

**RESPONS TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) TERHADAP  
RESIDU BERBAGAI JENIS BIOCHAR TAHUN KEDUA DAN DOSIS  
PUPUK NPK DI TANAH ULTISOL**

**Skripsi**

**Oleh**

**ALWI TRI ANWARI  
NPM 2114121013**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2025**

## ABSTRAK

### RESPONS TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) TERHADAP RESIDU BERBAGAI JENIS BIOCHAR TAHUN KEDUA DAN DOSIS PUPUK NPK DI TANAH ULTISOL

Oleh

ALWI TRI ANWARI

Impor kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di Indonesia masih tinggi akibat rendahnya produksi dalam negeri. Salah satu strategi peningkatan produktivitas adalah melalui pengelolaan tanah dan pemupukan yang tepat untuk menunjang pertumbuhan dan hasil optimal. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh residu berbagai jenis biochar tahun kedua dan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau. Penelitian dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial 4×3 dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah residu biochar tahun kedua: kontrol (B<sub>0</sub>), sekam padi (B<sub>1</sub>), tongkol jagung (B<sub>2</sub>), dan batang singkong (B<sub>3</sub>). Faktor kedua adalah dosis pupuk NPK: tanpa pupuk (P<sub>0</sub>), ½ dosis anjuran (P<sub>1</sub>), dan 1 dosis anjuran (P<sub>2</sub>). Homogenitas ragam diuji dengan Uji Bartlett dan aditivitasnya dengan Uji Tukey. Data yang homogen dan aditif dianalisis menggunakan anova, dilanjutkan dengan Uji BNT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa residu biochar tahun kedua dari berbagai sumber tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau. Sebaliknya, pemberian pupuk NPK berpengaruh nyata meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, jumlah polong, bobot polong, bobot biji, bobot berangkasan basah, dan bobot berangkasan kering. Tidak terdapat interaksi antara jenis residu biochar tahun kedua dan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau.

Kata Kunci: Biochar, Kacang Hijau, Pupuk NPK, Tanah Ultisol

## **ABSTRACT**

### **RESPONSE OF MUNG BEAN (*vigna radiata L.*) TO RESIDUAL EFFECTS OF VARIOUS TYPES OF BIOCHAR IN THE SECOND YEAR AND NPK FERTILIZER DOSAGE ON ULTISOL SOIL**

**By**

**ALWI TRI ANWARI**

*The import of mung bean (*Vigna radiata L.*) in Indonesia remains high due to low domestic production. Improving productivity can be achieved through appropriate soil management and fertilization to enhance soil properties and support optimal growth and yield. This study evaluated the effects of second-year biochar residues from various sources and NPK fertilizer doses on mung bean growth and yield. The experiment was conducted at the Integrated Field Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung, using a factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) 4×3 with three replications. The first factor was second-year biochar residue: control (B), rice husk biochar (B<sub>1</sub>), corn cob biochar (B<sub>2</sub>), and cassava stem biochar (B<sub>3</sub>). The second factor was NPK fertilizer dose: 0 dose (P<sub>0</sub>), ½ recommended dose (P<sub>1</sub>), and full recommended dose (P<sub>2</sub>). Data were tested for homogeneity (Bartlett's) and additivity (Tukey's), followed by analysis of variance (anova) and LSD test at the 5% significance level. Results indicated that second-year biochar residues from different sources did not significantly affect mung bean growth and yield. In contrast, NPK fertilizer significantly improved plant height, leaf number, branch number, pod number, pod weight, seed weight, fresh biomass, and dry biomass. No significant interaction was found between biochar residues and NPK fertilizer doses.*

*Keywords: Biochar, Mung Bean, NPK Fertilizer, Ultisol Soil.*

**RESPONS TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) TERHADAP  
RESIDU BERBAGAI JENIS BIOCHAR TAHUN KEDUA DAN DOSIS  
PUKUP NPK DI TANAH ULTISOL**

**Oleh**

**ALWI TRI ANWARI**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2025**

Judul Skripsi : **RESPONS TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) TERHADAP RESIDU BERBAGAI JENIS BIOCHAR TAHUN KEDUA DAN DOSIS PUPUK NPK DI TANAH ULTISOL**

Nama Mahasiswa : **Alwi Tri Anwari**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2114121013

Program Studi : Agroteknologi

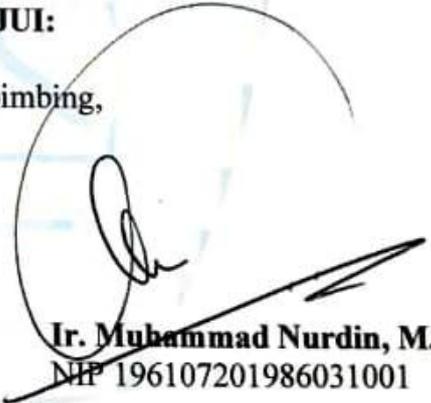
Fakultas : Pertanian

**MENYETUJUI:**

1. Komisi Pembimbing,

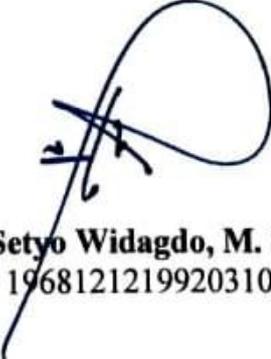


**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 196305081988112001



**Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.**  
NIP 196107201986031001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,



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

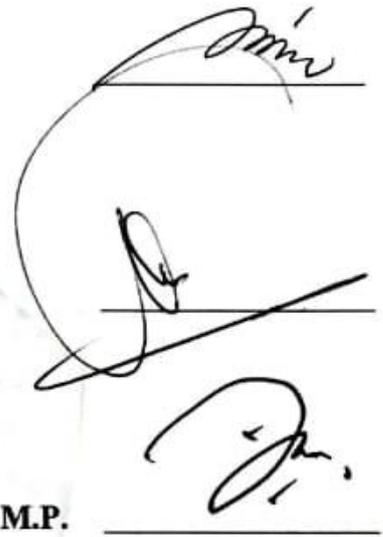
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji,

Ketua : **Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**

Sekretaris : **Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.**

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



2. Dekan Fakultas Pertanian,



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Juni 2025

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Respons Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.) terhadap Residu Berbagai Jenis Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk NPK di Tanah Ultisol”** merupakan hasil karya saya sendiri bukan karya orang lain. Semua hasil yang tertuang pada skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya tulis ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terdapat temuan bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 26 Juni 2025  
Penulis



**Alwi Tri Anwari**  
NPM 2114121013

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Jaya pada 13 Juni 2003. Penulis merupakan anak ketiga dari pasangan Bapak Wateno dan Ibu Almh. Sri Rejeki Lubis. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Tambah Dadi pada Tahun 2015, kemudian menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Purbolinggo pada 2018. Tahun 2021 penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Purbolinggo dan melanjutkan pendidikan Strata 1 di Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Tanjung Agung, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung pada tahun 2024. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Kebun Percobaan Taman Bogo, Kecamatan Purbolinggo, Kabupaten Lampung Timur pada Juli hingga Agustus 2024. Penulis Aktif dalam organisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung sebagai Anggota Pengembangan Minat dan Bakat (PMB) periode 2023 dan Kepala Bidang Pengabdian Kepada Masyarakat periode 2024, serta organisasi Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama (KMNU) Unila sebagai Kepala Departemen Sosial Kemasyarakatan periode 2023. Penulis juga pernah mengikuti kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Penelitian di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Produksi Tanaman Kacang dan Umbi, dan mata kuliah Rekreasi dan Agroekowisata.

.

## **PERSEMBAHAN**

Segala puji bagi Allah SWT, dengan segala rasa syukur serta kerendahan hati  
kupersembahkan karya ini kepada:

Nenek tercinta, Mbah Pariyem yang telah mengantarkanku sampai di titik ini.

Terima kasih atas segala dedikasi dan pengorbanan yang telah diberikan.

Namamu akan selalu ada mengiringi semua langkah perjuanganku.

Kedua orang tua: Bapak Wateno dan Ibu Almh. Sri Rejeki Lubis yang selalu  
memberikan dukungan, semangat, doa, serta cinta.

Bang Rivan, Mbak Rani, Alvi, selaku abang, mbak, dan saudara kembarku yang  
selalu memberi dorongan, dukungan, serta bantuan yang tiada habisnya.

Serta Almamater tercinta, Universitas Lampung.

## **MOTTO**

*"Innamal a'malu binniyat"*

**(HR. Imam Bukhari dan Muslim)**

”Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia”

**(HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni)**

“Apabila sesuatu yang kau senangi tidak terjadi maka senangilah apa yang terjadi”

**(Ali bin Abi Thalib)**

“Ingat, yang paling berharga dari sarjana bukanlah sebagai gelar untuk mudah mendapatkam pekerjaan, namun seorang individu yang mampu memberikan manfaat untuk masyarakat dan lingkungan sekitar”

**(Alwi Tri Anwari)**

## SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Respons Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.) terhadap Residu Berbagai Jenis Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk NPK di Tanah Ultisol”** sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung sekaligus Dosen Penguji yang telah memberikan masukan serta saran-saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik;
- (2) Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
- (3) Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Dosen Pembimbing utama yang telah membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi;
- (4) Ir. Muhammad Nurdin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Pembantu sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi;
- (5) Seluruh Dosen dan Civitas Akademik Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu yang tulus, dedikasi, dan bantuan kepada penulis selama masa perkuliahan;
- (6) Nenek tercinta, yang semasa hidupnya telah memberikan segala dedikasi dan pengorbanan kepada penulis dari kecil hingga mengantarkan penulis ke bangku perkuliahan;
- (7) Kedua orang tua, yang telah memberikan dukungan dan doa yang tidak ada batasnya kepada penulis hingga penulis bisa meraih gelar Sarjana;

- (8) Bang Rivan, Mbak Rani, dan Alvi, selaku saudara kandung penulis yang selalu memberi dorongan, dukungan, serta bantuan kepada penulis;
- (9) Rekan seperjuangan Marbot Masjid Nurul Huda: Deni Anggara, Alvi Tri Anwari, Ariyanto, Abi Zainul Haq, dan Husni Arrafi yang telah mewarnai hari hari dalam rasa suka, duka, canda, dan tawa selama masa perkuliahan;
- (10) Nur Hafiza Aulia Sabrina, wanita baik dan cantik yang senantiasa menemani dan mendampingi setiap langkah, dan tak pernah lelah memberikan semangat, dukungan, doa, dan cinta kepada penulis;
- (11) Seluruh Mahasiswa Agroteknologi angkatan 2021 yang telah menemani selama masa perkuliahan, memberikan bantuan, dukungan, dan semangat kepada penulis hingga mampu menyelesaikan masa perkuliahan.
- (12) Seluruh kawan kawan yang termasuk ke dalam grup Kim Plus dan Penangkaran Kera, yang telah memberikan kesan dan pengalaman yang unik, indah, dan tak terlupakan selama masa perkuliahan;
- (13) Rekan penelitian, yang telah membantu penulis dalam menjalankan penelitian hingga selesai.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang sudah memberikan doa, dukungan, dan saran selama perkuliahan. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang sudah diberikan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis serta para pembaca.

Bandar Lampung, 26 Juni 2025  
Penulis,



Alwi Tri Anwari

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xix
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
1.5 Hipotesis .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.) .....	7
2.2 Periode Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau ( <i>Vigna radiata</i> L.).....	8
2.3 Tanah Ultisol.....	9
2.4 Biochar .....	10
2.5 Pupuk NPK .....	12
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	14
3.1 Waktu dan Tempat .....	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Metode Penelitian .....	14
3.4 Analisis Data .....	15
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.5.1 Pengolahan Lahan.....	16
3.5.2 Penanaman Benih Kacang Hijau .....	16
3.5.3 Penyulaman.....	17
3.5.4 Penyiraman .....	17

3.5.5 Pemupukan.....	17
3.5.6 Pengendalian OPT .....	18
3.5.7 Panen.....	18
3.6 Variabel Pengamatan .....	18
3.6.1 Variabel Utama .....	18
3.6.2 Variabel Pendukung.....	20
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>
4.1 Hasil .....	21
4.1.1 Tinggi Tanaman .....	22
4.1.2 Jumlah Daun .....	23
4.1.3 Jumlah Cabang.....	24
4.1.4 Diameter Batang .....	25
4.1.5 Umur Berbunga.....	26
4.1.6 Jumlah Polong.....	27
4.1.7 Bobot Polong .....	28
4.1.8 Bobot Biji.....	29
4.1.9 Bobot Berangkasan Basah .....	30
4.1.10 Bobot Berangkasan Kering.....	31
4.1.11 <i>Relative Agronomic Effectiveness (RAE)</i> .....	32
4.1.12 Keasaman Tanah.....	33
4.1.13 Intensitas Serangan Hama.....	35
4.2 Pembahasan.....	36
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>41</b>
5.1 Simpulan .....	41
5.2 Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>48</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Dosis Perlakuan Pupuk N, P, dan K.....	18
2. Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Semua Variabel Pengamatan .....	22
3. Pengaruh Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Tinggi Tanaman Kacang Hijau.....	23
4. Pengaruh Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Daun Tanaman Kacang Hijau.....	24
5. Pengaruh Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Cabang Tanaman Kacang Hijau.....	25
6. Pengaruh Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Polong Tanaman Kacang Hijau.....	28
7. Pengaruh Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Polong Tanaman Kacang Hijau.....	29
8. Pengaruh Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Biji Tanaman Kacang Hijau.....	30
9. Pengaruh Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Berangkasan Basah Tanaman Kacang Hijau .....	31
10. Pengaruh Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Berangkasan Kering Tanaman Kacang Hijau .....	32
11. Pengaruh Residu biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Produksi per Hektar Tanaman Kacang Hijau.....	33
12. <i>Relative Agronomic Effectiveness</i> (RAE) Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K .....	34
13. Pengaruh Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Keasaman Tanah .....	35
14. Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Tinggi Tanaman Kacang Hijau.....	50

15. Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Tinggi Tanaman Kacang Hijau.....	51
16. Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Tinggi Tanaman Kacang Hijau.....	52
17. Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Daun Tanaman Kacang Hijau .....	53
18. Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Daun Tanaman Kacang Hijau.....	54
19. Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Daun Tanaman Kacang Hijau.....	55
20. Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Cabang Tanaman Kacang Hijau .....	56
21. Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Cabang Tanaman Kacang Hijau.....	57
22. Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Cabang Tanaman Kacang Hijau.....	58
23. Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Diameter Batang Tanaman Kacang Hijau .....	59
24. Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Diameter Batang Tanaman Kacang Hijau.....	60
25. Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Diameter Batang Tanaman Kacang Hijau.....	61
26. Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Umur Berbunga Tanaman Kacang Hijau .....	62
27. Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Umur Berbunga Tanaman Kacang Hijau.....	63
28. Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Umur Berbunga Tanaman Kacang Hijau.....	64
29. Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Polong Tanaman Kacang Hijau .....	65

30. Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Polong Tanaman Kacang Hijau.....	66
31. Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Jumlah Polong Tanaman Kacang Hijau.....	67
32. Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Polong Tanaman Kacang Hijau.....	68
33. Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Polong Tanaman Kacang Hijau.....	69
34. Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Polong Tanaman Kacang Hijau.....	70
35. Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Biji Tanaman Kacang Hijau .....	71
36. Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Biji Tanaman Kacang Hijau.....	72
37. Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Biji Tanaman Kacang Hijau.....	73
38. Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Berangkas Basah.....	74
39. Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Berangkas Basah .....	75
40. Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Berangkas Basah.....	76
41. Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Berangkas Kering.....	77
42. Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Berangkas Kering.....	78
43. Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Bobot Berangkas Kering .....	79
44. Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Produksi per Hektar.....	80
45. Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Produksi per Hektar.....	81

46.	Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Produksi per Hektar.....	82
47.	Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Keasaman Tanah .....	83
48.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Keasaman Tanah .....	84
49.	Analisis Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Keasaman Tanah .....	85
50.	Data Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Intensitas Serangan Hama .....	86
51.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Residu Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Intensitas Serangan Hama .....	87

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran.....	6
2. Tata letak penelitian.....	15
3. Pengaruh residu berbagai jenis biochar tahun kedua dan dosis pupuk N, P, dan K terhadap diameter batang tanaman kacang hijau.....	25
4. Pengaruh residu berbagai jenis biochar tahun kedua dan dosis pupuk N, P, dan K terhadap umur berbunga tanaman kacang hijau.....	26
5. Pengaruh residu berbagai jenis biochar tahun kedua dan dosis pupuk N, P, dan K terhadap intensitas serangan hama .....	35
6. Benih kacang hijau Vima-5.....	87
7. <i>Rhizobium</i> .....	87
8. Pemeliharaan.....	87
9. Tanaman terserang hama kutu daun.....	88
10. Tanaman siap panen.....	88
11. Tampilan polong kacang hijau semua perlakuan.....	88

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan salah satu jenis tanaman pangan famili kacang kacangan (*leguminosae*) yang memiliki indeks volume impor tinggi di Indonesia. Perdagangan kacang hijau Indonesia pada 2024 menunjukkan nilai perdagangan negatif, artinya nilai impor lebih tinggi dari nilai ekspor. Menurut data Badan Pusat Statistik (2024), impor kacang hijau Indonesia pada 2024 mencapai 13.709 ton atau setara 13,735 juta US\$, sementara volume ekspor kacang hijau Indonesia hanya mencapai 2.133 ton atau setara 2,119 juta US\$ (Pusdatin, 2024). Tingginya nilai impor diduga karena produktivitas kacang hijau di dalam negeri masih rendah, tidak sejalan dengan permintaan pasar yang terus meningkat.

Salah satu masalah pengembangan komoditas kacang hijau adalah rendahnya tingkat kesuburan tanah pada lahan budidaya. Sebagian besar lahan produksi di Provinsi Lampung termasuk dalam ordo tanah Ultisol (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Tanah Ultisol memiliki pH tanah masam berkisar 4,02 hingga 5,68 dan C-Organik sebesar 0,57 % sampai 1,34% sehingga ketersediaan unsur hara dan aktivitas mikroba rendah (Handayani, 2018). Tanah Ultisol juga memiliki nilai kapasitas tukar kation rendah, kandungan aluminium dan fiksasi fosfor tinggi, permeabilitas dan kemantapan agregat rendah. Karakteristik tersebut menyebabkan daya mengikat air rendah dan rentan erosi sehingga terjadinya defisiensi unsur hara hingga degradasi lahan (Sujana dan Pura, 2015).

Karakteristik tanah Ultisol yang kurang baik ini, menyebabkan perlu adanya pengelolaan tanah yang tepat untuk menunjang produktivitas tanaman kacang hijau. Penambahan bahan pembenah tanah berupa biochar dinilai mampu memperbaiki kualitas tanah. Biochar adalah arang hasil pirolisis biomassa organik pada suhu 300 °C sampai 1.000 °C dalam kondisi minim oksigen (Diatta dkk., 2020). Biochar mampu memberikan banyak manfaat penting bagi tanah, diantaranya menetralkan pH tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation dan mikroba tanah, serta meningkatkan serapan unsur hara (Raj dkk., 2023). Aplikasi biochar juga memberikan manfaat melalui peningkatan efisiensi penggunaan pupuk dengan meretensi unsur hara dalam tanah (Das dan Ghosh, 2020).

Pemberian biochar saja tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman, sehingga perlu dikombinasikan dengan pupuk NPK. Penambahan pupuk NPK akan mampu memenuhi kebutuhan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman kacang hijau. Menurut Ramadhan dkk. (2022), pemberian pupuk NPK dengan dosis 350 kg/ha pada kacang hijau Varietas Vima 1, Vima-3 dan Vima-4 menunjukkan pengaruh yang nyata pada parameter tinggi tanaman, jumlah cabang primer, dan jumlah polong per tanaman. Aplikasi pupuk NPK yang dikombinasikan dengan biochar akan mampu mencegah pencucian unsur hara saat penyiraman atau terjadinya hujan sehingga unsur hara akan tetap tersedia (Mardiyan dkk., 2024).

Berdasarkan uraian di atas, biochar akan bertahan dalam jangka waktu lama guna meningkatkan kualitas serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Hal tersebut berperan penting dalam pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kacang hijau. Maka, dilakukan penelitian “Respons Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) terhadap Residu Berbagai Jenis Biochar Tahun Kedua dan Dosis Pupuk NPK di Tanah Ultisol”. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat mengetahui pengaruh residu biochar tahun kedua dan pemupukan NPK terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau di tanah Ultisol.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Apakah terdapat pengaruh residu berbagai jenis biochar tahun kedua terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau?
- (2) Apakah terdapat pengaruh dosis pupuk N, P, dan K terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau?
- (3) Apakah terdapat pengaruh interaksi antara residu berbagai jenis biochar tahun kedua dengan dosis pupuk N, P, dan K terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Mengetahui pengaruh residu berbagai jenis biochar tahun kedua terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau;
- (2) Mengetahui pengaruh dosis pupuk N, P, dan K terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau;
- (3) Mengetahui pengaruh interaksi antara residu berbagai jenis biochar tahun kedua dengan dosis pupuk N, P, dan K terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau.

## **1.4 Kerangka Pemikiran**

Biochar merupakan bahan pembenah tanah yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara, retensi hara, serta kapasitas menahan air di dalam tanah. Biochar memiliki sifat rekalsitran, yang membuatnya lebih stabil di dalam tanah karena sulit terdekomposisi dan tahan terhadap oksidasi. Menurut Steiner (2007), sifat rekalsitran ini disebabkan oleh tingginya kandungan karbon dan rendahnya nitrogen dalam biochar, sehingga biochar dapat bertahan hingga musim tanam berikutnya. Waty (2013) juga menyatakan bahwa residu biochar cenderung

memberikan manfaat lebih besar di musim tanam berikutnya karena meningkatkan ketersediaan air, mendukung dinamika mikroba tanah, serta memperbaiki kondisi nutrisi tanaman.

Penelitian ini menggunakan tiga jenis residu biochar, yaitu sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong yang telah diaplikasikan pada penelitian sebelumnya. Menurut Puspita dkk. (2021), biochar sekam padi memiliki kapasitas menahan air sebesar 87,48%, pH 7,82, dan kandungan karbon terikat sebesar 26,94%. Sadzli dan Supriyadi (2019) menyatakan bahwa kombinasi pupuk organik 5 ton/ha dan biochar sekam padi 10 ton/ha memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kacang hijau.

Biochar tongkol jagung mengandung karbon terikat 70,58%, kadar air 1,81%, dan *volatile matter* 23,11%, yang berasal dari kandungan hidrokarbon (Iskandar dan Rofiatin, 2017). Penelitian Melawati dkk. (2023) menunjukkan bahwa perlakuan biochar tongkol jagung dengan perbandingan tanah dan biochar 90% : 10% berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman, jumlah dan lebar daun, panjang akar, serta bobot basah dan kering tanaman kacang hijau. Selain itu, biochar dari batang singkong memiliki kandungan karbon (C) 40%, fosfor (P) 0,21%, dan kalium (K) 0,94% (Islami, 2012).

Penggunaan biochar dikombinasikan dengan pupuk anorganik untuk membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Pupuk anorganik yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Urea (N), SP-36 (P), dan KCl (K). Rekomendasi pemupukan NPK untuk tanaman kacang hijau berdasarkan Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) adalah 50 kg/ha Urea atau ZA, 50-100 kg/ha SP-36, dan 50-100 kg/ha KCl. Dosis ini mampu meningkatkan hasil panen dan memperbaiki status hara tanah terutama di lahan kering. Penelitian ini menggunakan tiga taraf dosis pupuk NPK, yaitu tanpa pemupukan (kontrol),  $\frac{1}{2}$  dosis pemupukan, dan 1 dosis pemupukan.

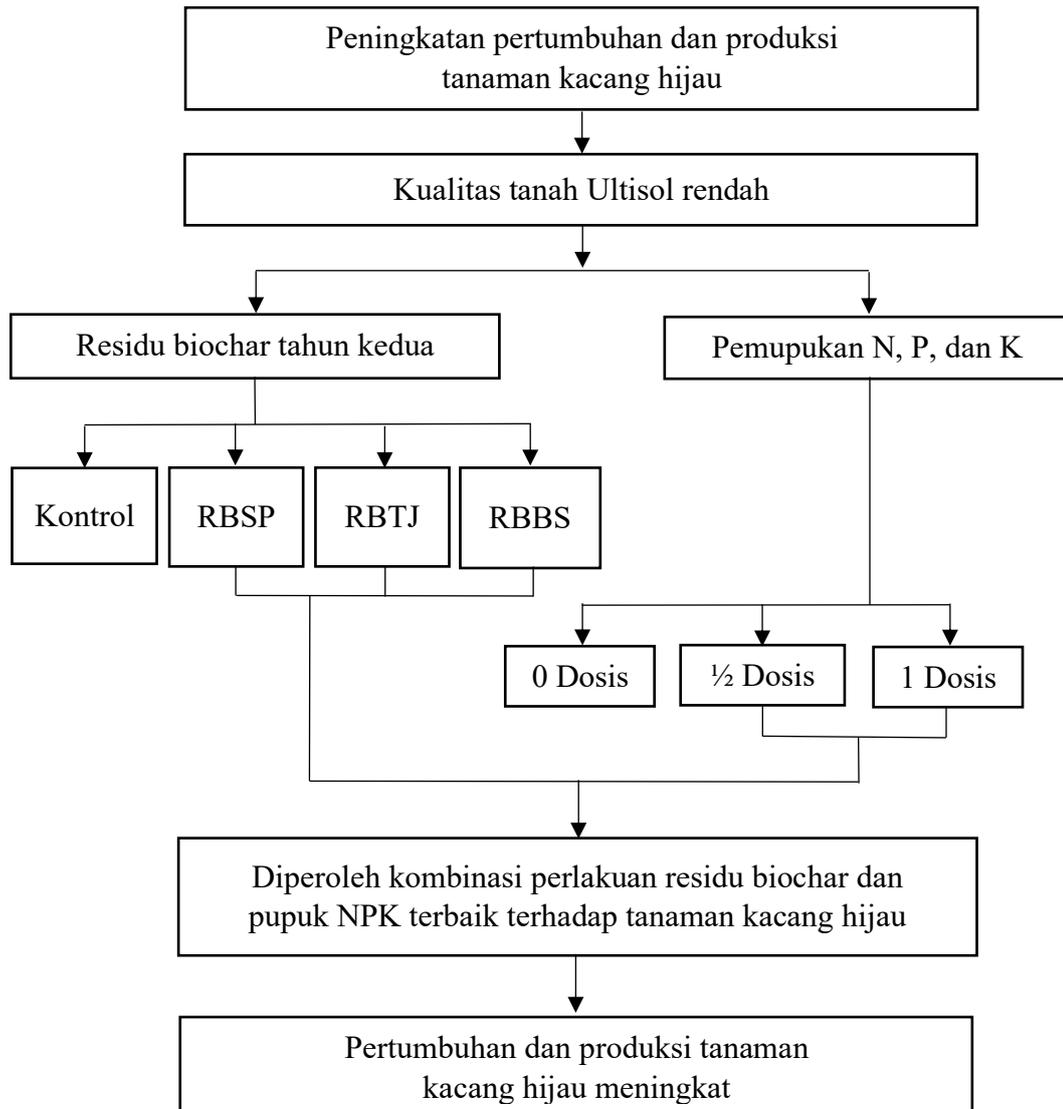
Pupuk NPK dan biochar perlu dikombinasikan untuk menunjang pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau. Residu biochar dapat membantu mengurangi pencucian unsur hara sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan pupuk anorganik oleh tanaman (Mardiyanto dkk., 2024). Selain itu, tanah yang telah diberikan biochar akan memiliki kapasitas lebih baik dalam menyimpan dan mengoptimalkan serapan unsur hara dari pupuk anorganik (Lehmann dkk., 2003). Interaksi antara pupuk NPK dosis 600 kg/ha dan biochar sekam padi 5 ton/ha mampu memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan tinggi tanaman kacang hijau pada usia 4 minggu setelah tanam (mst), jumlah polong per tanaman, dan bobot biji kering per tanaman di tanah aluvial (Mohri dkk., 2023).

Penambahan pupuk NPK yang dikombinasikan dengan biochar meningkatkan serapan unsur hara oleh tanaman, yang berkontribusi pada hasil panen yang lebih optimal. Selain itu, biochar juga berperan dalam meningkatkan kapasitas menahan air dan KTK tanah, sehingga kesuburan tanah dapat terjaga dalam jangka panjang. Dengan demikian, kombinasi residu biochar dan pupuk NPK diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau di tanah Ultisol. Kerangka pemikiran disajikan dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 1.

## **1.5 Hipotesis**

Hipotesis yang dapat disampaikan dari penelitian ini adalah:

- (1) Terdapat pengaruh jenis residu berbagai jenis biochar tahun kedua terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau;
- (2) Terdapat pengaruh dosis pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau;
- (3) Terdapat pengaruh interaksi antara residu berbagai jenis biochar tahun kedua dan dosis N, P, K terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau.



Gambar 1. Kerangka pemikiran.

Keterangan:

RBSP : residu biochar sekam padi

RBTJ : residu biochar tongkol jagung

RBBS : residu biochar batang singkong

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Kacang hijau merupakan salah satu tanaman semusim yang berumur genjah (pendek) toleran terhadap kekeringan dan dapat tumbuh di lahan yang miskin unsur hara. Tanaman kacang hijau berbentuk perdu atau semak dan menghasilkan buah berupa polong (Alfandi, 2015). Menurut Hasanah dkk. (2018), tanaman kacang hijau diklasifikasikan ke dalam Ordo Leguminales dan Famili Leguminosae.

Morfologi tanaman kacang hijau dapat diidentifikasi menjadi bagian organ organ tanaman yaitu akar, batang, daun, bunga, dan polong/biji. Tanaman kacang hijau memiliki 2 jenis sistem perakarannya, yaitu *mesophytes* dan *xerophytes*. *Mesophytes* mempunyai banyak cabang akar pada permukaan tanah dan tipe pertumbuhannya menyebar. *Xerophytes* memiliki akar cabang lebih sedikit dan memanjang ke arah bawah (Sumarji, 2013). Batang kacang hijau berbentuk bulat dan berbuku buku, berbatang jenis perdu (semak), berambut dengan struktur yang beragam, warnanya coklat muda atau hijau. Batang kacang hijau berukuran kecil, tumbuh tegak, tinggi batangnya berkisar 30 cm, bercabang dan menyebar ke segala arah (Ridwan, 2017).

Daun kacang hijau berbentuk lonjong dengan bagian ujung runcing dan memiliki daun berwarna hijau muda sampai hijau tua. Susunan daun kacang hijau merupakan daun majemuk, *trifoliolate* (daun bertangkai tiga), tangkai daun panjang dan berukuran 1,5-12 × 2-10 cm (Sumarji, 2013) Bunga kacang hijau termasuk bunga sempurna, berbentuk seperti kupu-kupu dan berwarna kuning pucat atau kehijauan tersusun dalam tandan. Penyerbukan terjadi secara alami pada malam

hari sehingga pada pagi harinyabunga akan mekar dan pada sore harinya sudah layu (Rukmini, 2017). Polong kacang hijau berbentuk bulat panjang dengan berbulu pendek, panjang polong 6 cm hingga 15 cm dengan 6 biji hingga 16 biji per polong. Polong muda berwarna hijau sedangkan polong tua berwarna cokelat atau hitam yang cenderung untuk pecah sendiri. Biji kacang hijau kecil dan bulat, berwarna hijau atau hijau kekuningan dengan bobot 100 bijinya antara 3 sampai 4 gram tergantung varietasnya (Sumarji, 2013).

Penelitian ini menggunakan benih kacang hijau Varietas Vima-5. Berdasarkan deskripsi pada label kemasan, varietas ini merupakan hasil persilangan antara Varietas VC 1628 A  $\times$  Lokal Wongsorejo. Varietas Vima-5 memiliki berbagai keunggulan, seperti berumur genjah, masak serempak, polong tidak mudah pecah, dan agak tahan terhadap penyakit bercak daun, embun tepung dan hama *thrips*. Benih kacang hijau Varietas Vima-5 memiliki potensi hasil sebesar 2,34 ton/ha biji kering dan rata-rata hasil sebesar 1,84 ton/ha biji kering.

## **2.2 Periode Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)**

Tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) terdiri dari 3 fase pertumbuhan, yaitu perkecambahan, vegetatif, dan generatif. Fase perkecambahan terjadi dalam rentang 0 hari sampai 5 hari setelah tanam (hst), biji mulai berkecambah dan muncul di permukaan tanah. Kotiledon berlangsung sekitar 4 hari sampai 5 hari tergantung pada kelembaban dan kedalaman penanaman. Fase vegetatif berlangsung dari 6 hst sampai 34 hst. Pada tahap ini, daun pertama tumbuh sekitar 9 hst sampai 11 hst, diikuti oleh munculnya daun berangkai tiga pertama pada 13 hst. Pertumbuhan daun terus berlanjut hingga daun berangkai tujuh muncul pada 34 hst, yang menandai awal dari fase pembungaan (Balitkabi, 2012).

Tanaman kacang hijau memasuki fase generatif berlangsung dari 34 hst hingga 60 hst. Pembungaan dimulai sekitar 34 hst dengan jumlah bunga yang pada awalnya sedikit, kemudian meningkat hingga mencapai puncaknya sebelum akhirnya menurun. Namun, tidak semua bunga akan menjadi polong, hanya sekitar 23%

sampai 25% yang berkembang menjadi polong, sementara sisanya mengalami gugur. Periode pembentukan dan pengisian polong terjadi antara 41 hst sampai 49 hst, dilanjutkan dengan pemasakan polong antara 50 hst sampai 60 hst. Tanaman kacang hijau biasanya siap dipanen pada umur 60 hst (Balitkabi, 2012).

### 2.3 Tanah Ultisol

Tanah Ultisol adalah jenis tanah yang memiliki warna kuning kecoklatan hingga merah, yang diklasifikasikan sebagai Podsolik Merah Kuning (PMK). Tanah Ultisol termasuk salah satu tanah yang tergolong marginal, yaitu tanah yang kehilangan kemampuan untuk mendukung proses fisiologis tumbuhan yang terjadi akibat proses pembentukan, kerusakan alam atau akibat aktivitas manusia yang membutuhkan perlakuan lebih untuk kegiatan ekonomi (Lubis dkk., 2023).

Tanah Ultisol mempunyai struktur sedang hingga kuat, dengan bentuk gumpal bersudut. Ciri morfologi yang penting pada Ultisol adalah adanya peningkatan fraksi liat dalam jumlah tertentu pada horizon yang dikenal sebagai horizon argilik. Horizon argilik umumnya kaya akan aluminium yang peka terhadap perkembangan akar tanaman sehingga akar tanaman tidak dapat menembus horizon ini dan hanya berkembang di atas horizon argilik. Tanah Ultisol mempunyai nilai kejenuhan basa kurang dari 35% dan bersifat masam. Beberapa jenis tanah Ultisol mempunyai kapasitas tukar kation kurang dari 16 cmol/kg liat yang mempunyai horizon kandik. Kapasitas tukar kation pada tanah Ultisol dari granit, sedimen, dan tufa tergolong rendah masing-masing berkisar antara 2,90 cmol/kg hingga 7,50 cmol/kg, 6,1 cmol/kg 1 cmol/kg hingga 13,68 cmol/kg, dan 6,10 cmol/kg hingga 6,80 cmol/kg, sedangkan yang dari bahan volkan andesitik dan batu gamping tergolong tinggi (Sujana dan Pura, 2015).

Karakteristik tanah Ultisol berdasarkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah adalah tekstur tanah 15,81 % pasir, 2,01% debu, dan 82,16% liat, C-Organik 18,8 g kg<sup>-1</sup> (sedang), pH 5,19 (masam), Al-ditukar 1,92 me 100 g<sup>-1</sup> (tinggi), kerapatan isi 12,4 kg m<sup>-3</sup> (sedang), ruang pori total 53,36% (besar), dan indeks stabilitas agregat

rendah (Yulnafatmawita dan Adrinal, 2014). Kandungan C-Organik pada tanah Ultisol juga relatif rendah seiring dengan penurunan pH tanah yang semakin masam. Hal ini disebabkan oleh proses dekomposisi di dalam tanah, yang mengurangi jumlah bahan organik. C-Organik berperan penting dalam kesuburan tanah, karena berfungsi sebagai sumber utama nitrogen dan berkontribusi terhadap perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologis tanah (Soekamto, 2015).

Dominasi tanah Ultisol di sebagian besar wilayah Indonesia menimbulkan masalah tersendiri dalam upaya pengembangan usaha pertanian dan perkebunan. Luas tanah Ultisol di Indonesia diperkirakan mencapai 51 juta ha atau sekitar 29,7% luas daratan di Indonesia. Permasalahan pada tanah Ultisol yaitu memiliki pH tanah masam dan kandungan bahan organik yang rendah sehingga mengakibatkan kandungan hara rendah. Kandungan bahan organik rendah disebabkan karena proses dekomposisi berjalan cepat dan sebagian terbawa erosi, sedangkan kandungan hara pada tanah Ultisol umumnya rendah disebabkan karena pencucian basa berlangsung intensif. Oleh karena itu perlu dilakukan penambahan unsur hara agar mampu menjadi media tanam yang baik untuk menunjang pertumbuhan tanaman (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

## **2.4 Biochar**

Kata “biochar” berasal dari gabungan kata *biomass* (biomassa) dan *charcoal* (arang). Biochar adalah arang yang terbuat dari hasil pirolisis biomassa organik. Pirolisis adalah proses pembakaran biomassa pada temperature tinggi dengan kondisi rendah atau tanpa oksigen. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan Hendarto (2024), pembuatan biochar dilakukan dengan cara dibakar, dimana bahan baku disusun membentuk gundukan dan diberi corong berupa kawat kasa berukuran  $1 \times 1$  cm yang diletakkan di tengah gundukan, sedangkan bahan baku tongkol jagung dan batang singkong perlu melalui tahap penggilingan menggunakan rabakong untuk mempermudah proses pembuatan biochar.

Biochar memiliki karakteristik fisik yang meliputi luas permukaan yang besar dan adanya pori mikro, yang membuatnya memiliki sifat kemampuan menyerap dan menampung air, serta dapat meretensi hara sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pembenah tanah, sedangkan sifat kimia yang perlu dimiliki biochar adalah permukaan biochar memiliki gugus fungsional yang dapat bersifat hidrofilik hidrofobik, dan dapat bersifat asam dan basa, sehingga dapat bereaksi dengan larutan di sekitarnya. Adanya gugus fungsional pada biochar memberi peluang terjadinya muatan negatif dari permukaan biochar, ketika mengalami hidrolisis di dalam tanah. Muatan negatif yang timbul tersebut dapat meningkatkan kemampuan biochar di dalam tanah untuk mengikat kation hara tanaman yang dapat dipertukarkan. Sifat fisika dan kimia biochar ini berpotensi memperbaiki sifat tanah seperti distribusi pori, bobot isi, dan kapasitas menjerap air tanah (Mukherjee dan Lal, 2013).

Stabilitas biochar tergantung pada jenis bahan baku dan suhu pirolisis, karena dapat mempengaruhi variasi karakteristik biochar dan kandungan karbon di dalamnya (Lehmann dan Joseph, 2009). Biochar yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 3 jenis bahan baku dari limbah pertanian, yaitu sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong. Menurut Puspita dkk. (2021), biochar sekam padi diproses dengan metode pirolisis pada suhu 400 °C selama 4 jam. Biochar sekam padi memiliki kemampuan menampung air 87,48%, pH 7,82, dan karbon terikat sebesar -26,94% yang membuat biochar arang sekam akan lama tersimpan di dalam tanah. Berdasarkan penelitian Iskandar (2017), biochar tongkol jagung hasil proses pirolisis 600 °C memiliki kandungan karbon terikat 70,58%, kadar air 1,81%, dan volatile matter 23,11% yang berasal dari kandungan hidrokarbon. Biochar tongkol jagung mengandung 69,93% selulosa, 17,79% hemiselulosa, dan 9% lignin (Sari dkk., 2018). Biochar batang singkong yang merupakan hasil pirolisis memiliki kandungan unsur C 40%, P 0,21%, dan K 0,94% (Islami, 2012).

Penggunaan biochar pada tanah mampu memberikan perubahan terhadap sifat fisika tanah, yaitu struktur, porositas, dan distribusi ukuran pori sehingga dapat

memperbaiki udara tanah, kapasitas menyimpan air dan meningkatkan status hara dan mikroba di rizosfir (Jha dkk., 2010). Perbaikan sifat kimia tanah juga terjadi akibat aplikasi biochar ke dalam tanah. Tanah masam ( $\text{pH} < 6$ ), umumnya aplikasi biochar dapat meningkatkan pH tanah sehingga semua unsur hara akan berada dalam bentuk tersedia bagi tanaman dalam jumlah yang cukup pada kisaran pH netral (Sika, 2012). Kaitannya dengan sifat biologi tanah, biochar berperan sebagai habitat untuk pertumbuhan mikroorganisme. Biochar memiliki pori mikro yang dapat digunakan sebagai habitat bagi mikroorganisme yang mengakibatkan berkurangnya persaingan antar mikroorganisme sehingga dapat meningkatkan aktivitas biologi tanah. Semakin tinggi aktivitas mikroorganisme tanah maka dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara didalam tanah sehingga tanaman dapat menyerap unsur hara dengan baik dan dapat juga meningkatkan produksi tanaman (Chan dkk., 2007).

## **2.5 Pupuk NPK**

Pupuk NPK merupakan salah satu jenis pupuk anorganik yang mengandung tiga unsur hara utama, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Pupuk ini mengandung unsur hara esensial yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara tanah yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Apabila ketiga unsur hara tersebut tidak terpenuhi, maka pertumbuhan tanaman akan terhambat dan tidak optimal. Ketiga unsur tersebut memiliki peran yang berbeda tetapi saling melengkapi dalam mendukung proses fisiologis tanaman.

Nitrogen adalah unsur hara yang ditemukan pada tanaman dalam bentuk anorganik maupun organik. Tanaman menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), senyawa amino, dan protein. Amonium adalah unsur yang paling banyak diserap tanaman, sehingga total N berkorelasi lebih erat dengan ammonium daripada dengan unsur lainnya. Nitrogen (N) memiliki fungsi utama dalam pembentukan karbohidrat, protein, lemak dan persenyawaan organik lainnya yang berperan sebagai penyusun klorofil yang menjadikan daun berwarna hijau. Unsur ini sangat penting untuk pertumbuhan vegetatif, terutama dalam

pembentukan daun dan batang. Kekurangan nitrogen dapat menghambat pertumbuhan dan pembungaan tanaman, sedangkan kelebihan nitrogen dapat menghambat pembungaan dan pematangan (Purba dkk., 2021).

Fosfor (P) merupakan unsur hara yang memiliki konsentrasi di kulit bumi umumnya 0,1% atau 2 ton/ha, dan paling umum berbentuk apatit batuan beku dan bahan induk tanah. Fosfor tidak tersedia secara langsung bagi tanaman. Proses mineralisasi fosfor organik memobilisasi fosfor dari larutan tanah, hewan, dan sisa tanaman melalui proses dekomposisi dengan kandungan 1%. Tanaman membutuhkan fosfor untuk menghasilkan ATP (Adenosin Trifosfat), yang diperlukan untuk fotosintesis dan respirasi. Fosfor juga penting untuk perkembangan sistem perakaran, pembentukan bunga, dan pematangan buah. Tanaman yang mengalami defisiensi fosfor umumnya memiliki pertumbuhan akar yang buruk dan warna daun yang cenderung keunguan (Purba dkk., 2021).

Kalium (K) merupakan unsur hara kedua yang paling banyak diserap oleh tanaman setelah unsur hara nitrogen. Unsur ini diserap oleh tanaman dalam bentuk  $K^+$  melalui difusi, aliran massa, dan intersepsi akar. Kalium berperan dalam mengatur keseimbangan air dalam sel tanaman dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan kondisi lingkungan yang tidak baik. Komponen ini juga membantu metabolisme karbohidrat dan pembentukan protein, yang menghasilkan hasil panen yang lebih baik. Kekurangan kalium dapat menyebabkan tepi daun menguning atau mengering, menurunkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan dan patogen (Purba dkk., 2021).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

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

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari Januari sampai Maret 2025. Penanaman tanaman kacang hijau dilakukan di Laboratorium Percobaan Lapang Terpadu (LTPD), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis sifat tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

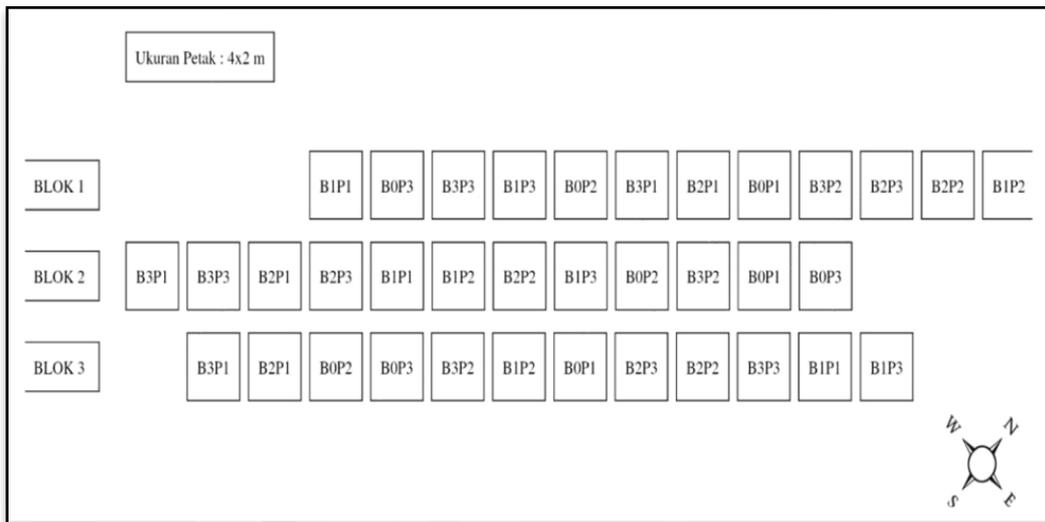
#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan selama penelitian berlangsung antara lain: cangkul, gergaji, sabit, meteran, timbangan, jangka sorong, oven, selang, baskom, dan alat tulis. Bahan yang akan digunakan antara lain: tali rafia, bambu, kertas label, furadan, inokulum *rhizobium*, pupuk kandang sapi, Urea, TSP, KCl, dan air.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama adalah residu berbagai jenis biochar tahun kedua (B) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu kontrol/tanpa residu biochar (B<sub>0</sub>), residu biochar sekam padi (B<sub>1</sub>), residu biochar tongkol jagung (B<sub>2</sub>), dan residu biochar batang singkong (B<sub>3</sub>). Faktor kedua yaitu dosis pemupukan N, P, dan K (P) yang terdiri 3 taraf, yaitu 0 dosis pemupukan (P<sub>0</sub>), ½ dosis pemupukan (P<sub>1</sub>), dan 1 dosis pemupukan (P<sub>2</sub>). Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh 12 kombinasi perlakuan. Percobaan dilakukan dengan menggunakan 3 ulangan sehingga

diperoleh total satuan percobaan  $4 \times 3 \times 3 = 36$  satuan percobaan. Setiap perlakuan disusun berdasarkan tata letak yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tata letak penelitian.

Keterangan:

B<sub>0</sub>P<sub>0</sub>: tanpa residu biochar dan 0 dosis N, P, K;

B<sub>0</sub>P<sub>1</sub>: tanpa residu biochar dan ½ dosis N, P, K;

B<sub>0</sub>P<sub>2</sub>: tanpa residu biochar dan 1 dosis N, P, K;

B<sub>1</sub>P<sub>0</sub>: residu biochar sekam padi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 0 dosis N, P, K;

B<sub>1</sub>P<sub>1</sub>: residu biochar sekam padi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan ½ dosis N, P, K;

B<sub>1</sub>P<sub>2</sub>: residu biochar sekam padi 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 1 dosis N, P, K;

B<sub>2</sub>P<sub>0</sub>: residu biochar tongkol jagung 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 0 dosis N, P, K;

B<sub>2</sub>P<sub>1</sub>: residu biochar tongkol jagung 5 ton ha<sup>-1</sup> dan ½ dosis N, P, K;

B<sub>2</sub>P<sub>2</sub>: residu biochar tongkol jagung 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 1 dosis N, P, K;

B<sub>3</sub>P<sub>0</sub>: residu biochar batang singkong 5 ha<sup>-1</sup> dan 0 dosis N, P, K;

B<sub>3</sub>P<sub>1</sub>: residu biochar batang singkong 5 ton ha<sup>-1</sup> dan ½ dosis N, P, K;

B<sub>3</sub>P<sub>2</sub>: residu biochar batang singkong 5 ton ha<sup>-1</sup> dan 1 dosis N, P, K.

### 3.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan Uji Barlett untuk mengetahui homogenitas ragam antarperlakuan, aditivitas data diuji menggunakan Uji Tukey, kemudian data dianalisis dengan analisis ragam dan *standar error of mean*. Perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, diantaranya yaitu pengolahan lahan, penanaman benih kacang hijau, penyulaman, penyiraman, pemupukan, pengendalian OPT, dan panen.

#### 3.5.1 Pengolahan Lahan

Tahapan pengolahan lahan diawali dengan pembersihan gulma untuk memudahkan proses *plotting* petak percobaan serta pembuatan petakan. Setelah lahan selesai dibersihkan dari gulma, kemudian dilakukan *plotting* menggunakan tali rafia dan patok bambu sesuai tata letak percobaan dengan ukuran  $4 \times 2$  m dan jarak antar petak perlakuan 20 cm. Pengolahan tanah dilakukan dengan metode pengolahan tanah sempurna lalu diaplikasikan pupuk kandang sapi pada setiap petakan lahan dengan dosis  $5 \text{ kg ha}^{-1}$  untuk memperbaiki sifat tanah. Pengolahan tanah dilakukan pada waktu 1 minggu sebelum penanaman.

#### 3.5.2 Penanaman Benih Kacang Hijau

Benih kacang hijau yang digunakan adalah Varietas VIMA-5. Sebelum dilakukan penanaman, benih direndam dengan air hangat, kemudian diberi tambahan inokulum *rhizobium* kemasan dengan merk "RHIZOKA" yang dibeli di toko *online*. Inokulum *rhizobium* tersebut dicampurkan secara merata pada benih kacang hijau sehingga setiap biji kacang hijau terselimuti oleh inokulum *rhizobium*. Benih kacang hijau ditanam dengan cara ditugal dengan jumlah 3 benih per lubang tanamnya dan diberi tambahan sedikit furadan ke dalam lubang tanaman untuk menghindari benih dari gangguan serangga. Penugalan dilakukan menggunakan alat berupa kayu dengan kedalaman 3 cm sampai 5 cm dan jarak  $40 \times 20$  cm sehingga diperoleh 100 lubang per petak. Benih yang tidak tumbuh pada lubang tanam dilakukan penyulaman.

### 3.5.3 Penyulaman

Penyulaman dilakukan apabila terdapat benih kacang hijau yang tidak tumbuh. Kegiatan ini dilakukan sampai tanaman berumur 1 minggu setelah tanam (mst). Penyulaman dilakukan dengan menanam ulang benih kacang hijau ke dalam lubang tanam tempat tanaman yang tidak tumbuh.

### 3.5.4 Penyiraman

Penyiraman dilakukan menggunakan air tanah yang tertampung ke dalam tangki air yang berada di lahan penelitian dan disiramkan dengan menggunakan selang secara merata. Penyiraman dilakukan sebanyak 2 kali dalam sehari yaitu pagi dan sore, kecuali apabila turun hujan.

### 3.5.5 Pemupukan

Pemupukan NPK (Urea, TSP, dan KCl) diberikan sesuai dosis perlakuan seperti yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Dosis perlakuan pupuk N, P, dan K

No.	Perlakuan	Urea (kg ha <sup>-1</sup> )	TSP (kg ha <sup>-1</sup> )	KCl (kg ha <sup>-1</sup> )
1.	P <sub>0</sub>	0	0	0
2.	P <sub>1</sub>	25	50	25
3.	P <sub>2</sub>	50	100	50

Keterangan:

P<sub>0</sub> : 0 dosis pupuk N, P, K

P<sub>1</sub> : ½ dosis pupuk N, P, K

P<sub>2</sub> : 1 dosis pupuk N, P, K

Pemupukan diaplikasikan sebanyak satu kali selama masa tanam, yaitu pada saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam (hst). Pemupukan dilakukan dengan mencampurkan semua jenis pupuk, kemudian diberikan pada waktu yang

bersamaan. Pemupukan dilakukan dengan cara ditugal sedalam 5 cm dan berjarak 5 cm dari tanaman, kemudian lubang ditutup dengan tanah

### **3.5.6 Pengendalian OPT**

Pengendalian OPT yang dilakukan meliputi pengendalian terhadap hama, penyakit, dan gulma. Pengendalian terhadap hama dan penyakit akan dilakukan dengan teknik secara kimiawi menggunakan pestisida. Pengendalian gulma akan dilakukan secara mekanik yaitu dicabut menggunakan tangan dan dengan bantuan alat berupa koret. Setiap hari akan dilakukan pemantauan terhadap OPT, sehingga apabila OPT telah dirasa menyerang akan segera dilakukan tindakan pengendalian.

### **3.5.7 Panen**

Pemanenan dilakukan saat tanaman kacang hijau mencapai umur siap panen ( $\pm$  60 hst) dan muncul tanda-tanda siap panen, meliputi berubahnya warna polong dari hijau menjadi hitam atau coklat dan kering. Panen dilakukan dengan cara dipetik menggunakan tangan kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik. Hasil panen selanjutnya dilakukan pengamatan sesuai variabel yang telah ditentukan.

## **3.6 Variabel Pengamatan**

Variabel pengamatan yang diamati terdiri atas variabel utama dan variabel pendukung. Pengamatan dilakukan setiap 1 minggu sekali.

### **3.6.1 Variabel Utama**

Variabel utama yang diamati dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), jumlah cabang (tangkai), diameter batang (mm), umur berbunga (hst), jumlah polong pertanaman (gram), bobot polong pertanaman

(gram), bobot biji per perlakuan ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), bobot berangkasan basah (gram/tanaman), bobot berangkasan kering (gram/tanama), dan *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) residu *biochar* dan pupuk N, P, K.

- (1) Tinggi tanaman (cm) diukur menggunakan meteran dari permukaan tanah sampai ujung batang tertinggi;
- (2) Jumlah daun (helai) diamati dengan menghitung daun yang telah membuka sempurna yang masih melekat pada batang;
- (3) Jumlah cabang (tangkai) diamati dengan menghitung secara manual jumlah cabang primer yang muncul;
- (4) Diameter batang (mm) diukur menggunakan jangka sorong digital pada bagian pangkal batang, sekitar 1 cm dari permukaan tanah;
- (5) Umur berbunga (hst) diamati dengan menghitung hari keberapa tanaman telah muncul bunga dengan melakukan pemantauan setiap harinya mulai umur 3 mst;
- (6) Jumlah polong (buah) diamati dengan menghitung semua jumlah polong pada tanaman sampel. Perhitungan dilakukan secara bertahap mulai dari panen pertama sampai panen terakhir baik polong yang bernas maupun polong yang hampa;
- (7) Bobot polong (gram) dilakukan pengamatan dengan menimbang polong per tanaman sampel menggunakan timbangan digital;
- (8) Bobot biji (kg) diukur dengan menggabungkan seluruh hasil biji setiap perlakuan kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital;
- (9) Bobot berangkasan basah (gram) diamati dengan menimbang bagian tajuk dan akar seluruh tanaman sampel menggunakan timbangan digital;
- (10) Bobot berangkasan kering (gram) dilakukan pengamatan dengan mengeringkan tanaman sampel bagian tajuk dan akar hingga beratnya konstan, selanjutnya dihitung dengan cara menimbang menggunakan timbangan digital;
- (11) *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) adalah tingkat efektivitas suatu perlakuan pemberian pupuk dibandingkan dengan pupuk standar yang dihitung berdasarkan data produksi per hektar tanaman kacang hijau. Rumus *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE):

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

Keterangan:

Nilai RAE perlakuan standar = 100 %;

Nilai RAE > 100% = efektif;

Nilai RAE < 100% = tidak efektif.

### 3.6.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang diamati dalam penelitian ini adalah keasaman tanah (pH tanah) dan intensitas serangan hama.

- (1) Keasaman tanah diukur dengan menyiapkan 10 gram sampel tanah setiap perlakuan yang diletakkan pada gelas piala. Selanjutnya, tambahkan 25 ml larutan KCl 1 N kemudian diaduk selama 30 menit lalu diukur dengan menggunakan pH meter;
- (2) Intensitas serangan hama (%) diamati dengan cara menghitung tanaman yang terkena serangan hama kutu daun. Perhitungan dilakukan dengan melakukan pemantauan tanaman dari fase vegetatif hingga generatif.

## **V. SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Simpulan**

Simpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

- (1) Residu berbagai jenis biochar tahun kedua tidak memberikan pengaruh terhadap semua variabel pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau;
- (2) Dosis pupuk NPK memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau, serta mampu meningkatkan beberapa variabel pengamatan, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, bobot polong, jumlah polong, bobot biji, bobot berangkasan basah, dan bobot berangkasan kering;
- (3) Tidak terdapat pengaruh interaksi antara residu berbagai jenis biochar tahun kedua dan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau.

### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk menambah dosis biochar pada penelitian selanjutnya dan perlu adanya penelitian jangka panjang untuk mengetahui peran biochar dalam meretensi unsur hara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfandi. 2015. Kajian pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) akibat pemberian pupuk p dan inokulasi cendawan mikoriza arbuskula (CMA). *Jurnal Agrijati*. 28(1) : 158-171.
- Alfiandi, M. T. C., Hasbi, A., dan Suroso, B. 2022. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman terung (*Solanum melongena* L.) terhadap pemberian pupuk oraganik cair azolla (*Azolla pinata*) dan pupuk P. *National Multidisciplinary Sciences*. 1(2) :123-137.
- Aminah, Saida, Nuraeni, Numba, S., Syam, N., dan Palad, M. S. 2023. Respon pertumbuhan dan produksi kacang hijau terhadap pemberian pupuk organik cair herbafarm dan pupuk NPK. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. (11)2 : 103-114.
- Baliktabi. 2012. *Laporan Tahun 2012 Penelitian Aneka Kacang Dan Umbi*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Chan, K., Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., and Joseph, S., 2007. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Aust. J. Soil Res.* 45, 629–634.
- Darmawan, E., Mulyati, dan Dewi, S. A. R. 2024. Aplikasi biochar dan kombinasi pemulsaan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna Radiata* L.) pada tanah vertisol di Kabupaten Lombok Tengah. *Agroteksos*. 34(3) : 808 – 822.
- Das, S. K., and Ghosh, G. K. 2020. Soil health management through low cost biochar technology. *In: Biochar Applications in Agriculture and Environment Management*. 193–206.
- Diatta, A. A., Fike, J. H., Battaglia, M. L., Galbraith, J. M., and Baig, M. B. 2020. Effects of biochar on soil fertility and crop productivity in arid regions: A Review. *Arabian Journal of Geosciences*. 13(14) : 1-17.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2024. *Newsletter Pusdatin : Peningkatan Kualitas Data Produksi Kacang Hijau Melalui Perbaikan Metode Produktivitas*. Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian. Jakarta. 12 hlm.

- 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.
- Graber, E. R., Meller Harel, Y., Kolton, M., Cytryn, E., Silber, A., David, D. R., Tsechansky, L., Borenshtein, M., and Elad, Y. 2010. Biochar impact on development and productivity of pepper and tomato grown in fertigated soilless media. *Plant and Soil*. 337 : 481–496.
- Iskandar, T., dan Rofiatin, U. 2017. Karakteristik biochar berdasarkan jenis biomassa dan parameter proses phyrolisis. *Jurnal Teknik Kimia*. 12(1) : 28-34.
- Handayani, S. dan Karnilawati. 2018. Karakteristik dan klasifikasi tanah ultisol di Kecamatan Indrajaya, Kabupaten Pidie. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 14(2) : 52-59.
- Harnowo, D. 2016. *Laporan Akuntabilitas Kinerja Balitkabi Tahun 2016*. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi). Malang. 87 hlm.
- Hardjoloekito, A. J. H. S. 2009. Pengaruh pengapuran dan pemupukan P terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine Max L.*) pada tanah latosol. *Jurnal Media Soerjo*. 5(2) : 1–19.
- Hasanah, F., M, S. Sari., S, legowo., A, Saefullah dan S, Fatimah. 2018. Pengaruh intensitas spektrum cahaya warna merah dan hijau terhadap perkecambahan dan fotosintesis kacang hijau (*Vigna radiata L.*). *Jurnal Gravity*. 4(2) : 25-35.
- Hendarto, B. 2024. Aplikasi Bahan Pembenh Tanah dan Pemupukan NPK terhadap Ketersediaan dan Serapan Hara Fosfor pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) di Tanah Ultisol. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Ikram, I., Fathurrahman, F., dan Madauna, I. S. 2024). Pertumbuhan dan hasil dua varietas kacang hijau (*Vigna radiata L.*) pada pemberian berbagai dosis poc limbah air tahu. *Jurnal Agrotekbis*. 12(2) : 404–414.
- Islami, T. 2012. Pengaruh residu bahan organik pada tanaman jagung sebagai tanaman sela dan pertanaman ubi kayu. *Buana Sains*. 12(1) : 131-136.
- Jha, P., Biswas, A., Lakaria, B., and Rao, A., 2010. Biochar in agriculture – prospects and related implications. *Curr. Sci*. 99, 1218–1225.
- Lehmann, J., and Joseph, S., 2009. Biochar for environmental management: an introduction. in: lehmann, j. and joseph, s. (eds.). *Biochar Environ. Manag. Sci. Technol*. Earthscan. London, UK 1–12.

- 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 and Soil*. 249 : 343–357.
- Lestari, E. B. 2016. Pengaruh kombinasi pupuk kandang sapi dan abu sabut kelapa sebagai pupuk utama dalam budidaya tanaman brokoli (*Brassica oleracea* L.). *Planta Tropika: Journal of Agro Science*. 4(2) : 95–100.
- Lingga, P, dan Marsono. 2008. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya. 162 hlm.
- Lubis, F. A., Rizal, K., Sepriani, Y., dan Harahap, F. S. 2023. Karakteristik sifat kimia tanah ultisol yang ditanami semangka (*Citrullus lanatus* ) di Desa Gunung Selamat Kecamatan Bilah Hulu Kabupaten Labuhan Batu. *Jurnal Pertanian Agros*. 25(3) : 2698-2704.
- Mardiyan, K., Nasrul, B., dan Nelvia. 2024. Pengaruh biochar cangkang kelapa sawit dan pupuk npk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.). *INNOVATIVE : Journal Of Social Science Research*. 4(3) : 16840-16854.
- Mautuka, Z. A., Maifa, A., dan Karbeka, M. 2022. Pemanfaatan biochar tongkol jagung guna perbaikan sifat kimia tanah lahan kering. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 8(1) : 201-208.
- Mehari, Z. H., Elad, Y., Rav David, D., and Graber, E. R. 2015. Biochar-mediated plant resistance to botrytis cinerea in arabidopsis. *Plant and Soil*. 395 : 31–44.
- Melawati, U., Jayadi, E. M., dan Jayanti, E. T. 2023. Pengaruh variasi media tanam biochar tongkol jagung terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*. 1(1) : 37-43.
- Murdaningsih, M. 2014. Pengaruh dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.). *Agrica*. 7 (1): 45-56.
- Mukherjee, A., Lal, R., 2013. Biochar impacts on soil physical properties and greenhouse gas emissions. *Agronomy*. 3: 313–339.
- Mohri., Astina., dan Surachman. 2023. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau terhadap pemberian NPK dan biochar sekam padi di tanah aluvial. *Jurnal Sains Pertanian Equator*. 12(1) : 153-161.

- Pramitasari, H. E., Wardiyati, T., dan Nawawi, M. 2016. Pengaruh dosis pupuk nitrogen dan tingkat kepadatan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(1) : 49 – 56.
- Prasetyo, B.H. dan Suriadikarta, D.A. 2006. Karakteristik potensi dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian di Indonesia. *Jurnal Libtang Pertanian*. 25 (2): 39-47.
- Purba, T., Ningsih, H., Purwaningsih., Junaedi, A. S., Gunawan, B., Junairiah., Firgiyanto, R., Arsi. 2021. *Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Yayasan Kita Menulis. Medan. 133 hlm.
- Pusdatin. 2024. *Statistik Terkini Ekonomi Pertanian Maret 2024*. Kementerian Pertanian. Jakarta. 90 hlm.
- Puspita, V., Syakur, dan Darusman. 2021. Karakteristik biochar sekam padi pada dua temperature pirolisis. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(4) : 732 -739.
- Qiao, X., Wang, J., Liu, Q., Chen, Z., Jin, P., Du, J., Fan, J., Yin, W., Xie, Z., and Wang, X. 2022. Long-term field biochar application for rice production: Effects on soil nutrient supply, carbon sequestration, crop yield and grain minerals. *Agronomy*. 12(8), 1–13.
- Raj, A., Karol, A., Shaji, A., Pandey, R., and Gupta, H. 2023. Biochar: a comprehensive overview of its role in soil health. *International Journal of Environment and Climate Change*. 13(10) : 1621–1628.
- Ramadhan, A., Nurhayati, D. R., dan Bahri, S. 2022. Pengaruh pupuk NPK mutiara (16-16-16) terhadap pertumbuhan beberapa varietas kacang hijau (*Vigna Radiata* L.). *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 18(1) : 48-52.
- Ridwan. 2017. Pengaruh Jenis Arang sebagai Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Skripsi*. Jurusan Pendidikan IPA-Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri (UIN) Mataram.
- Rosyida, R., dan Nugroho, A. S. 2017. Pengaruh dosis pupuk NPK majemuk dan pgpr (*plant growth promoting rhizobacteria*) terhadap bobot basah dan kadar klorofil daun tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*. 6(2) : 42-56.
- Rukmini, A, 2017. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Kondisi Kadar Air Tanah yang Berbeda. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.

- Sadzli, M.A., dan Supriyadi, S. 2019. Pengaruh biochar sekam padi dan kompos paitan (*Tithonia diversifolia*) terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di tanah miditeran. *AGROVIGOR*. 12(2): 102-108.
- Sari, P. D., Puri, W. A., dan Hanum, D. 2018. Delignifikasi bonggol jagung dengan metode microwave alkali. *Agrika*. 12(2): 164-172.
- Setiawan, S., Sarno., Afrianti, N. A., dan Supriatin. 2022. Pengaruh pemberian biochar batang singkong dan pemupukan p terhadap sifat kimia tanah ultisol yang ditanami jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(1) : 85 – 94.
- Sika, M., 2012. Effect Of Biochar On Chemistry, Nutrient Uptake And Fertilizer Mobility In Sandy Soil. *Thesis Univ. Stellenbosch* 139 p.
- Soekamto, M. H. 2015. Kajian status kesuburan tanah di lahan kakao Kampung Klain Distrik Mayamuk Kabupaten Sorong. *Jurnal Agroforestri*. 10(3) : 201-208.
- Sopandie, D. 2013. *Fisiologi adaptasi tanaman tropika*. IPB Press. Bogor. 244 hlm
- Steiner, C. 2007. Soil Charcoal amendments maintain soil fertility and establish carbon sink- research and prospects. *In: Soil Ecology Research Developments*. 1-6.
- Sujana, I. P dan Pura, I. N. L. S., 2015. Pengelolaan tanah ultisol dengan pemberian pembenah organik biochar menuju pertanian berkelanjutan. *AGRIMETA*. 5(9) : 1-9.
- Sumarji. 2013. Laporan Kegiatan Penyuluhan Teknik Budidaya Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Kediri.
- Supandji, Saptorini, M. Muharram, L., dan Suryani. 2021. Efektifitas dosis pemupukan NPK terhadap tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*. 4(2) : 7–14.
- Waty, R. 2013. Pemupukan NPK dan residu biochar terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.) musim tanam kedua. *Manajemen Sumber Daya Lahan*. 3 (1): 383-389.
- Widiastuti, R., Muktamar, Z., dan Supriyono, E. 2023. Respon pertumbuhan dan hasil kacang hijau (*Vigna Radiata* L.) terhadap pengapuran di ultisols. *Seminar Nasional Pertanian Pesisir*. 2(1) : 46–60.

Widowati, W., Sutoyo, S., Hidayati, K., dan Wahyu, F. 2020. Biochar and organic fertilizer utilization in enhancing corn yield on various types of dryland. *Agriculture and Natural Resources*, 54, 665–672.

Yulnafatmawita and Adrinal. 2014. Physical characteristics of ultisols and the impact on soil loss during soybean (*Glycine Max Merr*) cultivation in a wet tropical area. *Journal of Agrivita*. 36(1) : 57-64.