 127% terhadap perlakuan K. Hal ini dapat terjadi karena kompos menyediakan bahan organik bagi mikroorganisme tanah dan *biochar* mampu menyediakan habitat yang sesuai bagi mikroorganisme tanah untuk tumbuh. Perlakuan KsB F1 memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman padi. Terlihat pada komponen produksi tanaman, perlakuan KsB F1 meningkatkan jumlah bulir padi sebesar 62% dibandingkan dengan perlakuan K, tetapi tidak menunjukkan beda nyata dengan perlakuan KsB F1 dan KsB FS. Perlakuan KsB F1 juga memberikan pengaruh nyata terhadap bobot basah dan bobot kering 1000 bulir padi. Perlakuan KsB F1 mampu meningkatkan bobot basah sebesar 48,8% dan meningkatkan bobot kering sebesar 56,8% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, serta menunjukkan beda nyata dengan perlakuan KsB F2 dan KsB FS.

SUMMARY

ORYZEA FACHMI NUGRAHA. 155040200111123. Effect of Biological Organic Fertilizer Application Combined with Compost and Biochar on Soil Microorganism Activities in Upland Rice (*Oryza sativa L.*). Cahyo Prayoogo SP., MP., Ph.D as the main Supervisor, Dr. Rer.Nat. Sarjiya Antonius as the second supervisor.

Soil is one component of natural resources that plays an important role in the agricultural sector. Production in the agricultural sector can increase if the land is managed appropriately so that it can provide nutrients for plants. The application of biological organic fertilizer is one way to increase soil fertility because it contains plant growth regulating rhizobacter (PGPR) which is able to convert organic compounds into inorganic compounds available for upland rice plants and can improve soil quality. The purpose of this research was to determine the effect of biological organic fertilizer combined with compost and biochar on the activity of soil microorganisms and growth of upland rice plants (*Oryza sativa L.*)

The research was carried out in the Agricultural Microbiology Laboratory and in the greenhouse of Agricultural Microbiology, Biology Research Center, Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Bogor using a completely randomized design (RAL). The treatment uses different types of fertilizers including soil (K), soil + inorganic fertilizer (NPK), soil + compost (Ks), soil + compost + biochar (KsB), soil + compost + biochar + biological organic fertilizer formula 1 (KsB F1), soil + compost + biochar + biological organic fertilizer formula 2 (KsB F2), soil + compost + biochar + Commercial biological organic fertilizer formula 1 (KsB POH), soil + compost + biochar + Commercial biological organic fertilizer 1 (KsB POH), soil + compost + biochar + Commercial biological organic fertilizer 2 (KsB POHK). The parameters observed included total bacterial population, phosphate solvent bacterial population, soil microorganism respiration, soil pH, soil organic C, phosphomonoesterase enzyme activity (PME-ase), urease enzyme activity, plant height, number of leaves, number of tillers, leaf chlorophyll content , plant wet weight, plant dry weight, and number of rice grains.

The results showed that the combination of compost + biochar + biological organic fertilizer treatment had a significant effect on soil microorganism activity and upland rice growth. The treatment of KsB F2 gave the most significant real influence on soil microorganism activity. The treatment of KsB F2 increases the phosphomonoesterase enzyme activity by 52.65% and increases the enzyme activity of urease by 127% against K treatment. This can occur because compost provides organic material for soil microorganisms and biochar is able to provide suitable habitat for soil microorganisms to grow. The treatment of KsB F1 has a significant influence on the growth of upland rice plants. Seen in the components of plant production, treatment of KsB F1 increased the amount of rice grains by 62% compared to treatment K, but did not show a significant difference with the treatment of KsB F1 and KsB FS. The treatment of KsB F1 also had a significant effect on wet weight and dry weight of 1000 rice grains. The KsB F1 treatment was able to increase wet weight by 48.8% and increase dry weight by 56.8% compared to the control treatment, and showed a significant difference with the treatment of KsB F2 and KsB FS.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya limpah dan curahkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkah dan karunianya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik Hayati yang Dikombinasikan dengan Kompos dan Biochar terhadap Aktivitas Mikroorganisme Tanah pada Tanaman Padi Gogo (*Oryza sativa L.*)”** dengan lancar. Terselesaiannya skripsi ini juga tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan segala bentuk kenikmatan dan kemudahan dalam segala hal;
2. Ayah, Ibu, kakak, dan adik, serta tak lupa Wulan Mayangsari yang selalu memanjatkan doa dan semangat motivasi serta memberikan dukungan moril dan materi;
3. Cahyo Prayogo, SP., MP., Ph.D selaku dosen pembimbing utama yang selalu memberikan masukan, arahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi;
4. Dr. Rer. Nat. Sarjiya Antonius selaku dosen pembimbing pendamping II yang juga telah memberikan masukan dan arahan serta motivasi dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi;
5. Peneliti laboratorium Mikrobiologi Pertanian (Ibu Titin, Ibu Tirta, Ibu Pur, dan Mas Agung) yang selalu membantu dan memotivasi selama proses penelitian dan penyusunan skripsi;
6. Teknisi laboratorium Mikrobiologi Pertanian (teh Nani, teh Arie, teh Rifdah teh Adit, teh Astri, Ibu Eti, mas Sodik, dan Pak Entis) yang selalu membantu dan memotivasi dalam proses penelitian;
7. DIPA LIPI Tahun 2018-2019 yang telah mendanai penelitian ini;
8. Rekan-rekan MSDL yang selalu memberikan motivasi hingga terselesaiannya skripsi ini;
9. Alvin, Gigih, Yanuar, Wahyu, dan Rizal yang memberikan motivasi selama proses penelitian dan dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini sangat jauh dari kata sempurna sehingga saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat diharapkan oleh penulis guna

memperbaiki penulisan selanjutnya dan demi kebaikan penulis secara pribadi. Akhir kata semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Agustus 2019

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Malang pada tanggal 18 November 1996 sebagai putra kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Fatchur Rahman dan Ibu Resminingsih.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Sidorejo 1, Kecamatan Doko, Kabupaten Blitar pada tahun 2003 sampai dengan tahun 2009, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Wlingi pada tahun 2009 dan pada tahun 2010 pindah ke SMPN 3 Pare sampai dengan lulus pada tahun 2012. Penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 2 Pare pada tahun 2012 sampai dengan tahun 2015. Tahun 2015 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 di Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi UKM Sport Corner dan menjabat sebagai wakil ketua umum pada periode kepengurusan 2017, menjabat sebagai ketua umum pada periode kepengurusan 2018, dan menjabat sebagai Badan Pengawas Organisasi UKM Sport Corner periode kepengurusan 2019. Penulis juga aktif dalam mengikuti beberapa kepanitiaan program kerja UKM Sport Corner dengan menjabat sebagai Koordinator Lapangan Tani Joyo Cup 2016, Koordinator Lapangan Olimpiade Dekan 2016, dan Koordinator *Steering Committee* Tani Joyo Cup 2017.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Hipotesis.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Alur Pikir Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Pupuk Organik Hayati (POH)	6
2.2. Pengaruh Kompos terhadap Kondisi Bahan Organik Tanah	7
2.3. Peran <i>Biochar</i> sebagai Bahan Pemberat Tanah.....	8
2.4. Interaksi antara Pupuk Organik Hayati, Kompos, dan <i>Biochar</i>	9
2.5. Pengaruh Aktivitas Mikroorganisme Tanah terhadap Respirasi Mikroorganisme Tanah	9
2.6. Pengaruh Aktivitas Mikroorganisme Tanah terhadap Aktivitas Enzimatik Tanah.....	10
III. METODE PENELITIAN	12
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2. Alat dan Bahan	12
3.3. Rancangan Percobaan.....	13
3.4. Parameter Pengamatan	13
3.5. Pelaksanaan Penelitian	15
3.6. Analisis Data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Hasil.....	22
4.1.1. Pengaruh perlakuan terhadap total populasi bakteri tanah	22

4.1.2. Pengaruh perlakuan terhadap populasi bakteri pelarut fosfat	23
4.1.3. Pengaruh perlakuan terhadap respirasi mikroorganisme tanah.....	23
4.1.4. Pengaruh perlakuan terhadap pH tanah.....	24
4.1.5. Pengaruh perlakuan terhadap persentase C-organik tanah.....	25
4.1.6. Pengaruh perlakuan terhadap aktivitas enzim fosfomonooesterase (PME-ase).....	26
4.1.7. Pengaruh perlakuan terhadap aktivitas enzim urease.....	27
4.1.8. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman	28
4.1.9. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah daun	29
4.1.10. Pengaruh perlakuan terhadap panjang akar tanaman	30
4.1.11. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan klorofil daun	31
4.1.12. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah anakan tanaman	32
4.1.13. Pengaruh perlakuan terhadap bobot biomassa	33
4.1.14. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah bulir padi.....	34
4.1.15. Pengaruh perlakuan terhadap bobot biomassa bulir padi	35
4.2 Pembahasan	36
4.2.1. Pengaruh persentase C-organik tanah terhadap total populasi bakteri tanah	37
4.2.2. Pengaruh persentase C-organik tanah terhadap populasi bakteri pelarut fosfat.....	38
4.2.3. Pengaruh total populasi bakteri tanah terhadap respirasi mikroorganisme tanah	39
4.2.4. Pengaruh <i>biochar</i> terhadap pH tanah	40
4.2.5. Persentase C-organik tanah	40
4.2.6. Pengaruh populasi bakteri pelarut fosfat terhadap aktivitas enzim fosfomonooesterase (PME-ase).....	40
4.2.7. Pengaruh total populasi bakteri tanah terhadap aktivitas enzim urease	41
4.2.8. Pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman.....	42
4.2.9. Pengaruh aktivitas enzim urease terhadap panjang akar tanaman	43
4.2.10. Pengaruh aktivitas enzim urease terhadap kandungan klorofil daun ..	44
4.2.11. Pengaruh aktivitas enzim fosfomonooesterase terhadap bobot basah dan bobot kering tanaman	45
4.2.12. Pengaruh aktivitas enzim fosfomonooesterase dan urease terhadap jumlah bulir padi gogo	46
4.2.13. Pengaruh aktivitas enzim terhadap bobot basah dan bobot kering 1000 bulir padi	47
V. KESIMPULAN DAN SARAN	48

5.1.	Kesimpulan.....	48
5.2.	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....		49
LAMPIRAN.....		54



DAFTAR TABEL

Nomor Teks	Halaman
1. Tipe bakteri dan jumlah populasinya pada sampel tanah	8
2. Pengaruh pengaplikasian <i>biochar</i> terhadap sifat kimia tanah.....	9
3. Kombinasi Perlakuan pada Media Tanam Tanaman Padi Gogo	13
4. Parameter Pengamatan pada Media Tanam dan Tanaman Padi Gogo	14
5. Komposisi Media Tanam pada Masing-masing Perlakuan.....	15
6. Perlakuan pada Benih Padi Gogo Sebelum Dilakukan Penanaman pada Media Tanam	16
7. Pengaruh Perlakuan terhadap Tinggi Tanaman pada 3 MST; 5 MST; 7 MST; 9 MST; 11 MST; 13 MST; dan 15 MST.....	29
8. Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Daun Tanaman pada 3 MST; 5 MST; 7 MST; 9 MST; 11 MST; 13 MST; dan 15 MST	30
9. Pengaruh Perlakuan terhadap Panjang Akar Tanaman pada 8 MST dan 15 MST	31
10. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman pada 7 MST, 8 MST, dan 14 MST	32
11. Pengaruh Perlakuan terhadap Bobot Brangkasan dan Bobot Akar Tanaman	34
12. Pengaruh Perlakuan terhadap Bobot 1000 Bulir Padi.....	36

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian.....	5
2.	Pengaruh Perlakuan terhadap Populasi Bakteri Tanah pada Media Nutrient Agar.....	22
3.	Pengaruh Perlakuan terhadap Populasi Bakteri Pelarut Fosfat	23
4.	Pengaruh Perlakuan terhadap Respirasi Mikroorganisme Tanah	24
5.	Pengaruh Perlakuan terhadap pH Tanah.....	25
6.	Pengaruh Perlakuan terhadap Persentase C-organik Tanah.....	26
7.	Pengaruh Perlakuan terhadap Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase	27
8.	Pengaruh Perlakuan terhadap Aktivitas Enzim Urease.....	28
9.	Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Anakan Tanaman	33
10.	Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Bulir Padi	35
11.	Pengaruh C-organik Tanah terhadap Populasi Bakteri Tanah	37
12.	Pengaruh C-organik Tanah terhadap Populasi Bakteri Pelarut Fosfat.....	38
13.	Pengaruh Populasi Bakteri Tanah terhadap Respirasi Mikroorganisme Tanah	39
14.	Pengaruh Populasi Bakteri Pelarut Fosfat terhadap Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase.....	41
15.	Pengaruh Populasi Bakteri Tanah terhadap Aktivitas Enzim Urease	42
16.	Pengaruh aktvititas enzim urease terhadap a: panjang akar 8 MST; b: panjang akar 15 MST	43
17.	PengaruhAktivitas Enzim Urease terhadap Kandungan Klorofil Daun pada 7 MST	44
18.	Pengaruh Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase terhadap a: Bobot Basah Tanaman; b: Bobot Kering Tanaman.....	45
19.	a: Pengaruh Enzim Urease terhadap Jumlah Bulir Padi; b:Pengaruh Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase terhadap Jumlah Bulir Padi.....	46
20.	Pengaruh Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase terhadap a: Bobot Basah 1000 Bulir Padi; b:Bobot Kering 1000 Bulir Padi	47

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perhitungan Kebutuhan Pupuk Organik (POH)	54
2.	Perhitungan Kebutuhan Kompos	54
3.	Perhitungan Kebutuhan <i>Biochar</i>	54
4.	Perhitungan Kebutuhan Pupuk Anorganik	54
5.	ANOVA Total Populasi Bakteri Tanah pada Media Nutrient Agar	55
6.	ANOVA Total Populasi Bakteri Tanah pada Media Pikovskaya	55
7.	ANOVA Respirasi Mikroorganisme Tanah.....	55
8.	ANOVA pH Tanah	55
9.	ANOVA C-organik Tanah	56
10.	ANOVA Aktivitas Enzim Fosfomonooesterase (PME-ase)	56
11.	ANOVA Aktivitas Enzim Urease	56
12.	ANOVA Tinggi Tanaman Padi Gogo.....	56
13.	ANOVA Jumlah Daun Tanaman Padi Gogo	58
14.	ANOVA Panjang Akar Tanaman Padi Gogo (8 MST).....	59
15.	ANOVA Panjang Akar Tanaman Padi Gogo (15 MST).....	60
16.	ANOVA Kandungan Klorofil Daun Tanaman Padi Gogo (7MST).....	60
17.	ANOVA Kandungan Klorofil Daun Tanaman Padi Gogo (8MST).....	60
18.	ANOVA Kandungan Klorofil Daun Tanaman Padi Gogo (14MST).....	60
19.	ANOVA Jumlah Anakan Tanaman Padi Gogo	61
20.	ANOVA Bobot Basah Brangkasan	61
21.	ANOVA Bobot Kering Brangkasan.....	61
22.	ANOVA Bobot Basah Akar	61
23.	ANOVA Bobot Kering Akar	61
24.	ANOVA Jumlah Total Bulir Tanaman Padi Gogo	62
25.	ANOVA Bobot Basah 1000 Bulir Padi	62
26.	ANOVA Bobot Kering 1000 Bulir Padi	62
27.	Tabel Korelasi antar Parameter Pengamatan	63
28.	Denah Rancangan Penelitian.....	64
29.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian	64

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pupuk organik adalah nama kolektif untuk semua jenis bahan organik asal tanaman dan hewan yang dapat dirombak menjadi hara tersedia bagi tanaman (Suriadikarta *et al.*, 2006). Dalam Permentan No.2/Pert/Hk.060/2/2006, tentang pupuk organik dan pemberian tanah, dikemukakan bahwa pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Suriadikarta *et al.*, 2006). Penggunaan pupuk organik di Indonesia masih kurang diminati, sesuai yang dijabarkan oleh Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia (2018), pupuk organik masih jauh lebih rendah dibandingkan penggunaan pupuk anorganik. Tercatat pada bulan Januari-September 2018 penggunaan pupuk organik sebesar 522.791 ton, sedangkan penggunaan pupuk anorganik sebesar 8.909.553 ton (Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia, 2018).

Program intensifikasi pertanian khususnya pada komoditas padi (1970-an) telah mendorong penggunaan pupuk anorganik secara meluas dan pada daerah tertentu menunjukkan gejala pemupukan berlebih, total konsumsi pupuk anorganik nasional meningkat dari 0,63 juta ton pada tahun 1975 menjadi 5,69 juta ton pada tahun 2003 (Rusastra *et al.*, 2005). Simanjuntak *et al.* (2013), menyebutkan bahwa penggunaan pupuk anorganik (pupuk kimia) dalam jangka panjang menyebabkan kadar bahan organik tanah menurun, struktur tanah rusak, dan pencemaran lingkungan. Glick (1995, dalam Widawati, 2010), menjelaskan bahwa penggunaan pupuk kimia atau anorganik yang berlebihan dan berulang-ulang menyebabkan sebagian besar lahan pertanian di Indonesia menjadi tidak subur, sehingga tidak optimal untuk pembudidayaan tanaman, hal tersebut disebabkan oleh berkurangnya atau hilangnya kandungan nutrisi dan mineral dalam tanah seperti fosfat terikat pada mineral tanah, serta menurunnya populasi mikroba yang berperan sebagai pupuk hidup.

Pupuk organik hayati (POH) merupakan pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk hayati. Pupuk organik hayati (POH) merupakan salah satu komponen esensial pada pertanian organik karena mengandung mikroorganisme hidup yang berperan sebagai penyedia unsur hara tanah dan zat pengatur tumbuh tanaman. Mikroorganisme yang terdapat dalam POH disebut *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) atau Rizobakter Pengatur Tumbuh Tanaman (RPTT). Mikroorganisme tersebut umumnya hidup berkoloni pada daerah rizosfer tanaman dan menambah atau menyediakan nutrisi dan atau pemacu pertumbuhan pada tanaman (Mahdi *et al.*, 2010). Aryanto (2015) membuktikan bahwa pengaplikasian beberapa jenis POH dapat meningkatkan pH tanah, C-organik tanah, N total tanah, rasio C/N tanah, P tersedia dalam tanah, K tanah. Aplikasi pupuk organik hayati POH kurang optimal apabila diaplikasikan tanpa kompos sebagai sumber bahan organik bagi mikroorganisme tanah. Penambahan POH dan bahan organik berupa kompos dapat meningkatkan total populasi bakteri pada perlakuan (Antonius, 2018). Kompos memiliki kandungan unsur hara seperti nitrogen dan fosfat dalam bentuk argon, protein, dan humat yang sulit diserap tanaman (Setyotini *et al.*, 2006). Pengaplikasian kompos perlu ditambahkan pupuk organik hayati (POH) mikroorganisme dapat secara sempurna mengurai bahan organik kompleks menjadi bahan organik sederhana (Boraste dan Joshi, 2009).

Widawati (2010) membuktikan bahwa pengaplikasian kompos yang ditambahkan pupuk organik hayati (POH) dapat menambah populasi bakteri tanah dan meningkatkan enzim fosfomonoesterase (PME-ase) tanah. Populasi bakteri pada aplikasi kompos dan pupuk organik hayati (POH) mencapai $2,78 \times 10^9$ sel ml⁻¹, sedangkan pada aplikasi kompos hanya $1,70 \times 10^8$ sel ml⁻¹. Aktivitas enzim fosfomonoesterase (PME-ase) pada aplikasi kompos + pupuk organik hayati (POH) sejumlah 9,66 unit jam⁻¹ (PME-ase asam) dan 75,7 unit jam⁻¹ (PME-ase basa), sedangkan pada aplikasi kompos aktivitas enzim PME-ase sejumlah 8,36 unit jam⁻¹ (PME-ase asam) dan 70,57 unit jam⁻¹ (PME-ase basa).

Penambahan *biochar* juga dapat meningkatkan jumlah populasi bakteri dalam tanah karena peranan *biochar* sebagai bahan pembelah tanah yang dapat meningkatkan pH tanah dan sebagai habitat mikroorganisme tanah, hal ini sejalan dengan pendapat Gani (2009), bahwa *biochar* tidak dikonsumsi bakteri tetapi

menyediakan habitat bagi mikroorganisme tanah, dan umumnya *biochar* yang diaplikasikan dapat tinggal dalam tanah selama ratusan bahkan ribuan tahun. Nurida *et al.* (2012), melaporkan bahwa persentase C-organik tanah meningkat dari 0,90% menjadi 1,02% - 1,07% setelah diberikan bahan pemberi hidrasi tanah berupa *biochar* sekam padi dan tempurung kelapa. Antonius *et al.* (2018) menambahkan bahwa aplikasi kompos + POH dan *biochar* dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah berupa populasi bakteri sebesar 75% dan sifat kimia tanah berupa C-organik tanah sebesar 33,5% dan pH tanah sebesar 13,5%. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian aplikasi pupuk organik hidup (POH) yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* dengan komposisi PGPR yang berbeda untuk mengetahui pengaruhnya terhadap aktivitas mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman padi gogo.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pupuk organik hidup (POH) yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* dapat mempengaruhi total populasi bakteri tanah, respirasi mikroorganisme tanah, pH tanah, C-organik tanah, aktivitas enzim fosfomonooesterase (PME-ase), dan aktivitas enzim urease pada media tanam?
2. Bagaimana pengaruh pupuk organik hidup (POH) yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* dapat mempengaruhi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, kandungan klorofil daun, jumlah anakan, bobot basah, bobot kering, dan jumlah total bulir pada tanaman padi gogo (*Oryza sativa L.*)?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pupuk organik hidup (POH) yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* terhadap total populasi bakteri tanah, respirasi mikroorganisme tanah, pH tanah, C-organik tanah, aktivitas enzim fosfomonooesterase (PME-ase), dan aktivitas enzim urease pada media tanam.
2. Mengetahui pengaruh pupuk organik hidup (POH) yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, kandungan klorofil daun, jumlah anakan, bobot basah, bobot kering, dan jumlah total bulir pada tanaman padi gogo (*Oryza sativa L.*).

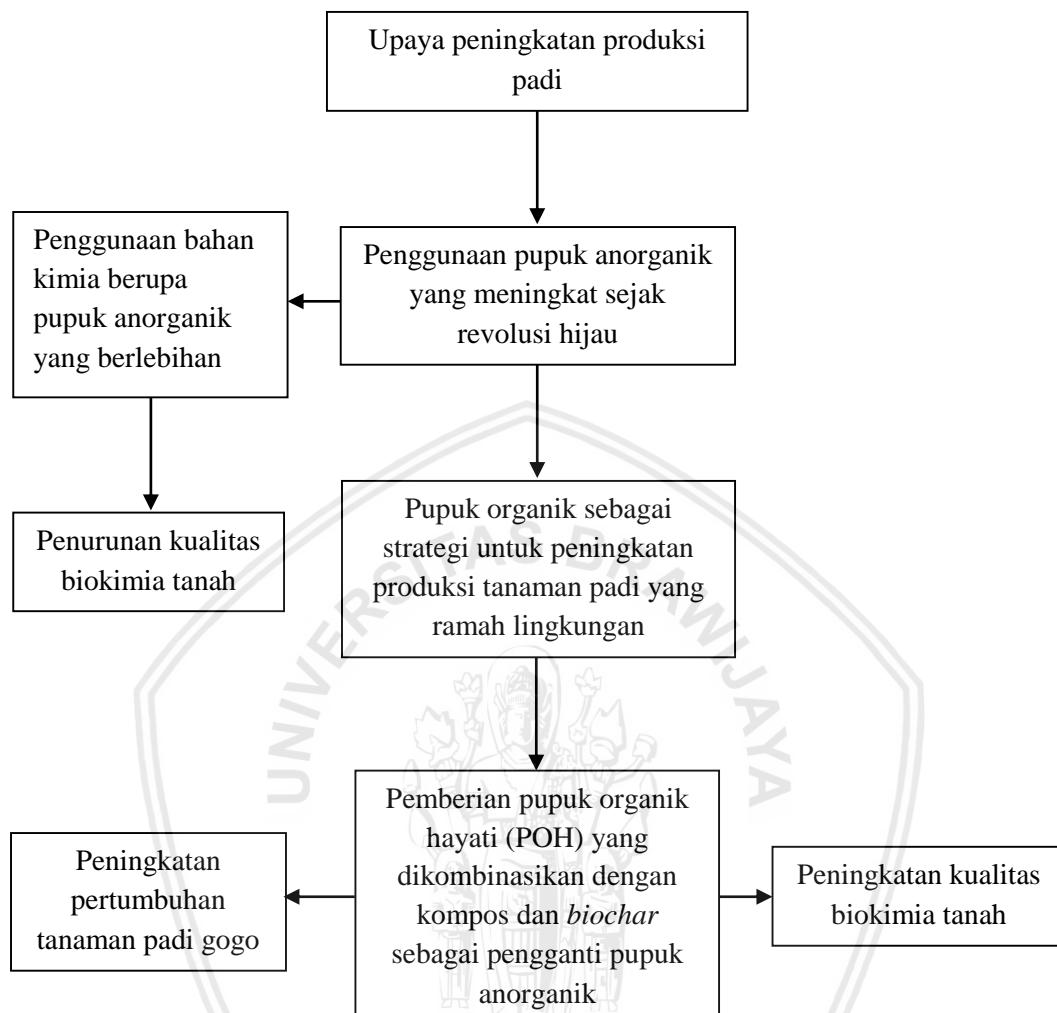
1.4. Hipotesis

1. Pupuk organik hayati (POH) yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* dapat meningkatkan sifat biologi, aktivitas enzimatik, dan sifat kimia pada tanah.
2. Pupuk organik hayati (POH) yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* dapat meningkatkan faktor agronomi serta faktor produksi tanaman padi gogo (*Oryza sativa* L.).

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan formula pupuk organik hayati (POH) spesifik tanaman serealia yang dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman padi gogo (*Oryza sativa* L.).

1.6. Alur Pikir Penelitian



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pupuk Organik Hayati (POH)

Pupuk organik hayati (POH) merupakan pupuk yang mengandung mikroba yang menguraikan atau mengikat unsur hara sehingga unsur hara tersebut dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Umumnya mikroba yang digunakan adalah mikroba yang mampu bersama (bersimbiosis) dengan tanaman inangnya (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Sedangkan menurut Singh dan Sharma (2002), pupuk organik hayati (POH) merupakan pupuk yang bersumber dari bahan organik yaitu berupa residu tanaman, pupuk hijau, pupuk kandang, juga meliputi mikroba seperti bakteri dan jamur. Mikroba yang dijadikan POH berfungsi sebagai penyedia hara di dalam tanah sehingga unsur hara dalam tanah dapat tersedia untuk tanaman (Simanungkalit *et al.*, 2006).

Mikroba tanah yang umumnya digunakan sebagai POH terdiri dari berbagai jenis fungsional mikroba tanah seperti bakteri penambat Nitrogen, bakteri pelarut Fosfat (P), bakteri yang dapat memacu dan menghasilkan zat pengatur tumbuh tanaman (ZPT), serta bakteri yang dapat berperan sebagai agen biokontrol (Rajendran dan Devaraj, 2004). Aryanto (2015), memaparkan bahwa pemberian isolat mikroba dapat memperbaiki sifat kimia tanah diantaranya pH tanah, C-organik, N total, rasio C/N, P tersedia, dan K dalam tanah.

Mikroorgaisme tanah menguraikan sisa bahan organik menjadi unsur-unsur yang dikembalikan ke tanah seperti nitrogen (N), fosfat (P), kalium (K), kalsium (Ca), mangan (Mn), dan ke atmosfer (CH_4 atau CO_2) (Wicaksono *et al.*, 2015). Dalam aliran pertanian *input* organik, mikroba diposisikan sebagai produsen hara, tanah dianggap sebagai media biosintesis, dan hasil kerja mikroba dianggap sebagai pensuplai utama kebutuhan hara bagi tanaman (Saraswati dan Sumarno, 2008). Salah satu kelompok mikroorganisme yang berperan dalam hal ini adalah bakteri. Kelompok bakteri yang mampu mengkolonisasi rizosfer dan akar tanaman serta mampu meningkatkan pertumbuhan suatu tanaman dengan berbagai mekanisme dikenal sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) atau Rizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman (RPTT) (Manivannan *et al.*, 2012).

PGPR memiliki kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan suatu tanaman melalui mekanisme langsung ataupun tidak langsung. PGPR mendukung pertumbuhan secara langsung melalui mekanisme penambatan nitrogen dari atmosfer, pelarutan mineral fosfat, produksi siderofor, dan sintesa hormon pertumbuhan seperti IAA, asam giberelik, sitokinin, dan etilen (Nelson, 2004 dalam Agustiyani, 2015). Sedangkan mekanisme yang tidak langsung adalah biokontrol patogen tanaman, yaitu perusakan mikroba patogen melalui produksi antibiotik, enzim litik, hidrogen sianida, katalase, dan siderofor atau melalui kompetisi nutrisi maupun ruang. Melalui dua mekanisme tersebut PGPR dapat meningkatkan kesehatan tanaman secara signifikan dan mendukung pertumbuhan tanaman (Khan, 2006 dalam Agustiyani, 2015). Bakteri yang dapat menambat nitrogen berasal dari genus *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*; sedangkan bakteri pelarut fosfat berasal dari genus *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Bacterium*, *Mycobacterium*, *Bacillus*, dan *Cerratia* (Widawati *et al.*, 2015).

2.2. Pengaruh Kompos terhadap Kondisi Bahan Organik Tanah

Pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman dapat ditentukan oleh berbagai faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi yaitu kesediaan nutrisi pada media tanam (Meyer dan Anderson dalam Rivai dan Wardani, 2017). Nutrisi pada media tanam dapat ditambahkan dengan cara pemberian kompos pada media tanam. Menurut Indriani (2005), kompos merupakan suatu bahan organik yang telah mengalami penguraian sehingga sudah tidak dikenali bentuk aslinya, berwarna kehitaman, dan tidak berbau. Sedangkan menurut Murbandono (2006), kompos adalah bahan organik yang telah mengalami proses pelapukan, karena adanya interaksi antara mikroorganisme yang bekerja di dalamnya, bahan-bahan organik tersebut berupa dedaunan, rumput jerami, sisa-sisa ranting, dan dahan. Menurut Bhakari *et al.*(2013), kompos yang diaplikasikan ke tanah dapat memperbaiki sifat kimia tanah yaitu pH tanah sebesar 3,54%, C-organik tanah sebesar 40%, dan P tersedia dalam tanah sebesar 75%.

Kompos memiliki kandungan unsur hara seperti nitrogen dan fosfat dalam bentuk argon, protein, dan humat yang sulit diserap tanaman (Setyotini *et al.*, 2006). Berbagai upaya untuk meningkatkan unsur hara dalam kompos telah banyak dilakukan, seperti penambahan bahan alami tepung tulang, tepung darah kering,

kulit batang pisang, dan *biofertilizer* (pupuk hayati) (Simanungkalit *et al.*, 2006). Menurut Widawati (2010), pengaplikasian kompos yang ditambahkan dengan pupuk hayati dapat meningkatkan populasi bakteri penambat nitrogen (N) dan bakteri pelarut fosfat di dalam tanah dibandingkan perlakuan kompos dan perlakuan pupuk kimia (tabel 1).

Tabel 1. Tipe bakteri dan jumlah populasinya pada sampel tanah

Perlakuan	Tipe bakteri dan jumlah populasinya pada sampel tanah setelah panen (sel/ml)		
	SNFB	NSNFB	PSB
Tanpa pupuk	5,10 x 10 ⁶	5,51 x 10 ⁶	6,10 x 10 ⁶
Pupuk kimia (TSP + KCl + Urea)	8,23 x 10 ⁶	7,62 x 10 ⁶	9,73 x 10 ⁶
Pupuk kotoran ayam + sekam	6,11 x 10 ⁷	6,92 x 10 ⁷	6,93 x 10 ⁷
Pupuk kompos	7,53 x 10 ⁷	7,52 x 10 ⁸	8,71 x 10 ⁸
Pupuk kompos plus	9,15 x 10 ⁸	9,34 x 10 ⁸	9,35 x 10 ⁸

Keterangan: SNFB = *symbiotic nitrogen fixing bacteria* (bakteri penambat nitrogen simbiotik), NSNFB = *nonsymbiotic nitrogen fixing bacteria* (bakteri penambat nitrogen nonsimbiotik), PSB = *phosphate solubilizing bacteria* (bakteri pelarut fosfat).

Sumber: Widawati (2010)

2.3. Peran *Biochar* sebagai Bahan Pemberah Tanah

Biochar merupakan arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa organik pada keadaan oksigen terbatas (Lehman, 2007). Menurut Sohi *et al.* (2010), menjelaskan bahwa *biochar* adalah bahan yang kaya karbon yang diperoleh dengan pirolisis biomassa dan diketahui mempunyai berbagai dampak positif ketika digunakan sebagai pemberah tanah yang kurang subur, seperti peningkatan ketersediaan nutrisi, memperbaiki sifat fisika dan biokimia tanah serta siklus biogeokima dan pada akhirnya meningkatkan produksi tanaman. Menurut Sukartono dan Utomo, 2012 dan Nurida *et al.*, 2013 (dalam Nurida, 2014) menunjukkan bahwa *biochar* yang terdiri dari sekam padi, kulit kakao, tempurung kelapa, dan kotoran sapi dapat meningkatkan pH tanah, KTK tanah, C-organik, N total, dan P tersedia dalam tanah. Diketahui bahwa keberadaan *biochar* di dalam tanah dapat digunakan sebagai habitat fungi dan mikroba tanah lainnya (Saito dan Marumoto, 2002). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Laila *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa nilai pH yang optimum bagi pertumbuhan bakteri yaitu 6,5 - 7,5, sehingga penambahan *biochar* dapat meningkatkan populasi bakteri dalam tanah.

Tabel 2. Pengaruh pengaplikasian *biochar* terhadap sifat kimia tanah

Perlakuan	pH	KTK (cmol/kg)	C- organik (%)	N total (%)	P tersedia (ppm)
Tanpa <i>Biochar</i>	4,15	4,75	0,72	0,06	4,00
<i>Biochar</i> sekam padi (7,5 t/ha)	4,22	5,91	1,09	0,10	8,14
<i>Biochar</i> kulit kakao (5 t/ha)	4,61	3,67	1,14	0,09	4,71
Tanpa <i>biochar</i>	6,29	13,34	-	0,11	23,59
<i>Biochar</i> tempurung kelapa (15 t/ha)	6,49	15,04	-	0,12	26,48
<i>Biochar</i> kotoran sapi (15 t/ha)	6,45	15,10	-	0,16	26,24

Sumber: Sukartono dan Utomo, 2012; dan Nurida *et al*, 2013.(dalam Nurida, 2014)

2.4. Interaksi antara Pupuk Organik Hayati, Kompos, dan *Biochar*

Populasi mikroorganisme tanah di lahan sangat dipengaruhi oleh keberadaan bahan organik, semakin banyak bahan organik yang tersedia, maka semakin banyak pula sumber energi bagi organisme tanah (Izzudin, 2012). Penambahan *biochar* dapat meningkatkan total populasi bakteri dalam tanah, hal ini sejalan dengan pendapat Gani (2009), bahwa *biochar* tidak dikonsumsi bakteri tetapi sebagai habitat bagi mikroorganisme tanah, dan umumnya *biochar* yang diaplikasikan dapat tinggal dalam tanah selama ratusan bahkan ribuan tahun. Nurida *et al.* (2012), menjelaskan bahwa persentase C-organik tanah meningkat dari 0,90% menjadi 1,02%-1,07% setelah pengaplikasian bahan pemberah tanah berupa *biochar* sekam padi dan tempurung kelapa. Antonius *et al.*(2018), menambahkan bahwa aplikasi kompos yang ditambahkan POH dan *biochar* dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah berupa populasi bakteri sebesar 75% dan sifat kimia tanah berupa C-organik tanah sebesar 33,5% dan pH tanah sebesar 13,5%.

2.5. Pengaruh Aktivitas Mikroorganisme Tanah terhadap Respirasi Mikroorganisme Tanah

Respirasi mikroorganisme tanah menggambarkan populasi mikroorganisme di dalam tanah. Respirasi mikroorganisme tanah didefinisikan sebagai penggunaan oksigen atau pembebasan karbondioksida oleh mikroorganisme tanah didalamnya seperti bakteri, fungi, alga, dan protozoa. Pengukuran respirasi ini berkorelasi baik

dengan perubahan kesuburan tanah yang berkaitan dengan aktivitas mikroba seperti: (1) kandungan bahan organik; (2) transformasi N atau P; (3) hasil antara pH dan rata-rata jumlah mikroorganisme (Andre, 2010).

Penetapan respiration tanah didasarkan pada penetapan: (1) jumlah CO_2 yang dihasilkan dan (2) jumlah O_2 yang digunakan oleh mikroba tanah. Respiration tanah merupakan suatu proses yang terjadi karena adanya kehidupan mikroorganisme yang melakukan aktivitas hidup dan berkembang biak dalam suatu masa tanah. Mikroorganisme dalam setiap aktivitasnya membutuhkan O_2 atau mengeluarkan CO_2 yang dijadikan dasar untuk pengukuran respiration tanah. Banyaknya populasi mikroorganisme tanah mempengaruhi keluaran CO_2 atau jumlah O_2 yang dibutuhkan mikroba. Oleh karena itu respiration tanah mencerminkan aktivitas metabolismik mikroba daripada jumlah, tipe, atau perkembangan mikroba tanah (Ragil, 2009 dalam Soemarno, 2010). Penentuan respiration tanah dapat dilakukan dengan cara pengukuran CO_2 dalam sistem tertutup, pengukuran CO_2 dengan proses aerasi secara kontinyu, dan pengukuran secara kontinyu penggunaan oksigen dengan menggunakan respirator Sapromat. Penentuan CO_2 dalam sistem tertutup dapat dilakukan dengan mengabsorpsi CO_2 yang dihasilkan selama respiration tanah pada sistem tertutup. Absorben alkali, seperti larutan NaOH , umum digunakan pada metode ini (Fitri, 2002).

2.6. Pengaruh Aktivitas Mikroorganisme Tanah terhadap Aktivitas Enzimatik Tanah

Enzim merupakan aktivator vital dalam proses kehidupan. Enzim dalam tanah memainkan peran penting dalam menjaga kesehatan tanah dan lingkungannya. Aktivitas enzimatik di dalam tanah terutama berasal dari mikroba berasal dari enzim intraselular, sel atau enzim bebas (Shukla dan Varma, 2011). Enzim tanah menawarkan berbagai macam fungsi yang sangat penting. Enzim tanah terlibat dalam siklus nutrisi didalam tanah, mempengaruhi penggunaan pupuk secara efisien, menggambarkan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah dan berperan sebagai indikator perubahan tanah (Dick *et al.*, 2000). Enzim tanah adalah kelompok enzim yang berada di dalam tanah dan terus memainkan peran penting dalam menjaga ekologi tanah, sifat fisik, sifat kimia, kesuburan, dan kesehatan tanah. Enzim tersebut berperan dalam fungsi biokimia dan seluruh proses

dekomposisi bahan organik di dalam sistem tanah (Sinsabaugh *et al.*, 1991). Sumber enzim tanah meliputi mikroba hidup dan mati, akar tanaman dan residu, dan fauna tanah.

Aktivitas enzim tanah berkorelasi langsung dengan persentase C-organik tanah dan N-total yang mencerminkan kandungan bahan organik tanah. Aktivitas mikroorganisme dan enzim dalam tanah dapat dirangsang, serta karakteristik fisik tanah dapat diperbaiki akibat perombakan bahan organik. Seiring dengan penurunan bahan organik tanah, semakin tinggi kedalaman tanah, maka aktivitas mikroorganisme dan enzim semakin rendah. Aktivitas enzim tanah berkorelasi positif dengan persentase C-organik tanah. Aktivitas enzim dapat meningkat dengan penambahan bahan organik dalam tanah terutama disebabkan oleh enzim yang terdapat di luar sel dan meningkatnya luas partikel tanah (Siallagan, 2004).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2018 sampai dengan Maret 2019, bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Pertanian dan di *greenhouse* Mikrobiologi Pertanian, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jalan Raya Jakarta-Bogor KM. 46, Cibinong, Bogor, Jawa Barat.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian di laboratorium yaitu: *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), timbangan analitik, cawan petri, gelas beaker, *magnetic stirer*, gelas ukur, tabung reaksi, tabung erlenmeyer, *shaker*, botol *Schott Duran*, pH meter, *Autoclave*, tabung reaksi, rak tabung, korek api, api bunsen, pipet, *alumunium foil*, vorteks, *cuvette*, plastik wrap, spektrofotometer, sentrifus, kertas label, kain kasa, dan benang. sedangkan alat yang digunakan di *greenhouse* yaitu: ember, bak besar, sekop kecil, sekop besar, timbangan, gembor, penggaris, alat tulis, kertas label, ajir, dan kamera.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian di laboratorium yaitu: benih padi gogo varietas Inpago LIPI Go 1, media *Nutrient Agar* (NA), media Pikovskaya (PK), aquades steril, NaClO (NaClO) 5%, ethanol (C₂H₅OH) 70% larutan ammonium klorida (NH₄Cl), nessler, substrat urea, larutan kalium klorida (KCl), larutan P-nitrofenol, larutan natrium hidroksida (NaOH), larutan kalsium klorida (CaCl₂), larutan kalium hidroksida (KOH), larutan asam lorida (HCL), fenolftalein (C₂₀H₁₄O₄), *methyl orange* (C₁₄H₁₄N₃NaO₃S), dan sampel tanah. Sedangkan bahan yang digunakan di *greenhouse* yaitu: tanah Cibinong, kompos, *biochar* tempurung kelapa, Pupuk Organik Hayati (POH) Komersial 1, Pupuk Organik Hayati (POH) komersial 2, formula POH LIPI, pupuk anorganik (Urea, SP-36, dan KCl), dan benih padi gogo varietas Inpari Go 1.

3.3. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor yaitu pengaplikasian jenis pupuk dengan 9 perlakuan berbeda dan 5 kali ulangan sehingga terdapat 45 satuan pengamatan (Tabel 3).

Tabel 3. Kombinasi Perlakuan pada Media Tanam Tanaman Padi Gogo

No.	Rancangan Perlakuan	Keterangan
1	K	Tanah
2	NPK	Tanah + Pupuk anorganik NPK
3	Ks	Tanah + Kompos
4	KsB	Tanah + Kompos + <i>biochar</i>
5	KsB F1	Tanah + Kompos + <i>biochar</i> + Formula 1
6	KsB F2	Tanah + Kompos + <i>biochar</i> + Formula 2
7	KsB FS	Tanah + Kompos + <i>biochar</i> + Formula POH Komersial 1
8	KsB POH	Tanah + Kompos + <i>biochar</i> + POH Komersial 1
9	KsB POHK	Tanah + Kompos + <i>biochar</i> + POH Komersial 2

3.4. Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui pengaruh pupuk organik hayati yang dombinasikan dengan kompos dan *biochar* terhadap aktivitas mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman padi gogo. Parameter pengamatan pada media tanam dan tanaman padi gogo dipaparkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Parameter Pengamatan pada Media Tanam dan Tanaman Padi Gogo

No.	Objek Penelitian	Parameter Pengamatan	Metode	Waktu Pengamatan
1	Biologi tanah	Total populasi bakteri tanah (CFU g ⁻¹)	<i>Pour plate</i> (agar tuang)	0 MST, 8 MST, saat panen
		Respirasi mikroorganisme tanah (mg CO ₂ g ⁻¹ jam ⁻¹)	Titrasi	0 MST, 8 MST, saat panen
2	Kimia tanah	pH tanah	<i>Glass electrode</i>	0 MST, 8 MST, saat panen
		Persentase C-organik (%)	<i>Walkey and black</i>	0 MST, 8 MST, saat panen
3	Aktivitas Enzimatik	Enzim PME-ase (ppm)	Colorimetri (400 nm)	0 MST, 8 MST, saat panen
		Enzim Urease (ppm)	Colorimetri (420 nm)	0 MST, 8 MST, saat panen
4	Agronomi tanaman	Tinggi tanaman (cm)	Pengukuran manual	1 MST - 16 MST
		Jumlah daun (helai)	Perhitungan manual	1 MST - 16 MST
		Klorofil (unit)	Alat: Konca Minolta SPAD	7 MST, 8 MST, 14 MST
		Panjang akar (cm)	Pengukuran manual	Pasca panen
		Jumlah anakan (batang)	Perhitungan manual	Pasca panen
		Jumlah bulir padi (bulir)	Perhitungan manual	Pasca panen
		Bobot basah Brangkasan (g)	Penimbangan	Pasca panen
		Bobot kering Brangkasan (g)	Penimbangan	Pasca panen
5	Biomassa tanaman	Bobot basah Akar (g)	Penimbangan	Pasca panen
		Bobot kering Akar (g)	Penimbangan	Pasca panen
		Bobot basah 1000 Bulir (g)	Penimbangan	Pasca panen
		Bobot kering 1000 Bulir (g)	Penimbangan	Pasca panen

3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan meliputi tanah, kombinasi tanah dengan pupuk kimia, tanah dengan pupuk kompos, dan tanah dengan pupuk kompos yang ditambahkan *biochar*. Tanah yang digunakan yaitu tanah yang telah dikering anginkan dan diayak menggunakan ayakan 2 cm. Kompos yang diaplikasikan pada campuran media tanam mengikuti rekomendasi pemberian pupuk organik pada tanah yaitu 20 ton ha⁻¹ (Susanti, 2015), sehingga kompos yang diberikan pada ember yaitu 357 g, sedangkan pemberian *biochar* sebesar 5 ton ha⁻¹ yaitu sejumlah 71,4 g. Pupuk anorganik yang ditambahkan pada media tanam dalam satu ember yaitu: pupuk urea 4,45 g; SP-36 1,78 g; dan KCl 1,78 g. Kombinasi media tanam yang digunakan dalam penelitian disajikan dalam tabel 5.

Tabel 5. Komposisi Media Tanam pada Masing-masing Perlakuan

No.	Perlakuan	Kombinasi Media Tanam	Jumlah (Ember)
1	K	Tanah 5,5 kg	5
2	NPK	Tanah 5 kg + urea 4,45 g + SP-36 1,78 g + KCl 1,78 g	5
3	Ks	Tanah 5 kg + kompos 357 g	5
4	KsB	Tanah 5 kg + kompos 357 g + <i>biochar</i> 71,4 g	30

3.5.2. Persiapan Penanaman Padi Gogo

Benih padi gogo yang digunakan yaitu tanaman padi gogo varietas Inpago LIPI Go 1. Benih diseleksi dengan cara merendam benih dalam aquades dan dipilih 300 benih yang tenggelam, selanjutnya disiapkan ethanol 70% dalam cawan petri, NaClO dalam cawan petri, dan aquades steril dalam 3 buah petri dalam LAFC. Benih yang telah dipilih dimasukkan ke dalam LAFC. Satu persatu benih dimasukkan dalam ethanol 70% selama 5 menit kemudian dimasukkan ke dalam NaClO selama 2 menit selanjutnya direndam dalam aquades steril selama 1 menit sebanyak tiga kali pengulangan. Benih yang telah steril kemudian direndam dalam aquades dan formula POH selama 1,5 jam. Tabel 6 menampilkan jumlah benih dan formula yang digunakan untuk mengencambahkan benih padi.

Benih yang telah direndam kemudian dikencambahkan dalam cawan petri yang berisi tisu dan kertas saring steril kemudian disiram menggunakan larutan

perendaman dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah 24 jam, benih ditanam di media tanam sesuai dengan perlakuananya. Benih ditanam sebanyak 1 benih di setiap lubang tanam dengan jarak antar lubang tanam sebesar 15 cm.

Tabel 6. Perlakuan pada Benih Padi Gogo Sebelum Dilakukan Penanaman pada Media Tanam

No.	Jumlah benih	Perlakuan	Larutan
1	120	K, NPK, Ks, KsB	Aquades steril
2	30	KsB F1	Formula POH 1
3	30	KsB F2	Formula POH 2
4	30	KsB FS	Formula Starter POH komersial 1
5	30	KsB POH	POH komersial 1
6	30	KsB POHK	POH komersial 2

3.5.3. Persiapan Aplikasi Pupuk Organik Hayati (POH)

Pupuk organik hayati (POH) yang digunakan yaitu 3 formula POH hasil pengembangan laboratorium mikrobiologi pertanian, sedangkan 2 jenis POH lainnya menggunakan POH komersial 1 dan POH komersial 2. Dosis yang diberikan kepada tanaman disesuaikan dengan rekomendasi dari masing-masing POH. Pengaplikasian POH dilakukan pada hari ke-0, hari ke 30, dan hari ke-45 setelah penanaman.

3.5.4. Perawatan Tanaman Padi Gogo

Perawatan tanaman padi gogo meliputi penyiraman, penyiaangan, dan penjarangan. Penyiraman dilakukan sesuai dengan kondisi tanah (Siregar, 2013). penyiaangan gulma dilakukan pada saat muncul gulma agar pertumbuhan tanaman padi gogo tidak terganggu. Penjarangan tanaman padi gogo dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada 3 MST dengan cara mengurangi 1 tanaman per ember dan pada 8 MST dengan cara mengurangi 2 tanaman per ember.

3.5.5. Pengukuran Agronomi Tanaman Padi Gogo

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, panjang akar tanaman, jumlah malai, dan jumlah bulir padi. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur mulai dari permukaan tanah hingga titik tumbuh yang paling tinggi, sesuai dengan metode kerja Kriswantoro *et al.* (2018), tinggi

tanaman padi diukur dari pangkal batang hingga ujung daun tertinggi. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap minggu mulai dari 1 MST - 15 MST. Perhitungan jumlah daun tanaman dilakukan dengan cara menghitung jumlah daun yang telah terbuka sempurna pada masing-masing tanaman. Perhitungan jumlah anakan dilakukan dengan cara menghitung jumlah batang tanaman selain batang utama yang tumbuh pada satu tanaman sesuai dengan metode kerja Kuswantoro *et al.* (2018), yang menerangkan bahwa jumlah anakan produktif dihitung semua anakan yang mengeluarkan malai setiap rumpun. Perhitungan jumlah anakan dilakukan pada saat pasca panen. Pengukuran panjang akar dilakukan dengan cara mengukur panjang akar tanaman mulai dari pangkal batang hingga ujung akar terpanjang. Pengukuran panjang akar tanaman dilakukan pada saat pasca panen. Pengukuran klorofil tanaman dilaksanakan pada 7 MST, 8 MST, dan 14 MST menggunakan alat Konica Minolta SPAD. Jumlah gabah bernas (biji) dihitung semua gabah yang berisi pada setiap malai (Kriswantoro, 2018).

3.5.6. Analisis Biologi Tanah

1. Penghitungan total populasi bakteri tanah

Penghitungan total populasi bakteri tanah menggunakan metode agar tuang menggunakan media nutrient agar dan Pikovskaya yang dilakukan dengan cara menimbang sampel tanah yang telah dikering anginkan sebanyak 1 g kemudian dilarutkan dalam 9 ml aquades steril, kemudian diencerkan hingga 10^{-5} . Sebanyak 20 μm suspensi pada pengenceran 10^{-4} dan 10^{-5} ditanam pada media TSB, NA, dan PRO; sedangkan pada media PK menggunakan 20 μm suspensi pada pengenceran 10^{-3} dan 10^{-4} dengan metode agar tuang (*pour plate*). Inkubasi dilakukan selama 5 hari pada suhu ruang. Jumlah populasi dihitung per gram sampel (Cfu g^{-1}) dengan menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah populasi (CFU) per gram} = \text{Rata-rata jumlah populasi} \times \frac{1}{\text{FP}} \times \frac{1}{\text{PP}}$$

Keterangan:

FP = faktor pengenceran

PP = *pour plate* (20 μm)

2. Analisis respirasi mikroorganisme tanah

Analisis respirasi mikroorganisme tanah dilakukan menggunakan metode titrasi yaitu dengan cara menimbang tanah 20 g kemudian dibungkus dengan kain kasa lalu digantung dalam botol Schott Duran 250 ml yang berisi larutan KOH 0,05 N sebanyak 20 ml, kemudian botol ditutup rapat dan diamkan selama 24 jam pada suhu ruang. Setelah 24 jam botol dibuka dan sampel tanah dikeluarkan. Selanjutnya melarutkan larutan Fenolftalein (PP) 1 tetes lalu titrasi menggunakan HCL 0,1N sampai warna jernih. Kemudian ditambahkan indikator Methil Orange (MO) 1 teteas lalu titrasi menggunakan HCL 0,1N hingga berwarna jingga. Selanjutnya volume PP dan MO yang ditambahkan dimasukkan ke dalam rumus:

$$\text{Jumlah CO}_2 = \frac{(S-C) \times 2,2 \times 100\%}{SW}$$

Keterangan:

S = volume HCL MO

C = volume HCL PP

2,2 = Faktor konversi ($0,1 \text{ ml HCL } 0,1\text{N} = 2,2 \text{ mg CO}_2$)

SW = bobot tanah (g)

100% = faktor bobot kering tanah

3.5.7. Analisis Kimia Tanah

1. Analisis pH tanah

Analisis pH tanah dilakukan dengan acuan dari Balittanah (2009), yaitu dengan rasio tanah pengekstrak 1:5, sebanyak 1 g tanah dengan 5 ml aquades kemudian dikocok selama 30 menit lalu didiamkan hingga tanah mengendap, selanjutnya diukur dengan pH meter yang telah dikalibrasi larutan penyanga pH 4.0; pH 7.0; dan pH 10.0.

2. Analisis C-organik tanah

Analisis C-organik (%) dilakukan dengan metode *Walkley-Black* dengan menimbang 0,5 g tanah yang telah lolos ayakan 0,5 mm kemudian dimasukkan ke labu erlenmeyer 500 ml. Setelah itu ditambahkan 10 ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan 20 ml H_2SO_4 pekat (97%) ke dalam labu erlenmeyer dan kemudian didiamkan selama 30 menit. Campuran tersebut kemudian ditera menggunakan aquades hingga tanda tera dan didiamkan selama 24 jam. Adapun rumus perhitungan C-organik (%) yaitu:

$$C\text{-organik} = ppm \text{ deret standar} \times (10/500) \times FK$$

Keterangan:

1. ppm kurva= kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikoreksi blanko
2. 100 = konversi ke %
3. FK = Faktor koreksi kadar air (100(100-%kadar air)

3.5.8. Aktivitas Enzimatik Tanah

1. Analisis aktivitas enzim fosfomonoesterase (PME-ase)

Analisis enzim fosfomonoesterase (PME-ase) dilakukan dengan cara larutan standar p-nitrofenol (0,1 g dilarutkan dalam 100 ml aquades, diencerkan hingga 20 ppm (2 ml larutan + 98 ml aquades)) dimasukkan ke dalam tabung reaksi masing-masing sebanyak 0; 0,5; 1; 15; 2; 2,5; 3; dan 3,5. Kemudian ditambahkan aquades hingga volume 5 ml. Kemudian ditambahkan 1 ml larutan CaCl 0,5 M dan 4 ml larutan NaOH 0,5 M. Selanjutnya divortex dan ukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm. Pengujian aktivitas PME-ase dilakukan dengan melarutkan 2 g sampel tanah dalam 10 ml aquades, dikocok lalu diambil 1 ml pada labu ukur lalu ditambahkan 1 ml p-nitrofenol dan 4 ml buffer pH 6,5 untuk PME-ase asam, dan buffer pH 7,5 untuk PME-ase basa. Kemudian divortex dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 jam. Setelah inkubasi, ditambahkan 1 ml CaCl₂ 0,5M dan 4 ml NaOH 0,5 M kemudian dikocok lalu disentrifus selama 10 menit. Selanjutnya diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm. Hasil spektrofotometer kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Aktivitas PME - ase} = \frac{(S - C) \times 10 \times 100\% \text{dm}}{a \times b}$$

Keterangan:

S = konsentrasi sampel (μ g p-nitrofenol)

C = konsentrasi kontrol (μ g p-nitrofenol)

10 = faktor pengenceran

100%/dm= faktor untuk bobot kering tanah

a = bobot molekul p-nitrofenol (g/mol) (139,11)

b = waktu inkubasi (jam)

2. Analisis aktivitas enzim urease

Analisis enzim urease dilakukan dengan cara, pembuatan standar amonium yaitu sebanyak 1 g NH₄Cl dilarutkan dalam 100 ml aquades pada labu ukur kemudian dipipet (0,00; 0,50; 1,0; 1,50; 2,0; 2,50; 3,0; 3,50; 4,0; 4,50; dan 5,0) ke dalam tabung reaksi, selanjutnya ditera menggunakan aquades hingga volume 5 ml, kemudian ditambahkan pereaksi Nessler sebanyak 0,2ml lalu divortex didiamkan selama 10 menit dan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm.

Analisis aktivitas enzim urease pada sampel tanah yaitu sebanyak 5 g tanah dimasukkan dalam erlenmeyer 50 ml ditambahkan dengan substrat urea sebanyak 2,5 ml dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 jam. Setelah itu ditambahkan 50ml larutan KCl 1M dishaker selama 30 menit lalu dipindahkan pada *microtube* kemudian disentrifus 12.000 rpm selama 10 menit selanjutnya supernatan dipindahkan ke tabung reaksi lalu ditambahkan 0,1 ml larutan Nessler A dan 0,1 ml larutan Nessler B kemudian divortex dan didiamkan selama 10 menit dan ukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm kemudian hasil spektrofotometer dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Aktivitas urease} = \frac{(S - C) \times 10 \times A \times 100\%/\text{dm}}{B \times a \times b}$$

Keterangan:

S = konsentrasi sampel ($\mu\text{g N}$)

C = konsentrasi kontrol ($\mu\text{g N}$)

10 = faktor pengenceran

A = volume ekstrak (ml)

B = bobot tanah (g)

100%/dm= faktor untuk bbot kering tanah

a = bobot molekul NH⁴⁺ (g/mol)

b = waktu inkubasi (jam)

3.5.9. Pengukuran Biomassa Tanaman

Pengukuran biomassa tanaman berupa pengukuran bobot basah dan bobot kering tanaman meliputi bobot basah brangkasan,bobot basah akar, bobot basah bulir, bobot kering brangkasan, bobot kering akar, dan bobot kering bulir. Pengukuran bobot basah tanaman dilakukan dengan cara menimbang tanaman

sesaat setelah dipanen. Sedangkan bobot kering tanaman diukur dengan cara mengeringkan tanaman pada suhu 80°C selama 48 jam kemudian ditimbang bobotnya (Hairiah *et al.*, 2011).

3.6. Analisis Data

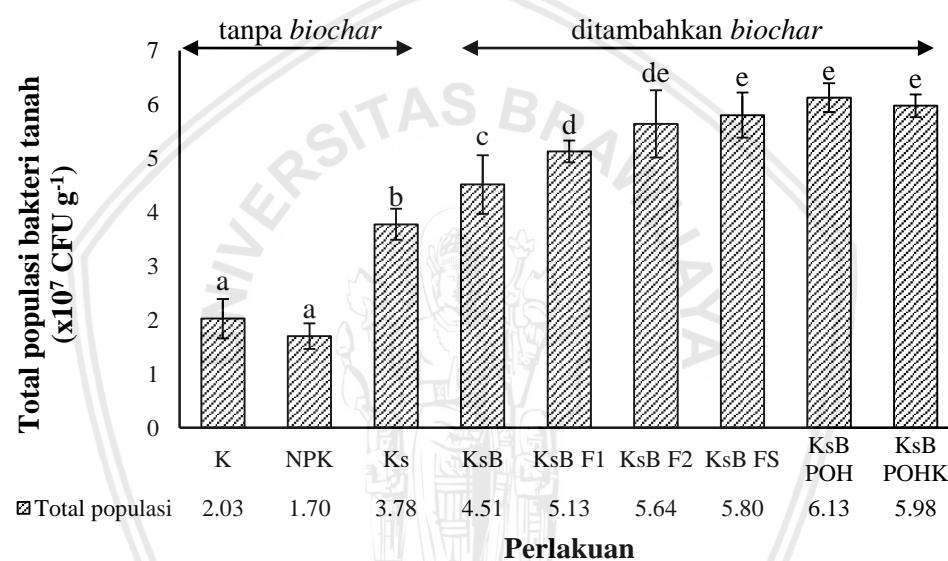
Data yang diperoleh dari hasil penelitian ditabulasi menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* kemudian dilakukan analisis ragam (ANOVA) menggunakan perangkat lunak *Genstat* dengan taraf 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter pengamatan. Kemudian dilakukan uji lanjut DMRT dengan taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan pada masing-masing parameter pengamatan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Pengaruh perlakuan terhadap total populasi bakteri tanah

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik berpengaruh sangat nyata ($p<0,001$) terhadap populasi bakteri tanah. Rerata populasi bakteri tertinggi terdapat pada perlakuan KsB POH ($6,13 \times 10^7$ CFU g $^{-1}$), sedangkan populasi terendah terdapat pada perlakuan NPK ($1,7 \times 10^7$ CFU g $^{-1}$).



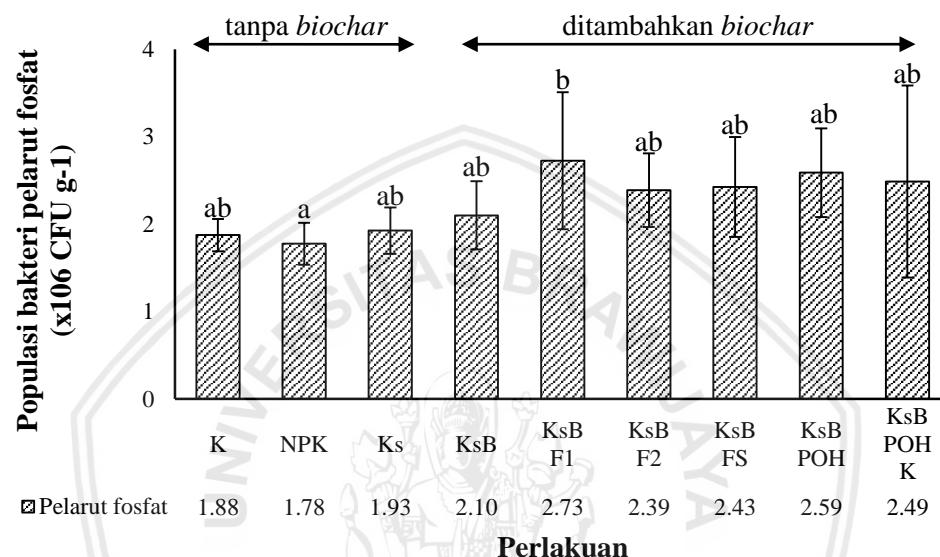
Gambar 2. Pengaruh Perlakuan terhadap Populasi Bakteri Tanah pada Media Nutrient Agar

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan kompos + *biochar* + POH (KsB F1, KsB F2, KsB FS, KsB POH, dan KsB POHK) berbeda nyata dengan perlakuan K dan perlakuan NPK, tetapi tidak menunjukkan beda nyata antar perlakuan kombinasi kompos + *biochar* + POH. Populasi bakteri terbanyak terdapat pada perlakuan KsB POH.

4.1.2. Pengaruh perlakuan terhadap populasi bakteri pelarut fosfat

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap populasi bakteri pelarut fosfat. Rerata populasi bakteri tertinggi terdapat pada perlakuan KsB F1 ($2,73 \times 10^6$ CFU g $^{-1}$), sedangkan populasi terendah terdapat pada perlakuan pupuk NPK ($1,78 \times 10^6$ CFU g $^{-1}$).



Gambar 3. Pengaruh Perlakuan terhadap Populasi Bakteri Pelarut Fosfat

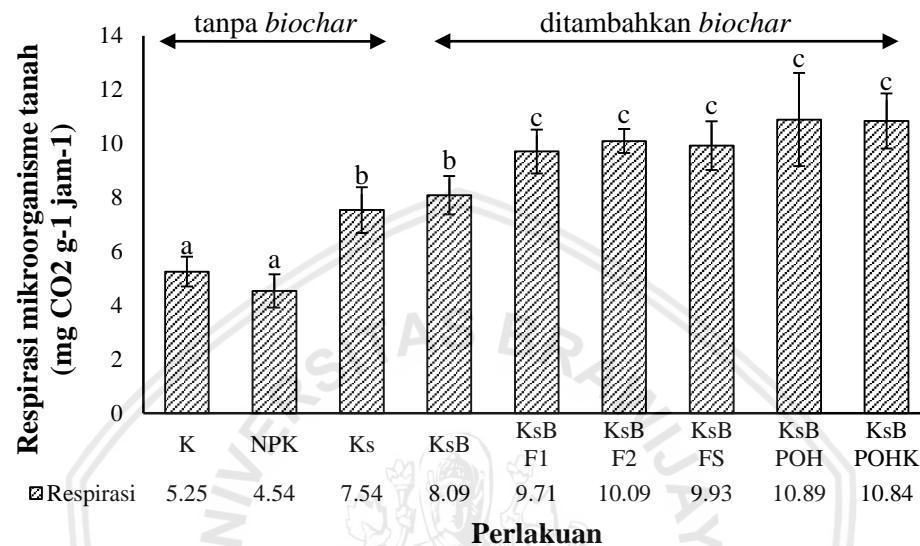
Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa populasi bakteri pelarut fosfat pada perlakuan perlakuan KsB F1 berbeda nyata dengan perlakuan K, sedangkan perlakuan KsB F2, KsB FS, KsB POH, dan KsB POHK tidak berbeda nyata dengan perlakuan K, Ks, dan KsB tetapi berbeda nyata dengan perlakuan NPK.

4.1.3. Pengaruh perlakuan terhadap respirasi mikroorganisme tanah

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik berpengaruh sangat nyata ($P<0,001$) terhadap respirasi mikroorganisme tanah. Perlakuan KsB POH ($10,89 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$), sedangkan perlakuan NPK

memberikan hasil terendah ($4,54 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$). Analisis dilanjutkan dengan uji lanjut antar perlakuan menggunakan DMRT pada taraf 5%, hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan kompos + biochar + POH berbeda nyata dengan perlakuan kontrol tetapi tidak menunjukkan beda nyata antar kombinasi perlakuan.

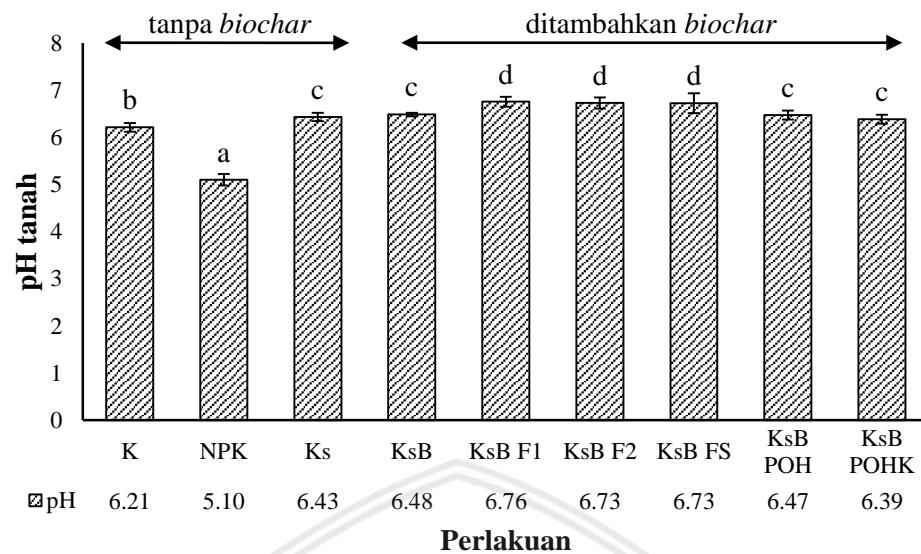


Gambar 4. Pengaruh Perlakuan terhadap Respirasi Mikroorganisme Tanah

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.4. Pengaruh perlakuan terhadap pH tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik hayati yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* berpengaruh sangat nyata ($p<0,001$) terhadap pH tanah. pH tanah tertinggi terdapat pada perlakuan KsB F1 (6,76), sedangkan pH terendah pada perlakuan NPK (5,10). Kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT pada taraf 5% dan didapatkan hasil semua perlakuan pupuk organik (Ks, KsB, KsB F1, KsB F2, KsB FS, KsB POH, dan KsB POHK) berbeda nyata dengan perlakuan K, sedangkan perlakuan NPK tidak berbeda nyata dengan perlakuan K.



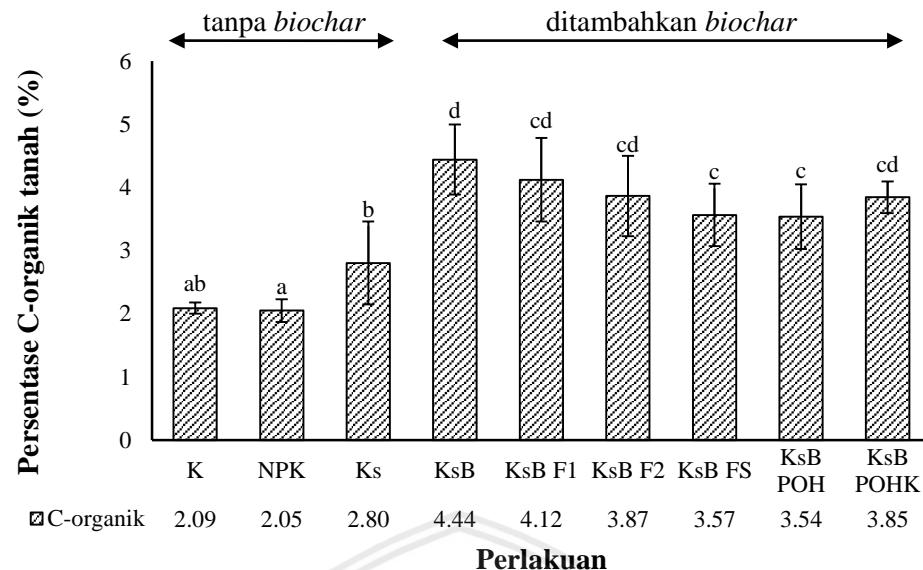
Gambar 5. Pengaruh Perlakuan terhadap pH Tanah

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.5. Pengaruh perlakuan terhadap persentase C-organik tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan *biochar* menunjukkan pengaruh yang sangat nyata ($p<0,001$) terhadap persentase C-organik tanah. Pada peubah C-organik tanah didapatkan hasil yang bervariasi pada setiap perlakuan berkisar antara 2,05% sampai dengan 4,44%. Perlakuan KsB merupakan perlakuan dengan kandungan C-organik tertinggi (4,44%), sedangkan perlakuan NPK merupakan perlakuan dengan persentase C-organik terendah (2,05%).

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa persentase C-organik pada perlakuan penambahan *biochar* berbeda nyata dengan perlakuan K tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan KsB F1, KsB F2, dan KsB POHK, sedangkan perlakuan Ks dan perlakuan NPK tidak berbeda nyata dengan perlakuan K.



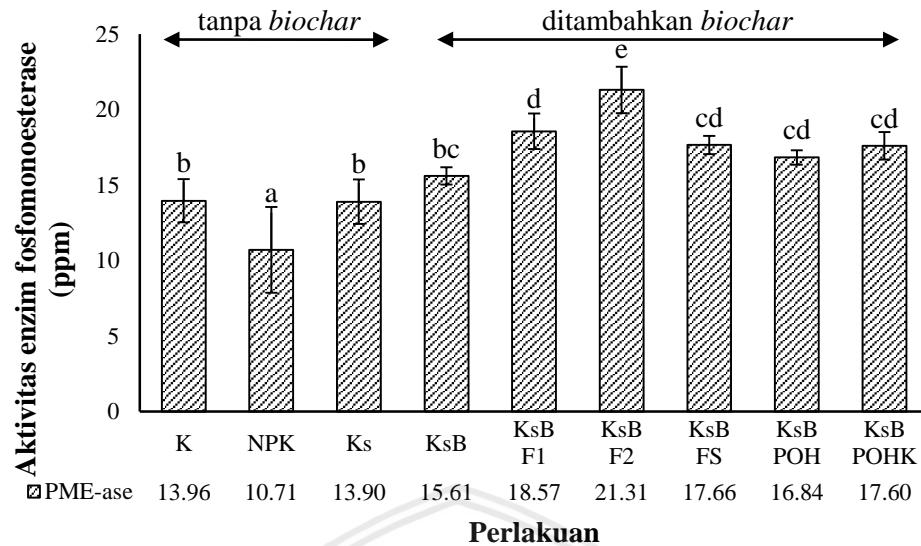
Gambar 6. Pengaruh Perlakuan terhadap Persentase C-organik Tanah

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat bedanya antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.6. Pengaruh perlakuan terhadap aktivitas enzim fosfomonoesterase (PME-ase)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik hayati berpengaruh sangat nyata ($p<0,001$) terhadap aktivitas enzim fosfomonoesterase. nilai aktivitas enzim fosfomonoesterase tertinggi terdapat pada perlakuan KsB F2 (21,31 ppm) dan nilai aktivitas enzim fosfomonoesterase terendah terdapat pada perlakuan NPK (10,71 ppm).

Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan kompos + *biochar* + formula POH (KsB F1, KsB F2, KsB FS, KsB POH, dan KsB POHK) berbeda nyata dengan perlakuan K dan perlakuan NPK, tetapi tidak menunjukkan beda nyata antar kombinasi perlakuan kecuali perlakuan KsB F2.



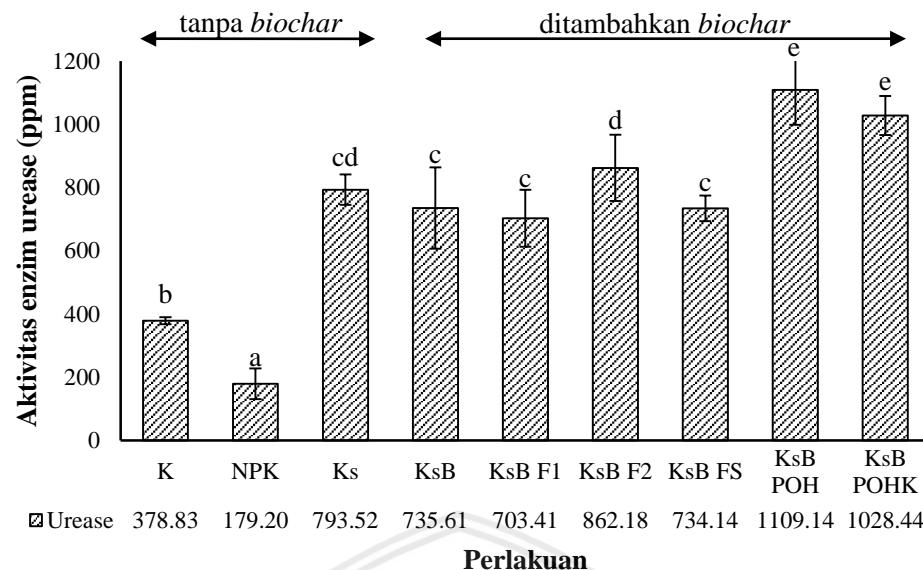
Gambar 7. Pengaruh Perlakuan terhadap Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat bedanya antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.7. Pengaruh perlakuan terhadap aktivitas enzim urease

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pupuk organik berpengaruh sangat nyata ($p<0,001$) terhadap aktivitas enzim urease. Aktivitas enzim urease tertinggi terdapat pada perlakuan KsB POH (1109,141) ppm sedangkan aktivitas enzim urease terendah terdapat pada perlakuan NPK (179,2 ppm).

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwaperlakuan pupuk organik (Ks, KsB, KsB F1, KsB F2, KsB FS, KsB POH, dan KsB POHK) berbeda nyata terhadap perlakuan K dan perlakuan NPK, tetapi tidak menunjukkan beda nyata antar perlakuan organik kecuali perlakuan KsB POH dan POHK.



Gambar 8. Pengaruh Perlakuan terhadap Aktivitas Enzim Urease

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.8. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan menunjukkan pengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap tinggi tanaman. Perlakuan NPK selalu menunjukkan pengaruh tertinggi mulai dari 3 MST sampai dengan 15 MST. Hasil tinggi tanaman dari 3 MST hingga 15 MST tidak selamanya meningkat. Terlihat pada 13 MST sampai dengan 15 MST perlakuan K, NPK, Ks, KsB, KsB F1, KsB F2, KsB FS tidak mengalami penambahan tinggi tanaman, sedangkan perlakuan KsB POH dan KsB POHK masih mengalami pertambahan tinggi tanaman.

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan NPK berbeda nyata dengan perlakuan K dan perlakuan yang lainnya. Perlakuan KsB F1 dan KsB F2 menunjukkan beda nyata dengan perlakuan kontrol pada 5 MST sampai dengan 9 MST, sedangkan perlakuan KsB FS, KsB POH, dan KsB POHK hanya menunjukkan beda nyata dengan perlakuan K pada 7 MST.

Tabel 7. Pengaruh Perlakuan terhadap Tinggi Tanaman pada 3 MST; 5 MST; 7 MST; 9 MST; 11 MST; 13 MST; dan 15 MST

Perlakuan	Tinggi Tanaman Padi (cm)						
	3 MST	5 MST	7 MST	9 MST	11 MST	13 MST	15 MST
K	10,6 a	17,4 a	21,4 a	33,9 a	58,2 ab	59,8 a	59,8 ab
NPK	13,3 c	22 d	28,4 c	46,6 b	67,1 c	67,9 b	67,9 c
Ks	11,6 ab	19,4 abc	24,8 b	44,5 ab	61,4 b	61,6 a	61,6 ab
KsB	12,2 bc	18,4 abc	23,9 b	43,9 ab	59 ab	59,2 a	59,2 ab
KsB F1	11,4 ab	20,2 cd	23,9 b	48,9 b	60,2 ab	60,6 a	60,6 ab
KsB F2	11,9 bc	19,9 bcd	25,6 b	50,9 b	57,9 ab	58 a	58 a
KsB FS	11,4 ab	18,8 abc	24,1 b	44,1 ab	62,9 bc	63,2 ab	63,2 b
KsB POH	11,1 ab	18,1 abc	23,9 b	35,0 a	55,6 a	58,6 a	61,2 ab
KsB POHK	11,8 abc	17,8 ab	24,8 b	40,1 ab	57,78 ab	59,5 a	60,9 ab
KK (%)	47,2	7,6	6,5	16,1	5,6	5,3	4,8

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.9. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah daun

Hasil analisis ragam (ANOVA) yang telah dilakukan menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap peubah jumlah daun tanaman padi. Masing-masing kombinasi perlakuan memberikan pengaruh dalam waktu yang berbeda. Perlakuan KsB POHK menunjukkan pengaruh tertinggi pada 5 MST (8,9 helai) dan 15 MST (18 helai), perlakuan KsB F2 menunjukkan pengaruh tertinggi pada 7 MST (7,6 helai), perlakuan KsB POH menunjukkan pengaruh nyata pada 9 MST (17,9 helai), 11 MST (17,8 helai), dan 13 MST (17,6 helai).

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan KsB POHK menunjukkan beda nyata dengan perlakuan K pada 5 MST dan 15 MST, perlakuan KsB F2 menunjukkan beda nyata dengan perlakuan K pada 7 MST, perlakuan KsB POH menunjukkan beda nyata dengan perlakuan K pada 9 MST, 11 MST, dan 13 MST.

Tabel 8. Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Daun Tanaman pada 3 MST; 5 MST; 7 MST; 9 MST; 11 MST; 13 MST; dan 15 MST

Perlakuan	Jumlah Daun Tanaman Padi (helai)						
	3 MST	5 MST	7 MST	9 MST	11 MST	13 MST	15 MST
K	4,1 a	6,6 a	11,4 a	14,1 a	15,4 ab	13,1 a	12,6 ab
NPK	4,4 a	8,6 bc	13,3 ab	16,5 bc	17,6 b	17,3 b	17,3 de
Ks	4,4 a	6,8 a	12,5 ab	14,5 ab	14,9 ab	13,1 a	12,0 a
KsB	4,3 a	7 ab	12,1 a	15 ab	16 ab	14,5 a	14,5 bc
KsB F1	4,1 a	7 ab	13 ab	15,9 abc	14 a	13,8 a	14,6 bc
KsB F2	4,0 a	7,4 abc	14,6 b	16,4 abc	15,5 ab	14 a	15,3 cd
KsB FS	4,1 a	7,1 abc	13,1 ab	15,5 ab	16 ab	15,5 ab	16,1 cde
KsB POH	4,1 a	8 abc	13,3 ab	17,9 c	17,8 b	17,6 b	14,9 bc
KsB POHK	4,1 a	8,9 c	12,9 ab	16,1 abc	16,6 ab	14,9 a	18 e
KK (%)	5,8	14,7	10,4	8,7	11,5	10	9,6

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.10. Pengaruh perlakuan terhadap panjang akar tanaman

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan menunjukkan pengaruh sangat nyata ($<0,001$) terhadap panjang akar tanaman pada 8 MST dan 15 MST. Perlakuan KsB F2 memiliki pengaruh tertinggi pada 8 MST (19,02 cm) dan perlakuan NPK memiliki panjang akar terendah (10,75 cm). Perlakuan KsB F2 juga menunjukkan pengaruh tertinggi terhadap panjang akar pada 15 MST (45,50 cm) dan perlakuan K memiliki panjang akar terendah (21,44 cm).

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa pada 8 MST perlakuan KsB F2 dan KsB POHK berbeda nyata dengan perlakuan K, tetapi tidak menunjukkan beda nyata antar perlakuan tersebut. Perlakuan pupuk organik (Ks, KsB, KsB F1, KsB F2, KsB FS, KsB POH, dan KsB POHK) menunjukkan beda nyata dengan perlakuan K pada 15 MST.

Tabel 9. Pengaruh Perlakuan terhadap Panjang Akar Tanaman pada 8 MST dan 15 MST

Perlakuan	Panjang Akar Tanaman Padi (cm)	
	8 MST	15 MST
K	14.70 b	21.44 a
NPK	10.75 a	24.44 b
Ks	15.82 bc	35.81 d
KsB	14.57 b	35.44 d
KsB F1	17.82 bc	34.23 cd
KsB F2	19.02 c	45.50 f
KsB FS	17.52 bc	32.62 c
KsB POH	17.52 bc	40.75 e
KsB POHK	19.00 c	45.04 f
KK (%)	12,7	4,9

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat bedanya antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.11. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan klorofil daun

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan kompos + *biochar* + POH berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap peubah kandungan klorofil daun tanaman padi. Perlakuan KsB POHK memberikan pengaruh tertinggi terhadap kandungan klorofil daun pada 7MST(38,48 unit) dan kandungan klorofil terendah terdapat pada perlakuanK (35,75 unit). Perlakuan KsB FS memberikan pengaruh tertinggi terhadap kandungan klorofil daun pada 8MST (42,74 unit) dan kandungan klorofil terendah terdapat pada perlakuan K (37,9 unit). Perlakuan KsB F2 memberikan pengaruh tertinggi terhadap kandungan klorofil daun pada 14 MST (37,12 unit) dan kandungan klorofil terendah terdapat pada perlakuan K (23,21 unit).

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan KsB FS, KsB POH, dan KsB POHK berbeda nyata dengan perlakuan K pada 7 MST tetapi tidak menunjukkan bedanya dengan perlakuan NPK. Seluruh perlakuan kecuali perlakuan KsB POH menunjukkan bedanya dengan perlakuan K pada 8 MST tetapi tidak menunjukkan bedanya antar kombinasi perlakuan tersebut. Perlakuan KsB F1 dan KsB F2 menunjukkan bedanya dengan perlakuan K pada 14 MST, tetapi tidak menunjukkan bedanya dengan perlakuan NPK.

Tabel 10. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman pada 7 MST, 8 MST, dan 14 MST

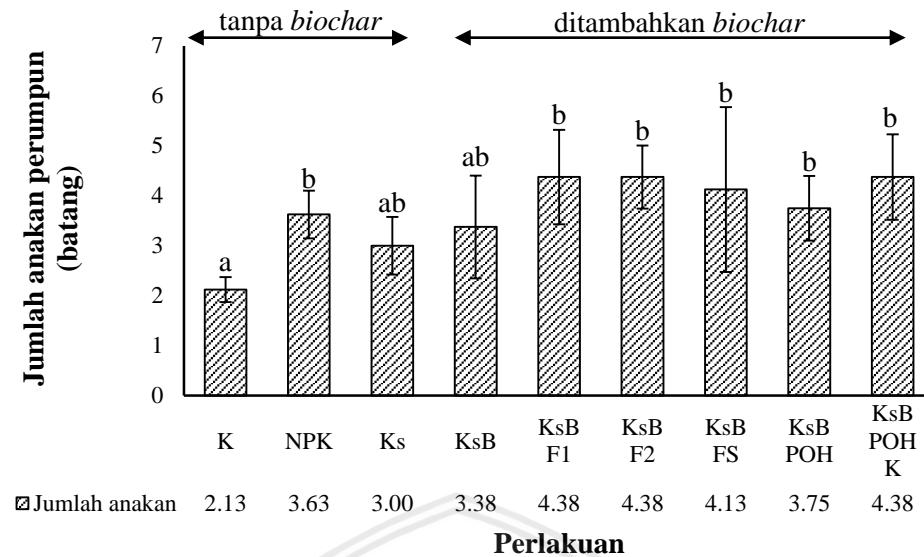
Perlakuan	Klorofil daun (unit)		
	7 MST	8 MST	14 MST
K	35,75 a	37,9 a	23,21 a
NPK	38,47 b	41,63 bc	34,52 de
Ks	37,44 ab	40,34 bc	28,74 bc
KsB	37,92 ab	41,1 bc	30,68 cd
KsB F1	38,2 ab	42,69 c	34,08 de
KsB F2	38,35 ab	40,62 bc	37,12 e
KsB FS	38,4 b	42,72 c	26,73 abc
KsB POH	38,44 b	39,52 ab	26,41 abc
KsB POHK	38,48 b	41,58 bc	24,74 ab
KK (%)	4,3	3,7	9,7

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.12. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah anakan tanaman

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan memberikan pengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap jumlah anakan tanaman padi. Jumlah anakan terbanyak terdapat pada perlakuan KsB F2, KsB POH, dan KsB POHK (4,38 batang) sedangkan jumlah anakan terkecil terdapat pada perlakuan K (2,13 batang).

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan kompos + *biochar* + POH berbeda nyata dengan perlakuan K, tetapi tidak menunjukkan beda nyata antar kombinasi perlakuan tersebut dan perlakuan NPK.



Gambar 9. Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Anakan Tanaman

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.13. Pengaruh perlakuan terhadap bobot biomassa

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan kompos + *biochar* + POH berpengaruh nyata ($p<0,001$) terhadap bobot biomassa tanaman padi. Perlakuan KsB F1 menunjukkan pengaruh tertinggi terhadap bobot basah brangkasan (37,68 gram) dan nilai terendah terdapat pada perlakuan K (23,2 gram). Perlakuan NPK menunjukkan pengaruh tertinggi terhadap bobot kering brangkasan (19,45 gram) dan nilai terendah terdapat pada perlakuan K (14,6 gram). Perlakuan KsB POH menunjukkan pengaruh tertinggi terhadap bobot basah akar(7,76 gram) dan nilai terendah terdapat pada perlakuan K (3,4 gram). Sedangkan pada peubah bobot kering akar, nilai tertinggi terdapat pada perlakuan KsB FS (2,43 gram) dan nilai terendah terdapat pada perlakuan K (1,78 gram).

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa semua perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan K pada peubah bobot basah brangkasan, tetapi tidak menunjukkan beda nyata antar kombinasi perlakuan tersebut kecuali perlakuan Ks. Perlakuan KsB F2, KsB FS, KsB POH, dan KsB POHK menunjukkan beda nyata dengan perlakuan K pada peubah bobot kering

brangkasan, tetapi tidak menunjukkan beda nyata antar perlakuan tersebut dan perlakuan NPK. Semua perlakuan kecuali perlakuan Ks menunjukkan beda nyata dengan perlakuan K pada peubah bobot kering akar. Perlakuan KsB FS, KsB POH, dan KsB POHK juga menunjukkan beda nyata dengan perlakuan NPK tetapi tidak menunjukkan beda nyata antar perlakuan tersebut. Semua perlakuan kecuali perlakuan Ks dan KsB menunjukkan beda nyata dengan perlakuan K pada peubah bobot kering akar, tetapi tidak menunjukkan beda nyata antar perlakuan tersebut.

Tabel 11. Pengaruh Perlakuan terhadap Bobot Brangkasan dan Bobot Akar Tanaman

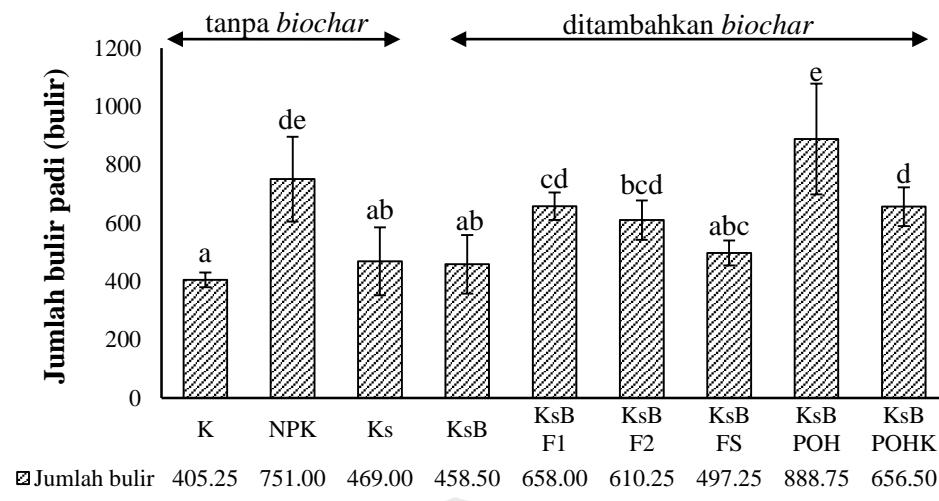
Perlakuan	Bobot Brangkasan (gram)		Bobot Akar (gram)	
	Basah	Kering	Basah	Kering
K	23,2 a	14,6 a	3,40 a	1,78 a
NPK	34,49 cd	19,45 d	5,37 bc	2,12 cd
Ks	28,88 b	15,04 a	3,87 ab	1,82 ab
KsB	30,34 bc	15,36 a	5,56 bc	2,0 abc
KsB F1	37,68 d	17,36 ab	6,97 cd	2,19 cde
KsB F2	35,41 cd	17,24 bc	6,21 cd	2,08 bcd
KsB FS	36,73 d	17,22 bc	7,46 d	2,43 e
KsB POH	35,26 cd	17,89 cd	7,76 d	2,35 de
KsB POHK	34,75 cd	17,09 bc	7,68 d	2,32de
KK (%)	10	7,9	19,3	8,9

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.14. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah bulir padi

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan memberikan pengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap jumlah bulir tanaman padi. Rerata tertinggi jumlah bulir padi terdapat pada perlakuan KsB POH (888,8 bulir) dan rerata jumlah bulir terendah terdapat pada perlakuan K (405,2 bulir).

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan kompos + *biochar* + POH berbeda nyata dengan perlakuan K, tetapi tidak menunjukkan beda nyata dengan perlakuan NPK dan antar perlakuan tersebut.



Gambar 10. Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Bulir Padi

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.1.15. Pengaruh perlakuan terhadap bobot biomassa bulir padi

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan memberikan pengaruh sangat nyata ($p<0,001$) terhadap bobot basah dan bobot kering bulir tanaman padi. Bobot basah bulir tertinggi terdapat pada perlakuan KsB POH (11,845 gram) dan bobot basah bulir terendah terdapat pada perlakuan K (7,128 gram). Bobot kering bulir tertinggi terdapat pada perlakuan KsB POH (8,265 gram) dan bobot kering bulir terendah terdapat pada perlakuan K (4,5 gram).

Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa semua perlakuan menunjukkan beda nyata dengan perlakuan K pada peubah bobot basah bulir padi. Perlakuan KsB POH memiliki bobot basah bulir tertinggi tetapi tidak menunjukkan beda nyata dengan perlakuan KsB POHK dan NPK pada peubah bobot basah padi. semua perlakuan menunjukkan beda nyata dengan perlakuan K pada peubah bobot kering bulir padi. Perlakuan KsB POH memiliki bobot kering bulir tertinggi tetapi tidak menunjukkan beda nyata dengan perlakuan KsB POHK pada peubah bobot kering padi.

Tabel 12. Pengaruh Perlakuan terhadap Bobot 1000 Bulir Padi

Perlakuan	Bobot 1000 Bulir Padi (gram)	
	Basah	Kering
K	7.13a	4.50a
NPK	11.44e	7.30d
Ks	8.68b	5.63b
KsB	8.55b	5.55b
KsB F1	10.61d	7.06d
KsB F2	9.78c	6.57c
KsB FS	9.68c	6.45c
KsB POH	11.85e	8.27e
KsB POHK	11.13de	8.08e
KK (%)	5,4	4,8

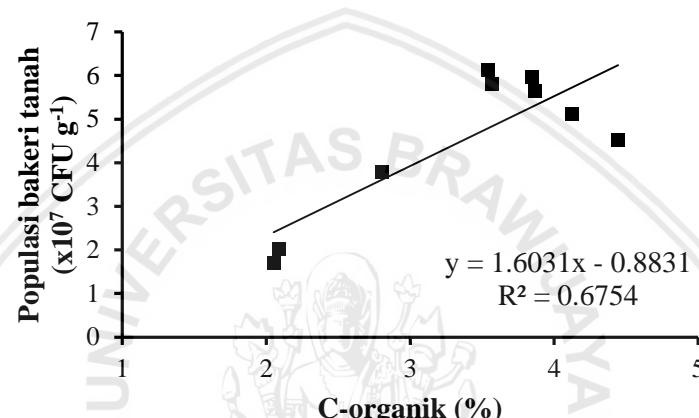
Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan menurut uji Duncan 5%; K (tanah); NPK (tanah + pupuk anorganik); Ks (tanah + kompos); KsB (tanah + kompos+ *biochar*); KsB F1 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 1); KsB F2 (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH 2); KsB FS (tanah + kompos+ *biochar* + formula POH Komersial 1); KsB POH (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 1); KsB POHK (tanah + kompos + *biochar* + POH Komersial 2).

4.2 Pembahasan

Aplikasi pupuk organik hidup (POH) yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* memberikan pengaruh yang beragam terhadap aktivitas mikroorganisme tanah, fase vegetatif dan fase generatif tanaman padi gogo. Hal ini terjadi karena *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang terkandung dalam POH mendukung pertumbuhan tanaman secara langsung melalui mekanisme penambatan nitrogen dari atmosfer, pelarut mineral fosfat, produksi siderofor, dan sintesis hormon pertumbuhan seperti IAA, asam giberelik, sitokin, dan etilen (Nelson, 2004) dengan cara mengubah fisiologi dan fungsi jaringan tanaman (Agustiyani, 2015). Faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah diantaranya adalah pH tanah, bahan organik tanah, dan total mikroorganisme (Sinaga *et al.*, 2014). Bahan organik yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompos dan pembenah tanah berupa *biochar*.

4.2.1. Pengaruh persentase C-organik tanah terhadap total populasi bakteri tanah

Perlakuan POH yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* berpengaruh terhadap total populasi bakteri tanah pada media nutrient agar. Populasi tertinggi terdapat pada perlakuan KsB POH dengan total populasi bakteri sebesar $6,13 \times 10^7 \text{ CFU g}^{-1}$. Perlakuan KsB POH dapat meningkatkan populasi bakteri tanah hingga 202,5% sedangkan perlakuan pupuk NPK dapat menurunkan populasi bakteri tanah hingga 16,1%.



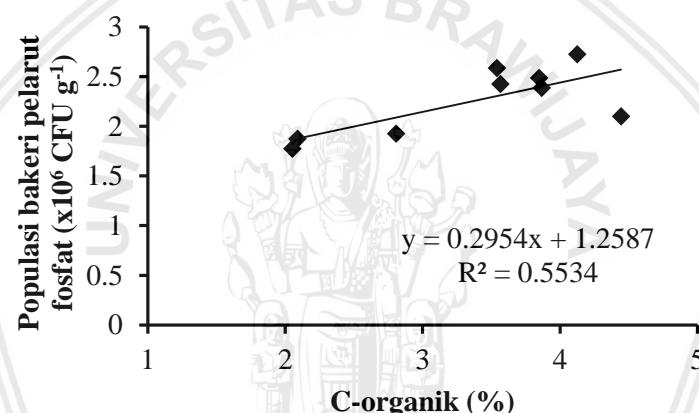
Gambar 11. Pengaruh C-organik Tanah terhadap Populasi Bakteri Tanah

Populasi mikroorganisme tanah sangat dipengaruhi oleh bahan organik. Persentase C-organik tanah mempengaruhi populasi bakteri tanah sebesar 67,5%, sedangkan hanya 32,5% yang dipengaruhi oleh faktor lain (Gambar 11). Semakin banyak bahan organik menunjukkan semakin banyak pula sumber energi bagi mikroorganisme tanah, sebab bahan organik dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dan pemberian bahan organik dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme tanah (Izzudin, 2012). Mikroorganisme tanah juga dapat menggunakan sejumlah senyawa dalam arang hayati (*biochar*) sebagai sumber energi sehingga dapat terdegradasi dalam beberapa hari sampai beberapa bulan (Ameloot *et al.*, 2014 dalam Dewi, 2017). Perlakuan NPK dan K memiliki populasi bakteri tanah yang lebih rendah yang disebabkan karena kandungan bahan organiknya yang rendah, sehingga pertumbuhan bakteri tanah tidak optimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Simanjuntak *et al.* (2013) yang menyebutkan bahwa penggunaan pupuk anorganik (pupuk kimia) menyebabkan kadar bahan organik

tanah menurun, struktur tanah rusak, dan pencemaran lingkungan. Selain disebabkan oleh faktor nutrisi, populasi bakteri tanah juga dipengaruhi faktor lain seperti suhu, pH, tekanan osmotik, dan tekanan ionik (Jawetz *et al.*, 2008).

4.2.2. Pengaruh persentase C-organik tanah terhadap populasi bakteri pelarut fosfat

Perlakuan POH yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* berpengaruh terhadap populasi bakteri pelarut fosfat. Populasi tertinggi terdapat pada perlakuan KsB F1 yaitu dengan populasi sebesar $2,725 \times 10^6$ CFU g⁻¹. Perlakuan KsB F1 dapat meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat hingga 45,3% sedangkan perlakuan pupuk anorganik dapat menurunkan populasi bakteri pelarut fosfat hingga 5,3%.



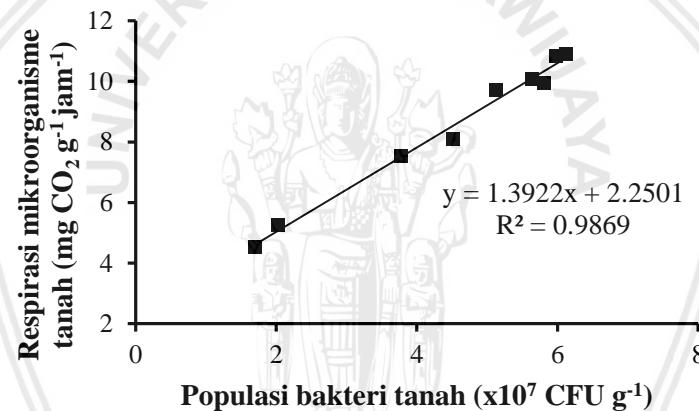
Gambar 12. Pengaruh C-organik Tanah terhadap Populasi Bakteri Pelarut Fosfat

Persamaan regresi yang didapatkan yaitu $y = 0,295x + 1,258$ dengan nilai $R^2 = 0,553$ (Gambar 12). Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya kecenderungan yang positif antara C-organik tanah dan populasi bakteri pelarut fosfat, dimana semakin tinggi persentase C-organik dalam tanah maka semakin tinggi pula populasi bakteri pelarut fosfat di dalam tanah. Hasil ini didukung oleh Izzudin (2012) yang menyatakan bahwa semakin banyak bahan organik menunjukkan semakin banyak pula sumber energi bagi mikroorganisme tanah, sebab bahan organik dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dan pemberian bahan organik dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme tanah. Setiap penambahan 1% C-organik tanah, maka akan meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat sebesar 29.537 CFU g⁻¹. Media Pikovskaya digunakan sebagai media

tumbuh bakteri pelarut fosfat. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni bakteri pada media Pikovskaya. Menurut Leni (2008), zona bening yang dihasilkan pada media Pikovskaya menunjukkan bahwa mikroba tersebut dapat melarutkan $(Ca_3PO_4)_2$ yang terkandungan dalam media.

4.2.3. Pengaruh total populasi bakteri tanah terhadap respirasi mikroorganisme tanah

Perlakuan POH yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* berpengaruh terhadap respirasi mikroorganisme tanah. Perlakuan KsB POH memberikan pengaruh paling tinggi terhadap peubah respirasi mikroorganisme tanah dibandingkan dengan perlakuan K dan NPK ($10,89 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$) sedangkan perlakuan K ($5,25 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$) dan perlakuan NPK ($4,54 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$).



Gambar 13. Pengaruh Populasi Bakteri Tanah terhadap Respirasi Mikroorganisme Tanah

Respirasi mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh populasi bakteri tanah (Gambar 13), hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 1,392x + 2,250$ dengan nilai $R^2 = 0,986$ yang artinya populasi bakteri tanah berpengaruh terhadap respirasi mikroorganisme tanah sebesar 98% dan hanya 2% yang dipengaruhi oleh faktor lain. Setiap penambahan 1% populasi bakteri tanah maka akan meningkatkan respirasi mikroorganisme tanah sebesar $1,4 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Dewi (2017), yang menjelaskan bahwa suplai karbon (C) dari pupuk organik meningkatkan populasi dan aktivitas mikroba sehingga senyawa CO_2 yang dilepaskan dari proses respirasi mikroba juga meningkat. Semakin tinggi populasi mikroorganisme dan semakin banyak bahan organik di tanah maka nilai

respirasi mikroorganisme akan semakin tinggi (Hanafiah *et al.*, 2009 dalam Sinaga *et al.*, 2014).

4.2.4. Pengaruh *biochar* terhadap pH tanah

Perlakuan POH yang dikombinasian dengan kompos dan *biochar* berpengaruh terhadap pH tanah. Perlakuan KsB F1 mempunyai nilai pH yang lebih tinggi yaitu sebesar 6,76 dibandingkan dengan perlakuan K dan NPK. Penambahan *biochar* dapat menurunkan kemasaman tanah serta meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah (Liang *et al.*, 2006). Sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pada perlakuan yang ditambahkan kompos dan *biochar* (KsB) meningkatkan pH hingga 8,86% dibandingkan dengan perlakuan K. pH tanah yang cenderung netral dapat memberikan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme tanah, sesuai dengan pendapat Pelczer *et al.* (2005) yang menjelaskan bahwa bakteri akan tumbuh optimal pada kondisi menguntungkan dalam pertumbuhannya salah satu faktor yang paling berpengaruh ialah pH tanah. Nilai pH yang optimum bagi pertumbuhan bakteri yaitu 6,5 - 7,5 (Laila *et al.*, 2009).

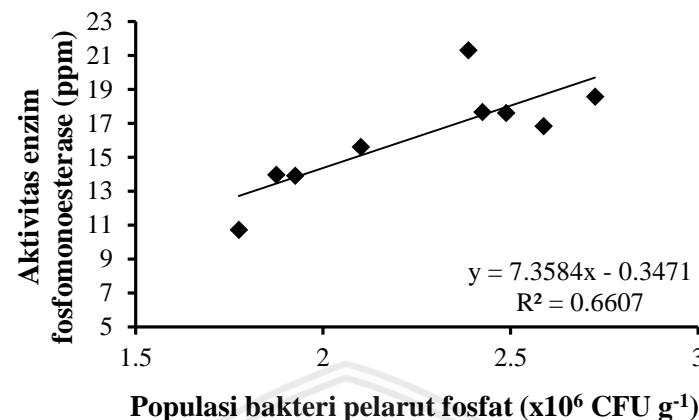
4.2.5. Persentase C-organik tanah

Perlakuan kombinasi kompos dan *biochar* (KsB) menunjukkan persentase C-organik tanah tertinggi dengan nilai sebesar 4,44% dibandingkan dengan kombinasi kompos + *biohar* + POH. Hal ini disebabkan oleh aktivitas organisme tanah yang menggunakan karbon untuk pembentukan sel-sel tubuhnya dan sebagian lagi dibebaskan dalam bentuk CO₂ selama proses dekomposisi sehingga kadar C-organik menjadi berkurang (Jacob, 1992 dalam Gede *et al.*, 2014).

4.2.6. Pengaruh populasi bakteri pelarut fosfat terhadap aktivitas enzim fosfomonoesterase (PME-ase)

Perlakuan POH yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* berpengaruh terhadap aktivitas enzim fosfomonoesterase. Aktivitas enzim fosfomonoesterase tertinggi terdapat pada perlakuan KsB F2 yaitu sebesar 21,31 ppm. Aktivitas enzim fosfomonoesterase dipengaruhi oleh populasi bakteri pelarut fosfat (Gambar 14), hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 7,358x - 0,347$ dengan nilai R² = 0,660 yang artinya populasi bakteri pelarut fosfat mempengaruhi aktivitas enzim fosfomonoesterase sebesar 66% dan hanya 34% yang dipengaruhi

oleh faktor lain. Setiap penambahan 1% populasi bakteri pelarut fosfat maka akan meningkatkan aktivitas enzim fosfomonoesterase sebesar 7×10^{-4} ppm.



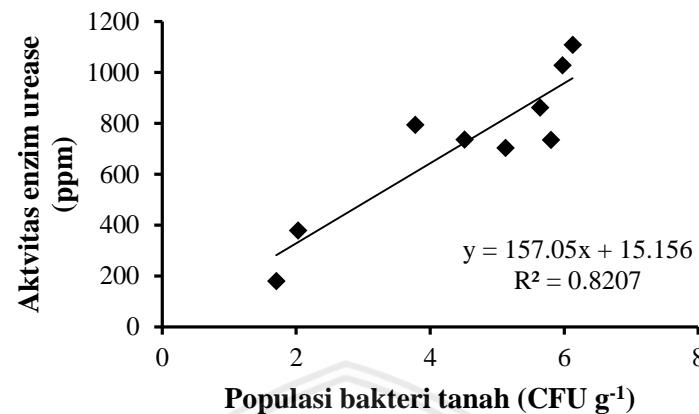
Gambar 14. Pengaruh Populasi Bakteri Pelarut Fosfat terhadap Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase

Hasil tersebut sesuai dengan penjelasan Isnaini (2012) bahwa sumber fosfat yang ada di dalam tanah sebagai fosfat mineral yaitu batu kapur fosfat, sisa-sisa tanaman, dan bahan organik lainnya. Unsur P dalam tanah terikat menjadi Fe-fosfat dan Al-fosfat pada tanah masam atau $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ pada tanah basa (Suliasih dan Rahmat, 2006), sehingga membutuhkan enzim fosfatase untuk proses hidrolisis P organik menjadi fosfat anorganik (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}) yang tersedia bagi tanaman (Pang, 1986; Mearyard, 1999; Lal, 2002 dalam Suliasih dan Rahmat, 2006).

4.2.7. Pengaruh total populasi bakteri tanah terhadap aktivitas enzim urease

Perlakuan POH yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* berpengaruh terhadap aktivitas enzim urease. Aktivitas enzim urease tertinggi didapatkan pada perlakuan KsB POH yaitu dengan nilai sebesar 1109,1 ppm sedangkan perlakuan K memiliki nilai sebesar 378,8 ppm dan perlakuan NPK memiliki nilai sebesar 179,2 ppm. Aktivitas enzim urease dipengaruhi oleh populasi bakteri tanah (Gambar 15), hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 157x + 15,15$ dengan nilai $R^2 = 0,820$ yang artinya populasi bakteri tanah mempengaruhi aktivitas enzim urease sebesar 82% dan hanya 18% yang dipengaruhi oleh faktor lain. Setiap penambahan 1% populasi bakteri tanah maka akan meningkatkan aktivitas enzim urease sebesar 157 ppm. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Wandansari (2006), yang menyatakan bahwa adanya korelasi positif antara aktivitas enzim urease dengan penambahan bahan organik, dimana penambahan bahan organik

akan meningkatkan populasi bakteri tanah sehingga aktivitas enzim urease akan meningkat.



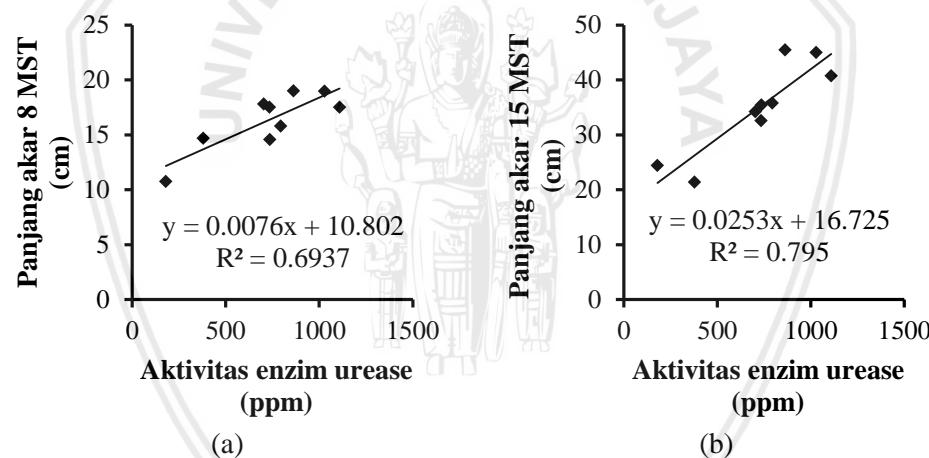
Gambar 15. Pengaruh Populasi Bakteri Tanah terhadap Aktivitas Enzim Urease

4.2.8. Pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman

Perlakuan POH yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi gogo. KsB F2 berpengaruh nyata terhadap penambahan tinggi tanaman pada 3 MST sampai dengan 11 MST jika dibandingkan dengan perlakuan K. Namun pada 13 MST sampai dengan 15 MST perlakuan KsB FS lebih berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Pada peubah jumlah daun tanaman, perlakuan POH yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* mulai menunjukkan pengaruh nyata pada 5 MST. Perlakuan KsB POHK menunjukkan pengaruh nyata pada 5 MST dan 15 MST; perlakuan KsB F2 menunjukkan pengaruh nyata pada 7 MST; perlakuan KsB POH menunjukkan pengaruh nyata pada 9 MST, 11 MST, dan 13 MST. Pada peubah jumlah anakan tanaman padi gogo, perlakuan KsB F2, KsB POH, dan KsB POH menunjukkan pengaruh nyata dengan rerata jumlah anakan 4,38 batang pertanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Aryanto *et al.* (2015) yang memaparkan bahwa penambahan isolat bakteri secara nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hasil ini didukung oleh penelitian Aryanto *et al.* (2015) yang menjelaskan bahwa ketersediaan unsur N yang cukup akan memberikan pertumbuhan vegetatif tanaman yang lebih baik.

4.2.9. Pengaruh aktivitas enzim urease terhadap panjang akar tanaman

Panjang akar tanaman pada perlakuan POH mengalami pertumbuhan yang signifikan mulai dari 8 MST hingga 15 MST, terutama pada perlakuan KsB F2. Peningkatan perakaran disebabkan oleh pembelahan dan pemanjangan sel akar yang dipacu oleh hormon yang dihasilkan mikroba (Vessey, 2003). Wibowo dan Alawiah (2007) menambahkan bahwa pengaplikasian pupuk hayati yang mengandung *Azospirillum* sp. dapat menghasilkan *Indole Acetic Acid* (IAA) yang berperan dalam pembentukan dan pemanjangan akar. Hindersah dan Simarmata (2004) juga menambahkan bahwa inokulasi dengan *Azotobacter* sp. dapat memperbaiki perkembangan tajuk dan akar karena bakteri ini mampu memproduksi fitohormon untuk perkembangan tajuk dan akar tanaman. Hormon yang dihasilkan oleh bakteri tersebut merangsang pembelahan sel-sel ujung akar dan akar lateral sehingga menciptakan lingkungan perakaran yang baik (Aryanto, 2015).



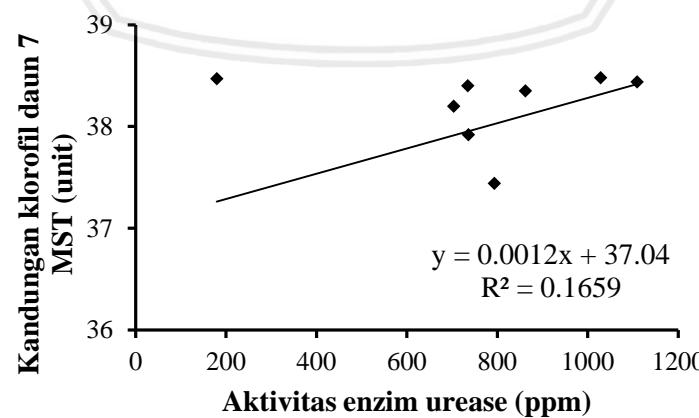
Gambar 16. Pengaruh aktivitas enzim urease terhadap a: panjang akar 8 MST; b: panjang akar 15 MST

Panjang akar 8 MST dipengaruhi oleh aktivitas enzim urease (Gambar 16a), hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 0,007x + 10,80$ dengan nilai $R^2 = 0,693$ yang artinya aktivitas enzim urease mempengaruhi panjang akar 8 MST sebesar 69% dan hanya 31% yang dipengaruhi oleh faktor lain. Setiap penambahan 1% aktivitas enzim urease maka akan meningkatkan panjang akar 8 MST sebesar 0,007 cm. Panjang akar 15 MST dipengaruhi oleh aktivitas enzim urease (Gambar 16b), hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 0,025x + 16,72$ dengan nilai $R^2 = 0,795$ yang artinya aktivitas enzim urease mempengaruhi panjang akar 15 MST sebesar

80% dan hanya 20% yang dipengaruhi oleh faktor lain. Setiap penambahan 1% aktivitas enzim urease maka akan meningkatkan panjang akar 8 MST sebesar 0,025 cm. N tersedia produk dari aktivitas enzim urease mempengaruhi panjang akar tanaman baik pada 8 MST maupun 15 MST, hal ini terjadi karena fungsi N sebagai unsur hara yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Sejalan dengan pendapat Syekhfani (1994), yang menjelaskan bahwa pemupukan nitrogen dapat menunjang pertumbuhan tanaman padi sawah karena nitrogen berfungsi memacu pertumbuhan vegetatif tanaman.

4.2.10. Pengaruh aktivitas enzim urease terhadap kandungan klorofil daun

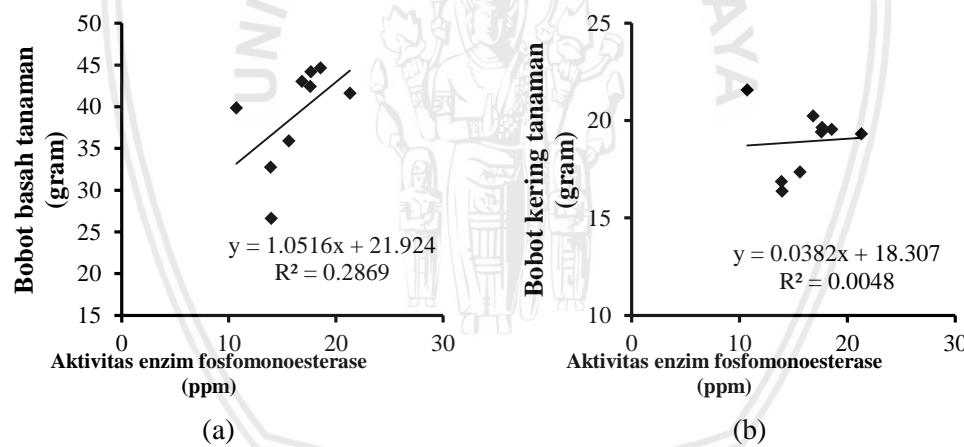
Hasil penelitian menunjukkan pada parameter kandungan klorofil terdapat perbedaan nyata pada fase generatif, yaitu pada 8 MST sampai dengan 14 MST. Perlakuan yang ditambahkan kompos, *biochar*, dan POH memiliki hasil yang signifikan terhadap perlakuan kontrol. Peningkatan nilai klorofil tanaman diakibatkan adanya N tersedia yang difiksasi oleh mikroorganisme tanah. N tersedia tersebut merupakan hasil dari aktivitas enzim urease (Gambar 17). Hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 0,001x + 37,04$ dengan nilai $R^2 = 0,166$ yang artinya aktivitas enzim urease mempengaruhi kandungan klorofil daun 7 MST sebesar 16,5%. Setiap penambahan 1% aktivitas enzim urease maka akan meningkatkan kandungan klorofil daun sebesar 0,001 unit. Hendriyani dan Setiarini (2009) menjelaskan bahwa kandungan unsur N pada daun yang semakin meningkat akan diikuti meningkatnya klorofil yang terbentuk.



Gambar 17. Pengaruh Aktivitas Enzim Urease terhadap Kandungan Klorofil Daun pada 7 MST

4.2.11. Pengaruh aktivitas enzim fosfomonoesterase terhadap bobot basah dan bobot kering tanaman

Pada parameter bobot basah dan bobot kering tanaman yang terdiri dari bobot akar dan bobot brangkas, perlakuan POH yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* dapat meningkatkan bobot basah tanaman hingga sebesar 70,6% dari perlakuan K, sedangkan bobot kering tanaman meningkat hingga sebesar 34% dari perlakuan K. Hal ini dapat terjadi karena serapan hara tanaman dengan perlakuan POH lebih besar dibandingkan dengan perlakuan K, sehingga hasil dari fotosintesis lebih banyak disimpan di dalam tanaman. Sesuai dengan penjelasan Rai (2006), bahwa bakteri yang diaplikasikan mampu membantu tanaman dalam menyerap unsur hara dalam tanah sesuai dengan peran dari PGPR sebagai *biofertilizer* yang membantu tanaman dalam mempercepat penyerapan unsur hara. Pendapat ini didukung oleh Putrie (2016), yang menjelaskan bahwa penggunaan agen PGPR meningkatkan vigor benih tinggi tanaman, berat basah, serta berat kering tanaman.



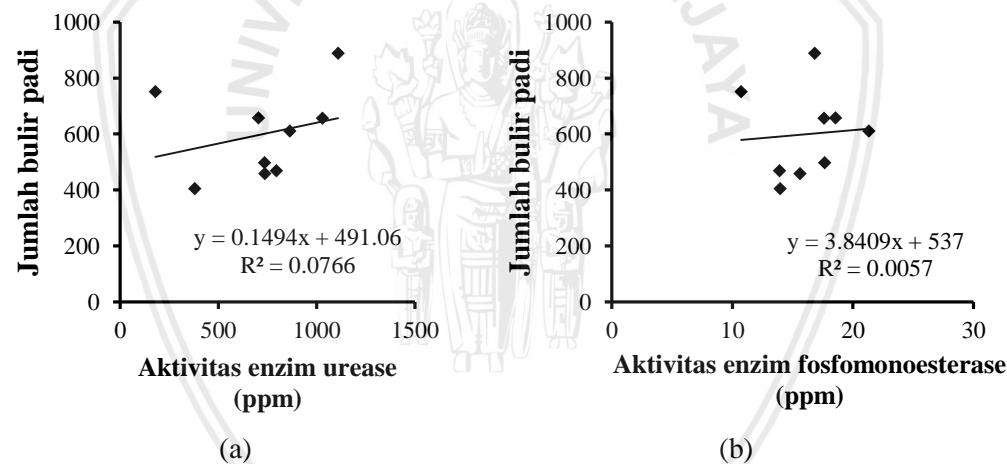
Gambar 18. Pengaruh Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase terhadap a: Bobot Basah Tanaman; b: Bobot Kering Tanaman

Bobot basah tanaman dipengaruhi oleh aktivitas enzim fosfomonoesterase (Gambar 18a), hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 1,051x + 21,92$ dengan nilai $R^2 = 0,286$ yang artinya aktivitas enzim fosfomonoesterase mempengaruhi bobot basah tanaman sebesar 29%. Setiap penambahan 1% aktivitas enzim fosfomonoesterase maka akan meningkatkan bobot basah tanaman sebesar 1,051 gram. Bobot kering tanaman dipengaruhi oleh aktivitas enzim fosfomonoesterase (Gambar 18b), hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 0,038x + 18,30$ dengan nilai $R^2 = 0,0048$ yang artinya aktivitas enzim fosfomonoesterase mempengaruhi

bobot kering tanaman sebesar 4%. Setiap penambahan 1% aktivitas enzim fosfomonoesterase maka akan meningkatkan bobot basah tanaman sebesar 0,038 gram. Peran fosfat dalam tanaman yaitu sebagai pembentuk jaringan tanaman, sesuai dengan pernyataan Rosmarkam dan Yuwono (2002) yang menjelaskan bahwa serapan P yang tinggi akan meningkatkan berat brangkas karena fungsi P untuk membentuk jaringan tanaman seperti asam nukkleat, fosfolipida an fitin.

4.2.12. Pengaruh aktivitas enzim fosfomonoesterase dan urease terhadap jumlah bulir padi gogo

Pemberian POH yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* mampu meningkatkan komponen produksi dari tanaman padi gogo, yaitu pada parameter bobot basah 1000 bulir padi dan bobot kering 1000 bulir padi. Perlakuan KsB POH memiliki bobot basah dan bobot kering tertinggi sebesar 11,85 gram untuk bobot basah dan 8,27 gram untuk bobot kering.



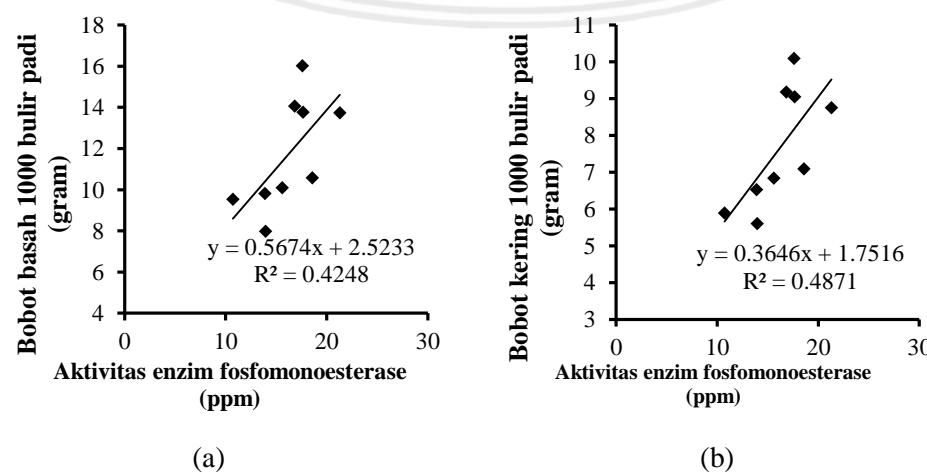
Gambar 19.a: Pengaruh Enzim Urease terhadap Jumlah Bulir Padi; **b:**Pengaruh Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase terhadap Jumlah Bulir Padi

Jumlah bulir padi dipengaruhi oleh aktivitas enzim urease (Gambar 19a), hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 0,149x + 491,1$ dengan nilai $R^2 = 0,076$ yang artinya aktivitas enzim urease mempengaruhi bobot basah tanaman sebesar 8%. Setiap peningkatan 1% aktivitas enzim urease maka akan meningkatkan jumlah bulir padi sebesar 0,15 bulir. Jumlah bulir padi dipengaruhi oleh aktivitas enzim fosfomonosterase (Gambar 19b), hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 3,840x + 537$ dengan nilai $R^2 = 0,0057$ yang artinya aktivitas enzim urease mempengaruhi bobot basah tanaman sebesar 0,5%. Setiap peningkatan 1% aktivitas enzim

fosfomonoesterase maka akan meningkatkan jumlah bulir padi sebesar 3,84 bulir. Hal ini sesuai dengan pernyataan Samuel dan Muthukkaruppan (2011), bahwa meningkatnya peubah komponen produksi karena terjadinya peningkatan unsur nitrogen, fosfat, dan kalium di tanah yang merupakan unsur utama yang diperlukan tanaman. Limongan *et al.* (2009) menyatakan bahwa penambahan nitrogen memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap persentase gabah beras.

4.2.13. Pengaruh aktivitas enzim terhadap bobot basah dan bobot kering 1000 bulir padi

Bobot basah 1000 bulir padi dipengaruhi oleh aktivitas enzim fosfomonoesterase (Gambar 20a), hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 0,567x + 2,523$ dengan nilai $R^2 = 0,424$ yang artinya aktivitas enzim fosfomonoesterase mempengaruhi bobot basah tanaman sebesar 42%. Setiap penambahan 1% aktivitas enzim fosfomonoesterase maka akan meningkatkan bobot basah tanaman sebesar 0,567 gram. Bobot kering 1000 bulir padi dipengaruhi oleh aktivitas enzim fosfomonoesterase (Gambar 20b), hasil regresi menunjukkan persamaan $y = 0,364x + 17,51$ dengan nilai $R^2 = 0,487$ yang artinya aktivitas enzim fosfomonoesterase mempengaruhi bobot basah tanaman sebesar 49%. Setiap penambahan 1% aktivitas enzim fosfomonoesterase maka akan meningkatkan bobot basah tanaman sebesar 0,364 gram. Unsur fosfat dalam tanaman cenderung digunakan pada fase generatif tanaman, yaitu pada fase pembentukan bunga, pembentukan malai, dan pengisian bulir padi. Menurut Winarso (2005), sebagian besar P akan dimobilisasi ke biji atau buah setelah tanaman memasuki fase generatif.



Gambar 20. Pengaruh Aktivitas Enzim Fosfomonoesterase terhadap a: Bobot Basah 1000 Bulir Padi; b:Bobot Kering 1000 Bulir Padi

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Aplikasi pupuk organik hayati (POH) yang dikombinasikan dengan kompos dan *biochar* pada percobaan pot dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi gogo (*Oryza sativa L.*).

1. Perlakuan KsB meningkatkan C-organik tanah sebesar 112%. Perlakuan KsB POH meningkatkan populasi bakteri tanah sebesar 202,5%; respirasi mikroorganisme tanah sebesar 107,4%; dan aktivitas enzim urease sebesar 192,8%. Perlakuan KsB F1 meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat sebesar 45,3%; dan pH tanah sebesar 8,9%. Perlakuan KsB F2 meningkatkan aktivitas enzim fosfomonoesterase sebesar 52,7% dibandingkan dengan perlakuan K (kontrol).
2. Perlakuan KsB FS meningkatkan tinggi tanaman 15 MST sebesar 5,7%. Perlakuan KsB POHK meningkatkan jumlah daun 15 MST sebesar 42,9%. Perlakuan KsB F2 meningkatkan panjang akar tanaman 8 MST sebesar 29,4% dan 15 MST sebesar 112,2%; klorofil daun 14 MST sebesar 59,9%. Perlakuan KsB F1 meningkatkan jumlah anakan sebesar 105,6%; bobot basah tanaman sebesar 67,9%. Perlakuan KsB POH meningkatkan jumlah bulir sebesar 119,4%; bobot kering tanaman sebesar 23,6%; bobot basah bulir sebesar 66,2%; dan bobot kering bulir sebesar 83,7% dibandingkan dengan perlakuan K (kontrol).

5.2. Saran

Perlakuan KsB F1 menunjukkan pengaruh nyata terhadap produksi tanaman padi gogo baik pada jumlah bulir dan bobot basah serta bobot kering 1000 bulir padi, sehingga perlu diadakan uji coba di lapangan menggunakan dosis berbeda untuk mengetahui dosis yang tepat untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi gogo yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiyani, Dwi. 2015. Penapisan dan Karakterisasi Rhizobakteria serta Uji Aktivitasnya dalam Mendukung Perkecambahan dan Pertumbuhan Benih Jagung (*Zea mays L.*). 12 (2): 241-248.
- Andre. 2010. <http://boymarpaung.wordpress.com/2009/02/19/sifat-biotologi-tanah/> 19 Februari 2009. (Diakses pada 25 Juli 2019).
- Antonius, S., R.D. Sahputra, Y. Nuriani, dan T.K. Dewi. 2018. Manfaat Pupuk Organik Hayati, Kompos, dan Biochar pada Pertumbuhan Bawang Merah dan Pengaruhnya terhadap Biokimia Tanah pada Percobaan Pot Menggunakan Tanah Ultisol. Jurnal Biologi Indonesia. 14(2): 243-250.
- Aryanto, A., Triadiati, Sugiyanta. 2015. Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah dan Gogo dengan Pemberian Pupuk Hayati Berbasis Bakteri Pemacu Tumbuh di Tanah Masam. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI). 20(3): 229-235.
- Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia. 2018. Supply and Demand 2007 - 2018. <https://www.appi.or.id/?statistic>. Diakses pada tanggal 12 Februari 2019.
- Bhakari, H. E., Fauzi, H. Hanum. 2013. Pengaruh Pemberian Kompos Jerami dan Pupuk SP-36 pada Tanah Sulfat Masam Potensial Terhadap Perubahan Sifat Kimia serta Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza sativa L.*). Jurnal Online Agroekoteknologi. 2 (1): 172-185
- Boraste A., K.K. Vamsi, A. Jhadav, Y. Khairnar, N. Gupta, S. Trivedi, P. Patil, G. Gupta, M. Gupta, A.K. Mujapara, B. Joshi. 2009. Biofertilizers: A novel tool for agriculture. International Journal of Microbiology Research (1) 2 : 23-31.
- Dewi, K. S., A. Iswandi, A. Syaiful, Y. Sudirman, dan D. Gunawan. 2017. Pengaruh Pupuk Organik dan Arang Hayati Terhadap Kualitas Media Pembibitan dan Pertumbuhan Bibit Kakao. 4(2).
- Dick, W, A., Cheung, L., Wang, P. 2000. Soil Acid and Alkaline Phosphatase Activity as pH Adjusmnt Indikators. J Soil Bio and Biochemistry.
- Endriani, Sunarti, dan Ajidirman. 2013. Pemanfaatan Biochar Cangkang Kelapa Sawit sebagai Soil Amendment Ultisol Sengai Bahar-Jambi.
- Fitri, F. M. 2002. Hubungan Respirasi Mikrob dengan Aktivitas Fotomonooesterase dan Karboksimetilselulase Tanah pada Berbagai Tingkat Kebakaran Hutan. Skripsi. FMIPA. IPB. Bogor.
- Gani, A. 2009. Biochar Penyelamat Lingkungan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 31(6).
- Gede, I. P., I.M.A. Dewa, I.D. Nyoman. 2014. Pengaruh Dosis Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Hasil Padi (*Oryza sativa L.*) da Sifat Kimia Tanah pada Inceptisol Kerambitan Tabanan. 3(1).
- Hairiah, K., A. Ekadinata, R.R. Sari, S. Rahayu. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon: dari tingkat lahan ke bentang lahan. Petunjuk praktis. Edisi kedua.

Bogor, World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya (UB) Malang, Indonesia.

- Hendriyani, I.S. dan N. Setiari. 2009. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda. 17(3): 145-150.
- Hindersah, R., T. Simarmata. 2004. Potensi rizobakteri *Azotobacter* dalam meningkatkan kesehatan tanah. Jurnal Natur Indonesia.5(2): 127-133.
- Indriani, Y. H. 2005. Membuat Kompos Secara Kilat. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Izzudin. 2012. Perubahan Sifat Kimia Dan Biologi Tanah Pasca Kegiatan Perambahan Di Areal Hutan Pinus Reboisasi Kabupaten Humbang Hasundutan Provinsi Sumatra Utara. Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Jawetz., Melnick, dan Adelberg. 2008. Mikrobiologi Kedokteran. Jakarta: Salemba Medika.
- Kriswantoro, H. E., Safriyani, Purwaningsih, dan S. Herlinda. 2018. Karakteristik Agronomis Tiga Varietas Padi (*Oryza sativa L.*) pada Dua Sistem Tanam Benih di Lahan Pasang Surut. J. Agron. Indonesia. 46(2): 140-144.
- Lailia., Noviana, dan B. Raharjo. Viabilitas Rhizobakteri *Bacillus* sp. DUCC-BR-K1.3
- Lehman, J., dan S. Joseph. 2009. Biochar for Environmental Management: an Introduction. In Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Eds. J Lehman and S. Joseph. pp 1-12. Earthscan: London, UK.
- Leni. 2008. Pemanfaatan Bakteri Pelarut Fosfat dan Mikoriza Sebagai Alternatif Pengganti Pupuk Fosfat Pada Tanah Ultisol Kabupaten Langkat Sumatera Utara. Jurnal Ilmiah Pendidikan Tinggi Universitas Muslim Nusantara Al Washliyah.
- Liang, B., J. Lehmann, D. Solomon, J. Kinyangi, J. Grossman, B. O'neill, and E.G. Neves. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil Science Society of America Journal, 70(5): 1719-1730.
- Limbongan, Y.L., B.S. Purwoko, Trikoesoemaningtyas, H. Aswidinnoor . 2009. Respons genotipe padi sawah terhadap pemupukan nitrogen di dataran tinggi. Jurnal Agronomi Indonesia. 37(3): 175-182.
- Mahdi, S.S., G.I. Hassan, S.A. Samoon, H.A. Rather, A.D. Showkat, B. Zehra. 2010. Bio-fertilizers in organik agriculture. Journal of Phytology. 2(10): 54–42.
- Manivannan, M., P. Ganesh, K. Suresh, R.K.Tharmaraj, and R.B. Shiney. 2012. Isolation, Screening, Characterization, and Antagonism Assay of PGPR Isolates from Rhizosphere of Rice Plants in Cuddalore District. International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives 3 (1) : 179-185.

- Murbandono, H. S. 2006. Membuat Kompos. Edisi revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nelson, L.M. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Prospect for new inoculants. *Crop Manage.* 3(1).
- Noorwijk,M. V., K. Hairiah. 2006. Intensifikasi Pertanian, Biodiversitas Tanah, dan Fungsi Agro-ekosistem. *Agrivita* 28(3).
- Nurida, N.L. 2014. Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus.* Hal 57-68.
- Nurida, N.L., A. Rachman, dan Sutono. 2012. Potensi Pemberantasan Tanah Biochar dalam Pemulihian Sifat Tanah Terdegradasi dan Peningkatan hasil Jagung pada Typic Kanhapludult Lampung. *Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Kealaman Buana Sain.* 12(1): 69-74.
- Pelczar,M.J., and E.C.S.Chan. 2005. Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 2. Jakarta: UI press.
- Prasetyo, B.H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Balai Penelitian Tanah.
- Putrie, R. 2016. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Penghasil Eksopolisakaraida Sebagai Inokulan Area Pertanian Lahan Kering. *Bio Trends* 7(1).
- Rai, M. 2006. Handbook of Microbial Biofertilizer. New York: Food Production Press.
- Rajendran, K. and P. Devaraj. 2004. Biomass And Nutrient Distribution And Their Return On Casuarina Equisetifolia Inoculated With Biofertilizers In Farm Land, Biomass And Bioenergy. 26: 235-249.
- Rivai. R.R., F.F. Wardani. 2017. Aplikasi Pemanfaatan Pupuk Kompos pada Fase Vegetatif Tanaman Obat *Alpina malaccensis*. *Pros SemNas Masy Biodiv Indonesia.* 3(1).154-156.
- Rosmarkam, A. dan N.W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius.Yogyakarta.
- Rusastra, W., Saptana, dan A. Djulin. 2005. Road Map Pengembangan Pupuk Organik dalam Mendukung Pembangunan Pertanian di Indonesia. https://www.pse.litbang.pertanian.go.id/ind/pdf/Anjak_2005_VI_05.pdf . diakses pada 12 Februari 2019
- Saito, M. dan T. Marumoto. 2002. Inoculation with Arbuscular Mycorrhizal Fungi. The Status quo in Japan and the future prospects. *Plant and Soil* 244, 273-279.
- Samuel.S., S.M. Muthukkaruppan. 2011. Characterization of plant growth promoting rhizobacteria and fungi associated with rice, mangrove and effluent contaminated soil. *CurrentBotany.* 2(3): 22-25.

- Saraswati, R. dan Sumarsono. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah Sebagai Komponen Teknologi Pertanian. Iptek Tanaman Pangan. 3 (1): 41-58.
- Setyotini, D.R., Saraswati, dan E.K. Anwar. 2006. Kompos. Jurnal Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. 2(3): 11-40.
- Shukla, G. dan A. Varma. 2011. Soil Enzymology. Springer Heidelberg Dordrecht, New York. (22).
- Siallagan, D. 2004. Aktivitas Urease dan Fosfomonoesterase Tanah pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Kebun Percobaan Cikabayan, Dramaga Bogor. Skripsi. Departemen Tanah, Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Simanungkalit, R.D.M., A.S. Didi, S. Rasti, S. Diah, dan H. Wiwik. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Jawa Barat.
- Sinaga, A.H., D. Elfiati, dan Delvian. 2014. Aktivitas Mikroorganisme Tanah Pada Tanah Bekas Kebakaran Hutan Di Kabupaten Samosir. Fakultas Pertanian USU.
- Singh, A. and S. Sharma. 2002. Composting of A Crop Residue through Treatment With Microorganisms and Subsequent Vermicomposting. Bioresource Technology. 85 (2): 107-111.
- Sinsabaugh, L., Robert., K. Robert, Antibus, E. Linkins, Arthur. 1991. an Enzyme Approach to the Analysis of Microbial Activity During Plant Litter Decomposition. Jurnal Elsevier. 34: 43-54.
- Siregar, F.I., J. Ginting, T. Irmansyah. 2013. Pertumbuhan dan Produksi Padi Gogo Varietas Situ Bagendit pada Jarak Tanam yang Berbeda dan Pemberian Kompos Jerami. Jurnal Online Agroekoteknologi 1(2).
- Soemarno. 2010. Ekologi Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Sohi, S.P., E.Krull, E. Lopez-Capel, dan R. Bol. 2010. a Review of Biochar and its Use and Function in Soil. Advance in Agronomy. 105(1): 47-82.
- Suliasih dan Rahmat. 2006. Aktivitas Fosfatase dan Pelarutan Kalsium Fosfat oleh Beberapa Bakteri Pelarut Fosfat. 8(1): 23-26.
- Sumarno. 2014. Reformasi Kebijakan Menuju Transformasi Pembangunan Pertanian: Konsep Pertanian Modern, Ekologis dan Berkelaanjutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Suriadikarta, D. Ardi, R.D.M. Simanungkalit. (2006). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Jawa Barat: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Hal 2. ISBN 978-979- 9474-57-5.
- Susanti, D.S.2015. Pemberian Berbagai Jenis Kompos pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kabupaten

Enrekang.Agroteknologi FAPERTA UNMUS.Jurnal Agricola e-ISSN 235-7731.

- Syekhfani.1994.Air Tanah Tanaman.UNIBRAW PERS.Malang
- Vessey, J.K. 2003.Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers.Plant Soil. 255(2): 571-586.
- Wandansari dan Niken. 2006.Aktivitas Urease Pada Berbagai Tanah di Indonesia. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Wibowo, N.I. danN.S. Alawiyah. 2014. Efektivitas pupuk hayati dalam mensubstitusi pupuk kimia sintetik terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman stroberi (*Fragaria*sp.). Jurnal Agroscience. 4(2): 140-144.
- Wicaksono, T., S. Sagiman, I. Umran. 2015. Kajian Aktivitas Mikroorganisme Tanah Pada Beberapa Cara Penggunaan Lahan Di Desa PAL IX Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya. Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Widawati, S., Suliasih, dan A. Muharam. 2010. Pengaruh Kompos yang Diperkaya Bakteri Penambat Nitrogen dan Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan Tanaman Kapri dan Aktivitas Enzim Fosfatase dalam Tanah. J. Hort. 20(3): 207-215.
- Widawati, S., Suliasih, dan Saefudin. 2015. Isolasi dan Uji Efektivitas Plant Growth Promoting Rhizobacteria di Lahan Marginal pada Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merr.) var. Wilis. Pros Sem Nas Masy Indon. 1(1): 59-65
- Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah, Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Gava Media.Yogyakarta.