

**APLIKASI BAHAN PEMBENAH TANAH DAN PEMUPUKAN NPK  
TERHADAP KETERSEDIAAN DAN SERAPAN HARA FOSFOR PADA  
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH ULTISOL**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Bayu Hendarto**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### APLIKASI BAHAN PEMBENAH TANAH DAN PEMUPUKAN NPK TERHADAP KETERSEDIAAN DAN SERAPAN HARA FOSFOR PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH ULTISOL

Oleh

**BAYU HENDARTO**

Ketersediaan hara Fosfor (P) pada lahan tanam menjadi salah satu masalah produktivitas jagung di Indonesia. Pembena tanah seperti Biochar dan Pupuk Kandang merupakan solusi dalam meningkatkan ketersediaan dan serapan hara P, selain itu pemupukan NPK dapat meningkatkan produksi jagung. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh aplikasi bahan pembena tanah dan pemupukan NPK terhadap ketersediaan serta serapan hara fosfor pada tanaman jagung. Penelitian dilaksanakan dari bulan Desember 2022 sampai September 2023, di LTPD Unila dan Laboratorium Kimia Tanah FP Unila. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dua faktor, faktor pertama yaitu kombinasi pembena tanah: B0 = Tanpa Pembena Tanah; B1 = Biochar Sekam + Pupuk Kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup>; B2 = Biochar Tongkol Jagung + Pupuk Kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup>; B3 = Biochar Batang Singkong + Pupuk Kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup>; faktor kedua yaitu dosis pemupukan dengan 3 perlakuan : P0 = Tanpa NPK; P1 = ½ Dosis NPK; P2 = 1 Dosis NPK, diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 36 satuan percobaan. Homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi maka dilakukan uji lanjut Polinomial Ortogonal Kontras. Hasil penelitian menunjukkan seluruh perlakuan pembena tanah nyata meningkatkan P-tersedia tanah serta Serapan P dibandingkan Kontrol. Sedangkan dosis pemupukan NPK tidak berpengaruh terhadap P-tersedia tanah namun meningkatkan serapan P.

**Kata kunci :** *Biochar*, Jagung, NPK, Pupuk Kandang

## ABSTRACT

### APPLICATION OF SOIL AMANDEMENTS AND NPK FERTILIZATION ON THE AVAILABILITY AND UP TAKE OF PHOSPHORUS NUTRIENTS IN CORN (*Zea mays L.*) PLANT IN ULTISOL SOIL

By

**BAYU HENDARTO**

Availability of phosphorus (P) in Indonesian cropping lands is one of the problems for maize productivity in Indonesia. Soil improvers such as Biochar and Manure are solutions in increasing the availability and uptake of P nutrients, besides that NPK fertilization can increase corn production. The purpose of this study was to determine the effect of soil conditioner application and NPK fertilization on the availability and uptake of phosphorus nutrients in corn plants. The research was conducted from December 2022 to August 2023, at LTPD Unila and Soil Chemistry Laboratory FP Unila. This study used a factorial Randomized Group Design (RAK) two factors, the first factor is a combination of soil improvers: B0 = No Soil Improver; B1 = Husk Biochar + 10 Mg ha<sup>-1</sup> Manure; B2 = Corn Cob Biochar + 10 Mg ha<sup>-1</sup> Manure; B3 = Cassava Stem Biochar + 10 Mg ha<sup>-1</sup> Manure; the second factor is fertilization dose with 3 treatments: P0 = No NPK; P1 = ½ Dose of NPK; P2 = 1 Dose of NPK, repeated three times to obtain 36 experimental units. Homogeneity of variance was tested with Bartlett's test and data additivity was tested with Tukey's test. If the assumptions are fulfilled, the further test is the Contrast Orthogonal Polynomial Test. The results showed that all soil amendment treatments significantly increased soil P availability and P uptake compared to the control. While the dose of NPK fertiliser had no effect on soil P availability but increased P uptake.

**Keyword :** *Biochar*, Corn, Manure, NPK

**APLIKASI BAHAN PEMBENAH TANAH DAN PEMUPUKAN NPK  
TERHADAP KETERSEDIAAN DAN SERAPAN HARA FOSFOR PADA  
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH ULTISOL**

**Oleh**

**BAYU HENDARTO**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul : **APLIKASI BAHAN PEMBENAH TANAH DAN PEMUPUKAN NPK TERHADAP KETERSEDIAAN DAN SERAPAN HARA FOSFOR PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH ULTISOL**

Nama Mahasiswa : **Bayu Hendarto**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1914121008**

Jurusan : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**



**Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.**  
NIP 196611151990101001

**Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si.**  
NIP 198809192019032014

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

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

**MENGESAHKAN**

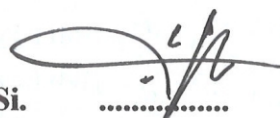
**1. Tim Penguji**

**Pembimbing Utama : Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.**



.....

**Anggota Pembimbing : Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si.**

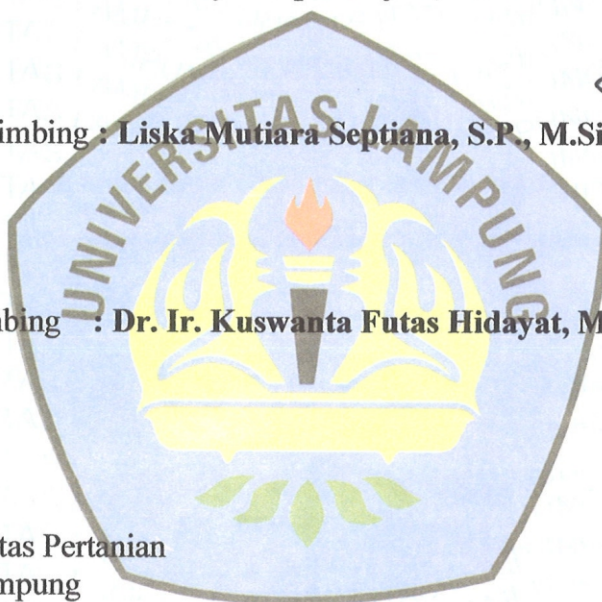


.....

**Pembahas  
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**



.....



**2. Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Lampung**



**Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**  
NIP. 196411181989021002



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Januari 2024**



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan NPK Terhadap Ketersediaan dan Serapan Hara Fosfor Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Ultisol” merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 12 Februari 2024

Penulis,


Bayu Hendarto  
NPM 1914121008

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Dusun Bangun Sari, Kampung Buyut Udik pada 02 Februari 2002. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Kamsio dan Ibu Sri Winarti. Penulis telah menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Buyut Udik tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Punggur tahun 2016, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Trimurjo tahun 2019. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, pada Jurusan Agroteknologi melalui jalur Penerimaan SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Pada tahun 2022, Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Sendang Agung Mataram, Kecamatan Bandar Mataram, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Pada tahun yang sama, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Perkebunan Plasma Kelapa Sawit Inti, PT. Bangun Nusa Indah Lampung yang berlokasi di Kecamatan Way Serdang, Kabupaten Lampung Mesuji, Provinsi Lampung. Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Dasar-Dasar Agronomi, Dasar-Dasar Ilmu Tanah, serta Ilmu Tanah dan Kesuburan. Penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi kemahasiswaan tingkat fakultas yaitu Forum Studi Islam Fakultas Pertanian (FOSI FP) sebagai Kepala Bidang Media Center periode 2021, selanjutnya di Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM FP UNILA) sebagai Kepala Departemen Komunikasi dan Informasi periode 2022, dan untuk di tingkat jurusan yaitu Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT) sebagai Anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan Keilmuan periode 2021. Selain itu, beberapa kegiatan diluar kampus juga dilakukan penulis untuk menambah jaringan dan pengalaman.



*Alhamdulillahirobbil'alamin*

*Dengan tulus dan penuh rasa syukur kupersembahkan karya ini kepada*

*Kedua Orang Tua*

*Bapak Kamsio dan Ibu Sri Winarti yang senantiasa mendoakan kelancaran dan keberhasilan ananda Bayu Hendarto di dunia maupun di akhirat, memberikan seluruh cinta, kasih sayang, perhatian, kesabaran, nasehat, dan dukungan yang tidak akan pernah terbalaskan dengan apapun.*

*Saudara Tercinta*

*Adik Fitria Rahayu Alfianti yang telah memberikan doa, semangat, kasih sayang, dorongan dan dukungan.*

*serta*

*Almamater tercinta*

*Agroteknologi, Fakultas Pertanian,  
Universitas Lampung*

*"Tidak perlu menjelaskan tentang dirimu kepada siapa pun, karena yang menyukaimu tidak butuh itu, dan yang membencimu tidak akan percaya itu."*

**(Ali Bin Abi Thalib)**

*"Menjadi berbeda dari yang lain"*

**(Bayu Hendarto)**

## SANWACANA

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah *Subhanallahu wa ta'ala* atas rahmat dan hidayah-Nya serta berbagai kemudahan yang telah diberikan-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'alaihi wassalam* yang telah memberikan tuntunan dan petunjuk kepada kita semua sehingga kita dapat mengenal keagungan Allah *Subhanallahu wa ta'ala* dengan segala ciptaan-Nya. Skripsi dengan judul “Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan NPK Terhadap Ketersediaan dan Serapan Hara Fosfor Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Ultisol merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, sekaligus Dosen Penguji yang telah memberikan masukan, arahan, serta motivasi dalam penyelesaian skripsi ini
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung,
3. Ir. Hery Novpriansyah, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus pembimbing akademik atas kesediaannya memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan kritik kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan,
4. Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua atas kesediaannya memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan nasihat-nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, i,
5. Keluarga tersayang Bapakku Kamsio, Ibuku Sri Winarti, serta Adikku Fitria Rahayu Alfianti atas doa, dukungan, dan semangat yang selalu diberikan kepada penulis,
6. Para pegawai di lingkungan Fakultas Pertanian, Mas Narto, Mas Adi, Mas Arif, Mas Iwan, Mas Daus, Mba Ayie serta Mba Kichan yang telah

membantu dalam penelitian di lahan, analisis lab, hingga administrasi perkuliahan,

7. Teman-teman seperjuangan Jurusan Agroteknologi 2019 yang telah memberi bantuan, dukungan, semangat serta saran kepada penulis,
8. Teman-teman terbaikku, Ayu Lidyana, Muhammad Wahyudi, Ichwan Asfa, Anggun Permata, Chairul Soleh, Dedi Hermawan dll., yang menjadi tempat berteduh, dan bernaung ketika penulis dalam kebingungan,
9. Seluruh “Tim Penelitian Biochar” Hilda Putri Soleha, Rifki Fachri Reva Hidayat, Dhea Saldiviyona, Keisha Cherilya, Shinta Afrilia, Nadela, dan Bang Fefran yang telah bekerjasama dalam penelitian hingga diberikan kelancaran sampai tahap skripsi ini.
10. Keluarga Yayasan Bina Lampung Madani (#BalikK(L)ampung), yang telah memberikan banyak fasilitas, baik tempat tinggal, pengembangan diri, pembinaan karakter, kepemimpinan serta keislaman, selama menikmati sisa-sisa akhir dunia perkuliahan.
11. Keluarga Besar FOSI FP 2021, BEM FP 2022, Organisasi/Komunitas Eksternal, yang selalu menjadi ruang untuk merawat akal, nalar serta pikiran, sehingga mendorong cita dan harapan penulis untuk dapat menyelesaikan laporan akhir skripsi.

Dengan ketulusan hati penulis menyampaikan terima kasih dan semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Bandar Lampung, 12 Februari 2024

Penulis

**Bayu Hendarto**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	4
1.5 Hipotesis.....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Tanah Ultisol.....	8
2.2 Tanaman Jagung.....	9
2.3 <i>Biochar</i> Arang Sekam, Tongkol Jagung dan Batang Singkong....	10
2.4 Pengaruh <i>Biochar</i> Terhadap P.....	12
2.5 Pupuk Kandang Sapi.....	12
2.6 Peranan P.....	13
2.7 P Tersedia Dalam Tanah.....	14
2.8 Faktor-Faktor Ketersediaan P.....	14
<b>III. BAHAN DAN METODE.....</b>	<b>16</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Metode Penelitian.....	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.4.1 Penyiapan Bahan Pembenh Tanah.....	18
3.4.2 Penyiapan Lahan.....	19
3.4.3 Aplikasi Bahan Pembenh Tanah.....	20
3.4.4 Penanaman.....	21

3.4.5 Pemupukan.....	21
3.4.6 Perawatan .....	23
3.4.7 Panen .....	23
3.4.8 Analisis Tanah & Tanaman.....	24
3.5 Variabel Pengamatan .....	25
3.5.1 Variabel Utama .....	25
3.5.2 Variabel Pendukung.....	27
3.6 Analisis Data .....	28
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
4.1. Pengaruh Pembenh Tanah dan Pemupukan NPK Terhadap Ketersediaan dan Serapan P .....	29
4.2 Pengaruh Pembenh Tanah dan Pemupukan NPK Terhadap Produksi Jagung .....	33
4.3 Pengaruh Pembenh Tanah dan Pemupukan NPK Terhadap pH Tanah.....	35
4.4 Pengaruh Pembenh Tanah dan Pemupukan NPK Terhadap C- Organik Tanah.....	37
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>41</b>
5.1 Simpulan .....	41
5.2 Saran.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>46</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Dosis aplikasi bahan pembenah tanah.....	20
2. Dosis pemupukan NPK.....	22
3. Hasil Analisis ragam P-tersedia tanah.....	29
4. Koefisien ortogonal.....	30
5. Hasil anara sesuai perbandingan koefisien ortogonal kontras .....	31
6. Hasil analisis kadar P Serapan tanaman (ppm) .....	32
7. Hasil analisis ragam berat produksi jagung .....	33
8. Hasil anara sesuai perbandingan koefisien ortogonal kontras .....	34
9. Hasil analisis ragam pH tanah.....	35
10. Hasil analisis ragam C-Organik tanah.....	37
11. Hasil anara sesuai perbandingan koefisien ortogonal kontras .....	38
12. Hasil analisis sifat kimia awal tanah .....	47
13. Data P-tersedia (ppm) .....	47
14. Uji homogenitas data P-tersedia.....	47
15. Analisis ragam P-tersedia.....	48
16. Data pH tanah.....	48
17. Uji homogenitas data pH tanah .....	49
18. Analisis ragam pH tanah .....	49
19. Data C-Organik (%).....	50
20. Uji homogenitas data C-Organik .....	50
21. Analisis ragam C Organik.....	51
22. Data akar vegetatif maksimum (g).....	52
23. Data brangkasan panen (g).....	52
24. Uji homogenitas brangkasan panen .....	53



25. Analisis ragam brangkasan panen .....	53
26. Data bobot pipilan kering(g) .....	54
27. Uji homogenitas bobot pipilan kering .....	54
28. Analisis ragam pipilan kering .....	55
29. Data produksi jagung (Kg/Petak).....	55
30. Uji homogenitas produksi jagung .....	56
31. Analisis ragam produksi jagung.....	56

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Skema kerangka pemikiran penelitian .....	6
2. Tata letak satuan percobaan penelitian .....	18
3. Biochar dan pupuk kandang .....	19
4. Penyiapan lahan .....	20
5. Aplikasi pembenah tanah .....	21
6. Penanaman jagung .....	21
7. Pemupukan tanaman jagung .....	22
8. Perawatan tanaman jagung .....	23
9. Jagung siap panen .....	24
10. Analisis tanah & tanaman .....	24
11. Diagram serapan total P tanaman pada setiap perlakuan .....	32

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sebagian besar areal tanam di Indonesia merupakan lahan kering masam dengan ketersediaan hara P dalam tanah yang rendah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Jenis tanah masam yang tersebar luas di Provinsi Lampung adalah tanah Ultisol. Tanah Ultisol merupakan tanah yang miskin unsur hara dengan kandungan liat yang tinggi, ketika kandungan air nya tinggi tanah tersebut akan lengket dan tergenang air (Oktaviansyah, 2015). Permasalahan umum yang sering ditemui pada tanah Ultisol/masam adalah sebagian besar unsur hara P (Fosfor) di tanah masam berada pada bentuk tidak tersedia, hal ini disebabkan karena tanah ini telah mengalami pencucian kation-kation basa secara intensif dan dan yang tersisa adalah kation-kation masam seperti Al dan Fe yang dapat menjerap hara P dengan sangat kuat sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Prasetyo *et al.*, 2005; Mulyani *et al.*, 2010). Kekurangan pada tanah ultisol menjadi salah satu faktor rendahnya produksi jagung di Indonesia.

Produksi jagung di Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan nasional yang terus meningkat setiap tahunnya. Organisasi Pangan dan Pertanian (Food and Agriculture Organization/ FAO) mencatat, produksi jagung di Indonesia mencapai 22,5 juta ton pada 2020. Jumlah itu turun 0,38% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebesar 22,58 juta ton. Tanaman jagung mempunyai peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras (Dewanto *et al.*, 2017). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi rendahnya produksi jagung dan kekurangan Fosfor pada tanah Ultisol adalah dengan pemupukan.

Pemupukan berfungsi untuk meningkatkan kembali hara dalam tanah dengan cara menambahkan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk peningkatan produksi dan mutu hasil tanaman. Pupuk NPK mampu memperbaiki sifat kimia tanah dengan baik, dan meningkatkan ketersediaan unsur hara esensial pada lahan kering. Pemberian pupuk NPK dapat menambah kandungan N dalam membantu pertumbuhan vegetatif terutama daun, mampu meningkatkan unsur fosfor oleh akar tanaman dan unsur K dapat membantu pertumbuhan akar dan tunas tanaman (Bugis, 2011). Adanya kandungan fosfor dalam NPK, akan meningkatkan ketersediaan sarapan hara fosfor untuk pertumbuhan tanaman jagung. Fungsi Fosfor bagi tanaman sangat berperan khususnya dalam karakter agronominya, yaitu dapat mempercepat pertumbuhan akar semai, memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa, mempercepat pembungaan, pemasakan buah dan biji, serta dapat meningkatkan produksi biji-bijian (Sumbayak, 2020).

Selain pemupukan, upaya lain yang dilakukan ialah penambahan pembenah tanah. Salah satu bahan pembenah tanah adalah *biochar*. Menurut Hidayat (2017) *Biochar* sebagai bahan pembenah tanah, banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan pada tanah. Aplikasi *biochar* dengan kualitas yang baik akan memiliki implikasi yang signifikan, karena *biochar* dapat meretensi unsur P yang tidak bisa diretensi oleh bahan organik tanah biasa sehingga unsur P lebih stabil di dalam tanah dan juga asam-asam organik juga berperan dalam pembebasan dan pelepasan unsur-unsur hara (Mateus *et al.*, 2017) sehingga akan mengurangi kehilangan unsur hara akibat pencucian (Lehmann *et al.*, 2003)

Namun, kualitas *biochar* juga tergantung dari jenis bahan bakunya, bahan baku yang ada seperti limbah pertanian yaitu tongkol jagung, sekam, batang singkong belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah pertanian ini mudah didapatkan di lahan pertanian karena jarang dimanfaatkan setelah selesai panen. Oleh karena dapat dimanfaatkan menjadi *biochar* sebagai bahan pembenah tanah organik. Setiap jenis *biochar* mempunyai karakteristik masing-masing, *biochar* batang singkong mempunyai komposisi kimia yang lebih baik jika dibandingkan sekam padi dan tongkol jagung kecuali N-total 0,52 % lebih rendah dibandingkan *biochar* tongkol jagung dengan nilai N-total 0,66 % (Putriani *et al.*, 2022). Hasil

penelitian Agviolita *et al.* (2021), *biochar* tongkol jagung memiliki pH paling tinggi yaitu 7,9. pH pada tanah dapat mempengaruhi retensi tanah atau kemampuan tanah dalam menjaga kandungan unsur hara, sehingga akan mempengaruhi serapan P pada tanaman. Serapan P pada tanaman meningkat seiring dengan meningkatnya ketersediaan P. *Biochar* sekam padi memiliki kemampuan dalam meretensi unsur hara P sehingga memperbaiki efisiensi serapan P (Herhandini *et al.*, 2021).

Selain *biochar* bahan pembenah tanah lain yang dapat digunakan pupuk kandang. Pupuk kandang memiliki sifat yang alami dan tidak merusak tanah, menyediakan unsur makro (nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, dan belerang) dan mikro (besi, seng, boron, kobalt, dan molibdenium). Selain itu, pupuk kandang berfungsi untuk meningkatkan daya tahan terhadap air, aktivitas mikrobiologi tanah, nilai kapasitas tukar kation dan memperbaiki struktur tanah (Prasetya, 2014). Karakteristik pupuk kandang sebagai pupuk organik yang tidak merusak tanah akan berdampak baik untuk kesuburan tanah, ditambah kandungan unsur makro dan mikro yang lengkap didalam pupuk kandang akan meningkatkan ketersediaan hara khususnya Fosfor dalam tanah.

Berdasarkan hal diatas, jagung merupakan komoditas yang memiliki potensi menjadi produk pangan unggulan di Provinsi Lampung, namun kondisi tanah yang kurang mendukung menjadi kendala untuk pertumbuhan jagung. Oleh karena itu kombinasi pembenah tanah *biochar* dan pupuk kandang, serta penambahan pupuk NPK menjadi salah satu alternatif dalam untuk meningkatkan ketersediaan dan serapan hara P serta produksi jagung di Provinsi Lampung.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas, maka rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Apakah aplikasi bahan pembenah tanah berpengaruh terhadap ketersediaan serta serapan hara fosfor tanaman pada jagung?
2. Apakah pemupukan NPK berpengaruh terhadap ketersediaan dan serapan hara fosfor pada tanaman jagung?

3. Apakah terdapat pengaruh interaksi antara bahan pembenah tanah dan pemupukan NPK terhadap ketersediaan dan serapan hara fosfor pada tanaman jagung?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari pengaruh aplikasi bahan pembenah tanah untuk meningkatkan ketersediaan serta serapan hara fosfor pada tanaman jagung.
2. Mempelajari pengaruh pemupukan NPK untuk meningkatkan ketersediaan dan serapan hara fosfor pada tanaman jagung.
3. Mempelajari pengaruh interaksi antara bahan pembenah tanah dan pemupukan NPK untuk meningkatkan ketersediaan dan serapan hara fosfor pada tanaman jagung?

### 1.4 Kerangka Pemikiran

Tanah Ultisol memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian. Penyebaran Ultisols mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25 % dari total luas daratan Indonesia (Subagyo *et al.*, 2004). Namun dalam pemanfaatannya, tanah Ultisol memiliki kendala karakteristik yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman, terutama tanaman pangan bila tidak dikelola dengan baik. Beberapa kendala umum yang terjadi pada tanah Ultisol adalah kemasaman tanah tinggi, pH rata-rata < 4,50, kejenuhan Al tinggi, miskin kandungan hara makro terutama P, K, Ca, dan Mg, dan kandungan bahan organik rendah. Pemberian bahan pembenah tanah serta pemupukan adalah upaya untuk mengatasi masalah pada tanah Ultisol (Rimaneswati, 2019).

*Biochar* menjadi salah satu bahan pembenah tanah, hasil penelitian Prasetyo (2022), pemberian biochar mampu meningkatkan pH tanah, sehingga bahan organik (biochar) akan lebih efektif mengikat ion  $Al^{3+}$  dan  $Fe^{3+}$  dalam tanah, kemudian menyebabkan P tersedia meningkat. Pemberian pupuk kandang sapi secara nyata dapat meningkatkan hasil tanaman jagung. Pada pemberian dosis 15

Mg ha<sup>-1</sup> peningkatan hasil tanaman belum menunjukkan perbedaan yang nyata dengan tanpa pemberian pupuk kandang sapi. Kombinasi biochar dan pupuk kandang sapi akan berdampak pada ketersediaan dan serapan Fosfor serta produksi tanaman jagung.

Upaya untuk meningkatkan kembali hara dalam tanah dengan cara menambahkan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk peningkatan produksi dan mutu hasil tanaman (Assagaf, 2017). Penambahan pupuk NPK pada budidaya jagung dapat meningkatkan produksi pada dosis yang optimal. Hara N, P, dan K merupakan hara esensial bagi tanaman. Peningkatan dosis pemupukan N di dalam tanah secara langsung dapat meningkatkan kadar protein (N) dan produksi tanaman jagung, tetapi pemenuhan unsur N saja tanpa P dan K akan menyebabkan tanaman mudah rebah, peka terhadap serangan hama penyakit dan menurunnya kualitas produksi (Rauf *et al.*, 2000).

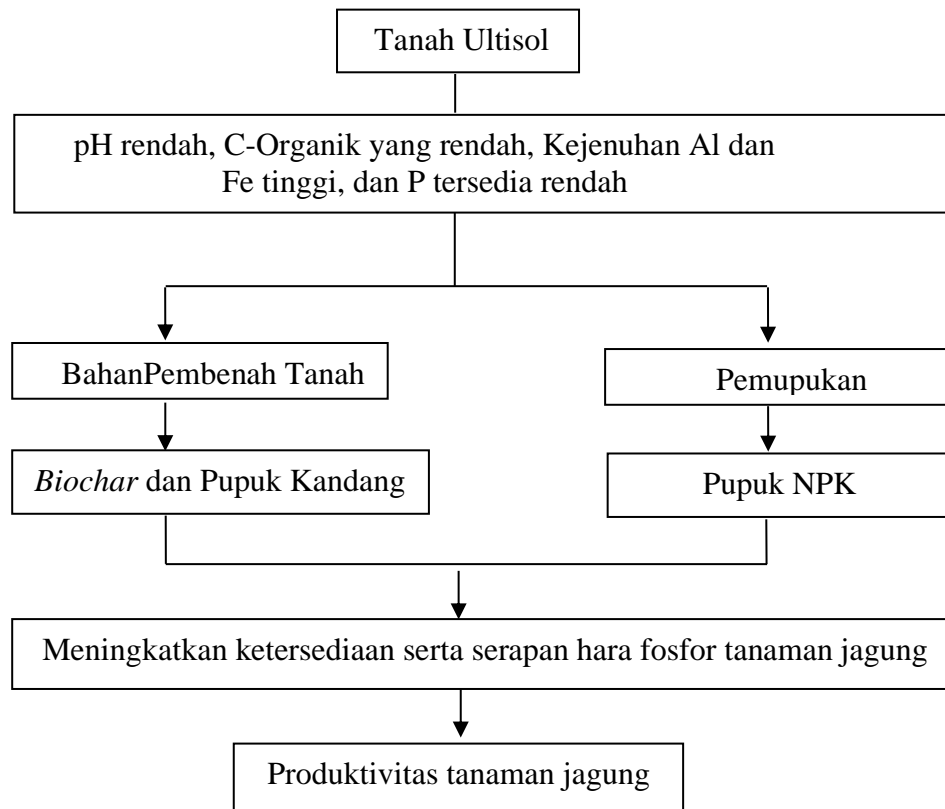
Berdasarkan hal diatas, dengan mengetahui peran pupuk NPK yang dapat meningkatkan unsur hara pada tanah sehingga tanaman semakin mampu menyerap unsur hara dalam bentuk anion dan kation yang mengandung unsur N, P dan K yang terdapat pada pupuk tersebut. Banyaknya unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman, maka pertumbuhan dan perkembangan tanaman semakin meningkat (Mulyani, 2008). Kemudian dikombinasikan dengan aplikasi *biochar* meningkatkan ketersediaan air tanah (Wahyunto dan Dariah, 2014), dapat meningkatkan pH tanah, secara efektif memfiksasi Al dan Fe, sehingga menurunkan Al-dd dan Fe-dd, akhirnya P tersedia meningkat (Ch'ng, *et al.*, 2014).

Dengan demikian, fungsi *biochar* sebagai bahan pembenah tanah untuk meningkatkan ketersediaan P dan menurunkan daya fiksasi P pada tanah masam perlu dilakukan agar penggunaan pupuk lebih efisien dalam menyediakan unsur hara untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Selain itu, pemberian pupuk organik kandang juga dilaporkan meningkatkan populasi mikroba tanah dan meningkatkan serapan P dan K oleh tanaman jagung. Unsur hara P diperlukan tanaman dalam jumlah lebih sedikit daripada unsur hara yang lain. Tetapi



demikian, unsur hara P sangat penting bagi tanaman, karena berperan penting dalam proses pertumbuhan tanaman khususnya jagung. (Sutejo, 2002).

Adapun kerangka pemikiran penelitian ini disajikan pada Gambar 1.:



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran penelitian

### 1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan dapat dirangkum hipotesis sebagai berikut :

1. Aplikasi bahan pembenah tanah dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan hara fosfor tanaman jagung di tanah Ultisol, dibandingkan tanpa pembenah tanah.
2. Aplikasi pemupukan NPK dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan hara fosfor pada tanaman jagung di tanah Ultisol.
3. Terdapat interaksi terbaik antara bahan pembenah tanah dengan pemupukan NPK.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Ultisol

Menurut Oktaviansyah (2015), tanah Ultisol merupakan jenis tanah dengan kandungan liat yang tinggi, sehingga ketika dalam kondisi permukaan yang kering, pada tanah Ultisol banyak terdapat retakan sedangkan ketika kandungan air nya tinggi tanahnya akan lengket dan air terus menggenang. Pengolahan tanah merupakan bagian dari upaya untuk meningkatkan produktivitas lahan khususnya untuk tanah Ultisol.

Dominasi tanah Ultisol di sebagian besar wilayah Indonesia menimbulkan masalah tersendiri dalam meningkatkan produktivitas pertanian dan perkebunan yang optimal. Jenis tanah ini memiliki ciri agregat tanah kurang stabil, permeabilitas, bahan organik dan tingkat kebasaaan rendah. Tekstur tanah berlempung, mengandung mineral sekunder kaolinit yang sedikit tercampur gibsit dan montmorilonit, pH tanah rata-rata 4,2-4,8 menjadi masalah pada tanah Ultisol. Hal ini berdampak pada peningkatan produksi tanaman jagung di tanah Ultisol, tidak cukup hanya dengan memberikan pupuk sebagai sumber hara karena pupuk tersebut tidak akan efektif bila pH tanah masih dibawah 4,5 (Sujana, 2015).

Luas tanah Ultisol di Indonesia diperkirakan sekitar 51 juta ha atau sekitar 29,7% luas daratan di Indonesia. Sekitar 48,3 ha atau 95% di antaranya berada di luar pulau jawa (Munir, 1996). Reaksi tanah Ultisol secara umum masam hingga sangat masam (pH 5–3,10), kecuali tanah Ultisol dari batu gamping yang mempunyai reaksi netral hingga agak masam. Permasalahan utama pada tanah Ultisol yaitu memiliki kandungan bahan organik rendah karena proses dekomposisi berjalan cepat sehingga mengakibatkan kandungan hara rendah

karena proses pencucian basa berlangsung lama dan terjadi secara intensif, oleh karena itu perlu dilakukan penambahan unsur hara agar mampu menjadi media tanam yang baik untuk tanaman (Prasetyo & Suriadikarta, 2006).

## 2.2 Tanaman Jagung

Tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman pangan yang penting, selain gandum dan padi. Pada awalnya tanaman jagung berasal dari Amerika yang tersebar ke Asia dan Afrika melalui kegiatan usaha orang-orang Eropa ke Amerika. Sekitar abad ke-16 orang Portugal menyebarkan ke Asia dan Indonesia menjadi salah satu daerah tersebut (Khair, 2013).

Klasifikasi tanaman jagung menurut Tjitrosoepomo (1989) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Zea</i>
Spesies	: <i>Zea mays L.</i>

Jagung merupakan tanaman berakar serabut, batang yang tidak bercabang berbentuk bulat yang mempunyai ruas-ruas dan buku-buku. Bentuk daun jagung memanjang dan keluar dari buku-buku batang. Daun terdiri dari tiga bagian, yaitu kelopak daun, lidah daun, dan helaian daun. Jagung termasuk dalam jenis bunga tidak lengkap karena tidak memiliki petal dan sepal. Bunga jagung juga termasuk bunga tidak sempurna karena bunga jantan dan betina berada pada bunga yang berbeda (Purwono dan Hartono, 2008). Jagung (*Zea mays, L.*) merupakan tanaman sereal termasuk family poaceae, ordo Poales yang merupakan tanaman berumah satu (monoious) dimana letak bunga jantan terpisah dengan bunga betina tetapi masih dalam satu tanaman. Jagung adalah tanaman *protandrus*, yaitu memiliki

sifat mekarnya bunga jantan pelepasan tepung sari biasanya terjadi satu atau dua hari sebelum munculnya bunga betina (Warrier dan Tripathi, 2011). Tanaman jagung adalah tanaman multifungsi memiliki banyak fungsi, dan hampir seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan, oleh karena itu jagung mempunyai arti penting dalam pengembangan industri di Indonesia karena merupakan bahan baku untuk industri pangan (Bakhri, 2013).

Data menurut BPS (2017), provinsi Lampung merupakan salah satu provinsi penghasil jagung yang berkontribusi terhadap produksi jagung nasional sebesar 8,49 persen. Hal ini menjadikan Provinsi Lampung menduduki posisi ketiga secara nasional. Posisi pertama dan kedua diduduki oleh Provinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah dengan persentasi produksi masing – masing, yaitu 30,70 persen dan 14,00 persen. Provinsi Lampung memiliki rata – rata luas panen sebesar 24.619,8 ha dengan prduktivitas 5,27 ton/ha. Kabupaten yang menempati posisi pertama dengan produktivitas jagung sebesar 5,54 ton/ha adalah Kabupaten Lampung Timur, kabupaten ini selalu menanam jagung disetiap tahunnya.

### **2.3 Biochar Arang Sekam, Tongkol Jagung dan Batang Singkong**

*Biochar* adalah produk pirolisis, yaitu pembakaran biomassa pada kondisi rendah oksigen atau tanpa oksigen. *Biochar* merupakan senyawa karbon yang relatif stabil, lebih stabil dari bahan organik, disamping itu, *biochar* memiliki afinitas yang tinggi terhadap kation. Karakteristik khas ini yang menyebabkan *biochar* akan sangat bermanfaat untuk mengurangi laju degradasi tanah (Gani, 2009).

Penggunaan *biochar* merupakan salah satu pilihan penggunaan sumber bahan organik lain selain sumber bahan organik segar yang umumnya sering digunakan petani. Penggunaan *biochar* dalam pengelolaan tanah bertujuan untuk pemulihan dan peningkatan kualitas kesuburan tanah terdegradasi atau tanah lahan pertanian kritis (Glaser *et al.*, 2002). Menurut Lehman *et al.* (2007), *biochar* lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan bahan organik lain. Penggunaan *biochar* berbahan baku sisa-sisa hasil pertanian yang sulit terdekomposisi merupakan salah satu alternatif yang dapat ditempuh untuk

peningkatan kualitas sifat fisik, biologi dan kimia tanah sehingga produksi tanaman dapat ditingkatkan.

*Biochar* merupakan arang yang diberikan ke sistem tanah dan tanaman sebagai bahan pembenah tanah. Proses pembuatan *biochar* hampir sama dengan arang yang umumnya digunakan sebagai bahan bakar. *Biochar* dihasilkan dari proses pirolisis atau pembakaran bahan organik dalam kondisi oksigen yang terbatas. Berbeda dengan bahan organik, *biochar* tersusun dari cincin karbon aromatis sehingga lebih stabil dan tahan lama di dalam tanah (Maguire dan Aglevor, 2010).

Arang sekam padi adalah sekam padi yang telah dibakar dengan pembakaran tidak sempurna. Berfungsi sebagai penyimpan sementara unsur hara dalam tanah sehingga tidak mudah tercuci oleh air. Serta akan sangat mudah dilepaskan ketika dibutuhkan atau diambil oleh akar tanaman. Keunggulan sekam padi bakar adalah dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, serta melindungi tanaman Di dalam tanah, arang sekam bisa bekerja dengan cara memperbaiki struktur fisik, kimia serta biologi tanah. Arang sekam dapat meningkatkan porositas tanah sehingga tanah menjadi gembur sekaligus juga dapat meningkatkan kemampuan tanah menyerap air (Gusta, 2017). Adapun arang sekam padi mengandung silika (Si) yang cukup tinggi yaitu sebesar 16,98% yang mampu memperbaiki biologi tanah agar tetap gembur. Baik yang berupa mikroorganisme seperti bakteri akar ataupun makroorganisme seperti cacing tanah (Gustia, 2013.)

Salah satu bahan baku yang berlimpah dan berpotensi untuk dijadikan *biochar* yaitu tongkol jagung. Pemanfaatan tongkol jagung sebagai *biochar* mampu mengurangi limbah tongkol jagung yang tidak termanfaatkan dengan baik. Pada tongkol jagung terdapat selulosa 69,93%, hemiselulosa 17,79% dan lignin 9,00% (Sari, 2018). Menurut Karbeka, 2022, pemberian *biochar* tongkol jagung mampu meningkatkan sifat kimia tanah ditinjau dari pH tanah, C-organik tanah, nitrogen, fosfor, kalium (NPK), KTK serta rasion C/N yang merupakan indikator penentu kesuburan tanah.

Data BPS (2016), menunjukkan bahwa Provinsi Lampung merupakan daerah pertama yang memiliki luas panen lahan singkong terluas di Indonesia yang mencapai 279.337 ha. Penggunaan biomassa batang singkong sebagai bahan baku pembuatan *biochar* dilakukan dengan memanfaatkan limbah biomassa batang singkong yang sudah tidak dapat dimanfaatkan, sehingga hanya menjadi limbah di areal pertanaman singkong. Limbah biomassa batang singkong dapat mencapai 5,1 ton untuk setiap hektar dalam 1 tahun (Pranoto, 2013).

#### **2.4 Pengaruh *Biochar* Terhadap P**

Aplikasi *biochar* dengan kualitas yang baik akan memiliki implikasi yang signifikan, karena *biochar* dapat meretensi unsur P yang tidak bisa diretensi oleh bahan organik tanah biasa sehingga unsur P lebih stabil di dalam tanah dan juga asam-asam organik juga berperan dalam pembebasan dan pelepasan unsur-unsur hara (Mateus *et al.*, 2017) sehingga akan mengurangi kehilangan unsur hara akibat pencucian (Lehmann *et al.*, 2003)

Hasil penelitian Kusuma (2020), menerangkan bahwa kadar hara P tersedia dalam tanah sebesar 39,57 ppm dibandingkan dengan tanpa pemberian *biochar* yang memiliki kadar hara P tersedia dalam tanah sebesar 24,52 ppm. Latuponu (2012) juga menyatakan bahwa aplikasi *biochar* dari limbah sagu dan pemupukan P mampu meningkatkan kadar hara P tersedia pada tanah Ultisol Banyumas sebesar 11,00 ppm dibandingkan dengan tanpa perlakuan yang memiliki kadar hara P tersedia sebesar 1,24 ppm. Peningkatan P tersedia pada tanah Ultisol dalam penelitian ini juga didukung oleh penurunan kandungan Al-P dan Fe-P pada tanah Ultisol yang diberikan 5 ton *biochar* batang singkong / ha<sup>-1</sup> dan pemupukan P.

#### **2.5 Pupuk Kandang Sapi**

Pupuk kandang sapi merupakan salah satu pupuk organik yaitu pupuk yang memiliki kandungan hara yang lengkap dapat memperbaiki struktur tanah dan membantu perkembangan mikroorganisme tanah. Pupuk kandang sapi tidak saja ditentukan oleh kandungan nitrogen, asam fosfat, dan kalium saja, tetapi juga

mengandung hampir semua unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman serta berperan dalam memelihara keseimbangan hara dalam tanaman. (Roni, 2017)

Pupuk kandang sapi mempunyai kadar serat yang tinggi seperti selulosa. Kotoran sapi merupakan pupuk dingin dimana perubahan-perubahan dalam menyediakan unsur hara tersedia bagi tanaman berlangsung perlahan-lahan, pada perubahan-perubahan itu kurang sekali terbentuk panas, tapi keuntungannya unsur-unsur hara tidak cepat hilang. Pupuk kandang berperan dalam kesuburan tanah dengan menambahkan zat nutrien yang ditangkap bakteri dalam tanah (Lingga, 2006). Pemberian pupuk kandang sapi selain dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara, juga dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme serta mampu memperbaiki struktur tanah (Hermawansyah, 2013).

Kombinasi *biochar* dan pupuk kandang sapi diperlukan hal ini disebabkan *biochar* hanya mengandung sedikit unsur hara khususnya nitrogen sehingga harus dimodifikasi dengan mencampurkan unsur hara lain agar tanaman dapat tumbuh dan memiliki hasil produksi yang optimal (Hasibuan, 2017). Kombinasi *biochar* dan pupuk kandang sapi dapat meningkatkan pH dan KTK (Kapasitas Tukar Kation) tanah (Wibowo *et al.*, 2016) yang menyebabkan unsur hara lebih tersedia sehingga pertumbuhan tanaman semakin baik dan penyerapan unsur hara serta air oleh akar tanaman tidak terganggu.

## **2.6 Peranan P**

Unsur P merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan dalam jumlah banyak oleh tanaman. Unsur P diperlukan tanaman pada saat pembentukan biji atau bunga, sehingga menjadi bentuk yang sempurna. Fosfor dapat merangsang pertumbuhan akar yang selanjutnya berpengaruh pada pertumbuhan tanaman bagian di atas tanah (Lisdiyanti *et al.*, 2018). Fosfor berperan sebagai aktivator berbagai enzim metabolisme tanaman dan merupakan komponen klorofil. Fosfor juga pembentuk Adenosindifosfat (ADP) dan Adenosintrifosfat (ATP) (Firnia, 2018).



## 2.7 P Tersedia Dalam Tanah

P tersedia adalah P yang siap diserap oleh tanaman yaitu berupa  $\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$  dalam larutan tanah. Ketersediaan P dalam tanah jarang melebihi 0,01% dari total P. Sebagian besar bentuk P terikat pada koloid tanah, sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Pada tanah masam, P bergabung dalam bentuk Al-P dan Fe-P, sedangkan pada tanah basa (basa), P membentuk senyawa Ca-P dengan kalsium, membentuk senyawa kompleks yang sulit larut (Umaternate *et al.*, 2014). Unsur P dalam tanah bersifat tidak bergerak, karena sebagian besar unsur P tidak tersedia bagi tanaman pada tanah masam. Rendahnya kadar P tanah disebabkan tingginya Al-dd yang mengikat P dalam bentuk anorganik yang tidak tersedia dan tidak dapat diserap oleh tanaman (Rajmi *et al.*, 2018).

P tersedia dalam tanah dapat diartikan sebagai P tanah yang dapat diekstraksi oleh air dan asam sitrat. Penyediaan P dalam tanah dapat dilakukan dengan cara pengapuran untuk mengendalikan kelarutan Al dan Fe, pengikatan Al dengan penambahan pupuk P yang banyak dan khelat Al dengan penambahan bahan organik (Manurung *et al.*, 2017). Ketersediaan P di dalam tanah tergantung reaksi keseimbangan antara berbagai bentuk P tanah, yaitu P dapat larut, P terjerap, P mineral sekunder dan primer, dan P organik (Umaternate *et al.*, 2014). P dalam tanah terdapat tiga bentuk yaitu, P-cepat tersedia, P-agak cepat tersedia dan P-sangat lambat tersedia. Bentuk P-cepat tersedia dapat dimanfaatkan melalui larutan tanah dan juga dapat tercuci serta hilang saat panen/produksi. Kisaran pH untuk ketersediaan P tanah yang terbaik adalah antara 6,0-7,0 (Firnias, 2018).

## 2.8 Faktor-Faktor Ketersediaan P

Faktor yang paling mempengaruhi ketersediaan unsur hara P pada tanah Ultisol adalah keasaman tanah yang tinggi (pH rata-rata <4,5), unsur hara makro yang rendah terutama P, bahan organik yang rendah, dan kelarutan Al yang tinggi (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan Ca, Mg dan K tersapu keluar dari kompleks pertukaran dan digantikan oleh Al. Al-dd bereaksi dengan air, melepaskan ion H ke dalam larutan tanah, yang meningkatkan keasaman tanah. Perubahan P dari tersedia menjadi tidak tersedia

disebabkan oleh perubahan pH, pengendapan ion Al, Fe, dan Mn, pengikatan hidroksida, dan fiksasi lempung silikat (Nurjaya, 2017).

Rahman (2019) juga menyatakan bahwa faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ketersediaan P di dalam tanah yaitu, pH tanah, ketersediaan ion Al dan Fe di larutan tanah, mineral oksida-hidroksida Al dan Fe, tersedianya Ca pada tanah yang memiliki pH di atas 7, dan jumlah tingkat dekomposisi bahan organik. Sari *et al.* (2017) juga menyatakan bahwa bahan organik dapat mempengaruhi ketersediaan P karena hasil dekomposisi bahan organik yang berupa asam-asam organik dapat membentuk ikatan khelasi ion Al dan Fe. Asam-asam organik yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik dapat melepaskan P yang terjerap sehingga ketersediaan P meningkat.

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Desember 2022 sampai dengan bulan Agustus 2023. Penelitian lapangan dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung, sedangkan untuk analisis tanah dan tanaman akan dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, sekop, timbangan, alat tulis, karung, gunting, penggaris, tali rafia, wadah, bor tanah, serta alat-alat untuk analisis kimia tanah. Bahan yang akan digunakan adalah sampel tanah, pupuk NPK Tunggal (Urea, TSP, KCl), pupuk kandang sapi, *biochar* tongkol jagung, sekam padi, dan batang singkong, serta bahan-bahan untuk analisis tanah & tanaman.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan.

Faktor I (Kombinasi bahan pembenah tanah) dengan 4 taraf

B0 = tanpa bahan pembenah tanah

B1 = kombinasi *biochar* sekam dan pupuk kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup>

B2 = kombinasi *biochar* tongkol jagung dan pupuk kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup>

B3 = kombinasi *biochar* batang singkong dan pupuk kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup>

Faktor II (Dosis Pemupukan NPK) dengan 3 taraf

P0 = Tanpa pemupukan NPK

P1 = ½ dosis Pemupukan NPK

P2 = 1 dosis Pemupukan NPK

Berdasarkan kedua faktor perlakuan, maka diperoleh 12 kombinasi perlakuan yaitu sebagai berikut :

1. B0P0 : Tanpa bahan pembenah tanah dan tanpa dosis pemupukan NPK
2. B0P1 : Tanpa bahan pembenah tanah dan ½ dosis pemupukan NPK
3. B0P2 : Tanpa bahan pembenah tanah dan 1 dosis pemupukan NPK
4. B1P0 : Kombinasi *biochar* sekam padi dan pupuk kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup> dan tanpa pemupukan NPK
5. B1P1 : Kombinasi *biochar* sekam padi dan pupuk kandang padi 10 Mg ha<sup>-1</sup> dan ½ dosis pemupukan NPK
6. B1P2 : Kombinasi *biochar* sekam padi dan pupuk kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup> dan 1 dosis pemupukan NPK
7. B2P0 : Kombinasi *biochar* tongkol jagung dan pupuk kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup> dan tanpa pemupukan NPK
8. B2P1 : Kombinasi *biochar* tongkol jagung dan pupuk kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup> dan ½ dosis pemupukan NPK
9. B2P2 : Kombinasi *biochar* tongkol jagung dan pupuk kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup> dan 1 dosis pemupukan NPK
10. B3P0 : Kombinasi *biochar* batang singkong dan pupuk kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup> dan tanpa pemupukan NPK
11. B3P1 : Kombinasi *biochar* batang singkong dan pupuk kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup> dan ½ dosis pemupukan NPK
12. B3P2 : Kombinasi *biochar* batang singkong dan pupuk kandang 10 Mg ha<sup>-1</sup> dan 1 dosis pemupukan NPK

Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan total satuan percobaan (3 x 4 x 3) sehingga diperoleh 36 satuan percobaan. Tata letak perlakuan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tata letak satuan percobaan penelitian

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi beberapa tahapan di antaranya penyiapan lahan meliputi pembersihan gulma, serta pengolahan tanah. Penyiapan bahan pembenah tanah, aplikasi bahan pembenah tanah, kemudian dilanjutkan dengan penanaman, pemupukan, perawatan, panen serta analisis tanah dan tanaman.

#### 3.4.1 Penyiapan Bahan Pembenah Tanah

Pembenah tanah yang digunakan adalah *biochar* dan Pupuk kandang. Pembuatan *biochar* menggunakan limbah pertanian yaitu sekam padi, tongkol jagung dan batang singkong. Pembuatan *biochar* dilakukan menggunakan cara dibakar, dimana bahan baku disusun menggunakan dan di beri corong (kawat kasa yang berukuran 1cm x 1cm) di tengah-tengah gundukan. Untuk bahan baku batang singkong dan tonggol jagung perlu melalui tahap penggiligan menggunakan rabakong untuk mempermudah proses pembuatan *biochar*. Setelah pembuatan *biochar* selesai, maka harus dihaluskan dan diayak terlebih dahulu, agar memudahkan saat diaplikasikan dengan tanah.

Pupuk kandang yang digunakan berasal dari kotoran sapi. Tahap pembuatan pupuk dimulai dari pengeringan kotoran sapi dari kandang. Setelah kering kotoran sapi digiling agar menjadi halus, kondisi halus tersebut memudahkan untuk aplikasi sehingga mudah tercampur dengan tanah. Kemudian setelah halus pupuk

kandang dimasukkan ke dalam karung untuk dikemas, sebelum nantinya di aplikasikan ke dalam tanah.



Gambar 3. *Biochar* dan pupuk kandang

### 3.4.2 Penyiapan Lahan

Lahan tanam yang digunakan yaitu di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lahan memiliki luas per petak  $4 \times 2 \text{ m}^2$  dengan total 36 petak, masing-masing jarak antar petak 25 cm. Tahap awal adalah lahan dibersihkan terlebih dahulu dari rumput atau gulma menggunakan mesin pemotong serta dipotong manual. Kemudian lahan disemprot menggunakan herbisida lalu dibakar untuk menghambat pertumbuhan gulma. Kemudian lahan dilakukan ploting petak perlakuan. Tahap akhir penyiapan lahan adalah pengolahan tanah sesuai dengan petak perlakuan, dengan lahan dicacah menggunakan cangkul agar tanah gembur untuk memudahkan aplikasi pembenah tanah dan penanaman jagung.



Gambar 4. Penyiapan lahan

### 3.4.3 Aplikasi Bahan Pembenh Tanah

Aplikasi bahan pembenh tanah yaitu kombinasi *biochar* dan pupuk kandang dilakukan setelah pengolahan tanah dan pembuatan petak selesai. Aplikasi dilakukan dengan membenamkan pembenh ke dalam tanah pada setiap larik petakan kemudian ditutup kembali menggunakan tanah. Setiap petak dibuat 5 baris larikan. Pencampuran bahan pembenh dengan tanah perlu dilakukan agar terjadi interaksi dengan tanah dan untuk menghindari hilangnya bahan pembenh tanah oleh faktor lingkungan. Adapun dosis masing-masing pembenh tanah pada Tabel 1.

Tabel 1. Dosis aplikasi bahan pembenh tanah

No	Jenis Pembenh Tanah	Dosis per Petak	Kadar Air
1.	<i>Biochar</i> Sekam Padi	4,2 kg	7%
2.	<i>Biochar</i> Tongkol Jagung	4,7 kg	18%
3.	<i>Biochar</i> Batang Singkong	4,6 kg	15%
4.	Pupuk Kandang Sapi	6,06 kg	51,7%

Dosis kombinasi antara pembenh tanah *Biochar* dan Pupuk Kandang sebesar 10 Mg ha<sup>-1</sup> BKO (Berat Kering Oven), dengan dosis masing-masing 5 Mg ha<sup>-1</sup>. Kemudian dikonversi dosis per petak dengan perhitungan kadar air. Lahan tanam dibiarkan selama 7 hari sebelum ditanami jagung, hal ini bertujuan agar bahan pembenh yang diaplikasikan sudah berkaitan dengan tanah sehingga tidak mudah terbawa oleh aliran permukaan dan telah melewati masa aklimatisasi.





Gambar 5. Aplikasi pembenah tanah

#### 3.4.4 Penanaman

Benih jagung yang digunakan adalah varietas BISI 18. Penanaman benih dilakukan dengan cara ditugal dengan tajuk dari kayu pada 5 baris/larikan yang telah diberi aplikasi *biochar*/tanpa *biochar*, dengan kedalaman lubang tanam yaitu 3-5 cm. Jarak tanam yang digunakan yaitu 75x20 cm. Dalam 1 petak perlakuan didapatkan sebanyak 54 populasi tanaman jagung dalam.



Gambar 6. Penanaman jagung

#### 3.4.5 Pemupukan

Dosis pemupukan untuk N,P dan K menurut Murni (2008) yaitu N : 200 kg ha<sup>-1</sup>;



P : 100 kg ha<sup>-1</sup>; dan K : 120 kg ha<sup>-1</sup>. Selanjutnya dosis tersebut di konversi ke masing-masing jenis pupuk yaitu Urea ; 450 kg ha<sup>-1</sup>; TSP 225 kg ha<sup>-1</sup>; dan KCl : 200 kg ha<sup>-1</sup>. Aplikasi pupuk dibagi dalam tiga jenis yaitu P<sub>0</sub> tanpa dosis pemupukan, P<sub>1</sub> dengan ½ dosis, selanjutnya P<sub>2</sub> dengan 1 dosis (Tabel 2).

Tabel 2. Dosis pemupukan NPK

No	Jenis Pupuk	Dosis Pupuk	Dosis Per Petak
1.	N (Urea)	450kg/ha	360 g
2.	P (TSP)	225 kg/ha	180 g
3.	K (KCL)	200 kg/ha	160 g

Pupuk P dan K diberikan sebanyak satu kali selama masa tanam pada umur tanaman 14 Hari Setelah Tanam (HST). Sedangkan, pupuk N dilakukan dalam dua tahap pemupukan. Pemupukan pertama diberikan pada 7 HST dan pemupukan kedua diberikan pada saat fase vegetatif. (Septima *et al.*, 2014).



Gambar 7. Pemupukan tanaman jagung

Pemberian pupuk N dilakukan 2 kali dikarenakan karakteristik unsur N yang mudah menguap pada kondisi lapang. Sifat pupuk N umumnya mobil, maka untuk mengurangi kehilangan N karena pencucian maupun penguapan, sebaiknya N diberikan secara bertahap (Lingga dan Marsono, 2008). Pemupukan dilakukan dengan mencampurkan semua jenis pupuk yang diberikan pada waktu yang bersamaan. Pemupukan dilakukan dengan menggunakan tugal sedalam 5 cm dan

berjarak 10 cm dari tanaman, kemudian lubang ditutup dengan tanah (Murni dan Arief, 2011).

### 3.4.6 Perawatan

Perawatan tanaman yang dilakukan yaitu penyiraman, pengendalian gulma, dan pengendalian hama penyakit. Penyiraman rutin setiap hari hingga masa vegetatif minggu ke 7, hal ini dilakukan agar kebutuhan air tanaman tercukupi umur tanaman yang masih muda dan kondisi cuaca di lingkungan LTPD yang berubah-ubah. Pengendalian gulma dilakukan dengan mencabut rumput disekitar tanaman jagung, apabila kondisi gulma terlalu rimbun maka dilakukan penyemprotan herbisida. Selain itu juga dilakukan pengendalian hama penyakit apabila diperlukan, contoh penyakit yang sering menyerang tanaman jagung adalah bulai, dan hama yang sering menyerang adalah ulat grayak. Kegiatan perawatan dilakukan untuk memaksimalkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung.



Gambar 8. Perawatan tanaman jagung

### 3.4.7 Panen

Panen jagung dilakukan saat jagung berumur 100-110 hari setelah tanam tergantung varietas yang digunakan. Ciri-ciri jagung siap panen diantaranya kulit klobot sudah berwarna coklat, tongkol sudah mengeras dan berbiji kering, jumlah populasi untuk klobot kering mencapai 90% dan tekstur keras pada biji jagung dengan ditandai apabila ditekan tidak hancur. Pemanenan akan dilakukan secara manual dengan tangan, setelah dipanen jagung dipipil untuk dipisahkan dengan tongkol.



Gambar 9. Jagung siap panen

#### **3.4.8 Analisis Tanah & Tanaman**

Analisis Tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah awal dan akhir pada lahan penelitian. Sampel awal diambil saat lahan belum dilakukan olah tanah dengan mengambil 3 sampel acak dan diulang setiap blok perlakuan. Sampel akhir diambil setelah masa panen, setiap petak diambil satu sampel perlakuan, sehingga total 36 sampel. Tanah di kering udarkan di suhu ruang selama lebih kurang 14 hari untuk mengurangi kadar air sebelum dilakukan analisis tanah.



Gambar 10. Analisis tanah & tanaman

Analisis tanaman dengan mengambil sampel brangkasan dan akar pada masa vegetatif maksimum di minggu ke 7, dan sampel biji setelah panen. Sampel tanaman diambil pada setiap petak perlakuan, kemudian dipisah menjadi 2 bagian yaitu bagian akar dan brangkasan. Total 36 sampel dari seluruh petak perlakuan kemudian di dekomposit setiap ulangan, sehingga didapatkan total 12 sampel. Brangkasan dicacah, kemudian bersama akar dan biji ditimbang lalu dioven, kemudian seluruh sampel tanaman digiling untuk selanjutnya dilakukan analisis. Total sampel keseluruhan sejumlah 36 sampel untuk brangkasan, akar, dan biji.

Analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung. Analisis dilakukan untuk mengetahui ketersediaan serta serapan hara fosfor tanaman jagung, serta variabel pendukung seperti pH, dan C-organik.

### **3.5 Variabel Pengamatan**

#### **3.5.1 Variabel Utama**

Variabel utama yang diamati dalam penelitian ini adalah P-Tersedia dan P-Serapan sebagai berikut:

##### **1. P Tersedia**

Analisis P (Fosfor) yang dilakukan yaitu menggunakan metode Bray-1 dengan cara menimbang 2 g sampel tanah <2 mm, ditambah pengekstrak Bray dan Kurt I sebanyak 25 ml, kemudian dikocok selama 5 menit. Saring dan bila larutan keruh dikembalikan ke atas saringan semula (proses penyaringan maksimum 5 menit). Dipipet 2 ml ekstrak jernih ke dalam tabung reaksi. Contoh dan deret standar masing-masing ditambah pereaksi pewarna fosfat sebanyak 10 ml, dikocok dan dibiarkan 30 menit. Diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm. Pengukuran nilai %T (Transmitan) dilakukan pada *Spectronic 20* untuk larutan standard an semua sampel. Ketika mengukur larutan standar P = 0 ppm, maka angka meteran pada *Spectronic* harus menunjukkan 100%. Nilai %T dari semua sampel dan standar kemudian dikonversi ke *absorbance* dengan menggunakan rumus:

$$\text{Absorban} = 2 - \log (\%T)$$

Kurva standar dibuat dengan cara memplot *absorbance* larutan standar (sumbu Y) vs konsentrasi P (sumbu X). Kemudian baca konsentrasi P sampel dan lakukan perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{ppm P dalam tanah} &= \text{ppm P dalam larutan} \times \frac{20}{2} \times \frac{(10+5)}{5} \\ &= \text{ppm P dalam larutan} \times 30 \end{aligned}$$

(Thom dan Utomo, 1991).

## 2. P Serapan

Analisis serapan P (Fosfor) dapat dilakukan dengan metode pengabuan kering.. Tahapan dalam analisis serapan P diantaranya, pipet 2 ml larutan standar tanaman ke dalam tabung reaksi 25 ml. Tambahkan 18 ml larutan kerja. Kemudian kocok campuran dalam tabung reaksi secara merata. Setelah 30 menit, pindahkan isi tabung reaksi ke dalam kuvet dan baca % transmittan pada *Spectronic 20* dengan panjang gelombang 800 nm. Encerkan larutan standar kerja sampai volume 50 ml dengan aquades. Ketika mengukur standar P = 0 ppm, maka angka meteran *Spectronic 20* harus menunjukkan 100%. Nilai %T dari semua sampel dan standar kemudian dikonversi ke absorban dengan menggunakan rumus:

$$\text{Absorban} = 2 - \log (\%T)$$

Kurva standar dibuat dengan cara memplot *absorbance* larutan standar (sumbu Y) vs konsentrasi P (sumbu X). Kemudian baca konsentrasi P sampel dan lakukan perhitungan dengan rumus:

### Perhitungan

$$\%P = \frac{\text{ppm P dalam larutan} \times \frac{100}{1} \times \frac{(2+18)}{2}}{10.000}$$

$$\text{ppm P} = \text{ppm P dalam larutan} \times \frac{100}{1} \times \frac{(1+18)}{2}$$

$$\text{Serapan P} = \%P \times \text{Bobot Kering Brangkasian}$$

(Thom dan Utomo, 1991).

### 3.5.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang diamati dalam penelitian ini adalah, pH tanah, dan C-Organik dan Bobot kering brangkasan dan biji pipil.

#### 1. pH Tanah

Analisis pH tanah dilakukan dengan dua menggunakan air ( $H_2O$ ). Tahapan dalam analisis pH yaitu, tempatkan 10 g tanah yang lolos ayakan 2 mm ke dalam suatu gelas beker 100 ml. Tambahkan 25 ml aquades (pH  $H_2O$ ) dan 25 ml. Aduk suspensi dan teruskan pengadukan beberapa kali selama 30 menit berikutnya. Aduk lagi sebelum pH setiap sampel diukur. Ikuti urutan bilas-lap-ukur dalam penetapan pH tanah setelah pH meter dikalibrasi dengan larutan penyangga standar. Catat pH larutan sampai mendekati 0,1 desimal (Thom dan Utomo, 1991).

#### 2. C-Organik Tanah

C-organik tanah dianalisis dengan metode *Walkley and Black*. Tahapan dalam analisis C-organik tanah diantaranya, timbang 0,5 g sampel tanah kering udara kemudian tempatkan ke dalam erlenmeyer. Tambahkan 5 ml  $K_2Cr_2O_7$  1 N, lalu dikocok perlahan-lahan. Ditambahkan 10 ml  $H_2SO_4$  pekat, dikocok lalu diamkan selama 30 menit. Encerkan 100 ml dengan aquades. Tambahkan 5 ml asam fosfat pekat, 2,5 ml larutan NaF 4% dan 5 tetes indikator difenil amin. Titrasi dengan larutan amonium fero sulfat 0,5 N hingga warna larutan berubah menjadi terang. Penetapan blanko dilakukan dengan cara yang sama, tetapi tanpa menggunakan sampel tanah (Thom dan Utomo, 1991).

#### 3. Produksi Jagung

Produksi tanaman jagung didapatkan dari berat kering pipilan hasil panen. Pipilan berasal dari biji jagung yang dipipil kemudian ditimbang pada setiap sampel per ulangnya. Selanjutnya biji jagung di oven dengan suhu  $70^\circ C$  hingga kering dan diperoleh bobot kering pipilan jagung. Hasil bobot biji kering pipilan kemudian

dihitung kadar airnya, lalu data dianalisis menggunakan microsoft excel untuk memperoleh produksi jagung petak/kg.

### **3.6 Analisis Data**

Data P-tersedia, pH, C-Organik, dan Produksi hasil pengamatan diuji homogenitas ragamnya menggunakan uji Barlett dan uji aditivitasnya dengan uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi, untuk melihat perbandingan nilai tengah perlakuan dengan uji lanjut dengan Polinomial Ortogonal Kontras. Data serapan tanaman diambil secara komposit untuk menentukan hasil penelitian.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Aplikasi bahan pembenah tanah berpengaruh nyata terhadap P-tersedia tanah dan meningkatkan serapan P tanaman. .
2. Pemupukan NPK berbagai dosis tidak berpengaruh nyata terhadap P-tersedia tanah namun meningkatkan serapan P.
3. Tidak terdapat interaksi antara bahan pembenah tanah dan pemupukan NPK terhadap P-tersedia maupun serapan P.

### 5.2 Saran

Penulis menyarankan perlu adanya penelitian lanjutan terhadap aplikasi pembenah tanah yaitu *biochar* dan pupuk kandang sapi serta pemupukan NPK. Lahan tanam pada musim ini dapat digunakan untuk musim tanam selanjutnya, sehingga pembenah tanah yang terkandung didalam tanah dapat meninggalkan residu yang baik untuk penelitian selanjutnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bakhri, S. 2013. *Budidaya Jagung Dengan Konsep Pengelolaan Tanaman Terpadu*. Kementerian Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Sulawesi Tengah.
- Barus, J. 2011. Uji efektivitas kompos Jerami dan Pupuk NPK Terhadap Hasil Padi. *J. Agrivigor*. 10(3): 247-252
- Bugis, C. C. 2011. *Efek Pemberian Pupuk Kompos Terhadap beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (Arachis bipogaea L.)*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Pattimura, Ambon.
- Ch'ng, H. Y., O.H Ahmed, & N. M. A Majid. 2014. Improving Phosphorus Availability in an Acid Soil Using Organic Amendments Produced from Agroindustrial Wastes. *The Scientific World Journal*. 2014 (5) : 1-6.
- Dewanto, F. G., , J. J. Londok, Tuturoong, R. A., & W. B. Kaunang. 2017. Pengaruh pemupukan anorganik dan organik terhadap produksi tanaman jagung sebagai sumber pakan. *Zootec*. 32(5) : 1-8.
- Firnia, D. 2018. Dinamika unsur fosfor pada tiap horison profil tanah masam. *Jurnal Agroekotek*. 10(1) : 45-52.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati “Biochar” sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. 4 (1): 33-48.
- Glaser, B., L. John., & W. Zech. 2002. Ameliorating Physical and Chemical Properties of Highly Weathered Soils in The Tropics With Carcoal – A review. *Biol and Fertility of Soils*. 35(4): 219–230.
- Gusta, 2017. *Pengantar Ilmu Tanah*. Jakarta: Rineka Cipta
- Gustia, H. 2013. Pengaruh Penambahan Sekam Bakar pada Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi. *Brassica junceal*. 1(1).

- Hermawansyah, A. 2013. Pengaruh Pemberian Pupuk kandang Kotoran Sapi, dan Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta
- Karbeka, M., A. M. Zakarias, dan M. Astriana, 2022. Pemanfaatan *Biochar* Tongkol Jagung Guna Perbaikan Sifat Kimia Tanah Lahan Kering. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 8(1) : 201-208.
- Khair, H., M. S. Pasaribu, dan E. Suprpto, 2013. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*zea mays l.*) Terhadap pemberian pupuk kandang ayam dan pupuk organik cair plus. *Jurnal Agrium*. 13(1) : 13-22
- Kusuma, A. W. D. 2020. Pengaruh Pemberian *Biochar* Batang Singkong dan Pemupukan P Terhadap Fraksionasi P pada Tanah Ultisol yang Ditanami Jagung. *Skripsi*. Universitas Lampung. 84 hlm.
- Latuponu, H., D. Shiddieq, A. Syukur, dan E. Hanudin. 2012a. Pemanfaatan Limbah Sagu sebagai Bahan Aktif *Biochar* untuk Meningkatkan P Tersedia dan Pertumbuhan Jagung di Ultisol. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 12(2): 136-143.
- Lehmann, J., J. P. da Silva, C. Steiner, T. Nehls, W. Zech, and B. Glaser. 2003. Nutrient Availability and Leaching in an Archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon Basin: Fertilizer, Manure and Charcoal Amendments. *Plant and Soil*. 249 (2): 343–357.
- Lingga, P. dan Marsono. 2008. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Maguire, R.O and F. A. Agblevor, 2010. *Biochar in Agricultural Systems*. College of Agriculture and Life Sciences. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Manurung, R., J. Gunawan, R. Hazriani, dan J. Suharmoko. 2017. Pemetaan status unsur hara N, P dan K tanah pada perkebunan kelapa sawit di lahan gambut. *Jurnal Pedon Tropika Edisi I*. 3 : 89-96.
- Mapegau, Hajar S., Islah H., Septiani PA., 2022. Efek residu biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays L.*). *Biospecies*. 15 (1) : 49-55.
- Mateus, R., D. Kantur, dan L. M. Moy, 2017. Pemanfaatan *Biochar* Limbah Pertanian sebagai Pembenh Tanah untuk Perbaikan Kualitas Tanah dan Hasil Jagung di Lahan Kering. *Jurnal Agrotrop*. 7 : 99–108.
- Mulyani, S M. 2008. *Pupuk Dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta.

- Murni, A. M. 2008. Menentukan kebutuhan nitrogen, fosfor dan kalium untuk tanaman jagung berdasarkan target hasil dan efisiensi agronomik pada lahan kering ultisol lampung. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 10 (2) : 46-49.
- Nisak, SK, dan, S. Slamet, 2019. Biochar sekam padi meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di tanah salin. *Jurnal Pertanian Presisi*. 3(2). 165-176.
- Nurjaya. 2017. Problem Fiksasi Fosfor pada Tanah Berkembang Lanjut (Ultisols dan Oxisols) dan Alternatif Mengatasinya. *Prosiding Seminar Nasional Agroinovasi Spesifik Lokasi Untuk Ketahanan Pangan pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN*. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor, 03 Mei 2019. Hlm. 109-117.
- Oktaviansyah, H., J. Lumbanraja, Sunyoto dan Sarno. 2015. Pengaruh sistem olah tanah terhadap pertumbuhan, serapan hara dan produksi tanaman jagung pada tanah Ultisol gedung meneng bandar lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(3) : 393-401.
- Prabowo, R., dan R. Subantoro. (2018). Analisis tanah sebagai indikator tingkat kesuburan lahan budidaya pertanian di Kota Semarang. *Cendekia Eksakta*. 2(2) : 59-64.
- Pranoto, B., Pandin, M., S. R. Fithri, dan S. Nasution. 2013. Peta Potensi Limbah Biomassa Pertanian dan Kehutanan sebagai Basis Data Pengembangan Energi Terbarukan. *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*. 12 (2): 123-130.
- Prasetya, M. E. 2014. Pengaruh pupuk npk mutiara dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah keriting varietas arimbi (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agrifor*. 8(2) : 191-198.
- Prasetyo, B. H & D. A. Suriadikarta, 2006. Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *J. Litbang Pertanian*. 27(2) : 39-47.
- Purwono dan Hartono, R. 2008. *Bertanam Jagung Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Putriani, S. S., S. Yusnaini, L. M. Septiana, dan Dermiyati. 2022. Aplikasi biochar dan pupuk p terhadap ketersediaan dan serapan p pada tanaman jagung manis (*zea mays saccharata sturt.*) Di tanah Ultisol. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(4) : 615-626.

- Rauf, A., B.M. Shepard, and M. W. Johnson, 2000. Leafminers in vegetables, ornamental plants and weeds in Indonesia: surveys of host crops, species composition and parasitoids. *International Journal of Pest Management*. 46 : 257-266.
- Rahman, I. 2019. Perubahan Hara Makro Tanah (N, P, dan K) Podsolik Merah Kuning (PMK) yang Diberi Kompos Kulit Durian. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Rajmi, S.L., Margarettha, dan Refliaty. 2018. Peningkatan ketersediaan P Ultisol dengan pemberian fungi mikoriza arbuskular. *Jurnal Agroecotania*. 1(2) : 42-48.
- Rimaneswati, Y. H. Pasang, dan M. Jayadi, 2019. Peningkatan unsur hara fosfor tanah Ultisol melalui pemberian pupuk kandang, kompos dan pelet. *Jurnal Ecosolum*. 8(2):86-96.
- Rondon, M., L. John, J. Ramirez, , and M. Hurtado, 2007. Biological Nitrogen Fixation by Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Increases with Biochar Addition. *Bio Fert Soil*. 43 : 699–708.
- Roni, N. N. 2017. Produksi Dan Karakteristik Kacang Pinto Yang Diberi Pupuk Kandang Sapi Dan Mikoriza. *Pastura*. 6(2) : 94-97.
- Said A.R. dan Assagaf, 2017. Pengaruh pemberian pupuk npk mutiara terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*zea mayz* l.) Di desa batu boy kec. Namlea kab. Buru. *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan*. 10(1) : 72-78.
- Sari, P. D., W. A. Puri, dan D. Hanum. (2018). Delignifikasi Bonggol Jagung Dengan Metode Microwave Alkali. *Agrika*. 12(2).
- Salewan, A., dan Khaliq, M. A. 2022. Pengaruh waktu pemberian pupuk kandang sapi terhadap p tersedia dan serapan p serta hasil tanaman bawang merah (*Allium Ascalonicum* L.) varietas bima. *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*, 10(6) : 959-967.
- S Solaiman, Z. M., & H. M. Anawar., 2015. Aplication of Biochars for Soil Constraints: Challenges and Solution. *Pedosphere*, 25(5) : 631- 638.
- Solfianti, M., Herviyanti, T. B. Prasetyo, dan A. Maulana. 2021. Pengaruh Aplikasi Biochar Limbah Kulit Pinang Dosis Rendah terhadap Sifat Kimia Inceptisol. *Agrikultura*. 32 (1) : 77–84.

- Steinbeiss, S., Gleixner, G., M. Antonietti. 2009. Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity. *Soil Biology and Biochemistry*. 41(6) : 1301-1310.
- Subagyo, H., N. Uharta, & A. B. Siswanto, 2004. *Tanah tanah pertanian di Indonesia. Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor
- Sudartiningsih, D., & B. Prasetya., 2010. Pengaruh pemberian pupuk organik diperkaya” terhadap ketersediaan dan serapan N serta produksi cabai besar (*Capsicum annuum L.*) pada tanah Inceptisol Karangploso Malang. *Jurnal Agrivita*. 24(3) : 15.28.
- Sujana, I. P., dan Pura, INLS., 2015. Pengelolaan tanah Ultisol dengan pemberian pembenah organik *biochar* menuju pertanian berkelanjutan. *Jurnal Agrimeta*. 5(9) : 01-69.
- Sumbayak, R. J., & R. R. Gultom. 2020. Pengaruh pemberian pupuk fosfat dan pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max L. Merrill*). *Jurnal Darma Agung*. 28(2) : 253-268.
- Tarigan, A. D. dan Nelvia. 2020. Pengaruh Pemberian *Biochar* Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays sacharrata*) di Tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi*. 12(1): 23–37.
- Thom, W., dan M. Utomo. 1991. *Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah dan Tanaman*. Penerbit Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Tjitrosoepomo, G. 1989. *Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta*. University Gajah Mada Press. Bulaksumur. Yogyakarta
- Umaternate, G. R., J. Abidjulu, dan A. D. Wuntu. 2014. Uji metode Oslen dan Bray dalam menganalisis kandungan fosfat tersedia pada tanah sawah di Desa Konarom Barat Kecamatan Dumoga Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*. 3(1) : 6-10.
- Wahyunto dan A. Dariah,. 2014. Degradasi Lahan di Indonesia: Kondisi Existing, Karakteristik, dan Penyeragaman Definisi Mendukung Gerakan Menuju Satu Peta. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 8(2): 81-93.
- Warrier, R and K. K. Tripathi. 2011. *Biology Of Zea mays (Maize)*. Departmen Of Biotechnology Government Of India. India.