

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN DASAR**



**TEMA : PENGUATAN KETAHANAN PANGAN  
SUB TEMA KOMODITAS: TANAMAN PANGAN  
TOPIK/ASPEK PENELITIAN: BUDIDAYA  
SUB TOPIK PENELITIAN: BIOLOGI TANAH DAN MEDIA TUMBUH**

**JUDUL**

**MANAJEMEN INPUT PUPUK TERHADAP BIOMASSA  
MIKROORGANISME DAN DINAMIKA AKTIVITAS ENZIM  
HYDROLASE PADA RHIZOSFER TANAMAN PADI SAWAH**

**TIM PENGUSUL**

<b>Dr. Ir. Agustian</b>	<b>NIDN 0007086110</b>
<b>Dr. Ir. Nalwida Rozen, MP</b>	<b>NIDN 0004046514</b>
<b>Ir. Irwan Darfis, MP</b>	<b>NIDN 0027126807</b>
<b>Aisyah Putri Idayani</b>	<b>BP <a href="#">1610231014</a></b>
<b>Sakinahtul Aini</b>	<b>BP <a href="#">1610231016</a></b>

**Dibiayai oleh Dana DIPA Universitas Andalas Tahun Anggran 2019 sesuai dengan  
Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian No. 01/PL/SPK/PNP/FAPERETA-  
UNAND/2019 Tanggal 3 Juni 2019**

**PRODI ILMU TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
OKTOBER-2019**

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Judul Penelitian : Manajemen Input Pupuk Terhadap Biomassa Mikroorganisme dan Dinamika Aktivitas Enzim Hydrolase Pada Rhizosfir Tanaman Padi Sawah

Bidang Fokus  
Ketua Peneliti

### BIOLOGI TANAH

a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Agustian  
b. NIDN : 0007086110  
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
d. Program Studi : Ilmu Tanah  
e. Nomor HP : 08126600397  
f. Alamat surel (e-mail) : agustianoo@gmail.com

Anggota Peneliti (1)  
a. Nama Lengkap : Ir. Irwan Darfis, MP  
b. NIDN : 0027126807  
c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Anggota Peneliti (2)  
a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Nawilda Rozen, MP  
b. NIDN : 0004046514  
c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Anggota Mahasiswa (1)  
a. Nama Lengkap : Aisyah Putri Idayani  
b. No BP : 1610231014  
c. Program Studi : Ilmu Tanah

Anggota Peneliti (2)  
a. Nama Lengkap : Sakinahtul Aini  
b. No BP : 1610231016  
c. Program Studi : Ilmu Tanah

Lama Penelitian Keseluruhan : 1 tahun  
Biaya Penelitian : Rp 20.650.000,-



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Tanah  
Faperta Unand

Dr. Ir. Agustian  
NIP. 196108071986031006

Padang, 29 Oktober 2019  
Ketua Peneliti

Dr. Ir. Agustian  
NIP. 196108071986031006

Menyetujui,  
Ketua Unit Penelitian dan Pengabdian Faperta Unand,

Prof. Dr.sc.agr. Ir. Jamsari, MP  
NIP. 196802021992031003

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
DAFTAR ISI	ii
ABSTRAK	v
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
III. METODE PENELITIAN	7
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	8
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	18

## IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian: **MANAJEMEN INPUT PUPUK TERHADAP BIOMASSA MIKROORGANISME DAN DINAMIKA AKTIVITAS ENZIM HYDROLASE PADA RHIZOSFER TANAMAN PADI SAWAH**

2. Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Prodi	Alokasi Waktu (jam/ minggu)
1	Dr. Ir. Agustian	Ketua	Biologi Tanah	Ilmu Tanah	15
2	Ir. Irwan Darfis, MP	Anggota	Kesuburan Tanah	Agroteknologi	12
3	Dr. Ir. Nalwida Rozen, MP	Anggota	Tanaman Pangan	Agroteknologi	12
4	Aisyah Putri Idayani	Mahasiswa	Biologi Tanah	Ilmu Tanah	12
5	Sakinahtul Aini	Mahasiswa	Biologi Tanah	Ilmu Tanah	12

3. Objek Penelitian:

Budidaya tanaman padi sawah metode SRI pada lahan suboptimal sebagai bentuk teknologi budidaya padi dengan memasukkan pupuk organik dan pengapuran sehingga menjadikan tanah lebih subur dan meningkatkan pH. Bahan organik berfungsi untuk memperbaiki sifat kimia, biologi dan fisik tanah, sehingga tanah akan menjadi subur pada akhirnya akan menuju pertanian yang ramah lingkungan. Aspek penelitian mencakup pencarian model budidaya padi sawah dengan penambahan bahan organik dan pengapuran untuk meningkatkan produktivitas lahan dan tanaman sehingga masyarakat petani mendapatkan penghasilan yang lebih baik.

4. Masa Pelaksanaan :

Mulai : bulan Mei tahun 2019

Berakhir : bulan November tahun 2019

5. Lokasi Penelitian: Lapangan di lahan masyarakat

6. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu :

Penelitian tentang budidaya tanaman padi sawah metode SRI pada lahan suboptimal perlu dilakukan karena lahan yang tersedia di negara kita ini lebih banyak lahan suboptimal. Lahan sawah beririgasi yang subur sudah beralih fungsi menjadi bangunan, yang tidak dapat dielakkan lagi akibat pertambahan jumlah penduduk. Petani selama ini masih menggunakan pupuk anorganik dengan pestisida sintetik yang selalu terus-menerus dimasukkan ke sawah tanpa memperhitungkan lingkungan, sehingga membuat lahan menjadi rusak karena terganggunya keseimbangan ekosistem sawah. Melalui penelitian ini diharapkan kontribusi bidang ilmu-ilmu tanaman, khususnya budidaya tanaman padi dengan memanfaatkan kapur dan bahan organik sehingga menjadikan pertanian tersebut ramah lingkungan.

# **MANAJEMEN INPUT PUPUK TERHADAP BIOMASSA MIKROORGANISME DAN DINAMIKA AKTIVITAS ENZIM HYDROLASE PADA RHIZOSFER TANAMAN PADI SAWAH**

## **ABSTRAK**

Enzim dalam tanah memainkan peran penting sebagai katalisator reaksi biokimia dan transformasi nutrisi yang terikat secara organik menjadi bentuk anorganik yang tersedia bagi tanaman. Enzim hidrolase seperti asam fosfatase (AP), arilsulfatase (AS), dan urease (UR) telah dipelajari dalam berbagai jenis tanah dan tingkat aktivitasnya diketahui berkaitan erat dengan sifat fisik dan kimia tanah. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan melaporkan bahwa aktivitas enzim secara langsung terkait dengan C-organik tanah, namun demikian hubungan yang konsisten dengan tekstur tanah, pH, kation yang dapat ditukar, dan anion belum banyak yang. Sekitar 205 juta ha luas lahan sawah di Indonesia dikembangkan pada tanah-tanah yang bereaksi masam dan kurang subur. Selain keasaman dan toksisitas tanah, defisiensi fosfor (P) dan nitrogen (N) adalah kendala utama untuk pertumbuhan tanaman. Fiksasi P anorganik oleh konstituen tanah telah mengurangi efisiensi pupuk P yang ditambahkan. Pupuk terkondensasi, tinggi polifosfat dan pirofosfat, dapat memperlambat laju fiksasi ortho-P. Anorganik Enzim pirofosfatase (PPi) mengkatalisis hidrolisis pirofosfat menjadi ortofosfat. Asam-fosfatase dominan di tanah masam dan memainkan peran utama dalam mineralisasi P terikat secara. Enzim Arylsulfatase (AS) mungkin bertanggung jawab mineralisasi S (ester) organik menjadi S. anorganik. Enzim dehidrogenase memainkan peran penting dalam oksidasi biologis bahan organik tanah. Dalam beberapa tahun terakhir, urea telah menjadi sumber utama N di dunia. Efisien penggunaan urea dalam tanah masam sebagian tergantung pada aktivitas urease. Rendahnya aktivitas Urease menyebabkan hilangnya pupuk urea karena pencucian, dan aktivitas urease yang tinggi mungkin menghasilkan hidrolisis berlebih dan menyebabkan hilangnya amonia dengan volatilisasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: (1) menilai besarnya aktivitas enzim tanah pada lahan sawah yang diberi input pupuk organik dan anorganik serta (2) hubungan aktivitas enzim tanah dengan ciri kimia tanah sawah.

Kata kunci: Hidrolase, efisiensi, pemupukan, produksi

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Enzim memainkan peran penting dalam siklus hara di alam, dan aktivitas enzim tanah dapat digunakan sebagai indeks aktivitas mikroba dan kesuburan tanah [1]. Enzim tanah terlibat dalam transfer energi, dan akibatnya mempengaruhi kualitas lingkungan dan produktivitas tanaman [2,3]. Jumlah produksi enzim, dan aktivitas serta kestabilan enzim bebas dan teradsorpsi dikendalikan oleh kondisi lingkungan dan interaksi ekologis. Produksi dan aktivitas enzim tanah merupakan respons terhadap perubahan yang terjadi sebagai akibat pengelolaan tanah. Respons ini terlihat lebih cepat daripada variabel tanah lainnya dan karena itu mungkin sangat berguna sebagai indikator awal perubahan biologis [4, Makoi]. Profil aktivitas enzim mencerminkan keanekaragaman fungsional tanah, yang dipengaruhi oleh genetic keanekaragaman mikroorganisme tanah, tanaman dan hewan dan erat terkait dengan faktor lingkungan dan interaksi ekologis [4]. Di antara berbagai enzim dalam tanah, acid dan alkali fosfatase, serta b-glukosidase merupakan enzim penting dalam transformasi hara tanaman.  $\beta$ -glukosidase mengkatalisir pelepasan glukosa dalam dekomposisi residu organik dalam tanah dan merupakan enzim penting dalam siklus karbon terrestrial, glukosa yang dihasilkan menjadi sumber energi penting bagi biomassa mikroba tanah [3]. Fosfatase memainkan peran penting dalam memotong gugus fosfat pada senyawa organik menjadi bentuk anorganik yang menjadi tersedia bagi tanaman.

Mikroba tanah memainkan peran penting dalam fungsi ekosistem dan dapat bertindak sebagai filter atau katup yang mengatur siklus hara tanah [5]. Mikroba tanah memainkan peran penting dalam pemeliharaan kesuburan tanah (yaitu siklus hara dalam penguraian materi organik). Kemampuan mikroba mempertahankan kesuburan tanah dan mengatur siklus hara sangat tergantung pada komposisi komunitas mikroorganisme tanah [6,7], dan perubahan dalam keragaman mikroba atau struktur komunitas bisa berdampak dramatis pada proses dalam ekosistem [8].

Beberapa tahun terakhir, banyak penelitian menunjukkan bahwa enzim dan aktivitas mikroba tanah dipengaruhi oleh olah tanah dan efek residu agrokemikalia dalam manajemen produksi [13] seperti: aplikasi pupuk dan bahan organik [14,15], rotasi tanaman [16], dan

manajemen lapangan [17,18]. Namun demikian, masih relatif sedikit studi tentang aktivitas enzim tanah dan mikroba tanah dalam sistem tanam padi. Biasanya, aktivitas enzim dan mikroba terpengaruh oleh praktik manajemen dan digunakan sebagai indikator stabilitas ekologis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan efek dari input pupuk yang digunakan pada tanah sawah terhadap aktivitas enzim dan komunitas mikroba tanah dalam penanaman padi sawah.

## **MASALAH PENELITIAN**

### **Identifikasi Masalah**

1. Enzim tanah memiliki peranan penting dalam proses dekomposisi bahan organik yang masuk ke dalam tanah dan merupakan katalis yang berfungsi vital dalam siklus hara tanah
2. Aktivitas enzim dipengaruhi oleh reksi tanah serta berbagai input bahan agrokimia yang diberikan ke tanah untuk pertumbuhan tanaman
3. Input bahan agrokimia dapat mentimulasi peningkatan aktivitas enzimatik dan sebaliknya juga dapat menjadi inhibitor bagi kerja enzim

### **Tujuan Penelitian:**

1. Mempelajari dinamika aktivitas enzim hidrolase pada tanah sawah SRI yang dipengaruhi oleh input untuk tanaman padi
2. Mempelajari perubahan reaksi tanah selama pertumbuhan padi sawah dengan metoda SRI dan hubungannya dengan aktivitas enzim hidrolase

### **1.2. Tujuan Khusus**

Tujuan khusus penelitian ini adalah mendapatkan suatu hubungan korelasi akan pengaruh input pupuk terhadap aktivitas enzim hidrolase khususnya yang berhubungan dengan penyediaan P dan N pada tanah sawah.



## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Peranan Enzim Tanah dalam Ekosistem Tanah Sawah**

Enzim tanah memainkan fungsi biokimia kunci dalam keseluruhan proses dekomposisi bahan organik dalam sistem tanah (19). Mereka penting dalam mengkatalisa beberapa reaksi penting diperlukan untuk proses kehidupan mikroorganisme tanah dan stabilisasi struktur tanah, dekomposisi limbah organik, bahan organik pembentukan dan siklus nutrisi (20). Ini enzim terus-menerus disintesis, terakumulasi, tidak aktif dan / atau terurai di tanah, karenanya bermain peran penting dalam pertanian dan khususnya dalam siklus nutrisi (21, 22). Aktivitas enzim ini dalam tanah mengalami kompleks proses biokimia terdiri dari terintegrasi dan proses sintetis yang terhubung secara ekologis, dan dalam imobilisasi dan stabilitas enzim. Dalam hal ini, semua tanah mengandung sekelompok enzim yang menentukan proses metabolisme tanah (23) yang, pada gilirannya, tergantung pada fisik, kimianya, sifat mikrobiologis dan biokimia. Enzim dalam sistem tanah bervariasi dalam jumlah terutama disebabkan oleh fakta bahwa setiap jenis tanah memiliki jumlah kandungan bahan organik, komposisi, dan aktivitas penghidupan organisme yang berbeda dan intensitas proses biologis (4). Dalam praktiknya, reaksi biokimia sebagian besar merupakan kontribusi enzim. Enzim yang terlibat dapat termasuk amilase, arylsulphatases,  $\beta$ -glukosidase, selulosa, kitinase, dehydrogenase, phosphatase, protease dan urease dilepaskan dari tanaman, hewan senyawa organik dan mikroorganisme (5, 9, 11) dan tanah (6,7). Pemahaman yang lebih baik tentang peran enzim tanah ini dalam aktivitas ekosistem berpotensi menyediakan peluang untuk penilaian biologis tanah secara terintegrasi karena peran penting mereka di beberapa aktivitas biologis tanah, kemudahan pengukurannya, dan respon cepat terhadap perubahan dalam praktik pengelolaan tanah (19, 24). Penelitian menunjukkan bahwa aktivitas enzim yang tinggi memberi sinyal keterbatasan elemen mineral dalam ekosistem (17,12). Meskipun penelitian yang ekstensif tentang enzim tanah (24; 12, namun masih sedikit yang telah dilaporkan peran mereka dalam pembangunan pertanian.

## 2.2 Peranan $\beta$ -glukosidase dalam sistem perharaan tanaman

$\beta$ -glukosidase adalah enzim yang umum dan dominan tanah (21, 18). Enzim ini dinamai sesuai dengan jenis ikatan yang dihidrolisis. Enzim ini memainkan peran penting dalam tanah karena itu terlibat dalam mengkatalisis hidrolisis dan biodegradasi dari berbagai  $\beta$ -glukosida yang ada dalam puing-puing tanaman membusuk dalam ekosistem (15). Produk akhirnya adalah glukosa, sumber energi C yang penting bagi mikroba tanah (12). Ada banyak bukti yang menunjukkan bahwa sebagian kecil aktivitas enzim dalam tanah berasal dari enzim abiotic (Enzim asal biologis tidak lagi terkait dengan sel hidup) yang diekskresikan ke dalam larutan tanah atau diimobilisasi. Enzim yang berasal dari mikroba diserap ke tanah liat atau koloid humic (2,9).

$\beta$ -glukosidase secara karakteristik bermanfaat sebagai indikator kualitas tanah, dan dapat memberikan refleksi biologis masa lalu aktivitas, kapasitas tanah untuk menstabilkan tanah organik penting, dan dapat digunakan untuk mendeteksi efek manajemen pada tanah (13). Hal ini sangat memudahkan pengadopsiannya untuk pengujian kualitas tanah (11). Umumnya, aktivitas  $\beta$ -glukosidase dapat memberikan bukti tentang perubahan pada karbon organik jauh sebelum dapat diukur secara akurat oleh metode rutin lainnya (22,16). Namun beberapa peneliti telah juga melaporkan efek fitopatologisnya dalam (11). Misalnya, beberapa aglikon dikenal sebagai prekursor yang menyebabkan penyakit tanah (9).

Enzim  $\beta$ -glukosidase sangat sensitif terhadap perubahan pH, dan praktik pengelolaan tanah Acosta-Martinez dan Tabatabai (1) melaporkan  $\beta$ -glukosidase sensitif terhadap perubahan pH. Properti ini bisa digunakan sebagai indikator biokimia yang baik untuk mengukur perubahan ekologis yang dihasilkan dari pengasaman tanah di situasi yang melibatkan aktivitas enzim ini. Enzim  $\beta$ -glukosidase juga diketahui terhambat oleh kontaminasi logam berat seperti Cu dan lainnya (7). Penelitian telah menunjukkan bahwa sisa-sisa tanaman tidak terurai atau menunjukkan  $\beta$ -Aktivitas glukosidase tidak aktif bila terpapar logam berat tanah (19). Akibatnya, lebih banyak pemahaman tentang aktivitas enzim  $\beta$ -glukosidase dan faktor yang memengaruhinya dalam ekosistem dapat berkontribusi secara signifikan terhadap kesehatan tanah.

### **2.3 Peranan Fosfatase bagi ketersediaan P**

Fosfatase adalah kelompok enzim yang mampu mengkatalisis hidrolisis ester dan anhidrida asam fosfat (8). Di tanah ekosistem, enzim ini diyakini berperan penting peran dalam siklus P (12) sebagai bukti menunjukkan bahwa mereka berkorelasi dengan stres P dan tanaman pertumbuhan. Selain sebagai indikator kesuburan tanah yang baik, Enzim fosfatase memainkan peran kunci dalam sistem tanah (13).

Tumbuhan darat banyak berevolusi secara morfologis dan beradaptasi untuk mentolerir fosfat rendah ketersediaan. Dalam hal ini termasuk aktivitas transkripsi asam fosfatase, yang cenderung meningkat dengan stres P tinggi (6,9). Sebagai contoh, ketika ada sinyal yang menunjukkan kekurangan P di tanah, sekresi asam fosfatase dari akar tanaman meningkat untuk meningkatkan solubilisasi dan remobilisasi fosfat, sehingga mempengaruhi kemampuan tanaman untuk mengatasinya dengan kondisi tekanan-P (19).

Jumlah asam fosfatase yang dipancarkan oleh akar tanaman telah terbukti berbeda antara spesies tanaman dan varietas, (20) serta praktik manajemen tanaman (6). Misalnya, penelitian telah menunjukkan bahwa legum mensekresi lebih banyak fosfatase enzim dari sereal (7). Ini mungkin karena persyaratan P yang lebih tinggi oleh legum dalam proses fiksasi nitrogen simbiotik dibandingkan dengan sereal. Dalam studi mereka, Li et al. (7) melaporkan bahwa akar tanaman padi juga mampu mengeluarkan jumlah asam fosfatase yang lebih besar daripada jagung.

Kemampuan untuk melarutkan unsur-unsur mineral tanah oleh phosphomonoesterases diharapkan menjadi lebih tinggi secara biologis karena kuantitas C organik yang lebih tinggi ditemukan dalam sistem tersebut. Aktivitas fosfatase asam dan basa ditemukan berkorelasi dengan bahan organik dalam berbagai penelitian (6). Faktor lain yang mempengaruhi laju sintesis, pelepasan dan stabilitas enzim ini adalah pH tanah (15). Untuk Misalnya, inducibilitas phosphomonoesterases dan mereka intensitas eksudasi oleh akar tanaman dan mikroorganisme ditentukan oleh kebutuhan ortofosfatnya, yaitu dalam gilirannya dipengaruhi oleh pH tanah (17). Oleh karena itu, mengantisipasi bahwa praktik manajemen yang mendorong P stres di rhizosfer juga dapat mempengaruhi sekresi enzim-enzim ini dalam ekosistem (19). Sampai saat ini, ada beberapa penelitian yang meneliti pengaruh

manajemen pada aktivitas fosfatase dalam ekosistem tanah tempat sebagian besar tanaman tumbuh. Memahami dinamika aktivitas enzim dalam sistem ini sangat penting untuk memprediksi interaksi karena aktivitas enzim mengatur penyerapan nutrisi dan pertumbuhan tanaman.

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

#### **4.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian akan dilaksanakan di daerah Padang dengan lahan ber irigasi teknis, sesuai dengan kegiatan penelitian yang dilakukan, yaitu: perlakuan yang diberikan adalah pemberian pupuk organik dan pupuk buatan dengan berbagai taraf.

#### **4.2. Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan di daerah Kota Padang satu lahan seluas 450 meter persegi. Penelitian berupa percobaan budidaya tanaman padi dengan dengan pemupukan organik dan pupuk anorganik pada lahan petani tersebut, dengan dengan metode SRI. Metode yang digunakan adalah dalam bentuk eksperimen dengan percobaan lapangan menggunakan pupuk organik dan anorganik. Pengamatan berupa komponen hasil dan hasil tanaman per hektar. Penelitian ini berbentuk percobaan lapangan dengan menggunakan rancangan Acak Kelompok dengan 4 Perlakuan dan ulangan sebanyak 3 kali. Akan terdapat 12 plot percobaan yang mana masing-masing plot berukuran  $5 \times 7 \text{ m}^2$ , sehingga luas lahan yang dibutuhkan adalah seluas  $\pm 400\text{m}^2$ . Perlakuan yang diberikan adalah peningkatan rekomendasi pupuk organik dan pupuk Kieserit.

#### **Rancangan Percobaan:**

Percobaan ini terdiri atas 4 perlakuan berupa kombinasi antara Pupuk kandang ( P1= 5 dan P2= 10 ton/ha) dan Kieserit (K1 =0, dan K2= 150 kg/ ha). Dengan demikian percobaan 4 kombinasi perlakuan yaitu P1K1, P1K2, P2K1 dan P2K2 yang dengan 3 kelompok sehingga terdapat 12 satuan percobaan.

#### **Pengamatan dan Pengolahan Data**

Pengamatan ciri kimia tanah awal meliputi nilai pH, Al-dd, Ca, Mg, K, Na, KTK efektif kejenuhan Al, C, N, C/N, dan P tersedia. Data tanah dinilai berdasarkan kriteria kesuburan tanah. Data pengamatan aktivitas enzim tanah dianalisis statistik menurut rancangan acak kelompok, dan diuji lanjut dengan BNJ (HSD) 5% (Steel dan Torrie,1989 ; Cochran dan Cox, 1957).

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Sifat dan ciri kimia tanah di awal penggunaan lahan percobaan

Dari hasil analisis kimia tanah di awal percobaan lapangan terlihat bahwa reaksi tanah yang digunakan termasuk masam dengan pH H<sub>2</sub>O 4.70, sementara hara lainnya yang menghadi hara makro tanaman serta kation-kation basa termasuk kriteria rendah (Tabel 1). Namun demikian terlihat juga bahwa kandungan Al-dd serta Fe-dd tanah terbilang tinggi.

Tabel 1. Ciri kimia tanah di awal percobaan lapangan

No.	Jenis analisis	Satuan (%/ppm/me)	Keterangan
1.	pH H <sub>2</sub> O (1:2)	4.70	Masam
2.	pH KCl (1:2)	4.09	Masam
3.	C-org	0.94	Sangat rendah
4.	N (%)	0.1	Rendah
5.	P-Bray-2	0.45	Sangat rendah
6.	Al-dd	4.168	Tinggi
7.	KTK	19,59	Sedang
8.	Ca-dd	0.75	Rendah
9.	Mg-dd	1.30	Rendah
10.	K-dd	0.42	Rendah
11.	Na-dd	0.71	Rendah
12.	Fe (ppm)	8.95	Tinggi

### 4.2 Perubahan reaksi tanah selama pertumbuhan tanaman padi

Tabel 2. Hasil pengukuran pH tanah setelah 1 minggu setelah pemupukan

Perlakuan	1 minggu setelah pemupukan		1 minggu sebelum panen	
	pH (H <sub>2</sub> O) 2:1	pH (KCL) 2:1	pH (H <sub>2</sub> O) 2:1	pH (KCL) 2:1
<b>P1K1</b>	4.39a	3.58a	4.65a	3.32a
<b>P1K2</b>	4.42a	3.84a	4.89a	3.32a
<b>P2K1</b>	4.27a	3.48a	4.62a	3.38a
<b>P2K2</b>	4.40a	3.69a	4.81a	3.38a

### 4.3. Dinamika aktivitas enzim tanah selama pertumbuhan tanaman padi

#### 4.3.1 Enzim Fosfatase asam dan alkaline 1 minggu setelah pemupukan dan 1 minggu sebelum panen

Perlakuan	1 minggu setelah pemupukan		1 minggu sebelum panen	
	Acid P-ase	Alkaline P-ase	Acid P-ase	Alkaline P-ase
	( $\mu\text{mol/kg/jam}$ )			
<b>P1K1</b>	19.66ab	13.82b	5.82a	5.86a
<b>P1K2</b>	19.93ab	18.81a	2.97c	3.89b
<b>P2K1</b>	20.13a	13.74b	4.36b	4.21ab
<b>P2K2</b>	18.05b	18.42a	3.39bc	3.48b

#### 4.3.2 Enzim $\beta$ -glucosidase

Perlakuan	Aktivitas $\beta$ -glucosidase	
	1 minggu setelah pemupukan	1 minggu sebelum panen
	( $\mu\text{mol/kg/jam}$ )	
<b>P1K1</b>	19.66ab	13.82b
<b>P1K2</b>	19.93ab	18.81a
<b>P2K1</b>	20.13a	13.74b
<b>P2K2</b>	18.05b	18.42a

### Kesimpulan

Penelitian ini mengungkap bahwa aktivitas enzim tanah dipengaruhi oleh praktik input pupuk kandang dan pupuk kieserit selama tahap awal dan akhir pertumbuhan padi, dan kedua faktor ini dapat digunakan sebagai indikator kualitas tanah potensial. Aplikasi dari pupuk kandang dapat meningkatkan  $\beta$ -glukosidase tanah, aktivitas alkali dan fosfatase asam. Aktivitas  $\beta$ -glucosidase di tanah pada awal musim padi, aktivitas  $\beta$ -glukosidase dalam tanah di akhir musim tanam. Dengan demikian, hasil menunjukkan bahwa praktik manajemen input pupuk kandang dan kieserit dapat memperbaiki aktivitas enzim dan komunitas mikroba tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Alkorta, I., Aizpurua, A., Riga, P., & Albizu, I. (2003). Soil Enzyme Activities as Biological Indicators of Soil Health, (October 2015). <https://doi.org/10.1515/REVEH.2003.18.1.65>
2. Bandick, A. K., & Dick, R. P. (1999). Field management effects on soil enzyme activities, *Soil Biol. Biochem.* 31. 1471-1479
3. Kunito, T., Shiroma, T., Moro, H., & Sumi, H. (2018). Annual Variation in Soil Enzyme Activity in a Paddy Field : Soil Temperature and Nutrient Availability Are Important for Controlling Enzyme Activities, *2018* (October 2008).
4. Lakshmi, B., Madhuri, T., Indrani, V., & Devi, P. S. (2015). Effect of Triazophos on soil enzyme activities in paddy (*Oryza sativa* sp.) cultivated soil, *6*(2), 41–44.
5. Li, G., Hu, Q., Shi, Y., Cui, K., Nie, L., & Huang, J. (2018). Low Nitrogen Application Enhances Starch-Metabolizing Enzyme Activity and Improves Accumulation and Translocation of Non-structural Carbohydrates in Rice Stems, *9*(July), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01128>
6. Giagnoni, L., & Renella, G. (2011). Role of Phosphatase Enzymes in Soil Chapter 9 Role of Phosphatase Enzymes in Soil, (July 2016). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-15271-9>
7. Li, G., Hu, Q., Shi, Y., Cui, K., Nie, L., & Huang, J. (2018). Low Nitrogen Application Enhances Starch-Metabolizing Enzyme Activity and Improves Accumulation and Translocation of Non-structural Carbohydrates in Rice Stems, *9*(July), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01128>
8. Fields, D. R. (2014). Effects of Winter Cover Crops Residue Returning on Soil Enzyme Activities and Soil Microbial Community in, *9*(6), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100443>
9. Lu-sheng, Z. E. N. G., Min, L. I. A. O., Cheng-li, C. H. E. N., & Chang-yong, H. U. (2005). Variation of Soil Microbial Biomass and Enzyme Activities at Different Growth Stages of Rice ( *Oryza sativa* ), *12*(4), 283–288.
10. Mathpal, B., Srivastava, P. C., Shankhdhar, D., & Shankhdhar, S. C. (2015). Improving key enzyme activities and quality of rice under various methods of zinc application, *21*(December), 567–572. <https://doi.org/10.1007/s12298-015-0321-3>
11. Mina, U., & Chaudhary, A. (2011). Effect of Bt Cotton on Enzymes Activity and Microorganisms in Rhizosphere, *3*(1), 96–104.



12. Rong, Y., Wang, Y., Guan, Y., Ma, J., Cai, Z., Yang, G., & Zhao, X. (2017). Pyrosequencing reveals soil enzyme activities and bacterial communities impacted by graphene and its oxides Pyrosequencing reveals soil enzyme activities and bacterial. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b03646>
13. Taikhao, S., & Phunpruch, S. (2017). ScienceDirect ScienceDirect on Enzymes Effect of Metal Cofactors of Key on and Biohydrogen Production by Nitrogen Fixing Cyanobacterium Assessing the feasibility of using the heat demand-outdoor Anabaena siamensis TISIR 8012 temperature function for a long-term district heat demand forecast. *Energy Procedia*, 138, 360–365. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.166>
14. Taylor, P. (1999). Communications in Soil Science and Plant Analysis. Enzyme activities in Cerrado soils of Brazil Enzyme Activities in Cerrado Soils of Brazil, (917343524). <https://doi.org/10.1080/00103629909370306>
15. Zhao, Q. *et al.* (2018) ‘The Influence of Soil Physico-Chemical Properties and Enzyme Activities on Soil Quality of Saline-Alkali Agroecosystems in Western Jilin’. doi: 10.3390/su10051529.
16. Song, Y. *et al.* (2019) ‘Short-Term Response of the Soil Microbial Abundances and Enzyme Activities to Experimental Warming in a Boreal Peatland in Northeast China’. doi: 10.3390/su11030590.
17. Zhang, L. *et al.* (2015) ‘Changes in Soil Carbon and Enzyme Activity As a Result of Different Long-Term Fertilization Regimes in a Greenhouse Field’, pp. 1–13. doi: 10.1371/journal.pone.0118371.
18. Makoi, J. H. J. R. and Ndakidemi, P. A. (2008) ‘Selected soil enzymes : Examples of their potential roles in the ecosystem’, 7(3), pp. 181–191. doi: 10.5897/AJB07.590.
19. Burns RG (1983). Extracellular enzyme-substrate interactions in soil. In: *Microbes in Their Natural Environment* (Slater JH, Wittenbury R and Wimpenny JWT Eds), pp. 249-298. Cambridge University Press, London.
20. Dick WA, Tabatabai MA (1992). Potential uses of soil enzymes. In: Metting FB Jr. (Ed.), *Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management*, Marcel Dekker, New York, pp. 95-127
21. Dick RP, Sandor JA, Eash NS (1994). Soil enzyme activities after 1500 years of terrace agriculture in the Colca Valley, Peru. *Agric. Ecosyst. Environ.* 50: 123-131.
22. Tabatabai MA (1994). Soil enzymes. In: Weaver RW, Angle JS, Bottomley PS (eds) *Methods of soil analysis, part 2. Microbiological and biochemical properties*. SSSA Book Series No. 5. Soil Sci. Soc. Am. Madison, Wis., pp. 775-833.
23. Dick RP (1997). Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health. In:

Pankhurst CE, Doube BM, Gupta VVSR (Eds.). *Biological Indicators of Soil Health*, CAB International, Wellingford, pp. 121– 156.

24. McLaren AD (1975). Soil as a system of humus and clay immobilized enzymes. *Chem. Scripta*. 8: 97-99.