

**APLIKASI BAHAN PEMBENAH TANAH DAN PUPUK N, P, K  
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI AGRONOMI  
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH ULTISOL**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Fefran Kristian Sitorus**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**APLIKASI BAHAN PEMBENAH TANAH DAN PUPUK N, P, K  
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI AGRONOMI  
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH ULTISOL**

**Oleh**

**FEFRAN KRISTIAN SITORUS**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Program Studi Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### **APLIKASI BAHAN PEMBENAH TANAH DAN PUPUK N, P, K TERHADAP PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI AGRONOMI TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH ULTISOL**

Oleh

**FEFRAN KRISTIAN SITORUS**

Produksi jagung di Indonesia pada 2017 hingga 2023 mengalami fluktuasi. Tingkat produksi jagung pada tahun 2018 hingga 2023 mengalami penurunan dibandingkan dengan tahun 2017. Salah satu masalah utama yang menjadi penyebab penurunan produksi jagung adalah rendahnya kesuburan tanah Ultisol. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan pemanfaatan bahan pembenah tanah dan pemupukan N, P, K. Penelitian ini dilaksanakan pada Februari-Agustus 2023 di Laboratorium Lapang Terpadu (LTPD), Universitas Lampung pada titik koordinat 5°22'10" LS dan 105°14'38" BT. Penelitian ini didesain menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu penggunaan bahan pembenah tanah yang terdiri dari B0: tanpa pembenah tanah, B1: biochar sekam padi 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup>, B2: biochar tongkol jagung 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup>, dan B3: biochar batang singkong 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup>. Faktor kedua yaitu pemupukan N, P, K yang terdiri dari P0: 0 dosis, P1: 1/2 dosis, dan P2: 1 dosis pemupukan yang dikelompokkan menjadi 3 kelompok sehingga diperoleh 36 satuan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan bahan pembenah tanah dan pemupukan N, P, K berpengaruh nyata pada semua variabel pengamatan, namun tidak terdapat interaksi pada semua variabel pengamatan. Perlakuan B3 dan B2 menghasilkan nilai RAE yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk standar (B0P2) yaitu sebesar 112,5% dan 105,5% Perlakuan P2 juga menghasilkan nilai RAE yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk standar (B0P2) yaitu sebesar 143,9%.

Kata kunci: Biochar, Produksi, Pupuk, Ultisol.

## ABSTRACT

### APPLICATION OF SOIL REMEDIATOR AND N, P, K FERTILIZERS ON THE GROWTH AND AGRONOMIC EFFICIENCY OF CORN (*Zea mays* L.) IN ULTISOL SOIL

By

FEFRAN KRISTIAN SITORUS

Corn production in Indonesia from 2017 to 2023 fluctuated. The level of corn production in 2018 to 2023 has decreased compared to 2017. One of the main problems causing the decline in corn production is the low soil fertility of Ultisol soil. Efforts that can be made to overcome this problem are the use of soil remediator and fertilization of N, P, K. The research was conducted from February to August 2023 at Laboratotium Lapang Terpadu (LTPD), University of Lampung, using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with two factors. The first factor was the use of soil remediator consisting of; B0: without soil remediator, B1: rice husk biochar 5 tons ha<sup>-1</sup> + cow manure 5 tons ha<sup>-1</sup>, B2: corn cob biochar 5 tons ha<sup>-1</sup> + cow manure 5 tons ha<sup>-1</sup>, and B3: cassava stem biochar 5 tons ha<sup>-1</sup> + cow manure 5 tons ha<sup>-1</sup>. The second factor is N, P, K fertilization which consists of; P0: 0 dose, P1: 1 dose, and P2: 1 dose which was grouped into 3 groups so that 36 experimental units were obtained. The results showed that the treatment of soil remediator and fertilization of N, P, K had a significant effect on all observation variables, but there was no interaction between the treatment of soil remediator and fertilization of N, P, K. The B3 and B2 resulted in higher RAE values compared to standard fertilizer (B0P2) at 112,5% and 105,5% The P2 treatment also produced a higher RAE value compared to the standard fertilizer (B0P2) at 143,9%.

Keywords: Biochar, Fertilizer, Production, Ultisol.

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Aplikasi Bahan Pembenh Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Agronomi Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) di Tanah Ultisol**" merupakan hasil karya saya 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 Juni 2024  
Penulis,



Fefran Kristian Sitorus  
NPM 1714121024

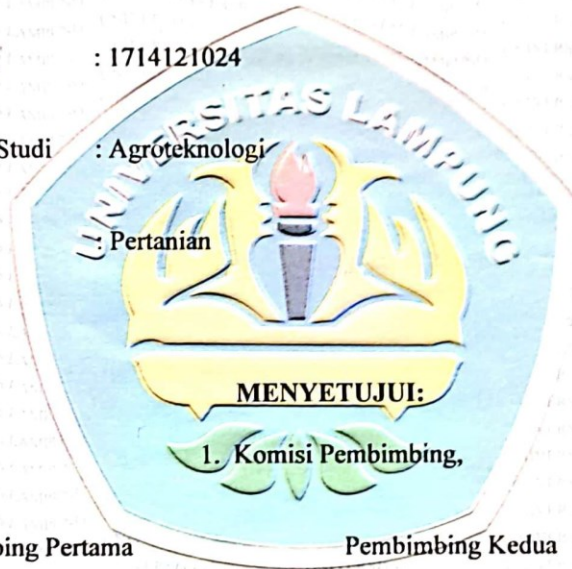
Judul Skripsi : **APLIKASI BAHAN PEMBENAH TANAH DAN PUPUK N, P, K TERHADAP PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI AGRONOMI TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) DI TANAH ULTISOL**

Nama : **Fefran Kristian Sitorus**

NPM : **1714121024**

Program Studi : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**



Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua

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

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

2. **Ketua Jurusan Agroteknologi,**

**Ir. Setyo Widagdo, M.Si.**  
NIP 196812121992031004

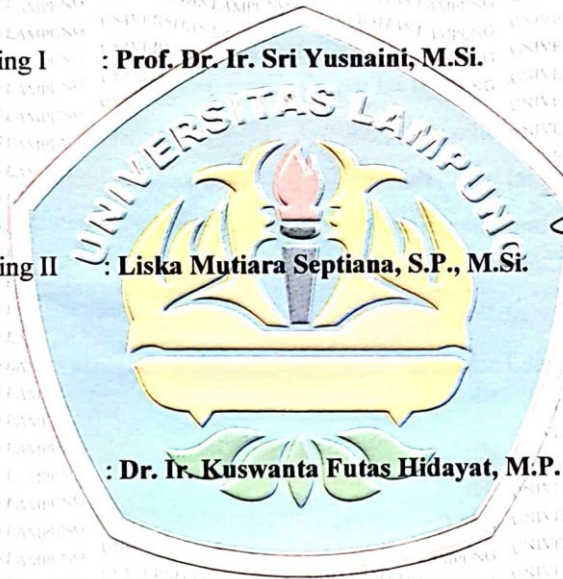
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**

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

**Penguji : Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



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

Karya ini aku persembahkan khususnya untuk:

Ayah dan Ibuku tersayang;

Kakak dan Adikku;

serta Almamater tercinta.



**"Orang yang sabar melebihi seorang pahlawan, orang yang menguasai dirinya, melebihi orang yang merebut kota"**

**(Amsal 16:32)**

**"Umur panjang ada di tangan kanannya, di tangan kirinya kekayaan dan kehormatan"**

**(Amsal 3:16)**

**"Try it first, then tell the story. Understand first, then answer. Think first, then say. Listen first, then judge. Work first, then hope"**

**(Socrates)**

**"Hope is a waking dream"**

**(Aristoteles)**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Simpang Agung, Kecamatan Seputih Agung, Kabupaten Lampung Tengah, pada 15 Februari 1998 dan merupakan anak keempat dari pasangan Pogar Sitorus dan Sartini serta memiliki 4 orang saudara kandung yaitu: Tenty Indriyani Kristian Sitorus, Limson Kristian Sitorus, Benardo Kristian Sitorus dan Yohanes Sitorus. Penulis mengenyam pendidikan di SDN 3 Simpang Agung, SMPN 1 Seputih Agung, dan SMKN Unggul dan Terpadu Anak Tuha. Penulis diterima di Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri tahun 2017, dan mendapatkan beasiswa pendidikan Bidikmisi.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah melaksanakan kegiatan magang di PT Gunung Madu Plantations, Kecamatan Terusan Nunyai, Kabupaten Lampung Tengah. Penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di CV Prima Flora Nursery, Kecamatan Langkapura, Kota Bandar Lampung. Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Simpang Agung, Kecamatan Seputih Agung, Kabupaten Lampung Tengah. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen Dasar-dasar Ilmu Tanah, Fisiologi Tumbuhan, dan Kewirausahaan.

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena kasih karunia-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Skripsi dengan judul “Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Agronomi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Ultisol” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung;
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku dosen Pembimbing Pertama sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis dalam melaksanakan rangkaian proses perkuliahan, penelitian, hingga penulisan skripsi;
4. Ibu Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si., selaku dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis dalam penulisan skripsi;
5. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku dosen Penguji yang telah memberikan bimbingan, kritik, dan saran yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
6. Bapak dan Ibu Staf administrasi Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis;

7. Maria Sari, S.P., selaku Admin Jurusan Agroteknologi yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis;
8. Kedua orang tuaku tersayang, Bapak Pogar Sitorus dan Ibu Sartini yang selalu memberikan doa, dukungan serta motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan studi penulis di Universitas Lampung;
9. Kakak-kakakku dan adikku tersayang, Tenty Indriyani Kristian Sitorus, Limson Kristian Sitorus, Benardo Kristian Sitorus, dan Yohanes Sitorus yang selalu memberikan dukungan dalam bentuk apapun serta doa yang tulus untuk penulis dalam menyelesaikan studi;
10. Teman-teman tim penelitian Biochar, Bayu, Rifqy, Hilda, Keisha, Nadela, Nabila, Sinta, dan Dhea atas bantuan dan kerjasama selama penelitian;
11. Teman-teman seperjuangan Agroteknologi 2017 yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas setiap momen kebersamaan dan kedewasaan yang tumbuh melalui pertemanan selama perkuliahan;
12. Sahabat-sahabatku terkasih, Fajar Agustus Simanjuntak, Allan Victoryzah Arief, Anggi Pranata, Hari Kurniawan, Qiyamudin Ahmas Sayaf, Aditya Dwi Pratama, M. Ihsan Tridamarefa Bayu Putra, M. Fajar Ismail Nasution, Nadiatus Soliha, Inda Permatasari, Astriana Febrianti Safitri, Vega Nurmalita Sari, dan Antika Sari atas setiap momen berharga serta dukungan dan motivasi untuk penulis;
13. Teman-teman Laskar Pondok Indah, Alberth, Natan, Brema, Samuel, William, dan Dimpu atas dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca, dan dapat dijadikan sebagai referensi penelitian selanjutnya.

Bandar Lampung, 12 Juni 2024

Penulis,

Fefran Kristian Sitorus

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	4
1.5 Hipotesis .....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Tanah Ultisol.....	8
2.2 Tanaman Jagung .....	9
2.2.1 Morfologi dan Klasifikasi Tanaman Jagung.....	9
2.2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung.....	10
2.3 Bahan Pembenh Tanah.....	10
2.4 Biochar Sebagai Bahan Pembenh Tanah .....	11
2.5 Pupuk Kandang Sebagai Bahan Pembenh Tanah .....	11
2.6 Pengaruh Pupuk N, P, K terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman.....	12
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Metode Penelitian .....	14

3.4 Pembuatan Biochar .....	16
3.5 Pelaksanaan Penelitian .....	17
3.5.1 Pengolahan Tanah .....	17
3.5.2 Aplikasi Bahan Pembena Tanah .....	18
3.5.3 Penanaman Jagung .....	19
3.5.4 Pemupukan Tanaman .....	19
3.5.5 Pemeliharaan Tanaman .....	20
3.5.6 Panen .....	21
3.5.7 Pengambilan Sampel Tanaman .....	21
3.5.8 Pengambilan Sampel Tanah .....	21
3.6 Variabel Pengamatan .....	22
3.6.1 Variabel Utama .....	22
3.6.2 Variabel Pendukung .....	25
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	27
4.1.1 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Tinggi Tanaman .....	28
4.1.2 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Jumlah Daun .....	29
4.1.3 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Diameter Batang .....	30
4.1.4 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Bobot Segar Berangkasan Tanaman .....	32
4.1.5 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Bobot Kering Berangkasan Tanaman ...	33
4.1.6 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Panjang Tongkol .....	35
4.1.7 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Bobot Basah Tongkol .....	36
4.1.8 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Bobot Kering Tongkol .....	37
4.1.9 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Bobot Basah Biji Pipilan .....	38
4.1.10 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Bobot Kering Biji Pipilan .....	39
4.1.11 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Bobot Kering 100 Butir Biji Pipilan .....	40
4.1.12 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Produksi Tanaman Jagung .....	41
4.1.13 <i>Relative Agronomic Effectiveness</i> (RAE) Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K .....	42
4.1.14 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembena Tanah dan Pupuk N, P, K terhadap Kesuburan Tanah .....	43

4.1.15 Uji Korelasi Pertumbuhan Tanaman dan Kesuburan Tanah terhadap Produksi Tanaman Jagung.....	46
4.2 Pembahasan.....	47
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>52</b>
5.1 Simpulan .....	52
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir kerangka pemikiran. ....	6
2. Tata letak penelitian. ....	16
3. Persiapan lahan: (a) pengolahan tanah, (b) lahan yang telah selesai diolah dan siap digunakan .....	17
4. Aplikasi bahan pembenah tanah: (a) aplikasi pupuk kandang sapi, (b) aplikasi biochar. ....	18
5. Penanaman benih jagung. ....	19
6. Pemupukan N, P, K pada 1 mst: (a) proses penugalan untuk aplikasi pupuk, (b) aplikasi pupuk N, P, K sesuai dengan dosis perlakuan.....	20
7. Pengendalian gulma dan OPT: (a) pembersihan gulma pada lahan penelitian, (b) penyemprotan pestisida untuk mengendalikan hama ulat.....	20
8. Pemanenan dan pengambilan sampel tanaman.....	21



**DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Produksi Tanaman Jagung di Indonesia pada 2017-2023 .....	1
2. Karakteristik Biochar yang digunakan pada Penelitian ini.....	17
3. Karakteristik Pupuk Kandang Sapi.....	18
4. Dosis Perlakuan Pupuk N, P, K.....	20

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu komoditas tanaman pangan utama setelah padi adalah jagung (*Zea mays* L.). Seiring dengan peningkatan penduduk dan perkembangan industri di Indonesia, angka permintaan jagung semakin meningkat (Indrasari dan Syukur, 2006). Sementara itu, produksi jagung di Indonesia pada tahun 2017-2023 mengalami fluktuasi. Tingkat produksi jagung pada tahun 2018 hingga 2023 mengalami penurunan dibandingkan dengan tahun 2017. Oleh karena itu, perlu adanya upaya yang harus dilakukan untuk meningkatkan produksi jagung.

Tabel 1. Produksi Tanaman Jagung di Indonesia pada 2017-2023

No.	Tahun	Produktivitas (to ha <sup>-1</sup> )	Produksi (juta ton)	Luas Panen (juta ha)
1.	2017	5,23	28,92	5,53
2.	2018	5,33	21,66	4,07
3.	2019	5,52	22,59	4,09
4.	2020	5,53	22,92	4,11
5.	2021*	5,76	13,41	2,33
6.	2022*	5,98	16,53	2,76
7.	2023*	5,81	14,46	2,49

Sumber: Badan Pusat Statistik (2023)

\* Badan Pusat Statistik (angka sementara)

Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah dalam meningkatkan produksi jagung adalah dengan meningkatkan luas tanam tanaman jagung. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa mayoritas tanah di Indonesia didominasi oleh tanah Ultisol yang kurang subur. Menurut Subagyo, *et al.*, (200) tanah Ultisol merupakan salah satu jenis tanah yang miskin unsur hara dengan sebaran luas mencapai 45.794.000 ha

atau sekitar 25% dari total luas daratan di Indonesia. Sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti di Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha).

Tanah Ultisol mempunyai kendala pada pH tanah yang masam, kandungan C-organik, kandungan unsur P yang rendah, dan peka terhadap erosi (Akasah *et al.*, 2018). Lestari dan Harsono (2017) menambahkan bahwa tanah Ultisol memiliki kandungan Al-dd 1,31 me 100 g<sup>-1</sup>, Fe 109 ppm (sangat tinggi), dan kejenuhan Al 31,95% (tinggi) menyebabkan pH berkisar 4,30 (rendah) pada tanah tersebut. Tingginya kadar Al-dd pada tanah Ultisol berkontribusi terhadap peningkatan fiksasi P (Hartatik *et al.*, 2015).

Petani umumnya mengatasi permasalahan rendahnya kesuburan tanah dengan menggunakan pupuk anorganik. Penggunaan pupuk anorganik dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman karena unsur hara yang diberikan melalui pupuk anorganik berbentuk ion-ion sehingga mudah diserap tanaman. Pupuk anorganik yang sering digunakan oleh petani adalah pupuk Nitrogen (N), Fosfor (F), dan Kalium (K). Meskipun lebih cepat diserap tanaman, penggunaan pupuk anorganik yang melebihi takaran memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti penurunan bahan organik tanah, populasi mikroba tanah, dan meningkatkan kemasaman tanah (Herdiyanto dan Setiawan, 2015).

Alternatif lain yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah rendahnya kesuburan tanah Ultisol adalah dengan menggunakan bahan pembenah tanah seperti biochar dan pupuk kandang. Aplikasi biochar pada tanah dapat meningkatkan kadar C-organik tanah, serta retensi air dan unsur hara di dalam tanah. Menurut Gani (2010) aplikasi biochar juga mempunyai kelebihan lain yaitu karbon pada biochar bersifat stabil dan dapat disimpan selama ribuan tahun di dalam tanah. Dang *et al.*, (2015), melaporkan bahwa aplikasi biochar efektif memperbaiki sifat fisika-kimia tanah melalui kemampuannya menyerap anion dan

kation yang bersumber dari senyawa organik maupun anorganik yang menyebabkan pencemaran di dalam tanah.

Pengelolaan hara secara tepat dengan menggunakan pupuk anorganik yang juga diikuti pupuk organik secara proporsional sebagai sumber hara tanaman terbukti dapat meningkatkan efisiensi pupuk anorganik (Bouajila dan Sanaa, 2011). Oleh karena itu penggunaan pupuk anorganik dan biochar serta pupuk kandang secara efisien diharapkan dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan kesuburan tanah yang pada akhirnya akan berdampak positif terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Apakah penggunaan bahan pembenah tanah yang meliputi kombinasi biochar sekam padi, biochar tongkol jagung, biochar batang singkong, dan pupuk kandang sapi berpengaruh terhadap pertumbuhan dan efisiensi agronomi tanaman jagung?
- (2) Apakah pemupukan N, P, K dengan beberapa taraf dosis pemupukan, yaitu: 0 dosis pemupukan, 1/2 dosis pemupukan, dan 1 dosis pemupukan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan efisiensi agronomi tanaman jagung?
- (3) Apakah penggunaan bahan pembenah tanah dan pemupukan N, P, K saling berinteraksi dalam meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi agronomi tanaman jagung?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Mengetahui pengaruh penggunaan bahan pembenah tanah yang meliputi kombinasi biochar sekam padi, biochar tongkol jagung, biochar batang singkong, dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan efisiensi agronomi tanaman jagung;

- (2) Mengetahui pengaruh pemupukan N, P, K dengan beberapa taraf dosis pemupukan, yaitu: 0 dosis pemupukan, 1/2 dosis pemupukan, dan 1 dosis pemupukan terhadap pertumbuhan dan efisiensi agronomi tanaman jagung;
- (3) Mengetahui pengaruh interaksi antara penggunaan bahan pembenah tanah dan pemupukan N, P, K dalam meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi agronomi tanaman jagung.

#### **1.4 Kerangka Pemikiran**

Kebutuhan jagung dalam negeri semakin meningkat untuk keperluan industri, maka perlu diimbangi dengan peningkatan produksi tanaman jagung. Peningkatan produksi tanaman jagung dapat dilakukan dengan memperluas lahan budidaya tanaman jagung dan memaksimalkan tingkat produktivitas tanaman per hektar. Namun, untuk meningkatkan produksi tanaman jagung perlu adanya pemecahan masalah dalam budidaya tanaman jagung. Salah satu masalah dalam budidaya tanaman jagung yang perlu diatasi selain hama dan penyakit tanaman jagung adalah tingkat kesuburan tanah yang rendah.

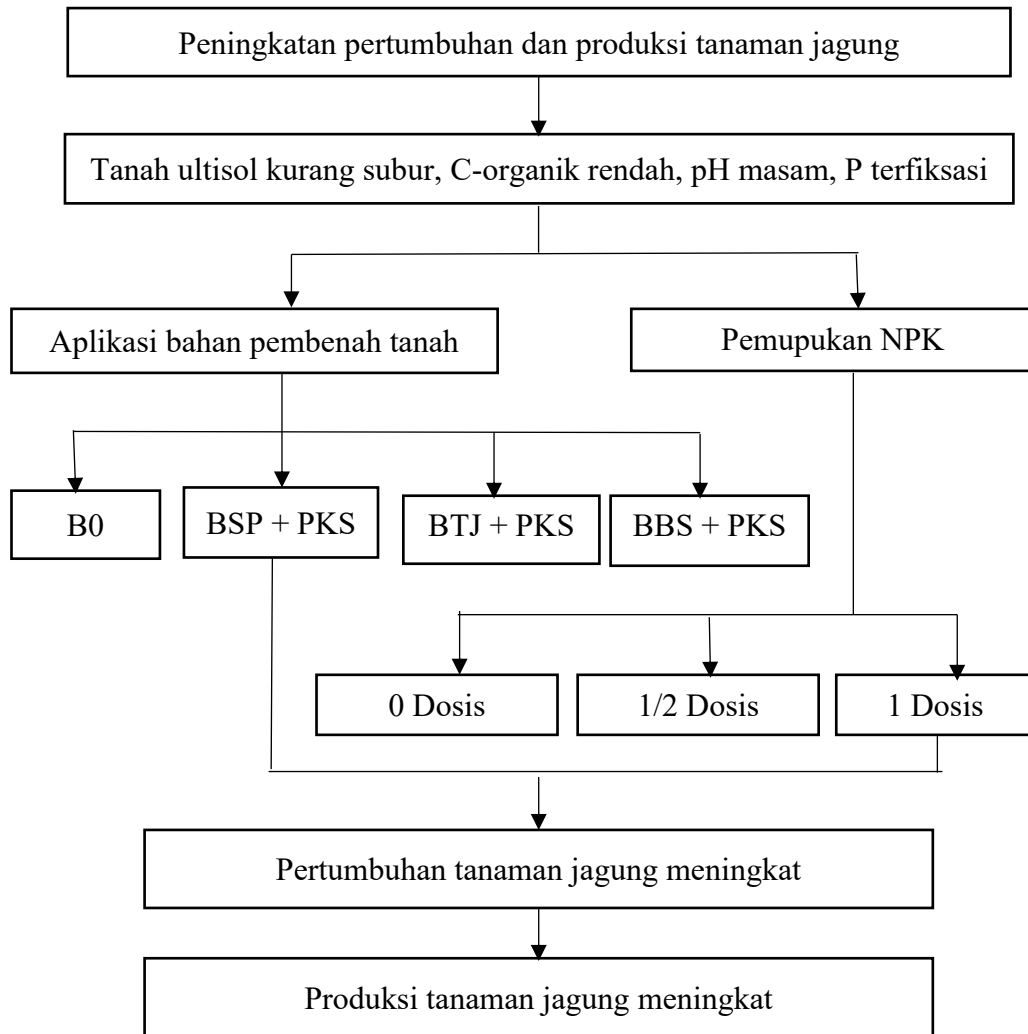
Mayoritas lahan pertanian di Indonesia didominasi oleh tanah Ultisol yang memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah, baik dalam segi fisika, kimia, dan biologi tanah. Untuk itu perlu dilakukan upaya dalam mengatasi permasalahan kesuburan tanah Ultisol, salah satunya dengan cara pemanfaatan bahan pembenah tanah dan pemupukan. Bahan pembenah tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah biochar sekam padi, biochar batang singkong, biochar tongkol jagung, dan pupuk kandang sapi, sedangkan pemupukan dilakukan dengan menggunakan pupuk N (urea), P (SP-36), dan K (KCl).

Bahan pembenah tanah seperti biochar memiliki kandungan unsur karbon yang cukup tinggi sehingga dapat menjadi cadangan karbon di dalam tanah (Gani, 2009). Maguire dan Aglevor (2010) juga menambahkan bahwa biochar memiliki karakteristik yang berbeda dengan bahan organik lainnya, karena biochar tersusun dari cincin karbon aromatis sehingga lebih stabil dan tidak mudah terdegradasi di

dalam tanah. Hasil penelitian Chan *et al.*, (2007) menunjukkan bahwa penggunaan biochar pada lapisan tanah dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah seperti, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kadar C organik tanah, pH tanah, KTK, dan kapasitas penyimpanan air tanah. Lehmann *et al.*, (2003) menambahkan bahwa aplikasi biochar juga dapat mempertahankan kelembaban tanah sehingga dapat membantu pertumbuhan tanaman pada periode-periode kekeringan dan menahan unsur hara yang terdapat di dalam tanah, sehingga tidak mudah hilang dalam proses pencucian tanah yang kemudian dapat diserap oleh tanaman dan meningkatkan produksi tanaman.

Biochar sekam padi memiliki kandungan unsur karbon sebesar 30%, N (0,64%), P (0,6%), K (2,60%) (Mateus, *et al.*, 2017), C-organik 15,42% dan C/N 36,22% (Herman dan Salamah, 2020). Biochar tongkol jagung memiliki unsur karbon (71,62%), C-organik (70,25%), C/N (61,2%), N-total (1,2%) (Sukmawati, 2020), P (0,18%), dan K (0,78%) (Suhartarto *et al.*, 2019). Sedangkan Biochar batang singkong memiliki kandungan unsur karbon sebesar (40%), P (0,21%), K (0,94%) (Islami, 2012), N-total sebesar 0,84%, C-organik 31,28% (Niswati, *et al.*, 2020).

Bahan pembenah tanah selain biochar yang telah umum digunakan dalam pertanian adalah pupuk kandang. Pupuk kandang yang digunakan pada penelitian ini adalah pupuk kandang sapi. Pupuk kandang sapi merupakan salah satu pupuk organik sekaligus bahan pembenah tanah organik yang mampu meningkatkan kesuburan tanah. Pupuk kandang sapi memiliki unsur hara makro dan mikro yang diperlukan bagi tanaman, selain itu penggunaan pupuk kandang sapi juga dapat memperbaiki daya serap air dan ketersediaan unsur hara tanah (Hartatik dan Widowati, 2010). Amir *et al.*, (2017) menambahkan bahwa pupuk kandang sapi memiliki kandungan unsur hara N (2,98%), P (0,92%), K (1,84%), dan C-organik (52,23%). Menurut Leiwakabessy (2004) penggunaan pupuk kandang sapi dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman, karena pupuk kandang sapi dapat terurai dengan cepat, sehingga unsur hara yang terkandung dalam pupuk kandang sapi mudah diserap oleh tanaman. kerangka pemikiran dari penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pemikiran.

Upaya perbaikan kesuburan tanah dalam segi kimia tanah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman jagung adalah dengan penggunaan pupuk kimia (anorganik). Pupuk anorganik sangat umum digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah karena mudah terurai dan dapat diserap langsung oleh tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan subur dan kebutuhan dalam penggunaannya lebih sedikit dibandingkan pupuk organik pada luasan lahan yang sama (Purnomo *et al.*, 2013). Pupuk anorganik yang digunakan pada penelitian ini adalah N (urea), P (SP-36), dan K (KCl) yang dibagi menjadi 3 dosis perlakuan yaitu 0 dosis pemupukan (tanpa pupuk N, P, dan K), 1/2 dosis pemupukan, dan 1 dosis pemupukan. Dosis pupuk yang diterapkan dalam penelitian ini adalah N (Urea 200 kg ha<sup>-1</sup>), P (SP-36 100 kg ha<sup>-1</sup>), dan K (KCl 120 kg ha<sup>-1</sup>) (Murni, 2008).

Hasil penelitian Tabri (2010) menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK dengan dosis N (Urea 350 kg ha<sup>-1</sup>), P (TSP 350 kg ha<sup>-1</sup>), dan K (KCl 100 kg ha<sup>-1</sup>) berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (cm), panjang tongkol (cm), diameter tongkol (cm), bobot 100 biji (gram ha<sup>-1</sup>), dan hasil biji (ton ha<sup>-1</sup>). Hamid (2019) juga menyatakan bahwa pemberian pupuk NPK mutiara dengan dosis 200 kg ha<sup>-1</sup> berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, panjang tongkol tanpa klobot, diameter tongkol tanpa klobot, berat 100 biji, dan produksi (ton/ha).

### 1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Terdapat perlakuan terbaik dari aplikasi bahan pembenah tanah yang meliputi kombinasi biochar sekam padi, biochar tongkol jagung, biochar batang singkong, dan pupuk kandang sapi dalam meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi agronomi tanaman jagung;
- (2) Terdapat perlakuan terbaik dari pemupukan N, P, K dengan beberapa taraf dosis pemupukan, yaitu: 0 dosis pemupukan, 1/2 dosis pemupukan dan 1 dosis pemupukan dalam meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi agronomi tanaman jagung;
- (3) Terdapat interaksi antara bahan pembenah tanah dan pemupukan N, P, K dalam meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi agronomi tanaman jagung.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Ultisol

Tanah Ultisol merupakan salah satu jenis tanah yang mempunyai tingkat kesuburan tanah yang rendah. Rendahnya tingkat kesuburan tanah Ultisol disebabkan akibat proses pembentukan tanah. Tanah Ultisol terbentuk dari proses pelapukan lanjut dan pencucian yang intensif (Ermadani *et al.*, 2011).

Berdasarkan sifat kimia tanah, Ultisol dicirikan dengan reaksi tanah (pH) yang masam disertai kandungan Al, Fe, dan Mn tinggi, adsorpsi P tinggi, kapasitas tukar kation (KTK), kandungan C-organik yang rendah, dan ketersediaan unsur makro seperti N, P yang relatif rendah (Kaya, 2009; Yuwono, 2009).

Tingkat kemasaman tanah Ultisol tergolong tinggi yaitu <5,5. Kemasaman tanah yang tinggi ini diakibatkan oleh dekomposisi bahan organik dan hidrolisis Al, Fe oksida serta Al-*dd* yang kemudian melepaskan ion H<sup>+</sup> ke larutan tanah (Kasno, 2019). Semakin banyak ion H<sup>+</sup> yang dilepaskan ke larutan tanah, maka akan semakin tinggi pula tingkat kemasaman tanah (Wijanarko dan Taufiq, 2004). Firnia (2018) juga menambahkan bahwa tingkat kejenuhan Al yang tinggi pada tanah Ultisol dapat menyebabkan keracunan pada tanaman. Selain itu, kandungan Al yang tinggi juga akan mengakibatkan fiksasi P, sehingga unsur P menjadi tidak tersedia bagi tanaman.

Tanah Ultisol miskin akan unsur hara makro terutama K, Ca, dan Mg akibat proses pencucian yang intensif (Ermadani dan Muzar, 2011). Prasetyo dan Suriadikarta (2006) juga menyatakan bahwa kandungan bahan organik pada tanah Ultisol sangat rendah. Hal ini disebabkan oleh proses dekomposisi bahan organik yang relatif cepat dan sebagian terbawa oleh erosi. Selain kendala dalam sifat

kimia, tanah Ultisol juga memiliki kendala dalam sifat fisik tanah yang kurang mendukung dalam pengembangan pertanian yaitu tingkat kandungan liat pada tanah Ultisol yang tinggi (>70%) (Yulnafatmawita *et al.* 2014). Tingginya kandungan liat pada tanah Ultisol mengakibatkan pori mikro lebih banyak dibandingkan dengan pori makro tanah. Sehingga aerasi tanah dan daya resap air menjadi terbatas yang mengakibatkan akar akan sulit untuk berkembang untuk memperoleh oksigen dan unsur hara (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

## **2.2 Tanaman Jagung**

### **2.2.1 Morfologi dan Klasifikasi Tanaman Jagung**

Tanaman jagung merupakan tanaman sereal yang mempunyai nilai ekonomi dan dapat dikembangkan karena tingkat permintaan jagung semakin meningkat.

Tanaman jagung merupakan salah satu sumber karbohidrat utama selain beras. Selain itu tanaman jagung juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan bahan baku industri (Purwanto, 2007). Tanaman jagung (*Zea mays* L.) tergolong kedalam tanaman semusim (*annual*). Tanaman jagung memiliki jenis akar serabut dengan tipe-tipe akar yaitu akar seminal yang tumbuh dari embrio dan radikula, akar adventif yang tumbuh dari buku terbawah pada batang, dan akar udara (*brace root*).

Tanaman jagung memiliki bentuk batang silindris yang terdiri dari sejumlah ruas dan buku, dengan panjang berbeda-beda tergantung varietas yang ditanam dan lingkungan tempat tumbuh tanaman jagung (Suarni dan Yasin, 2011). Tanaman jagung memiliki daun tipe sempurna dengan bentuk memanjang, antara pelepah dan helai daun terdapat ligula. Tulang daun sejajar dengan ibu tulang daun, permukaan daun ada yang licin dan ada pula yang berambut. Setiap stoma dikelilingi oleh sel epidermis berbentuk kipas, struktur ini berperan penting dalam respon tanaman menanggapi defisit air pada sel-sel daun (Wirawan dan Wahab, 2007). Menurut Tjitrosoepomo (1989), dalam sistem taksonomi tumbuhan, tanaman jagung diklasifikasikan ke dalam Kingdom: Plantae, Divisi:

Spermatophyta, Kelas: Monocotyledonae, Ordo: Poales, Famili: Poaceae, Genus: *Zea*, Spesies: *Zea mays* L.

### 2.2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung

Tanaman jagung dapat tumbuh di daerah tropis dan subtropis baik di lahan kering, sawah, ataupun lahan pasang surut. Beberapa syarat tumbuh tanaman jagung menurut Purwono dan Hartono (2011) meliputi tingkat kemasaman tanah (pH tanah) yang ideal untuk budidaya tanaman jagung berkisar 5,6-7,5. Selain itu, suhu udara yang ideal untuk pertumbuhan tanaman jagung berkisar 27°C-32°C. Pada suhu lebih dari 32°C pertumbuhan tanaman jagung akan terhambat. Pada lahan kering tingkat curah hujan yang sesuai untuk budidaya tanaman jagung adalah 85-200 mm/bulan.

### 2.3 Bahan Pembenh Tanah

Bahan pembenh tanah atau juga dikenal sebagai amelioran merupakan bahan-bahan sintetis atau alami, organik atau mineral, berbentuk padat maupun cair yang mampu memperbaiki struktur tanah, dapat merubah kapasitas tanah menahan dan melalukan air, serta dapat memperbaiki kemampuan tanah dalam memegang hara, sehingga air dan hara tidak mudah hilang, namun tanaman masih mampu memanfaatkan air dan hara tersebut (Dariah *et al.*, 2015). Menurut Arsyad (2000) pada awalnya konsep utama dari penggunaan pembenh tanah adalah: (1) pemantapan agregat tanah untuk mencegah erosi dan pencemaran, (2) merubah sifat hidrophobik dan hidrofilik, sehingga dapat merubah kapasitas tanah menahan air, dan (3) meningkatkan kemampuan tanah dalam memegang hara dengan cara meningkatkan kapasitas tukar kation. Selanjutnya pembenh tanah juga digunakan untuk memperbaiki sifat kimia tanah lainnya, misalnya untuk perbaikan reaksi tanah dan menetralsir unsur atau senyawa beracun. Dalam hubungannya dengan perbaikan sifat kimia tanah, bahan pembenh tanah sering dikenal sebagai *soil ameliorant* (Dariah *et al.*, 2015).

## 2.4 Biochar Sebagai Bahan Pembenah Tanah

Biochar merupakan arang berpori yang terbuat dari hasil pirolisis bahan organik yang dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah. Pirolisis merupakan proses pembakaran biomassa pada temperatur tinggi (<500°C) dengan oksigen yang terbatas. Biochar memiliki karakteristik berupa area permukaan yang luas, volume besar, pori-pori mikro, kerapatan isi, pori-pori makro, serta mengikat kapasitas air yang tinggi. Karakteristik tersebut menyebabkan biochar mampu memasok karbon. Biochar juga dapat mengurangi CO<sub>2</sub> dari atmosfer dengan cara mengikatnya ke dalam tanah (Liang *et al.*, 2008).

Biochar dapat bertahan lama dalam tanah dan diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah yang telah terdegradasi (Steinbeiss *et al.*, 2009). Karbon dalam biochar relatif lebih stabil secara kimia maupun secara biologis bila dibandingkan dengan cara pendekomposisian secara alami. Glaser *et al.* (2001) menyebutkan bahwa karbon dari biochar dapat tersimpan lama dalam tanah selama ratusan bahkan ribuan tahun seperti pada penemuan tanah Terra Preta di Basin Amazon.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa biochar mampu memperbaiki kualitas tanah. Glaser *et al.* (2002) melaporkan bahwa penambahan biochar pada lahan pertanian berpengaruh dalam meningkatkan ketersediaan hara, retensi hara, dan retensi air. Hasil penelitian Nurida *et al.* (2012) menunjukkan bahwa penggunaan biochar sekam padi dengan dosis 2,5 -7,5 ton ha<sup>-1</sup> mampu memperbaiki kualitas tanah. Tingkat kemasaman tanah, KTK, dan pori air tersedia meningkat setelah aplikasi biochar selama satu musim tanam. Selain itu, pemberian biochar juga mampu meningkatkan produksi tanaman jagung.

## 2.5 Pupuk Kandang Sebagai Bahan Pembenah Tanah

Pupuk kandang merupakan pupuk organik yang juga berfungsi sebagai bahan pembenah tanah alami. Menurut Lingga dan Marsono (2000) pupuk kandang memiliki beberapa kelebihan yaitu: mampu meningkatkan pH tanah, memperbaiki

struktur tanah menjadi lebih gembur, meningkatkan porositas tanah, dan secara langsung meningkatkan ketersediaan air, membantu penyerapan hara dari pupuk kimia yang ditambahkan, membantu mempertahankan suhu tanah sehingga fluktuasinya tidak tinggi. Namun pupuk kandang juga memiliki kekurangan yaitu: harus diberikan dalam jumlah yang besar, kadar hara yang tersedia bagi tanaman relatif sedikit meskipun diaplikasikan dalam jumlah besar, serta biasanya membawa bibit gulma yang berasal dari biji-bijian makanan ternak.

Hasil penelitian Khan *et al.* (2021) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi dengan dosis 25 ton ha<sup>-1</sup> berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot kering total tanaman, dan bobot tongkol tanaman jagung. Syafrullah *et al.* (2020) juga menyatakan bahwa aplikasi pupuk kompos kotoran sapi dengan dosis 3 ton ha<sup>-1</sup> berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman jagung. Peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung dikarenakan pemberian pupuk kandang sapi yang telah matang mengandung unsur hara esensial tanaman seperti unsur makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S), serta unsur hara mikro (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B, Na, dan Cl) dalam jumlah kecil yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman jagung (Syukur, 2005).

## **2.6 Pengaruh Pupuk N, P, K terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman**

Tanaman memerlukan unsur hara untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Apabila unsur hara yang diperlukan tanaman tidak terpenuhi maka pertumbuhan tanaman akan terhambat. N, P, dan K merupakan unsur hara makro yang diperlukan oleh tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Mamonto (2005) menyatakan bahwa pupuk N, P, K sangat dibutuhkan untuk merangsang pembesaran diameter batang serta pembentukan akar yang akan menunjang berdirinya tanaman. Hasil penelitian A. Leo *et al.* (2014) juga menunjukkan bahwa pemberian pupuk N, P, K dan dolomit dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis. Purwanto (2022) juga menyatakan bahwa aplikasi kombinasi pupuk kandang dan pupuk anorganik (NPK dan Urea) memberikan pengaruh nyata terhadap produksi tanaman jagung.

Unsur N berperan untuk memacu pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, khususnya daun, batang, dan cabang tanaman. Hal ini dikarenakan ketersediaan N akan menyebabkan peningkatan laju fotosintesis tanaman (Dobermann dan Fairhurst, 2000). Sirajuddin dan Lasmini (2010) menambahkan bahwa dengan tersedianya unsur N bagi tanaman, dapat merangsang terbentuknya tongkol jagung manis pada fase generatif. Menurut Marsono dan Sigit (2004), P berperan untuk mempercepat proses pembungaan dan pembuahan serta mempercepat pemasakan biji dan buah. Sutejo (2002) menambahkan bahwa P yang diserap oleh tanaman dapat mempercepat pertumbuhan akar semai, dapat mempercepat pertumbuhan dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa.

Pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh ketersediaan unsur K bagi tanaman. Kekurangan unsur hara K dapat menyebabkan terhambatnya membuka dan menutupnya stomata sehingga proses fotosintesis terganggu. Maruapey dan Faesal (2010) menyatakan bahwa tanaman yang kekurangan unsur K akan menyebabkan terganggunya proses fisiologis tanaman. Hal tersebut disebabkan peran unsur K sebagai aktivator enzim yang sangat penting dalam reaksi-reaksi fisiologis, sehingga menyebabkan laju penimbunan fotosintat yang berjalan tidak optimal.

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

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

Penelitian ini dilakukan pada Februari-Agustus 2023. Aplikasi bahan pembenah tanah pada tanaman jagung dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu (LTPD) Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada titik koordinat 5°22'10" LS dan 105°14'38" BT. Analisis sifat kimia, serapan unsur hara, dan sifat fisik tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis karakteristik fisik biochar dilakukan di Unit Pelaksana Teknis Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung (UPT LTSIT Unila).

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

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: pirolisator, neraca analitik, cangkul, meteran, oven, kertas label, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: biochar sekam padi, biochar tongkol jagung, biochar batang singkong, dan pupuk kandang sapi yang diperoleh dari Gapoktan Fajar Baru, serta benih jagung, pupuk fosfor (SP-36), Pupuk Urea, Pupuk KCL dibeli di toko pertanian. Bahan lainnya meliputi sejumlah bahan kimia yang digunakan untuk analisis sifat kimia biochar di Laboratorium.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama berupa

aplikasi bahan pembenah tanah yaitu berbagai kombinasi biochar dan pupuk kandang (B), yang terdiri dari:

B0 : tanpa pembenah tanah;

B1 : biochar sekam padi 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup>;

B2 : biochar tongkol jagung 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup>;

B3 : biochar batang singkong 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup>;

Faktor kedua yaitu dosis pemupukan (N, P, K), yang terdiri dari:

P0 : 0 dosis pemupukan (Urea 0 kg ha<sup>-1</sup>, SP-36 0 kg ha<sup>-1</sup>, KCl 0 kg ha<sup>-1</sup>);

P1 : 1/2 dosis pemupukan (Urea 100 kg ha<sup>-1</sup>, SP-36 50 kg ha<sup>-1</sup>, KCl 60kg ha<sup>-1</sup>);

P2 : 1 dosis pemupukan (Urea 200 kg ha<sup>-1</sup>, SP-36 100 kg ha<sup>-1</sup>, KCl 120 kg ha<sup>-1</sup>).

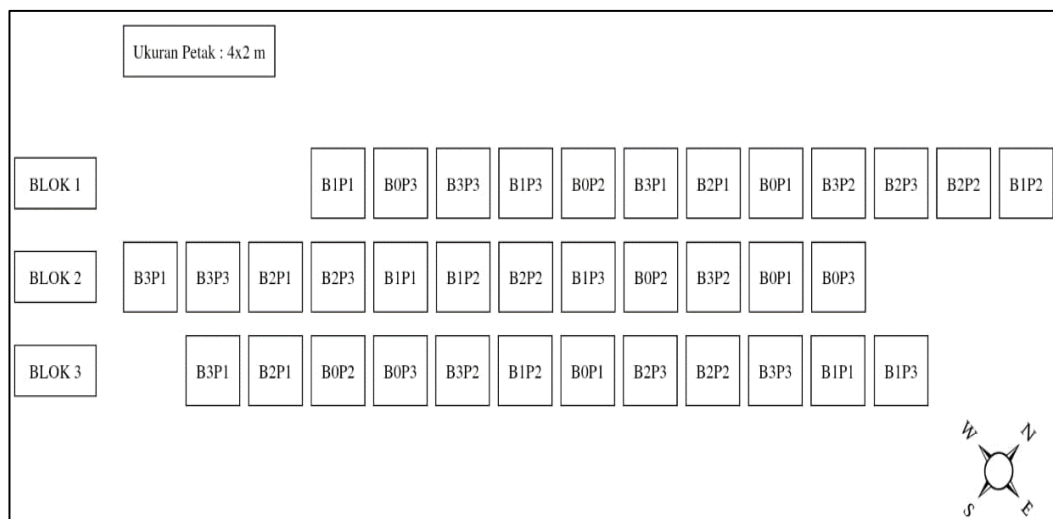
Berdasarkan kedua faktor perlakuan di atas, maka diperoleh 12 kombinasi perlakuan yaitu sebagai berikut:

- (1) B0P0 : tanpa bahan pembenah tanah dan 0 dosis pemupukan;
- (2) B0P1 : tanpa bahan pembenah tanah dan 1/2 dosis pemupukan;
- (3) B0P2 : tanpa bahan pembenah tanah dan 1 dosis pemupukan;
- (4) B1P0 : kombinasi biochar sekam padi 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 0 dosis pemupukan;
- (5) B1P1 : kombinasi biochar sekam padi 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 1/2 dosis pemupukan;
- (6) B1P2 : kombinasi biochar sekam padi 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 1 dosis pemupukan;
- (7) B2P0 : kombinasi biochar tongkol jagung 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 0 dosis pemupukan;
- (8) B2P1 : kombinasi biochar tongkol jagung 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 1/2 dosis pemupukan;
- (9) B2P2 : kombinasi biochar tongkol jagung 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 1 dosis pemupukan;
- (10) B3P0 : kombinasi biochar batang singkong 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 0 dosis pemupukan;



- (11) B3P1 : kombinasi biochar batang singkong 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 1/2 dosis pemupukan;
- (12) B3P2 : kombinasi biochar batang singkong 5 ton ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 1 dosis pemupukan.

Setiap perlakuan di atas akan dikelompokkan menjadi 3 kelompok sehingga diperoleh total satuan percobaan  $4 \times 3 \times 3 = 36$  satuan percobaan (Gambar 2).



Gambar 2. Tata letak penelitian.

Data pertumbuhan dan produksi yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan software *Statistical Analysis System* (SAS) dengan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

### 3.4 Pembuatan Biochar

Pembuatan biochar dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pembuatan berbagai macam biochar menggunakan limbah pertanian seperti sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong yang sudah tidak digunakan oleh petani. Pembuatan biochar sekam padi dilakukan menggunakan cara tradisional dimana menggunakan alat yang sederhana seperti kawat kasa yang dibuat dengan ukuran diameter 1 m x 1 m.

Setelah pembuatan biochar selesai, biochar harus diayak terlebih dahulu sebelum diaplikasikan kedalam tanah agar biochar dapat berikatan dengan tanah.

Karakteristik biochar yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Biochar yang digunakan pada Penelitian ini

Jenis Biochar	Parameter Pengukuran				
	pH	N (%)	C (%)	H (%)	C/N ratio
Biochar sekam padi	6,97	0,62	41,06	1,77	65,71
Biochar tongkol jagung	10,30	0,38	59,24	2,08	153,98
Biochar batang singkong	9,11	1,26	69,59	2,34	55,24

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Pengolahan Tanah

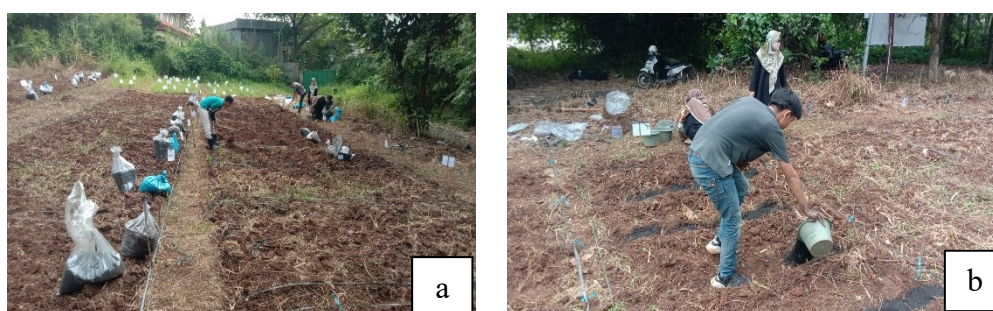
Sebelum dilakukan proses pengolahan tanah lahan dibersihkan dari gulma yang ada untuk memudahkan proses pengolahan tanah. Pengolahan tanah dilakukan secara sempurna dengan tujuan untuk menggemburkan tanah sehingga mempermudah akar tanaman untuk menyerap unsur hara dan air. Setelah dilakukan pengolahan tanah, lalu dibuat petakan dengan ukuran 4 x 2 m dengan jarak antar petak perlakuan 0,7 m dan jarak antar petak ulangan 1 m.



Gambar 3. Persiapan lahan: (a) pengolahan tanah, (b) lahan yang telah selesai diolah dan siap digunakan.

### 3.5.2 Aplikasi Bahan Pembenh Tanah

Aplikasi bahan pembenh tanah yang berupa kombinasi biochar dan pupuk kandang sapi dilakukan setelah pembuatan petak tanam selesai. Aplikasi biochar dilakukan dengan cara dilarik pada baris tanaman di petak tanam. Kemudian biochar yang telah diaplikasikan ditimbun kembali dengan tanah. Aplikasi bahan pembenh dilakukan dengan dosis pupuk kandang sapi 5 ton ha<sup>-1</sup>, sedangkan dosis biochar antara lain: B0 sebesar (0 ton ha<sup>-1</sup>) dan B1, B2, B3 masing-masing sebesar 5 ton ha<sup>-1</sup> (6 kg BKO plot<sup>-1</sup>). Selanjutnya, lahan dibiarkan selama 7 hari sebelum ditanami jagung, hal ini bertujuan agar bahan pembenh tanah yang diaplikasikan sudah berikatan dengan tanah sehingga tidak mudah terbawa oleh erosi



Gambar 4. Aplikasi bahan pembenh tanah: (a) aplikasi pupuk kandang sapi, (b) aplikasi biochar.

Tabel 3. Karakteristik Pupuk Kandang Sapi

Parameter Pengukuran	Nilai
pH (H <sub>2</sub> O)	8,00
C-Organik (%)	17,43
N-Total (%)	3,13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total (%)	1,22
K <sub>2</sub> O Total (%)	0,94
Ca Total (%)	1,11
Mg Total (%)	0,56
S Total (ppm)	93,10

Sumber: Rajiman dkk., (2022).

### 3.5.3 Penanaman Jagung

Benih jagung yang digunakan pada penelitian ini adalah benih jagung hibrida varietas Bisi 18. Penanaman jagung dilakukan dengan cara ditugal dengan jumlah 2 benih per lubang. Jarak tanam yang digunakan pada penelitian ini adalah 20 cm x 75 cm, sehingga pada setiap petak perlakuan terdapat  $\pm$  54 tanaman jagung. Apabila terdapat benih yang tidak tumbuh atau terkena penyakit maka dilakukan penyulaman pada 1 minggu setelah tanam (mst). Selain itu juga dilakukan penjarangan pada 1 mst dengan menyisakan satu tanaman per lubang tanam.



Gambar 5. Penanaman benih jagung.

### 3.5.4 Pemupukan Tanaman

Aplikasi pupuk N, P, K (Urea, SP-36, dan KCl) diberikan sesuai dosis perlakuan yang dapat dilihat pada Tabel 4. Pupuk SP-36 dan KCL diberikan sebanyak satu kali selama masa tanam yaitu pada saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam (hst). Sedangkan pupuk urea dilakukan dalam dua tahap pemupukan. Pemupukan pertama diberikan pada 7 hst dan pemupukan kedua diberikan pada saat fase vegetatif maksimum (Septima *et al.*, 2014). Pemupukan dilakukan dengan mencampurkan semua jenis pupuk yang diberikan pada waktu yang bersamaan. Pemupukan dilakukan dengan cara ditugal sedalam 5 cm dan berjarak  $\pm$ 10 cm dari tanaman, kemudian lubang ditutup dengan tanah (Murni dan Arief, 2011).

Tabel 4. Dosis Perlakuan Pupuk N, P, K

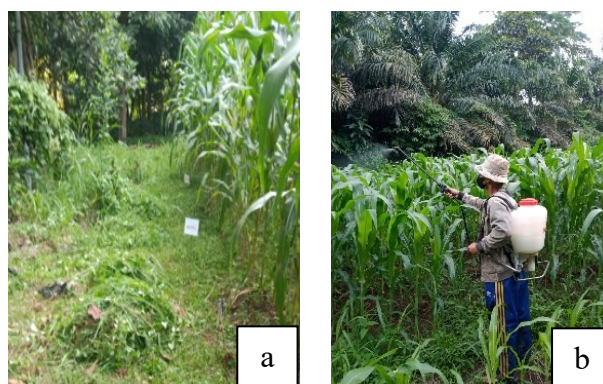
No.	Perlakuan	N (Urea) (kg ha <sup>-1</sup> )	P (SP-36) (kg ha <sup>-1</sup> )	K (KCl) (kg ha <sup>-1</sup> )
1.	P1	0	0	0
2.	P2	100	50	60
3.	P3	200	100	120



Gambar 6. Pemupukan N, P, K pada 1 mst: (a) proses penugalan untuk aplikasi pupuk, (b) aplikasi pupuk N, P, K sesuai dengan dosis perlakuan.

### 3.5.5 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman yang dilakukan meliputi penyiraman, pengendalian gulma, dan pengendalian OPT. Penyiraman dilakukan setiap hari pada setiap petak tanam. Pengendalian gulma dilakukan secara manual, dengan cara mencabut gulma lalu mengeluarkan gulma dari petak penelitian. Pengendalian OPT dilakukan secara kimiawi menggunakan ridomil dengan dosis 2,5 gram/liter.



Gambar 7. Pengendalian gulma dan OPT: (a) pembersihan gulma pada lahan, (b) penyemprotan pestisida untuk mengendalikan hama ulat.



### 3.5.6 Panen

Panen dapat dilakukan apabila sebagian besar kelobot jagung mulai kering dan berwarna kuning yaitu  $\pm 10$  hari setelah tanam. Pemanenan dilakukan secara manual dengan cara memetik tongkol jagung dari tanaman jagung. Tongkol jagung yang sudah dipanen kemudian dikumpulkan dalam wadah sesuai dengan perlakuan untuk ditimbang.



Gambar 8. Pemanenan dan pengambilan sampel tanaman.

### 3.5.7 Pengambilan Sampel Tanaman

Pengambilan sampel tanaman dilakukan pada saat panen. Pengambilan sampel tanaman ini dilakukan dengan cara memotong tanaman sampel dengan jarak  $\pm 5$  cm dari pangkal tanaman. Sampel tanaman yang telah diambil kemudian dikelompokkan berdasarkan petak perlakuan, sehingga diperoleh 36 sampel tanaman komposit.

### 3.5.8 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada saat sebelum aplikasi biochar dan setelah panen. Pengambilan sampel tanah awal (sebelum aplikasi biochar) dilakukan secara komposit untuk setiap blok penelitian, sehingga diperoleh 3 sampel tanah komposit. Pengambilan sampel tanah kedua dilakukan dengan menggunakan bor tanah dengan kedalaman 0-20 cm. Setiap petak

penelitian diambil sampel tanah pada 3 titik dan kemudian dikompositkan, sehingga diperoleh 36 sampel tanah. Sampel tanah yang telah diambil kemudian disimpan dalam wadah untuk dianalisis.

### **3.6 Variabel Pengamatan**

#### **3.6.1 Variabel Utama**

Variabel utama yang diamati dalam penelitian ini meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot segar dan bobot kering berangkas tanaman, panjang tongkol, bobot basah dan bobot kering tongkol, bobot basah dan bobot kering biji pipilan, bobot kering 100 butir biji pipilan, produksi per hektar, dan efisiensi agronomi.

##### **3.6.1.1 Tinggi Tanaman**

Tinggi tanaman diukur pada 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 mst. Diukur menggunakan meteran pita dari pangkal sampai dengan ujung tunas termuda. Pengukuran tinggi tanaman semua sampel tanaman dilakukan pada hari yang sama. Tinggi tanaman diukur dalam satuan cm.

##### **3.6.1.2 Jumlah Daun**

Jumlah daun diukur pada 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 mst dengan cara menghitung daun yang telah membuka sempurna yang masih melekat pada batang. Daun yang sudah gugur tidak dihitung. Pengukuran jumlah daun sampel tanaman dilakukan pada hari yang sama. Jumlah daun tanaman dihitung dalam satuan helai daun.

##### **3.6.1.3 Diameter Batang**

Diameter batang diukur pada 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 mst dengan menggunakan jangka sorong. Diameter batang diukur pada ruas pertama atau pangkal tanaman

jagung ( $\pm$  5-10 cm dari permukaan tanah). Pengukuran diameter batang semua sampel tanaman dilakukan pada hari yang sama. Diameter batang diukur dalam satuan cm.

#### 3.6.1.4 Bobot Segar dan Bobot Kering Berangkasan

Setelah panen, ditimbang berat basah seluruh bagian tanaman sebanyak 3 sampel tanaman per petak perlakuan dan kemudian dikelompokkan sesuai dengan perlakuan yang dilakukan. Setelah itu, setiap sampel ditimbang dan dicatat bobot segarnya lalu diberi label yang jelas (perlakuan dan ulangan). Kemudian dikeringkan menggunakan oven hingga beratnya konstan. Kemudian ditimbang berat keringnya. Bobot segar dan bobot kering berangkasan dikonversi ke dalam satuan gram/tanaman.

#### 3.6.1.5 Panjang Tongkol

Panjang tongkol diukur dengan menggunakan mistar atau penggaris. Setiap tongkol pada tanaman sampel diukur satu per satu dan kemudian dirata-rata untuk setiap petak perlakuan. Panjang tongkol diukur dalam satuan cm.

#### 3.6.1.6 Bobot Basah dan Bobot Kering Tongkol

Tongkol jagung yang sudah dipipil kemudian ditimbang untuk mengetahui bobot basah tongkol, kemudian dirata-rata untuk setiap petak perlakuan. Kemudian di oven untuk mengetahui bobot kering tongkol. Bobot basah dan bobot kering tongkol yang sudah diperoleh kemudian dikonversikan ke dalam satuan gram/tanaman.

#### 3.6.1.7 Bobot Basah dan Bobot Kering Biji Pipilan

Setelah panen, biji jagung dipipil dan ditimbang bobot basahnya. Kemudian di oven untuk mengetahui bobot kering pipilan. Setiap sampel tanaman ditimbang



bobot basah dan bobot kering biji pipilannya dan kemudian dirata-rata untuk setiap petak perlakuan. Bobot basah dan bobot kering biji pipilan yang diperoleh kemudian dikonversi ke dalam satuan gram/tanaman.

#### 3.6.1.8 Bobot Kering 100 Butir Biji Pipilan

Setiap perlakuan diambil 100 butir biji pipilan kering kemudian ditimbang. Setelah ditimbang kemudian data yang diperoleh dicatat sesuai dengan petak perlakuan. Bobot kering 100 butir biji pipilan diukur dalam satuan gram.

#### 3.6.1.9 Produksi per Hektar

Produksi per hektar dihitung dari berat kering biji pipilan per petak perlakuan yang kemudian dikonversi ke satuan hektar dengan menggunakan pendekatan populasi tanaman yang dapat dihitung menggunakan jarak tanam. Produksi per hektar dihitung dalam satuan ton/ha.

#### 3.6.1.10 *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) Bahan Pembenh Tanah dan Pupuk N, P, K

Penilaian efisiensi/efektivitas dari penggunaan biochar dan pupuk N, P, K secara agronomis dilakukan dengan perhitungan nilai RAE dengan rumus sesuai Permentan Nomor70/Permentan/SR.140/10/2011 yaitu:

$$RAE = \frac{\text{hasil pupuk yang diuji} - \text{hasil pada kontrol}}{\text{hasil pupuk standar} - \text{hasil pada kontrol}} \times 100\%$$

Keterangan:

Nilai RAE perlakuan standar = 100;

Nilai RAE > 100%, pupuk yang diuji lebih efektif dibanding perlakuan standar;

Nilai RAE < 100%, pupuk yang diuji tidak efektif dibandingkan dengan perlakuan standar.

### 3.6.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang diamati dalam penelitian ini adalah pH tanah, C-organik, dan P-tersedia.

#### 3.6.2.1 Tingkat Kemasaman Tanah (pH Tanah)

Pengukuran pH tanah dilakukan dengan metode elektrometri dengan menggunakan pH meter. Sebelum dilakukan pengukuran, sampel tanah dilarutkan terlebih dahulu dengan menggunakan aquades dengan perbandingan 1:2,5 kemudian diaduk selama 30 menit lalu diukur dengan menggunakan pH meter (Sulaeman dan Eviati, 2009).

#### 3.6.2.2 C-organik Tanah

Analisa C-organik tanah dilakukan dengan menggunakan metode Walkley and Black (Global Soil Laboratory Network, 2019). Sampel tanah diambil sebanyak 0,5 g dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml, kemudian ditambahkan 10 ml 25 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> N, dan erlenmeyer tersebut digoyang sehingga larutan homogen dengan reagen. Sebanyak 20 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat ditambahkan untuk membentuk suspensi dengan cepat, kemudian erlenmeyer digoyang selama 1 menit dengan cepat sampai sampel tanah bercampur dengan reagen. Erlenmeyer didiamkan hingga dingin selama 30 menit. Pencampuran dilakukan di ruang asap.

Dusahakan tidak ada zarah tanah yang terlempar ke dinding erlenmeyer sebelah atas hingga menyebabkan sampel tidak tercampur merata. Ditambahkan ± 200 ml air destilat ke dalam erlenmeyer, jika terjadi kekeruhan akan menyebabkan titik akhir tidak terlihat. Ditambahkan 4 tetes indikator ferroin 1 N, lalu dititrasi dengan larutan FeSO<sub>4</sub> 0,5 N. Titik akhir dicapai jika larutan berubah dari biru ke merah anggur. Penetapan blanko dilakukan sama seperti cara di atas tetapi tanpa menggunakan sampel tanah. Penetapan diulang dengan sampel tanah yang lebih sedikit jika lebih besar dari 75 % Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> yang direduksi. C-organik total dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{C-organik (\%)} = \frac{(\text{me K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{me FeSO}_4) \times 0,003 \times 1,33 \times 100}{\text{BKM}}$$

Keterangan:

Me : N x V

V : Volume

N : Normalitas

BKM: Bobot kering oven 105 °C

### 3.6.2.3 P-tersedia

Analisis P tersedia dilakukan dengan menggunakan metode Bray *and* Kurtz II (Motsara dan Roy, 2008). Sampel tanah ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukan ke dalam botol pet kemudian larutan pengekstrak Bray dimasukan ke dalam botol yang telah berisi sampel tanah dan juga ke dalam botol blanko lalu ditutup rapat. Kemudian botol dikocok selama 5 menit hingga homogen, setelah itu disaring dengan menggunakan kertas saring dan ditambahkan 1 ml filtrat dan blanko deret standar. Lalu ditambahkan aquades sebanyak 5 ml dan dihomogenkan. Setelah larutan homogen, larutan didiamkan selama 30 menit. Absorbansi larutan kemudian dibaca dengan spektrofotometer 710 nm. Kadar P tersedia kemudian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar P-tersedia (ppm)} = \frac{\text{ppm kurva} \times \text{ml ekstrak (20)} \times \text{fk}}{\text{Berat kering sampel 105oC}}$$

Keterangan:

Ppm kurva :  $\frac{(\text{sampel-blanko})-\text{slope}}{\text{intersept}}$

fk (faktor koreksi) : 142/190

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- (1) Aplikasi kombinasi bahan pembenah tanah berupa biochar tongkol jagung dan pupuk kandang sapi menghasilkan pertumbuhan terbaik yang ditunjukkan oleh tingginya nilai tinggi tanaman, diameter batang, bobot segar dan bobot kering tanaman dibandingkan dengan perlakuan biochar lainnya. Sedangkan aplikasi kombinasi biochar batang singkong menghasilkan produksi per hektar terbaik yang ditunjukkan oleh bobot basah dan bobot kering biji pipilan serta produksi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan biochar lainnya;
- (2) Pemupukan N, P, K dengan taraf 1 dosis pemupukan menghasilkan pertumbuhan tanaman terbaik yang ditunjukkan oleh tingginya tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot segar dan bobot kering berangkasan dan dibandingkan dengan perlakuan pemupukan N, P, K lainnya. Selain itu, pemupukan N, P, K dengan taraf 1 dosis pemupukan juga menghasilkan produksi per hektar terbaik yang ditunjukkan oleh panjang tongkol, bobot basah dan bobot kering tongkol, bobot basah dan bobot kering biji pipilan serta produksi per hektar;
- (3) Aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan N, P, K mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung, namun kedua faktor ini tidak saling berinteraksi dalam peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan terkait pengambilan data tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang dilakukan dengan standar yang sama. Selain itu, untuk pengambilan data produksi per hektar sebaiknya dilakukan dengan memanen semua hasil tanaman pada petak perlakuan yang kemudian dikonversi kedalam satuan ton per hektar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akash, W., Fauzi, M., dan Damanik, M.B. 2018. Serapan P dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) akibat Pemberian Kombinasi Bahan Organik dan SP-36 pada Tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara*. 6(3): 640-647.
- Amir, N., Hawalid, H., dan Nurhuda, I.A. 2017. Pengaruh Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Bibit Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) di Polybag. *Klorofil*. 12 (2): 68-72.
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor. 290 hlm.
- Bouajila, K. and M. Sanaa. 2011. Effect of Organik Amendments on Soil Physico-Chemical and Biological Properties. *Journal of Materials and Environmental Science*. 2: 485-490.
- Chan, K.Y., Zwieten, V.A., Meszaros I., Downie, A., and Joseph, S. (2007). Agronomic Hitungs of Green Waste Biochar as a Soil Amendment. *Australian J. Soil*. 45: 629–634.
- Dang, T., Mosley, L.M., Fitzpatrick, R., and Marschner, P. 2015. Organic Materials Differ in Ability to Remove Protons, Iron and Aluminium from Acid Sulfate Soil Drainage Water. *Water, Air, & Soil Pollution*. 357: 1-13.
- Dariah, A., Sutono, S., Nurida, L., Hartatik, W., Pratiwi, E. 2015. Pembenh Tanah Untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 9(2): 67-84.
- Dobermann, A. dan Fairhurst, T. 2000. *Rice Nutrient Disorders and Nutrient Management*. Potash and Phospate Institute of Canada and International Rice Research Institute. Oxford Geographic Printers Pte. Canada. 191 hlm.
- Ermadani, Muzar, A., dan Mahbub, I.A. 2011. Pengaruh Residu Kompos Tandan Buah Kosong Kelapa Sawit Terhadap Beberapa Sifat Kimia Ultisol Dan Hasil Kedelai. *Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 13: 11-18.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. *Petunjuk Teknis Edisi 2: Analisis Kimia Tanah, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 211 hlm.

- Firnia, D. 2018. Dinamika Unsur Fosfor pada Tiap Horison Profil Tanah Masam. *Jurnal Agroekotek*. 10(1): 45-52.
- Gani, A. 2009. Biochar Penyelamat Lingkungan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 31: 15-16.
- Gani, A. 2010. Multiguna Arang Hayati Biochar. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. *Sinar Tani*. 13(19): 1-4.
- Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G., Zech, W. 2001. The Terra Preta Phenomenon: a Model for Sustainable Agriculture in The Humid Tropics. *Naturwiss*. 88: 37-41.
- Glaser, B., Lehmann, J., Zech, W. 2002. Ameliorating Physical and Chemical Properties of Highly Weathered Soils in The Tropics with Charcoal –A review. *Biol. Fertil. Soils*. 35: 219-230.
- Global Soil Laboratory Network. 2019. *Standard Operating Procedure for Soil Organic Carbon: Walkley-Black Method*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 27 hlm.
- Hamid, I. 2019. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK Mutiara Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea Mayz L*). *Jurnal Biosaintek*. 2(1): 9-15.
- Hartatik, W., Wibowo, H., dan Purwani, J. 2015. Aplikasi Biochar dan Tithoganic dalam Peningkatan Produktivitas Kedelai (*Glycine max L.*) pada Typic Kanhapludults di Lampung Timur. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 39: 51-62.
- Hartatik, W. dan Widowati, L.R. 2010. *Pupuk Kandang*. Departemen Pertanian. Jakarta. 82 hlm.
- Herdiyanto, D. dan Setiawan, A. 2015. Upaya Peningkatan Kualitas Tanah Melalui Sosialisasi Pupuk Hayati, Pupuk Organik, dan Olah Tanah Konservasi di Desa Sukamanah dan Desa Nanggerang Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*. 4(1): 47-53.
- Herman, W. dan Salamah, U. 2020. Peranan Kombinasi Biochar Sekam Padi dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Jagung Manis di Entisol. *Prosiding Seminar Nasional Sistem Pertanian Terpadu. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh*. Hal 159-167.
- Herman, W. dan Resigia, E. 2018. Pemanfaatan Biochar Sekam dan Kompos Jerami Padi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza sativa L.*) Pada Tanah Ordo Ultisol. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 16 (2): 67-76.

- Indrasari, A. dan Syukur, A. 2006. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Unsur Hara Mikro terhadap Pertumbuhan Jagung pada Ultisol yang Dikapur. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 6 (2): 116- 123.
- Islami, T. 2012. Pengaruh Residu Bahan Organik Pada Tanaman Jagung Sebagai Tanaman Sela dan Pertanaman Ubi Kayu. *Buana Sains*. 12: 131-136.
- Khan, M.B.M., Arifin, A.Z., Zulfarosda, R. 2021. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. Saccharata Sturt.). *Jurnal Agroscript*. 3(2): 113-120.
- Kasno, A. 2019. Perbaikan Tanah untuk Meningkatkan Efektivitas dan Efisiensi Pemupukan Berimbang dan Produktivitas Lahan Kering Masam. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 13 (1): 27-40.
- Kaya, E. 2009. Ketersediaan Fosfat, Serapan Fosfat, dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.) akibat Pemberian Bokashi Ela Sagu dengan Pupuk Fosfat pada Ultisol. *Jurnal Ilmu Tanah Lingkungan*. 9(1): 30-36.
- Kementerian Pertanian. 2020. *Laporan Tahunan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan*. Jakarta. 83 hlm.
- Lehmann, J., Silva, Jr.J.P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., and Glaser, B. 2003. Nutrient Availability and Leaching in an Archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon Basin: Fertilizer, Manure and Charcoal Amendments. *Plant Soil*. 249: 343–357.
- Leiwakabessy, F.M. dan Sutandi, A. 2004. *Pupuk dan Pemupukan*. Depatemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Institut Pertanian bogor. Bogor. 100 hlm.
- Lestari, S.A.D. dan Harsono, A. 2017. Pengaruh Pembena Tanah dan Inokulan Rhizobium terhadap Hasil Kedelai pada Tanah Ultisol. *Buletin Palawija*. 15: 8-14.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Sohi, S., Thies, J.E., Skjemstad, J.O., Luizao, F.J., Engelhard, M.H., Neves, E.G., and Wirick, S. 2008. Stability of Biomass-derived Black Carbon in Soils. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 72: 6079-6089.
- Lingga, P. 2000. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta. 162 hlm.
- Made, U. 2010. Respons Berbagai Populasi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* saccharata Sturt) terhadap Pemberian Pupuk Urea. *J. Agroland*. 17 (2): 138-143.
- Maguire, R.O. dan Agblevor, F.A. 2010. Biochar in Agricultural Systems. College of Agriculture and Life Sciences. *Virginia Cooperative Extension*. 8: 1-2.



- Mamonto, R. 2005. Pengaruh Penggunaan Dosis Pupuk Majemuk NPK Phonska Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays Saccharata sturt*). *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Icshan. Gorontalo.
- Marsono dan Sigit. 2004. *Pupuk Akar: Jenis dan Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta. 96 hlm.
- Maruapey, A. dan Faesal. 2010. Pengaruh Pemberian Pupuk KCl terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Pulut (*Zea mays ceratina*. L). *Prosiding Pekan Serealia Nasional*. 315-326.
- Mateus, R., Lenny, M., and Kantur, D. 2017. Utilization of Corn Stover and Pruned Gliricidia Sepium Biochars as Soil Conditioner to Improve Carbon Sequestration, Soil Nutrients and Maize Production at Dry Land Farming in Timor, Indonesia. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAR)*. 10(4): 1-8.
- Motsara, M.R. dan Roy, R.N. 2008. *Guide to Laboratory Establishment for Plant Nutrient Analysis*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2008. 219 hlm.
- Mulyani, S.M. dan Kartasapoetra, A.G. 2008. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta. 177 hlm.
- Mulyati, Baharuddin, A. B. dan Tejowulan, R. S. 2021. Serapan Hara N, P, K dan Pertumbuhan Tanaman Jagung Pada Berbagai Dosis Pupuk Anorganik dan Organik di Tanah Inceptisol. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. 55-66.
- 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.
- Nguyen, T.T.N., Xu, C. Y., Tahmasbian, I., Che, R., Xu, Z., Zhou, X., Wallace, H. M. and Bai, S. H. 2017. Effects of Biochar on Soil Available Inorganic Nitrogen: A Review and meta-analysis. *Geoderma*. 288: 79-96.
- Niswati, A., Sirait, R.F., Sarno dan Afrianti, N.A. 2020. Pengaruh Aplikasi Biochar dan Pemupukan Nitrogen terhadap Ketersediaan NPK Tanah pada Pertanaman Jagung Manis (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotek Tropika FP UNILA*. 8(1): 37-46.
- Novriani. 2010. Alternatif Pengelolaan Unsur Hara P (Fosfor) pada Budidaya Jagung. *Agronobis*. 2(3): 42-49.
- Noza, A. L., Yetti, H., Khoiri, M.A. 2014. Pengaruh Pemberian Dolomit dan Pupuk N, P, K terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) di Lahan Gambut. *Jom Faperta*. 1(2): 1-11.

- Nurida, N. L, Rahman, A., Sutono. 2012. Potensi Pembenah Tanah Biochar dalam Pemulihan Sifat Tanah Terdegradasi dan Peningkatan Hasil Jagung pada Typic Kanhapludults Lampung. *Buana Sains*. 12 (1): 69-74.
- Prasetyo, B.H. dan Suriadikarta, D.A. 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25 (2): 39-47.
- Purnomo, R., Santoso, M., dan Heddy, S. 2013. Pengaruh Berbagai Macam Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 1 (3): 93-100.
- Purwanto, S. 2007. Perkembangan Produksi Dan Kebijakan Peningkatan Produksi Jagung. *Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan*. 456-461.
- Purwanto, Nuraini, Y., dan Istiqomah, N. 2022. Pengaruh Aplikasi Kompos dengan Pupuk Anorganik (NPK dan Urea) terhadap Populasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Hasil Tanaman Jagung di Lahan Kering. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 9(1): 21-27.
- Pusat Penelitian Tanah. 1995. Kombinasi Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan. *Laporan Teknis No.14. Versi 1,0.1. REP II Project, CSAR*. Bogor.
- Sirajuddin, M. dan Lasmini, S. 2010. Respon Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays saccharata*) pada Berbagai Waktu Pemberian Pupuk Nitrogen dan Ketebalan Mulsa Jerami. *J. Agroland*. 17(3): 184-191.
- Steinbeiss, S., Gleixner, G., and Antonietti, M. 2009. Effect of Biochar Amendment on Soil Carbon Balance and Soil Microbial Activity. *Soil Biology and Chemistry*. 41(6): 1301-1310.
- Suarni dan Yasin, M. 2011. Jagung sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. 6(1) 41-56.
- Subagyo, H., Suharta, N., dan Siswanto, A. B. 2000. *Tanah-tanah Pertanian di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. 266 hlm.
- Suhartarto, A., Zulfita, D. dan Maulidi. 2019. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah Terhadap Berbagai Dosis Biochar Tongkol Jagung Pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*. 8(1): 82- 94.
- Sukmawati. 2020. Bahan Organik Menjanjikan dari Biochar Tongkol Jagung Cangkang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Berdasarkan Sifat Kimia. *Jurnal Agrolantae*. 9(2): 82-94.

- Sutejo, M.M. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Penebar Swadaya. Jakarta. 177 hlm.
- Suwardi dan Efendi, R., 2009, Efisiensi Penggunaan Pupuk N pada Jagung Komposit Menggunakan Bagan Warna Daun. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. 108-115.
- Syafrullah, Palmasari, B., dan Purnomo, R. 2020. Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) Melalui Pemberian Jenis Pupuk Organik dan Dosis Pupuk Anorganik. *Jurnal Klorofil*. 15(1): 5-10.
- Syukur, A. 2005. Pengaruh Pemberian Bahan Organik terhadap Sifat-Sifat Tanah dan Pertumbuhan Caisim di Tanah Pasir Pantai. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 5(1): 30- 38.
- Tabri, F. 2010. Pengaruh Pupuk N, P, K terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida dan Komposit pada Tanah Inseptisol Endoaquepts Kabupaten Barru Sulawesi Selatan. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*. 248-253.
- Tjitrosoepomo. 1989. *Taksonomii Tumbuhan (Spermatophyta)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 477 hlm.
- Wijanarko, A., dan Taufiq, A. 2004. Pengelolaan Kesuburan Lahan Kering Masam untuk Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija*. 7 dan 8: 39-50.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media. Yogyakarta. 270 hlm.
- Wirawan dan Wahab. 2007. Karakteristik dan Klasifikasi Tanaman Jagung. *Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Fisiologi Tanaman*. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Yulnafatmawita, Detafiano, D., Afner, P. and Adrinal. 2014. Dynamics of Physical Properties of Ultisol Under Maize Cultivation in Wet Tropical Area. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology* .4(5): 11-15.
- Yuwono, N. W. 2009. Membangun Kesuburan Tanah di Lahan Marginal. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 9(2): 137-141.