

**KETERSEDIAAN KALIUM DAN KALIUM TERANGKUT PADA
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) AKIBAT BAHAN PEMBENAH
TANAH DAN PEMUPUKAN NPK PADA TANAH ULTISOL
DI GEDONG MENENG**

(Skripsi)

Oleh

**HILDA PUTRI SOLEHA
NPM 1914121035**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

**KETERSEDIAAN KALIUM DAN KALIUM TERANGKUT PADA
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) AKIBAT BAHAN PEMBENAH
TANAH DAN PEMUPUKAN NPK PADA TANAH ULTISOL
DI GEDONG MENENG**

Oleh

HILDA PUTRI SOLEHA

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

KETERSEDIAAN KALIUM DAN KALIUM TERANGKUT PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) AKIBAT BAHAN PEMBENAH TANAH DAN PEMUPUKAN NPK PADA TANAH ULTISOL DI GEDONG MENENG

Oleh

HILDA PUTRI SOLEHA

Indonesia memiliki 45,80 juta ha tanah Ultisol yang miskin unsur hara dengan kandungan liat tinggi yang menjadi faktor penurunan hasil produksi pertanian lahan kering, seperti jagung. Upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menambahkan bahan pembenah tanah alami serta penambahan unsur hara N, P, K, untuk mendukung pertumbuhan jagung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bahan pembenah tanah dan pupuk N, P, K, terhadap kandungan kalium dapat ditukar tanah dan kalium terangkut pada tanaman. Penelitian ini dilakukan di Universitas Lampung pada Bulan Desember 2022 hingga Juni 2024 menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dua faktor, faktor pertama yaitu kombinasi pembenah tanah: B0 : Tanpa Pembenah Tanah; B1 : Biochar Sekam Padi + Pupuk Kandang Sapi 5 ton ha⁻¹ ; B2 : Biochar Tongkol Jagung + Pupuk Kandang Sapi 5 ton ha⁻¹ ; B3 : Biochar Batang Singkong + Pupuk Kandang Sapi 5 ton ha⁻¹ ; faktor kedua yaitu dosis pemupukan dengan 3 perlakuan: P0 : tanpa N, P, K; P1 : ½ dosis N, P, K; P2 : 1 dosis N, P, K, diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 36 satuan percobaan. Homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi maka dilakukan analisis ragam, maka dilanjutkan uji lanjut Beda Nyata Terkecil dengan taraf 5%.. Berdasarkan uji BNT dengan taraf 5%, biochar batang singkong terbukti berpengaruh lebih tinggi dalam meningkatkan ketersediaan kalium tanah dari pada biochar lainnya. Pupuk NPK ½ dosis sudah mampu meningkatkan kalium terangkut berangkasan sedangkan pada kalium terangkut tongkol dan pipilan perlu 1 dosis pemupukan. Interaksi bahan pembenah tanah dan pemupukan NPK hanya ada pada variabel kalium terangkut berangkasan.

Kata kunci : batang singkong, biochar, jagung, kalium, sekam padi, tongkol jagung, ultisol

ABSTRACT

AVAILABILITY OF TRANSPORTED POTASSIUM AND TRANSPORTED POTASSIUM IN CORN PLANTS (*Zea mays L.*) AS A RESULT OF SOIL CONDITIONERS AND FERTILIZATION IN ULTISOL SOIL IN GEDONG MENENG

By

HILDA PUTRI SOLEHA

*Indonesia possesses 45.80 million hectares of Ultisols, which are characterized by nutrient-poor conditions and high clay content, thereby serving as limiting factors that decrease agricultural production in drylands, such as maize (*Zea mays L.*). An effort to overcome this issue is by applying natural soil conditioners alongside the addition of N, P, and K nutrients to support maize growth. This study aimed to determine the effects of soil conditioner applications and N, P, and K fertilization on soil exchangeable potassium and plant potassium uptake. The research was conducted at the University of Lampung from December 2022 to June 2024, employing a factorial Randomized Block Design (RBD) with two factors. The first factor was the combination of soil conditioners: B0: Without Soil Conditioner; B1: Rice Husk Biochar + Cattle Manure 5 tons ha⁻¹; B2: Corncob Biochar + Cattle Manure 5 tons ha⁻¹; and B3: Cassava Stem Biochar + Cattle Manure 5 tons ha⁻¹. The second factor was the fertilization dosage consisting of 3 treatments: P0: Without N, P, K; P1: ½ dosage of N, P, K; and P2: 1 dosage of N, P, K. The treatments were replicated three times, yielding 36 experimental units. Homogeneity of variance was tested using the Bartlett test, and data additivity was tested using the Tukey test. If the assumptions were met, the analysis of variance (ANOVA) was performed, followed by the Least Significant Difference (LSD) post-hoc test at a 5% significance level. Based on the LSD test at the 5% level, cassava stem biochar was proven to have a significantly higher effect on increasing soil potassium availability compared to other biochars. ½ dosage of NPK fertilizer was sufficient to increase potassium uptake in the stover, whereas potassium uptake in the cobs and kernels required a full (1) dose fertilization. The interaction between soil conditioners and NPK fertilization was only observed on the variable of stover potassium uptake.*

Keyword: biochar, cassava stem, corn, corn cob, potassium, rice husk, ultisol

Judul Skripsi

: Ketersediaan Kalium dan Kalium Terangkut pada
Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Akibat Bahan
Pembenah Tanah dan Pemupukan NPK pada Tanah
Ultisol di Gedong Meneng

Nama Mahasiswa

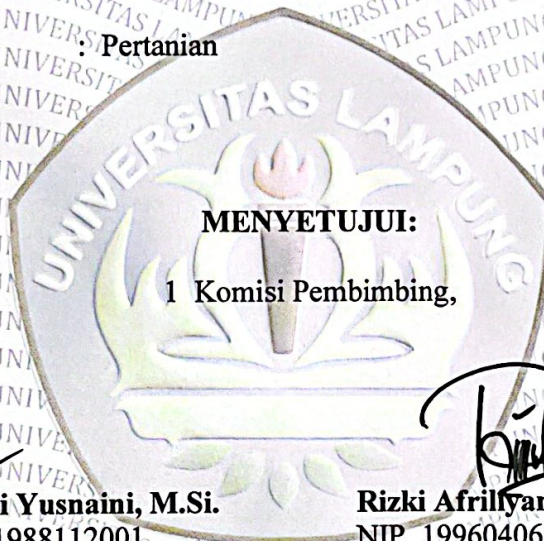
: Hilda Putri Soleha

Program Studi

: Agroteknologi

Fakultas

: Pertanian

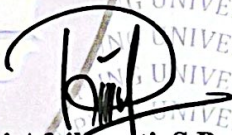


MENYETUJUI:

1. Komisi Pembimbing,

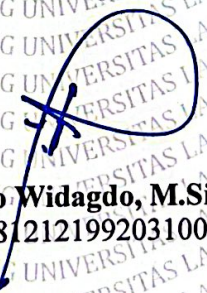

Prof. Dr. Ir. Sri Yusraini, M.Si.

NIP. 196305081988112001


Rizki Afrillyanti, S.P., M.P.

NIP. 19960406024062001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,

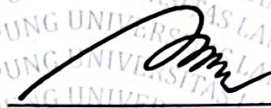

Ir. Setyo Widagdo, M.Si.

NIP. 196812121992031004

MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji,**

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



Sekretaris : Rizki Afriliyanti, S.P., M.P.



Anggota : Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.



2. **Dekan Fakultas Pertanian,**



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 21 Mei 2026

SURAT PERNYATAAN

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



Bandar Lampung, 21 Mei 2026
Yang membuat pernyataan,


Hilda Putri Soleha
NPM 1914121035

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Seputih Raman pada 9 Maret 2001. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Samut dan Ibu Kayati. Penulis telah menyelesaikan Pendidikan di SD Negeri 01 Rukti Harjo pada 2013, SMP Ma'arif 01 Seputih Raman pada 2016, dan SMA Negeri 01 Seputih Raman pada 2019. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri)

Penulis memilih Ilmu Tanah sebagai minat penelitian dari perkuliahan. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Perma AGT (Persatuan Mahasiswa Agroteknologi) sebagai Anggota Bidang Pengembangan Minat dan Bakat periode 2021. Penulis juga menjadi Sekretaris Bidang Pengembangan Minat dan Bakat dalam organisasi Perma AGT pada periode 2022. Pada 2022, penulis melaksanakan KKN (Kuliah Kerja Nyata) di Kelurahan Uman Agung Mataram Bandar Mataram. Pada tahun yang sama, penulis melaksanakan PU (Praktik Umum) di UMKM Sahabat Hidroponik yang berada di Rajabasa, Bandar Lampung . Penulis pernah menjadi asisten dosen pada Mata Kuliah Fisiologi Tumbuhan.

Alhamdulillahirobbil'alamin

Dengan tulus dan penuh rasa syukur kupersembahkan karya ini kepada

Orang Tua dan keluargaku

Rasa hormat dan terima kasih terdalam saya persembahkan kepada Bapak Samut dan Ibu Kayati. Terima kasih atas kesabaran yang tiada batas, nasihat yang selalu menuntun langkahku, dan cinta kasih yang menjadi fondasi keberhasilanku saat ini. Semoga Allah membalas segala kebaikan Bapak, Ibu, dan seluruh keluarga besar kita."

Kakak dan keponakanTercinta

Terima kasih sebesar-besarnya untuk Kakakku tercinta Siti Nurjanah dan Kakak Iparku Mas Andi Setiawan atas bantuan, semangat, dan keceriaan yang selalu kalian berikan di tengah penatnya masa perkuliahan. Tak lupa untuk keponakanku tersayang, Davinia Diana Marita, yang selalu menjadi penghibur dan penyemangat lewat tawa lucunya setiap kali aku merasa lelah. Keberadaan kalian adalah warna tersendiri dalam perjuangan skripsi ini."

Serta

Almamater Tercinta Universitas Lampung

"Suro Diro Joyoningrat, Lebur Dening Pangastuti."

Segala sifat keras hati, picik, dan angkara murka (termasuk rasa malas dan putus asa), hanya bisa dikalahkan dengan kelembutan hati dan kesabaran.

(Sunan Kalijaga)

"Fa inna ma'al 'usri yusra. Inna ma'al 'usri yusra."

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah kamu berharap.”

(QS. Al-Insyirah: 6-8)

SANWACANA

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah *Subhanallahu wa ta'ala* atas rahmat dan hidayah-Nya serta berbagai kemudahan yang telah diberikan-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi wassalam yang telah memberikan tuntunan dan petunjuk kepada kita semua sehingga kita dapat mengenal keagungan Allah SWT dengan segala ciptaan-Nya. Skripsi dengan judul **“Ketersediaan Kalium dan Kalium Terangkut pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Akibat Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan NPK pada Tanah Ultisol di Gedong Meneng”** merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

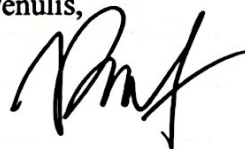
- (1) Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung sekaligus Dosen Penguji yang telah memberikan bimbingan, masukan, arahan, serta motivasi dalam penyelesaian skripsi ini;
- (2) Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
- (3) Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Pembimbing Utama sekaligus pembimbing akademik atas kesediaannya dalam memberikan bimbingan, motivasi, saran dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan;
- (4) Liska Mutiara Saptiana, S.P., M.Si., selaku Pembimbing Kedua atas kesediaannya memberikan bimbingan, motivasi, saran dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan;

- (5) Rizki Afriliyanti, S.P., M.Si. selaku Pembimbing Kedua pengganti atas kesediaannya memberikan bimbingan, motivasi, saran dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan;
- (6) Keluargaku tersayang Bapak Samut dan Ibu Kayati serta Mba Siti Nurjanah atas doa, dukungan dan semangat yang selalu diberikan kepada penulis;
- (7) Sahabat-sahabat: Nabilla Syalsa Anisma, Dhea Saldiviyona, dan Nadhia Virgin Hermawan yang telah menjadi sistem pendukung utama, tempat berbagi suka dan duka, serta pemberi motivasi yang tak henti-hentinya kepada penulis selama masa kuliah;
- (8) Teman-teman Tim Penelitian: Bayu Hendarto, Rifqy Fachri Reva Hidayat, dan Dhea Saldiviyona atas kerja sama yang luar biasa, diskusi yang membangun, serta bantuan di lapangan yang sangat berarti dalam pengumpulan data penelitian ini;
- (9) Teman-teman seperjuangan di semester akhir: Rifqy Fachri Reva Hidayat, Nabilla Syalsa Anima, Dhea Saldiviyona, Muhammad Wahyudi, Sabila Azzahra, Siti Balqish Meizarina, Tasya Fitri Lestari, dan Nabilla Fatmawati yang telah menemani hari-hari sulit di masa akhir perkuliahan, memberikan dorongan, dan saling menguatkan hingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Semoga bantuan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis menjadi pahala dan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Bandar Lampung, 21 Mei 2026

Penulis,



Hilda Putri Soleha

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR.....	i
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	4
1.5 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Jagung	8
2.2 Tanah Ultisol.....	9
2.3 Peran Bahan Pembenah Tanah.....	11
2.4 Biochar	12
2.5 Pupuk Kandang.....	16
2.6 Kalium.....	17
III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Bahan dan Alat.....	18
3.3 Metode Penelitian	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian	19
3.4.1 Pembuatan Biochar	19
3.4.2 Persiapan Lahan dan Pembuatan Petak Percobaan	20
3.4.3 Aplikasi Bahan Pembenah Tanah	21
3.4.4 Penanaman	21
3.4.5 Pemupukan.....	21
3.4.6 Pengamatan	22
3.4.7 Pemeliharaan Tanaman	22

3.4.8 Panen.....	23
3.4.9 Pengambilan Sampel.....	23
3.5 Variabel Utama	23
3.5.1 Analisis Kalium Dapat Ditukar.....	23
3.5.2 Analisis K-Terangkut Tanaman	24
3.6 Variabel Pendukung.....	25
3.6.1 Keasaman Tanah (pH Tanah)	25
3.6.2 C-Organik Tanah	25
3.6 Analisis Data	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Karakteristik Tanah dan Biochar Awal.....	27
4.1.1 Karakteristik Tanah	27
4.1.2 Karakteristik Biochar	29
4.2 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan NPK terhadap Kalium Tanah	31
4.3 Hasil Analisis Tanah Akhir.....	35
4.4 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan NPK terhadap Kalium Tanah, Brangkasan, Pipilan, dan Tongkol.....	37
4.4.1 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Kalium Terangkut Brangkasan.....	38
4.4.2 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K, terhadap Kalium Terangkut Tongkol Jagung	41
4.4.3 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K, terhadap Kalium Terangkut	43
4.5 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K, terhadap C-Organik dan pH Tanah.....	45
4.6 Hubungan antara C-Organik dan pH dengan K-total Tanah pada Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K.....	48
V. SIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Simpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jenis Dosis Pemupuk	22
2. Karakteristik Tanah Awal.....	27
3. Karakteristik Beberapa Jenis Biochar	30
4. Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Kalium Dapat Ditukar Tanah.....	31
5. Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Kalium Dapat Ditukar Tanah.....	33
6. Hasil Analisis Kimia Tanah Akhir Akibat Bahan Pembenah Tanah Pemupukan NPK	36
7. Analisis Ragam Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Kalium Brangkasan, Tongkol, dan Pipilan	38
8. Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Kalium Terangkut pada Brangkasan Jagung	40
9. Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Kalium Terangkut pada Tongkol Jagung.....	42
10. Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Kalium Terangkut pada Pipilan Jagung.....	.44
11. Analisis Ragam Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap C-organik dan pH Tanah.....	45
12. Hubungan antara C-Organik dan pH Tanah dengan K-dd Tanah pada Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K.....	49
13. Hubungan K-dd Tanah Terhadap Kalium Terangkut pada Brangkasan, Tongkol, dan Pipilan Jagung	49
14. Hasil Pengamatan Pengaruh Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K-Dapat Ditukar Tanah (cmol kg^{-1}).....	63

15.	Uji Homogenitas Ragam Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K-Dapat Ditukar Tanah (cmol kg^{-1}).....	64
16.	Analisis Ragam Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K-Dapat Ditukar Tanah (cmol kg^{-1}).....	65
17.	Bobot Kering Brangkasan, Kadar Kalium, dan Kalium Terangkut Akibat Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K.....	66
18.	Hasil Pengamatan Pengaruh Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Kalium Terangkut Brangkasan ($\text{mg brangkasan}^{-1}$)	67
19.	Uji Homogenitas Ragam Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K Terangkut Brangkasan ($\text{mg brangkasan}^{-1}$).....	68
20.	Analisis Ragam Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K Terangkut Brangkasan ($\text{mg brangkasan}^{-1}$).....	69
21.	Bobot Kering Tongkol, Kadar Kalium, dan Kalium Terangkut Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K	70
22.	Hasil Pengamatan Pengaruh Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Kalium Terangkut Tongkol (mg tongkol^{-1})	71
23.	Uji Homogenitas Ragam Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K Terangkut Tongkol (mg tongkol^{-1}).....	72
24.	Analisis Ragam Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K Terangkut Tongkol (mg tongkol^{-1}).....	73
25.	Bobot Kering Pipilan, Kadar Kalium, dan Kalium Terangkut Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K	74
26.	Hasil Pengamatan Pengaruh Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Kalium Terangkut Pipilan (mg pipilan^{-1}).....	75
27.	Uji Homogenitas Ragam Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Kalium Terangkut Pipilan (mg pipilan^{-1})	76
28.	Analisis Ragam Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K Terangkut Pipilan (mg pipilan^{-1})....	77
29.	Hasil Pengamatan Pengaruh Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap C-Organik Tanah (%).....	78

30.	Uji Homogenitas Ragam Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap C-Organik Tanah (%).....	79
31.	Analisis Ragam Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap C-Organik Tanah (%)	80
32.	Hasil Pengamatan Pengaruh Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap pH Tanah.....	81
33.	Uji Homogenitas Ragam Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap pH Tanah.....	82
34.	Analisis Ragam Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap pH Tanah.....	83
35.	Analisis Regresi C-Organik Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K-Dapat Ditukar Tanah.....	83
36.	Analisis Ragam C-Organik Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K-Dapat Ditukar Tanah.....	83
37.	Analisis Regresi pH T Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K-Dapat Ditukar Tanah.....	84
38.	Analisis Ragam pH Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap K-Dapat Ditukar Tanah.....	84
39.	Analisis Regresi K-Dapat Ditukar Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Brangkasan Jagung.....	84
40.	Analisis Ragam K-Dapat Ditukar Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Brangkasan Jagung.....	85
41.	Analisis Regresi K-Dapat Ditukar Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Tongkol Jagung.....	85
42.	Analisis Regresi K-Dapat Ditukar Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Tongkol Jagung.....	85
43.	Analisis Regresi K-Dapat Ditukar Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Pipilan Jagung.....	86
44.	Analisis Ragam K-Dapat Ditukar Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Pipilan Jagung.....	86
45.	Analisis Regresi Tongkol Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Pipilan Jagung	86

46.	Analisis Ragam Tongkol Akibat Pemberian Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan N, P, K terhadap Pipilan Jagung	87
47.	Grade Kalium Dapat Ditukar Tanah.....	87
48.	Grade C-Organik Tanah	87
49.	Grade pH Tanah.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran pengaruh pemupukan NPK dan penambahan bahan pembenah tanah terhadap ketersediaan serta serapan hara kalium tanaman jagung (<i>zea mays L</i>).....	7
2. Pori-pori biochar sekam padi yang diperbesar menggunakan SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	14
3. Pori-pori biochar tongkol jagung yang diperbesar menggunakan SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	15
4. Pori-pori biochar batang singkong yang diperbesar menggunakan SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	16
5. Tata letak percobaan	21
6. Pengaruh bahan pembenah tanah dan pemupukan NPK terhadap C-organik tanah.....	48
7. Pengaruh bahan pembenah tanah dan pemupukan NPK terhadap pH tanah	49

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas mencapai 45,80 juta ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Dilihat dalam hal sebarannya yang cukup luas Ultisol mempunyai potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan serta dikembangkan bagi perluasan lahan pertanian untuk tanaman pangan, tetapi dibutuhkan pengelolaan tanah dan tanaman yang tepat. Tanah Ultisol merupakan tanah yang miskin unsur hara dengan kandungan liat yang tinggi, ketika kandungan air nya tinggi tanah tersebut akan lengket dan tergenang air (Oktaviansyah, 2015). Pemanfaatan tanah Ultisol memiliki berbagai kendala seperti kandungan bahan organik (BO) yang sangat rendah, tingkat kesuburan tanah yang rendah dicirikan dengan reaksi tanah yang masam, kejenuhan Al yang tinggi, kejenuhan basa yang rendah, dan tingkat produktivitas tanah yang rendah. Tanah Ultisol memiliki unsur hara makro seperti posfor dan kalium yang sering kahat pada tanah dan penghambat pertumbuhan tanaman (Hardjowigeno, 1993). Ultisol biasanya memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah untuk menyimpan kalium. Hal ini membuat kalium lebih mudah tercuci dari tanah, terutama di daerah dengan curah hujan tinggi yang dapat menyebabkan pencucian nutrisi. Kendala –kendala pada tanah Ultisol tersebut menjadi penyebab penurunan hasil produksi hasil pertanian di Indonesia salah satunya pada tanaman jagung.

Jagung merupakan salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan karena memiliki nilai gizi yang baik serta manfaatnya yang beragam. Tanaman jagung di

Indonesia dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat dan digunakan sebagai bahan baku industri. (Indrasari dan Syukur, 2006). Menurut Kementerian Pertanian (2023), produksi jagung pipilan kering sepanjang Januari hingga Desember 2023 mencapai 19,99 juta ton yang mengalami penurunan sebesar 2,37 juta ton dibanding tahun 2022 yang sebesar 22,36 juta ton. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi rendahnya produksi jagung memperbaiki tanah dengan menggunakan bahan pembenah tanah.

Salah satu bahan pembenah tanah yang sering digunakan ialah biochar. Biochar merupakan bahan pembenah tanah alami yang berasal dari residu atau limbah pertanian seperti kayu, tempurung kelapa, sekam padi, dan lain-lain yang dapat meningkatkan produktivitas tanah melalui perbaikan sifat kimia, fisika, dan biologi tanah (Glaser dkk, 2007). Biochar mampu meningkatkan pH tanah dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah. Biochar memiliki permukaan yang luas sehingga dapat meningkatkan KTK tanah sehingga ion H^+ yang menyebabkan tanah bersifat masam akan menurun dan tergantikan dengan ion yang lain seperti Mg^+ , K^+ , dan lain-lain (Yamato dkk., 2006). Peningkatan KTK tanah dengan penambahan biochar akan meminimalkan resiko pencucian kation seperti K^+ dan NH_4^+ (Novak dkk., 2009).

Fungsi serta kualitas biochar dapat berbeda tergantung dari sumber bahannya. biochar sekam padi terutama bermanfaat meningkatkan porositas, aerasi, dan kemampuan tanah menahan udara sehingga struktur tanah menjadi lebih gembur dan akar lebih mudah berkembang. Biochar tongkol jagung cenderung unggul sebagai penambah C-organik dan kapasitas tukar kation, sehingga membantu tanah menyimpan dan menyediakan hara lebih lama serta mengurangi pencucian unsur hara. Biochar batang singkong umumnya dimanfaatkan untuk memperbaiki pH tanah masam, menurunkan kerapatan massa tanah, serta menyediakan habitat yang baik bagi mikroorganisme tanah yang mendukung ketersediaan hara dan kesehatan tanah.

Selain biochar, bahan pembenah tanah lain yang dapat digunakan ialah pupuk

kandang. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk kandang sangat efektif untuk menyuburkan tanah dan tumbuhan karena mengandung banyak unsur hara, baik makro maupun mikro seperti fosfor, nitrogen, kalium, magnesium, belerang, kalsium, besi, natrium, molibdenum, dan tembaga. Dengan penambahan pupuk kandang maka akan menambah ketersediaan unsur hara kalium di dalam tanah. Selain itu, pupuk kandang berfungsi untuk meningkatkan daya menahan air tanah, aktivitas mikrobiologi tanah, nilai kapasitas tukar kation, dan memperbaiki struktur tanah (Mansyur dkk., 2021). Setelah dilakukan perbaikan terhadap media tanaman jagung, upaya lain yang bisa ditambahkan ialah pemupukan dengan pupuk NPK.

Pemupukan berfungsi untuk meningkatkan kembali hara dalam tanah dengan cara menambahkan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk peningkatan produksi dan mutu hasil tanaman. Pupuk NPK mampu memperbaiki sifat kimia tanah dengan baik, dan meningkatkan ketersediaan unsur hara esensial pada lahan kering. Pemberian pupuk NPK dapat menambah kandungan N sehingga membantu pertumbuhan vegetatif terutama daun, mampu meningkatkan ketersediaan yang diserap fosfor oleh akar tanaman dan unsur K yang dapat membantu pertumbuhan akar dan tunas tanaman (Bugis, 2011). Kandungan kalium pada pupuk NPK dapat meningkatkan ketersediaan kalium untuk pertumbuhan jagung. Kalium pada tanaman berfungsi dalam proses dan translokasi hasil fotosintesis, sintesis protein; dan peningkatan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik (hama/penyakit) dan abiotik (kekurangan air dan keracunan besi atau Fe), serta perbaikan kondisi fisik dan komposisi kimia produk pertanian (Subandi 2013).

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

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab rumusan masalah sebagai berikut:

- (1) Apakah aplikasi berbagai jenis bahan pembenah tanah berpengaruh terhadap ketersediaan kalium dan K terangkut pada pertanaman jagung?
- (2) Apakah pemupukan NPK berpengaruh terhadap ketersediaan kalium dan K terangkut pada pertanaman jagung?
- (3) Apakah terdapat interaksi antara jenis bahan pembenah tanah dengan pemupukan NPK berpengaruh terhadap ketersediaan kalium dan K terangkut pada tanaman jagung?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah dikemukakan, maka penelitian ini bertujuan untuk:

- (1) Mempelajari pengaruh aplikasi berbagai jenis bahan pembenah tanah terhadap ketersediaan kalium dan K terangkut pada pertanaman jagung;
- (2) Mempelajari pengaruh pemupukan NPK terhadap ketersediaan kalium dan K terangkut pada pertanaman jagung;
- (3) Mempelajari pengaruh interaksi antara jenis bahan pembenah tanah dengan pemupukan NPK terhadap ketersediaan kalium dan K terangkut pada tanaman jagung.

1.4 Kerangka Pemikiran

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas mencapai 45, 80 juta ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Namun pemanfaatan tanah Ultisol memiliki berbagai kendala seperti kandungan bahan organik (BO) yang sangat rendah, tingkat kesuburan tanah yang rendah dicirikan dengan reaksi tanah yang masam,

kejenuhan Al yang tinggi, kejenuhan basa yang rendah, dan tingkat produktivitas tanah yang rendah. Tanah Ultisol memiliki unsur hara makro seperti fosfor dan kalium yang sering kahat sehingga menghambat pertumbuhan tanaman (Hardjowigeno, 1993).

Ultisol memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah untuk menyimpan kalium. Hal ini membuat kalium lebih mudah tercuci dari tanah, terutama di daerah dengan curah hujan tinggi yang dapat menyebabkan pencucian nutrisi. Kendala –kendala pada tanah Ultisol tersebut menjadi salah satu penyebab penurunan hasil produksi pertanian di Indonesia salah satunya tanaman jagung. Upaya yang dapat dilakukan ialah memperbaiki tanah Ultisolnya dengan bahan pembenah tanah seperti biochar dan pupuk kandang. Biochar merupakan bahan pembenah tanah alami yang berasal dari residu atau limbah pertanian seperti kayu, tempurung kelapa, sekam padi, dan lain-lain yang dapat meningkatkan produktivitas tanah melalui perbaikan sifat kimia, fisika, dan biologi tanah (Glaser dkk., 2007).

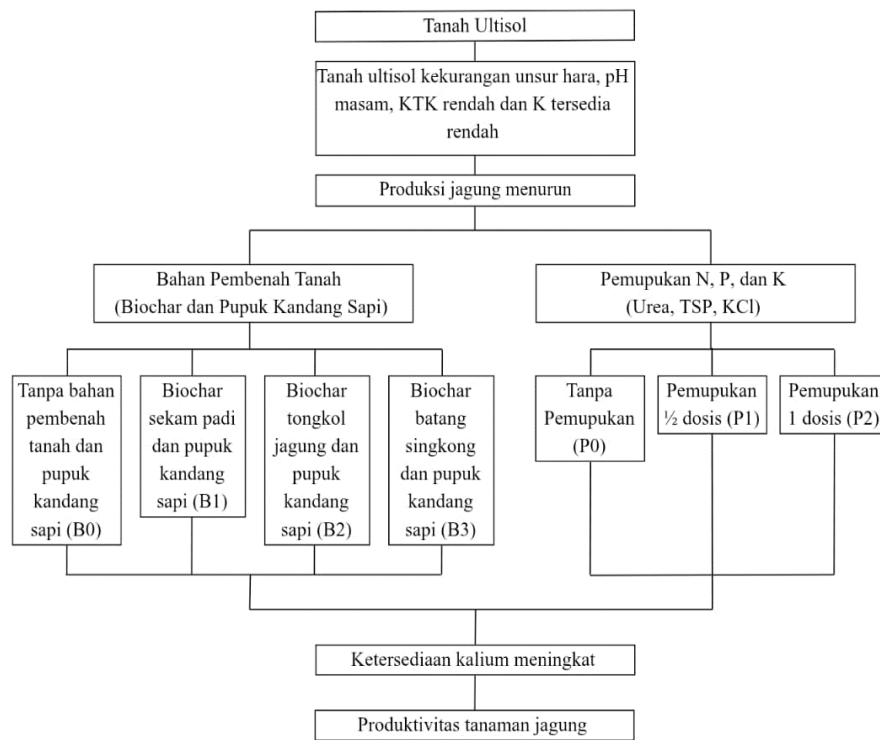
Biochar sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong memiliki karakteristik khas yang mendukung perbaikan tanah. Biochar sekam padi menonjol dengan porositas tinggi, luas permukaan besar, dan pH netral, sehingga efektif meningkatkan retensi air serta aerasi tanah. Biochar tongkol jagung kaya akan N-total dan kadar air tinggi dengan diameter pori sedang, membantu penyimpanan nutrisi dan C-organik. Sementara biochar batang singkong unggul dalam kandungan C-organik serta rasio C/N tinggi, yang mendukung pengurangan kepadatan tanah dan habitat mikroba (Fairuz dkk., 2025). Berdasarkan hasil penelitian Prasetyo (2022), pemberian biochar mampu meningkatkan pH tanah, dan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) sehingga ketersediaan K^+ yang awalnya terikat oleh koloid tanah dapat terlepas dan tersedia untuk tanaman.

Pengaplikasian biochar perlu dibarengi dengan pupuk kandang. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk kandang sangat efektif untuk penyuburan tanah dan tumbuhan karena mengandung banyak unsur hara, baik makro maupun

mikro seperti fosfor, nitrogen, kalium, magnesium, belerang, kalsium, besi, natrium, molibdenum, dan tembaga. Dengan ditambahkan pupuk kandang maka akan menambah ketersediaan unsur hara kalium di dalam tanah. Selain itu, pupuk kandang berfungsi untuk meningkatkan daya menahan air tanah, aktivitas mikrobiologi tanah, nilai kapasitas tukar kation, dan memperbaiki struktur tanah (Mansyur dkk., 2021). Selain melakukan pembenahan tanah, maka perlu dilakukan pemupukan guna menyediakan nutrisi bagi tanaman seperti unsur hara N, P, dan K.

Tanaman memerlukan unsur hara terutama N, P, K saat fase vegetatif dan generatif. Unsur N berperan dalam pembentukan karbohidrat, protein, lemak dan senyawa organik lain, kemudian unsur P berperan dalam pembentukan bagian generatif tanaman (Mulyani, 2008). Unsur K berperan dalam memacu translokasi karbohidrat dari daun ke organ tanaman (Stephen dkk., 2014). Pengaplikasian pupuk NPK dirasa kurang maksimal jika tanah Ultisol masih terkendala berbagai masalah yang akan berdampak penyerapan pupuk oleh tanaman kurang optimal.

Berdasarkan hal di atas, peran pupuk NPK yang dapat meningkatkan unsur hara kalium pada tanah yang berfungsi untuk tanaman jagung, perlu disertai dengan bahan pembenah tanah guna menghindari pencucian berlebih dengan meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan tersedia kalium di dalam tanah akibat terikat oleh permukaan biochar yang luas dan berpori. Adapun kerangka pemikiran disajikan pada Gambar 1:



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran pengaruh pemupukan NPK dan penambahan bahan pembenah tanah terhadap ketersediaan serta serapan hara kalium tanaman jagung (*Zea mays* L.)

1.5 Hipotesis

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

- (1) Biochar batang singkong dan pupuk kandang sapi dapat meningkatkan ketersediaan dan kalium terangkut pada tanaman jagung di tanah Ultisol;
- (2) Pemupukan NPK dapat meningkatkan ketersediaan dan kalium terangkut pada tanaman jagung di tanah Ultisol;
- (3) Terdapat pengaruh interaksi antara jenis bahan pembenah tanah dengan pemupukan NPK terhadap kalium terangkut brangkasan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jagung

Tanaman Jagung manis (*Zea mays L*) merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan (Mahdiannor dkk., 2016). Klasifikasi tanaman jagung menurut Tjitrosoepomo (1989), tanaman jagung termasuk Kingdom Plantae, yang mencakup seluruh tumbuhan. Jagung merupakan bagian Divisi *Spermatopyta*, yang meliputi tumbuhan berbiji, dan tergolong dalam Subdivisi *Angiospermae*, yang mencakup tumbuhan berbiji tertutup. Pada tingkat kelas, jagung masuk ke dalam *Monocotyledone*, atau tumbuhan berkeping satu. Selanjutnya tanaman ini tergolong dalam Ordo *Graminae* dan Famili *Graminaceae*, yang dikenal sebagai kelompok tumbuhan rumput-rumputan. Jagung memiliki genus *Zea* dan spesies *Zea mays L*.

Hampir semua bagian dari tanaman jagung memiliki nilai ekonomis. Beberapa tanaman yang dapat dimanfaatkan diantaranya, batang dan daun muda untuk pakan ternak, batang dan daun tua (setelah panen) untuk pupuk hijau atau kompos, batang dan daun kering sebagai kayu bakar, buah jagung muda untuk sayuran, perkedel, bakwan dan berbagai olahan makanan lainnya (Purwono dan Hartono, 2007).

Produksi tanaman jagung dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti luas lahan, jarak lahan ke sumber air, panjang jarak tanaman, lebar jarak tanam, dan pupuk. Semakin luas lahan yang digunakan untuk menanam jagung, maka produksi jagung akan meningkat. Selain itu, jarak lahan ke sumber air sangat mempengaruhi produksi jagung. Jarak tanam harus diperhatikan karena jarak tanam menentukan produksi. Semakin rapat jarak tanamannya semakin

mempengaruhi produksi. Pada kondisi ini kemungkinan terjadinya persaingan semakin besar dalam hal mendapatkan faktor tumbuh (CO_2 , cahaya, air, dan hara). Jarak tanam yang terlalu jauh mengakibatkan jumlah batang tanaman semakin sedikit, tidak efisien dalam pemanfaatan lahan, terjadi kebocoran energi matahari, tanah terbuka sehingga memacu pertumbuhan gulma terutama gulma berdaun sempit. Oleh karena itu jarak tanam harus diatur untuk mendapatkan jumlah batang tanaman yang optimum sehingga diperoleh hasil yang maksimum (Yunita dkk., 2021).

Tanaman jagung dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang memiliki iklim sedang atau subtropis hingga tropis yang basah yaitu di daerah yang terletak antara 50°LU hingga $0-40^\circ \text{LS}$ dengan penyinaran matahari yang penuh dan dapat tumbuh di suhu antara 21°C - 34°C . Namun, tanaman jagung akan tumbuh optimal pada suhu berkisar antara 23°C - 27°C (Tim Karya Tani, 2010). Selain itu, tanaman jagung akan tumbuh baik pada daerah dengan curah hujan berkisar antara 200 mm-300 mm per bulan atau 800-1200 mm per tahun, pH tanah berkisar antara 5,6-6,2, dan drainase yang baik serta ketersediaan air yang cukup (Riwandi dkk., 2014). Menurut Dibia dan Suryarto (2017), semua jenis tanah pertanian dapat digunakan untuk budidaya tanaman jagung. Namun, tanaman jagung pertumbuhannya lebih baik pada jenis tanah lempung, lempung berpasir, lempung berdebu, lempung berliat, dan lempung liat berdebu.

2.2 Tanah Ultisol

Ultisol merupakan salah satu tanah pertanian utama di Indonesia yang menempati areal yang paling luas setelah inceptisol (Nursyamsi, 2006). Tanah Ultisol memiliki penyebaran sekitar 45,8 juta ha atau sekitar 24,3% dari total daratan Indonesia, yang tersebar di seluruh di berbagai wilayah terutama di Pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua (Puslittanak, 2000 dalam Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Dilihat dari penyebarannya yang berada pada daerah dengan intensitas hujan tahunan yang tinggi tanah ini biasanya memiliki tingkat keasaman tanah yang tinggi seperti yang disampaikan oleh Prasetyo dan

Suriadikarta (2006), berdasarkan sifat kimia tanah, tanah Ultisol merupakan tanah yang memiliki kemasaman tanah yang tinggi, Rata-rata pH tanah pada tanah Ultisol mencapai $< 4,5$ dengan kejenuhan basa $< 35\%$ (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Kandungan bahan organik pada tanah Ultisol disebabkan oleh tingginya curah hujan dan suhu yang tinggi di daerah tropika menyebabkan reaksi kimia berjalan cepat sehingga proses pelapukan dan pencucian berjalan cepat. Kondisi daerah dengan curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan hara didalam tanah tercuci dengan cepat. Hal inilah yang menyebabkan tanah Ultisol miskin kandungan hara makro terutama P, K, Ca, dan Mg. Apabila ini terjadi, maka kejenuhan Al pada tanah akan tinggi. Selain itu, curah hujan yang tinggi menyebabkan tingkat erosi menjadi tinggi. Sehingga apabila bahan organik pada lapisan atas tanah Ultisol ini tererosi maka tanah Ultisol miskin bahan organik (Agusni dan Satriawan, 2012).

Ultisol memiliki sifat fisik yang kurang baik terutama di lapisan bawah diantaranya struktur gumpal, tekstur liat, konsistensi teguh, permeabilitas yang lambat, agregat berselaput liat dan kurang mantap sehingga total ruang pori rendah. Tanah ini mudah memadat dan mempunyai porositas tanah yang rendah sehingga infiltrasi dan perkolasi rendah (Alibasyah, 2016). Kondisi tanah yang seperti dijelaskan diatas merupakan faktor utama kendala dalam pertumbuhan tanaman bawang merah. Jika dilihat dalam skala besar, tanah Ultisol banyak dimanfaatkan, untuk perkebunan kelapa sawit, karet dan hutan tanaman industri. Potensi besar yang dimiliki tanah Ultisol dalam pengembangan perluasan dalam pengembangan luasan lahan pertanian. Sehingga bila dibandingkan dengan potensinya maka masih terbuka peluang untuk pengembangan tanaman pangan. Namun demikian, kendala yang 7 dihadapi pada tanah ini harus tetap diperhatikan seperti sifat biokimia tanah dan sifat fisika tanah.

2.3 Peran Bahan Pembenh Tanah

Bahan pembenh tanah dikenal juga sebagai *soil conditioner*. Di kalangan ahli tanah diartikan sebagai bahan-bahan sintetis atau alami, organik atau mineral, berbentuk padat maupun cair yang mampu memperbaiki struktur tanah, dapat mengubah kapasitas tanah menahan dan melepaskan 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 dkk., 2015). Pada awalnya konsep utama dari penggunaan pembenh tanah ialah pemantapan agregat tanah untuk mencegah erosi dan pencemaran. Sifat hidrofobik dan hidrofilik yang merubah kapasitas tanah menahan air. Kemampuan tanah dalam memegang hara dengan cara meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) meningkat (Arsyad, 2000).

Pembenh tanah seringkali juga mengandung unsur hara, namun tidak digolongkan sebagai pupuk karena kandungannya relatif rendah, sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan tanaman, selain itu seringkali unsur hara yang dikandungnya dalam bentuk yang belum atau lambat tersedia untuk tanaman. Bahan organik sebenarnya merupakan bahan pembenh tanah yang sudah relatif memasyarakat, meskipun umumnya petani memberikan bahan organik lebih ditujukan sebagai pupuk. Berbeda dengan pupuk yang diberikan untuk menambah atau melengkapi unsur hara dan umumnya diberikan dalam jumlah relatif kecil, sebagai bahan pembenh tanah, bahan organik harus diberikan dalam jumlah yang relatif besar, sehingga didapatkan manfaat yang nyata (Dariah dkk., 2015).

Pembenh tanah organik secara garis besar dibedakan menjadi pembenh tanah organik alami dan sintetis. Pembenh tanah organik yang digolongkan sebagai pembenh tanah organik alami diantaranya adalah lateks, pupuk kandang, dan biomassa tanaman seperti pangkasan legum, sisa panen (jerami, brangkas jagung). Pada umumnya pembenh tanah organik alami seperti pupuk kandang dan biomassa tanaman sudah banyak digunakan oleh petani, namun seringkali dibutuhkan jumlah yang sangat banyak dalam aplikasinya. Efektivitas pupuk

kandang dan biomassa tanaman dalam memperbaiki sifat tanah cukup tinggi bila diberikan dengan dosis yang tinggi, misalnya sekitar 15-20 t ha⁻¹ untuk pukan (Kurnia, 1996) dan 20-25 t ha⁻¹ untuk biomassa *Flemingia* (Nuarida, 2006). Tingginya dosis yang digunakan seringkali menyulitkan dalam penyediaannya.

Beberapa penelitian mengenai kombinasi biochar sekam padi dan kompos mampu meningkatkan tinggi tanaman jagung lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Sejalan dengan penelitian Herman dan Resigia (2018) aplikasi biochar mampu meningkatkan tinggi tanaman lebih baik dibandingkan tanpa aplikasi, karena biochar memiliki daya retensi hara yang tinggi sehingga unsur hara dapat dimanfaatkan secara optimal untuk pertumbuhan tanaman jagung. Selain itu, penelitian Haitami dan Wahyudi (2019) juga menyatakan bahwa tinggi tanaman jagung mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan dosis aplikasi kompos, karena kompos mampu menyediakan unsur hara yang berfungsi dalam pembentukan organ vegetatif tanaman jagung.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Tanjung dkk. (2022), menyatakan bahwa pemberian 5 ton/ha biochar sekam padi + 5 ton/ha pupuk kandang ayam adalah yang terbaik dalam meningkatkan persen agregat terbentuk, kemantapan agregat tanah, bahan organik tanah, dan total ruang pori tanah, serta mampu menurunkan berat volume tanah. Peningkatan tinggi tanaman, dan hasil kedelai yang lebih tinggi dicapai akibat pemberian 10 ton/ha pupuk kandang ayam, namun jumlah polong berisi tertinggi diperoleh akibat pemberian 5 ton/ha biochar sekam padi + 5 ton/ha pupuk kandang ayam dibandingkan tanpa perlakuan

2.4 Biochar

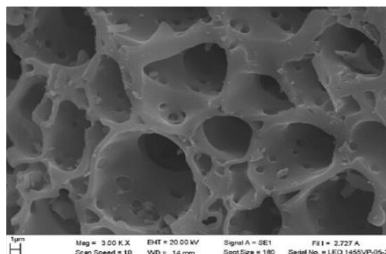
Biochar sebagai pembenah tanah biochar merupakan arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas atau tanpa oksigen. Biochar juga merupakan bahan organik yang memiliki sifat stabil dapat dijadikan pembenah tanah lahan kering. Pemilihan bahan baku biochar ini didasarkan pada produksi sisa tanaman yang melimpah dan belum termanfaatkan (Verdiana,

2016). Biochar dapat ditambahkan ke tanah dengan tujuan untuk meningkatkan fungsi tanah dan mengurangi emisi dari biomassa yang secara alami terurai menjadi gas rumah kaca. Biochar juga meningkatkan kualitas serta kuantitas air dan tanah diiringi dengan meningkatnya penyimpanan unsur hara bagi tanah dan agrokimia yang digunakan oleh tanaman (Musnoi, 2017).

Biochar juga menyediakan habitat yang baik bagi mikroba tanah misalnya bakteri yang membantu dalam perombakan unsur hara agar unsur hara tersebut dapat diserap oleh tanaman, dalam jangka panjang biochar tidak mengganggu keseimbangan karbon dan nitrogen bahkan mampu menahan dan menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman (Kardo, 2019). Menurut Widowati (2012), biochar memiliki karakteristik stabilitas yang lebih tinggi terhadap dekomposisi dan mampu menyerap ion dengan baik dibandingkan bahan organik lainnya karena luas permukaan yang lebih besar, perapatan negatif, dan kerapatan.

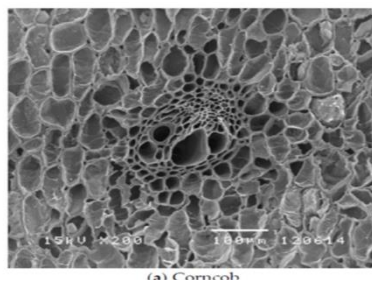
Biochar sekam padi memiliki karakteristik spesifik yang didominasi oleh kandungan silika (SiO_2) sangat tinggi, yakni berkisar antara 80% hingga 90% dari total bobot abunya. Secara fisik, biochar ini memiliki densitas kamba yang rendah dan struktur yang tetap menyerupai bentuk aslinya, sehingga sangat efektif dalam memperbaiki porositas serta aerasi pada tanah Ultisol yang cenderung padat. Namun, dominasi silika tersebut dapat membentuk lapisan kaca pada permukaan karbon saat proses pirolisis, yang berisiko menutupi sebagian struktur mikropori dan membatasi luas permukaan aktif serta Kapasitas Tukar Kation (KTK) dalam menyerap kation nutrisi seperti Kalium (K^+) (Wang dan Wang, 2019). Meskipun demikian, biochar sekam padi tetap berperan strategis sebagai bahan pengapur organik (*liming effect*) yang mampu meningkatkan pH tanah masam dan menekan kelarutan Aluminium yang toksik bagi akar (Nurida, 2014). Biochar sekam padi memiliki pori mikro (<2 nm), mesopori (2–50 nm), dan makropori (>50 nm) yang saling berhubungan. Pori yang terbentuk cenderung berupa pori laminar atau celah tipis di antara struktur silika. Di bagian dalam, terdapat jaringan pori silindris kecil (mikropori hingga mesopori) bekas jalur transportasi air tanaman padi. Struktur pori yang dilapisi silika ini membuat biochar sekam padi sangat

baik dalam mengikat air, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), dan menyediakan tempat berlindung bagi mikroba tanah karena permukaannya yang kasar (Bakti dkk, 2024).



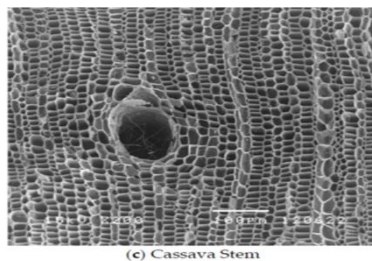
Gambar 2. Pori-pori biochar sekam padi yang diperbesar menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) (Sumber: Tang dkk, 2020).

Biochar tongkol jagung memiliki karakteristik fisik berupa struktur pori yang sangat teratur dengan dominasi ukuran mesopori yang efektif dalam meningkatkan retensi air dan menyediakan ruang bagi aktivitas mikroorganisme tanah (Jindo dkk., 2014). Secara kimiawi, biochar ini memiliki keunggulan pada stabilitas kandungan karbon organik dan nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang tinggi karena keberadaan gugus fungsi oksigenat, seperti karboksil dan hidroksil, pada permukaannya. Selain itu, tongkol jagung secara alami membawa kandungan mineral yang dapat terlepas secara perlahan (*slow release*), sehingga aplikasinya pada tanah Ultisol mampu memperbaiki ketersediaan hara makro sekaligus mengurangi pencucian nutrisi akibat curah hujan yang tinggi (Gani, 2009). Di bawah SEM, biochar tongkol jagung memperlihatkan struktur yang mirip sarang lebah (*honeycomb structure*) atau jaringan spons yang besar dan berongga. Karena ukuran porinya yang cenderung besar (makropori), biochar ini sangat efektif dalam aerasi tanah (sirkulasi udara) dan bertindak sebagai spons raksasa untuk menahan air dalam volume besar di dalam tanah (Lehmann dan Jospeh, 2015).



Gambar 3. Pori-pori biochar tongkol jagung yang diperbesar menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) (Sumber: Wakudkar dkk, 2022).

Biochar batang singkong memiliki karakteristik fisik yang lebih padat dan kokoh dengan kandungan karbon tetap (*fixed carbon*) yang relatif tinggi, yang memberikan stabilitas jangka panjang dalam memitigasi pemadatan tanah pada lahan Ultisol. Secara kimiawi, biochar ini memiliki keunggulan pada kandungan hara kalium (K^+) alami yang lebih tinggi di dalam jaringan kayunya dibandingkan limbah pertanian lainnya, sehingga aplikasi biochar batang singkong secara langsung berkontribusi pada peningkatan konsentrasi K^+ tersedia di dalam tanah (Sasmita dkk., 2017). Permukaan biochar batang singkong juga kaya akan gugus fungsi bermuatan negatif yang meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK), sehingga sangat efektif dalam menjerap ion Aluminium (Al^{3+}) yang toksik serta meminimalisir pencucian hara makro (Ismawati dkk., 2015). Peran utamanya adalah sebagai penyedia unsur hara tambahan sekaligus sebagai media retensi yang menjaga ketersediaan nutrisi di zona perakaran, yang pada akhirnya mendukung efisiensi serapan Kalium oleh tanaman jagung (Nurida dkk., 2015). Biochar batang singkong memiliki tampilan SEM menunjukkan struktur tubular yang sangat rapi, lurus, dan sejajar seperti tumpukan pipa-pipa kecil atau sedotan yang tersusun rapat. Struktur ini mencerminkan berkas pembuluh angkut tanaman kayu. Jaringan pipa yang kokoh dan dalam ini sangat baik untuk retensi hara jangka panjang (seperti menahan kalium, nitrogen, dan fosfor agar tidak tercuci) serta memberikan stabilitas struktural yang lebih tahan lama di dalam tanah (tidak mudah hancur) (Brewer dkk, 2014)



Gambar 4. Pori-pori biochar batang singkong yang diperbesar menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) (Sumber: Das dkk, 2021).

2. 5 Pupuk Kandang

Pupuk kandang adalah pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan seperti unggas, sapi, kerbau, kambing, dan lainnya. Oleh karena bersumber dari kotoran hewan maka ketersediaan pupuk kandang sangat melimpah sehingga aplikasinya banyak dipakai sebagai pupuk dasar tanaman yang diberikan pada saat pengolahan lahan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk kandang sangat efektif untuk penyuburan tanah dan tumbuhan karena mengandung banyak unsur hara, baik makro maupun mikro seperti fosfor, nitrogen, kalium, magnesium, belerang, kalsium, besi, natrium, molibdenum, dan tembaga. Selain itu, pupuk kandang berfungsi untuk meningkatkan daya tahan terhadap air, aktivitas mikrobiologi tanah, nilai kapasitas tukar kation, dan memperbaiki struktur tanah (Mansyur dkk., 2021).

Kelebihan dari pemanfaatan pupuk kandang adalah sangat mudah di dapat dan terjangkau, proses penyimpanan juga sangat mudah dan sederhana. Setiap jenis pupuk kandang memiliki karakteristik tertentu, terutama dalam hal jumlah unsur hara N, P, dan K serta unsur hara lainnya yang terkandung di dalamnya. Pupuk kandang kambing mengandung unsur hara N dan K yang lebih tinggi 2 kali lipat daripada pupuk kandang sapi. Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik jenis kandang ayam mampu memberikan suplai unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan fase pembibitan karena unsur pupuk kandang lebih tinggi daripada pupuk kandang lainnya. Aplikasi pupuk kandang tidak hanya untuk tanah-tanah mineral, tetapi tetap digunakan untuk memperbaiki keharaan

dan sifat fisik tanah gambut. Aplikasi pupuk kandang ayam dan sapi pada tanah gambut memberikan pengaruh yang cukup baik terhadap perbaikan kondisi fisik dan kesuburan tanah gambut (Mansyur dkk., 2021).

Pemberian pupuk kandang harus diperhatikan, semakin tinggi dosis yang diberikan maka kandungan unsur hara yang diterima oleh tanaman akan semakin tinggi, begitu pula dengan semakin seringnya frekuensi aplikasi pupuk yang dilakukan pada tanaman, maka kandungan unsur hara juga semakin tinggi. Namun, pemberian dengan dosis yang berlebihan justru akan mengakibatkan timbulnya gejala kelayuan pada tanaman. Oleh karena itu, pemilihan dosis yang tepat perlu diketahui oleh para peneliti maupun petani dan hal ini dapat diperoleh melalui pengujian-pengujian di lapangan (Rahmi dan Jumiati, 2007).

2.6 Kalium

Kalium (K^+) merupakan unsur hara makro esensial bagi tanaman. Kalium diserap oleh tanaman melalui sel epidermis dan korteks dan sekali di stele, selanjutnya didistribusikan ke tunas dan daun (Nieves-Cordones dkk., 2014). Kalium di dalam tanah terdapat dalam empat bentuk dimana satu sama lain memiliki keseimbangan yang dinamis. Berdasarkan pada tingkat ketersediaan K terhadap tanaman, dinamika K di dalam tanah dikelompokkan menjadi empat bentuk yaitu K-larut, K-dapat ditukar (K-dd), K-tidak dapat ditukar atau K-terfiksasi, dan K-struktural (Zörb, Senbayram, dan Peiter, 2014).

K-dapat ditukar adalah bentuk kalium dalam tanah yang secara ikatan elektrostatis sebagai ikatan kompleks luar ke permukaan mineral tanah liat dan zat humat. K-dapat ditukar juga termasuk ke dalam unsur hara kalium tanah yang siap untuk diserap oleh tanaman dan dapat ditukar oleh kation lain. Pelepasan K-dapat ditukar di dalam larutan tanah disebut sebagai desorpsi, sedangkan reaksi kebalikannya adalah adsorpsi (Sparks, 1987). Biasanya, jumlah K-dd tanah tidak lebih dari 2 % atau antara 10 sampai 400 ppm (Schroeder, 1974).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu (LTPD), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada Desember 2022 sampai dengan Juni 2024. Analisis Tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih jagung Bisi-18 , berbagai jenis biochar (sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong), herbisida *Roundup* dan *Grownup*, pupuk Urea, TSP, dan KCl, dan sampel tanah, dan bahan-bahan lain yang mendukung penelitian.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, koret, timbangan, tali plastik, alat tulis, label, alat untuk kebutuhan analisa di laboratorium, dan alat-alat lain yang mendukung penelitian.

3.3 Metode Penelitian

Percobaan dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial (4x3) dan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Faktor pertama adalah berbagai macam bahan pembenah tanah biochar yang terdiri dari 4 jenis, yaitu:

B0 : tanpa bahan pembenah tanah

B1 : pembenah tanah 1 (biochar sekam padi (5 ton ha⁻¹) dan pupuk kandang kotoran sapi (5 ton ha⁻¹))

B2 : pembenah tanah 2 (biochar tongkol jagung (5 ton ha⁻¹) + pupuk kandang kotoran sapi (5 ton ha⁻¹))

B3 : pembenah tanah 3 (biochar batang singkong (5 ton ha⁻¹) + pupuk kandang kotoran sapi (5 ton ha⁻¹))

Faktor kedua yaitu perlakuan pupuk NPK (Urea, TSP, KCl) yang terdiri dari tiga dosis, yaitu:

P0 : Tanpa Pemupukan

P1 : 1/2 Dosis pemupukan

P2 : 1 Dosis Pemupukan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan utama. Hal ini bertujuan agar pengambilan data tetap terkontrol dan sesuai dengan metodologi yang telah ditetapkan.

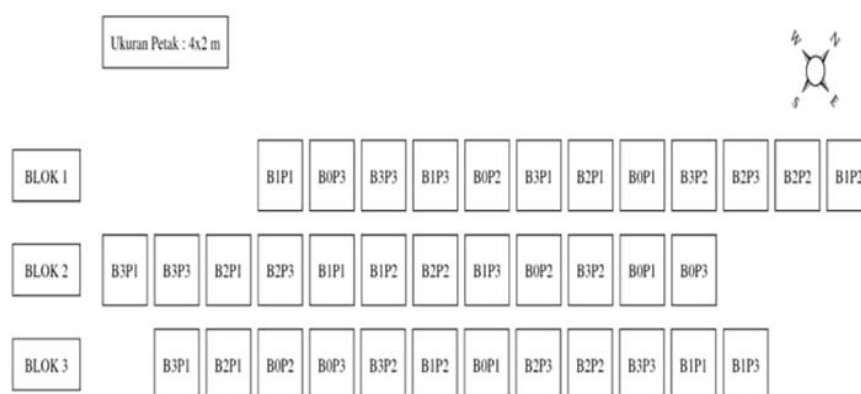
3.4.1 Pembuatan Biochar

Produksi biochar dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Residu pertanian seperti sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong tidak lagi digunakan petani untuk membuat biochar. Pembuatan biochar dari sekam padi, tongkol jagung dan batang singkong dilakukan dengan cara tradisional, menggunakan alat sederhana yaitu *wire mesh* dengan ukuran lubang 1 x 1 cm, tinggi 1,5 m, lebar 1 m. pembakar. Namun tongkol dan batang singkong terlebih dahulu dihancurkan oleh penggilingan rabakong , terbentuklah tumpukan sekam/tongkol/batang singkong mengelilingi kawat yang terbakar di tengah tumpukan bahan bakar seperti arang, kertas, plastik, sampah tanaman kering tumbuhan sekitar, dan sebagainya ke dalam kawat pembakaran kemudian

dibakar menggunakan korek api, tunggu $\pm$ 20-30 menit atau saat puncak gundukan menghitam. Lalu naikan sekam, tongkol jagung, dan batang singkong yang masih berwarna cokelat dibawah ke puncak gundukan yang sudah hitam, lakukan terus hingga semua bahan menghitam, disiram gundukan dengan air saat sudah hitam merata untuk menghentikan proses pembakaran sehingga bahan biochar tidak menjadi abu, dan dibongkar gundukan biochar sekam, tongkol jagung, batang singkong yang sudah jadi dan keringkan di bawah sinar matahari.

3.4.2 Persiapan Lahan dan Pembuatan Petakan Percobaan

Persiapan tanah dilakukan dengan mengukur luas lahan yang dibutuhkan terlebih dahulu dengan meteran. Penelitian ini menggunakan luasan lahan kurang lebih 14 m x 27 m dan diberi tanda dengan kawat bambu dan kain kasar. Kemudian, pertama-tama bersihkan gulma dari tanah mengaplikasikan herbisida *Roundup* dan mesin pemotong rumput agar tanah cocok untuk ditanami kembali jagung. Rerumputan yang dipotong kemudian dibakar sambil memastikan api tidak menyebar ke tempat yang seharusnya. Pembakaran dilakukan agar sisa gulma yang tidak dipotong dengan mesin pemotong rumput dapat terbakar dan mati.



Gambar 5. Tata letak percobaan

Petak percobaan dibuat dengan diukur terlebih dahulu sesuai yang dibutuhkan yaitu seluas 4 m x 2 m menggunakan meteran, lalu diberi tanda pada setiap petak percobaan menggunakan penanda bambu dan tali rafia. Saat petak percobaan

sudah ditentukan, selanjutnya diolah tanah pada tiap–tiap petak percobaan menggunakan cangkul agar tanah untuk pertanaman menjadi gembur.

3.4.3 Aplikasi Bahan Pembenah Tanah

Pengaplikasian biochar dan pupuk kandang kotoran sapi sebagai perlakuan dilakukan pada 1 minggu sebelum tanam dengan takaran yang dibutuhkan yaitu 5 ton ha⁻¹. Aplikasi biochar dan pupuk kandang dilakukan dengan cara di larik ke 27 petak dari 36 petak percobaan. Kemudian larikan ditutup dan diaduk menggunakan cangkul agar biochar dan pupuk kandang bisa tercampur dan masuk ke dalam tanah.

3.4.4 Penanaman

Penanaman dilakukan satu minggu setelah aplikasi biochar dan pupuk kandang dengan jarak tanam 75 x 20 cm. Berdasarkan luas petakan dan jarak tanam yang sudah diketahui sebelumnya, dapat dihitung jumlah lubang tanam di setiap petakan yaitu sekitar 50 lubang tanam. Tiap lubang tanam memiliki kedalaman sekitar 5-20 cm yang diisi 2 benih di setiap lubang. Lubang tanam dibuat dengan cara ditugal menggunakan kayu penugal.

3.4.5 Pemupukan

Dosis pemupukan untuk N, P, dan K menurut Murni (2008), pupuk N 200 kg ha⁻¹, pupuk P₂O₅ 100 kg ha⁻¹, dan pupuk K₂O 120 kg ha⁻¹. Pupuk yang digunakan merupakan pupuk NPK tunggal, sebagai pupuk N menggunakan pupuk urea, pemupukan P akan menggunakan pupuk TSP, dan pemupukan K akan menggunakan pupuk KCl. Pemupukan yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari tiga taraf, yaitu tanpa dosis pemupukan, ½ dosis pemupukan, dan 1 dosis pemupukan. Dosis pupuk yang digunakan disesuaikan dengan perlakuan yang diberikan seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis dan Dosis Pemupukan

Jenis Pupuk	P1 (Dosis ½)	P2 (Dosis 1)
Urea	225 kg ha ⁻¹ (180 g petak ⁻¹)	450 kg ha ⁻¹ (360 g petak ⁻¹)
TSP	112,5 kg ha ⁻¹ (90 g petak ⁻¹)	225 kg ha ⁻¹ (180 g petak ⁻¹)
KCl	100 kg ha ⁻¹ (80 g petak ⁻¹)	200 kg ha ⁻¹ (160 g petak ⁻¹)

Pupuk TSP dan KCl diaplikasikan saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam. Sedangkan Urea akan diaplikasikan sebanyak 2 kali pada saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam dan saat tanaman jagung berumur 40 hari setelah tanam. Aplikasi pupuk dilakukan di pagi hari dengan cara ditugal di dekat perakaran tanaman jagung dengan jarak ± 5 cm dari akar tanaman.

3.4.6 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada tanaman jagung meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh aplikasi beberapa jenis bahan pembenah tanah dan pemupukan NPK terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Pengamatan dilakukan terhadap 6 sampel tanaman jagung di 36 petak percobaan, sehingga terdapat total 216 sampel pengamatan yang dilakukan sejak 1 minggu setelah tanam. Sampel pengamatan yang diambil ialah tanaman yang berada di baris 2, 3, dan 4 yang mana setiap baris diambil 2 tanaman secara acak karena lebih optimal mendapat perlakuan dan tidak terpengaruh oleh keadaan lingkungan di luar petakan.

3.4.7 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman jagung yang dilakukan meliputi beberapa kegiatan yaitu penyiraman yang dilakukan pada pagi atau sore hari, penyiangan gulma yang dilakukan setiap ada gulma yang muncul, penyulaman yang dilakukan apabila ada bibit jagung yang tidak tumbuh atau mengalami kerusakan. Pengendalian hama dilakukan pada masa vegetatif menggunakan insektisida Apligo.

3.4.8 Panen

Jagung dipanen pada umur sekitar 110 sampai 135 hari setelah tanam dengan tanda-tanda seperti biji sudah matang, daun dan klobot sudah mulai mengering (daun sudah dapat dibakar). Pemanenan dilakukan dengan alat parang dengan cara memotong batang, kemudian dikumpulkan dan diambil buahnya. Setelah itu, bagian isi dipisahkan dari klobot, lalu jagung dijemur (Khalil dan Anwar, 2006).

3.4.9 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel meliputi pengambilan sampel tanah dan jaringan tanaman jagung (brangkasan dan klobot tanpa akar). Pengambilan sampel tanah meliputi pengambilan sampel tanah awal dan akhir (sebelum aplikasi dan setelah panen). Pengambilan sebelum aplikasi yaitu sampel tanah diambil dari tiga ulangan per kelompok menggunakan cangkul dan sekop. Sampel tanah dikeringanginkan dan disaring hingga lolos ayakan 2 mm kemudian dianalisis di laboratorium.

3.5. Variabel Utama

Variabel utama yang diamati dalam penelitian ini adalah kalium dapat ditukar dan kalium terangkut tanaman jagung.

3.5.1 Analisis Kalium Dapat Ditukar Tanah

Peneliti menganalisis ketetapan kalium menggunakan NH_4AOC 1 N pH 7. dengan cara memasukkan 10 gram tanah ke dalam labu Erlenmeyer 100 ml. Selanjutnya, peneliti menambahkan 50 ml larutan pengestrak ke dalam setiap labu dan meletakkan labu-labu tersebut pada alat pengocok selama 10 menit dengan kecepatan 160 rpm. Setelah pengocokan selesai, analisis menyaring suspensi ke dalam gelas piala berkapasitas 100-200 ml mengikuti prosedur Thom dan Utomo (1991). Dalam tahap akhir, laboratorium menerapkan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) sebagai standar analisis kalium tanah

karena instrumen SSA menggunakan sinar atom untuk mengukur konsentrasi kalium dalam sampel sesuai dengan literatur Laili (2013). Untuk mencari nilai kalium dapat ditukar tanah digunakan rumus berikut:

$$K\text{-dd Tanah} = \frac{\text{Bobot Sampel (g)}}{\text{Volume Larutan (mL)}} \times \text{ppm larutan} \times \frac{1}{390} \times \text{pengenceran}$$

3.5.2 Analisis K Terangkut Tanaman

Analisis tanaman dilakukan setelah panen. Sampel brangkasan, tongkol, dan pipilan yang digunakan untuk analisis tanaman dibersihkan dari kotoran yang menempel, dipotong-potong, dan dioven. Selanjutnya sampel tanaman digiling, diabukan, dan dilakukan analisis tanaman berupa kandungan unsur hara kalium yang terkandung di dalam brangkasan tongkol dan pipilan. Kemudian ditetesi HCl pekat dan hasil di saringan dari ekstrak HCl 25% digunakan untuk menetapkan kandungan K tanaman menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA) dengan menggunakan pengenceran 50 kali (Silahoy, 2008). Untuk mencari nilai kalium terangkut tanaman digunakan rumus berikut:

$$K \text{ Terangkut Tanaman (g/tanaman)} = \frac{\text{Kadar K} \times \text{bobot kering}}{100}$$

3.6 Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang diamati dalam penelitian ini adalah pH tanah dan C-Organik.

3.6.1 Keasaman Tanah (pH Tanah)

Analisis pH tanah dapat dilakukan dengan metode Elektrometrik menggunakan alat pH meter. Tanah yang sudah lolos ayakan 2 mm ditimbang sebanyak 5 gram. Kemudian dimasukan ke dalam botol sampel. Sampel tanah ditambah 12,5 ml air destilasi dan dikocok selama 30 menit menggunakan mesin pengocok (*shaker*). Sampel menggunakan diukur dengan alat pH meter, dilanjutkan pengukuran dengan prosedur yang sama menggunakan larutan HCl 1 N sebagai larutan pereaksinya (Novia dan Fajriani, 2021).

3.6.2 C-Organik Tanah

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

3.7 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang telah diberikan. Data yang diuji secara statistika meliputi bobot kering tanaman jagung (daun, batang, dan total), produksi jagung, dan serapan hara K tanaman jagung (daun, batang, dan total). Selanjutnya, data yang diuji dihitung rata-ratanya berdasarkan kelompok, kemudian data diuji homogenitas ragam dengan uji Bartlett, aditivitas data dengan uji Tukey. Untuk mengetahui pengaruh dari seluruh perlakuan dilakukan analisis ragam. Perlakuan yang diberikan

berpengaruh nyata, maka akan dilanjutkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf nyata 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan yang dapat diperoleh pada penelitian ini adalah:

- (1) Penambahan bahan pembenah tanah dapat meningkatkan kalium tanah dan kalium terangkut tanaman. Biochar batang singkong efektif meningkatkan kalium dapat ditukar pada tanah. Biochar tongkol jagung dapat meningkatkan kalium terangkut pada tongkol jagung. Biochar batang singkong dan biochar tongkol jagung menghasilkan kalium terangkut pipilan yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya;
- (2) Pemupukan N, P, dan K dengan dosis penuh dapat meningkatkan kalium dapat ditukar pada tanah dan kalium terangkut pada tongkol dan pipilan;
- (3) Interaksi penambahan bahan pembenah tanah dan pemupukan N, P, dan K berpengaruh terhadap kandungan kalium terangkut pada brangkasan jagung. Biochar sekam padi dan tongkol jagung baik dikombinasikan dengan pemupukan 1 dosis, sedangkan biochar batang singkong yang dikombinasikan dengan setengah dosis pemupukan sudah menghasilkan kandungan kalium terangkut brangkasan yang sama dengan kombinasi 1 dosis.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, saran yang dapat diberikan adalah untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait pengaruh pemberian berbagai jenis biochar dan pemupukan N,P, K terhadap kandungan kalium dapat ditukar tanah dan kalium terangkut untuk mengetahui pengaruh jangka panjang dari aplikasi biochar terhadap sebagai alternatif pemupukan kalium.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, A., S. Jauhari, R. Damasus, dan M. Slamet. 2011. Pengaruh Pupuk Zeolit dan Kalium terhadap Ketersediaan dan Serapan K di Lahan Berpasir Pantai Kulonprgo, Yogyakarta. *Bonoworo Wetlands*. 1(1): 1–7.
- Agegnehu, G., Bass, A. M., Nelson, P. N., & Bird, M. I. (2012). Biochar and compost amendments: Effects on soil properties and maize yield in a tropical Savanna soil. *Crop and Pasture Science*, 63(10), 935–945.
- Agusni dan Satriawan, H. 2012. Perubahan Kualitas Tanah Ultisol akibat Penambahan Berbagai Sumber Bahan Organik. *LENTERA Jurnal Sains dan Teknologi*. 12(3): 32–36.
- Alibasyah, R. 2016. Perubahan Beberapa Sifat Fisik dan Kimia Ultisol akibat Pemberian Pupuk Kompos dan Kapur Dolomit pada Lahan Berteras. *Jurnal Floratek*. 1(1): 75–87.
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air Edisi 2*. UPT Produksi Media Informasi Lembaga Sumberdaya. IPB Press. Bogor. 472 hlm.
- Arum, S. dan Wikaningrum, T. 2022. Study of Lerak (*Sapindus rarak*) Biochar Application for Andosol Agricultural Soil Remediation. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 1065.
- Atkinson, C., Fitzgerald, J dan Hipps, N. 2010. Potential Mechanisms for Achieving Agricultral Benefits from Biochar Application to Temperate Soils. *A Review: Plant Soil*. 377:1–18.
- Bakti, L. A. A., Iemaaniah, Z. M., Sukartono, S., Selvia, S. I., Salsabil, H. A., & Jasrodi, J. 2024. Sosialisasi pemanfaatan limbah sekam padi sebagai bahan baku pembuatan biochar. *Lambung Inovasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 9(1), 72–80.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 136 hlm.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Edisi 2. Bogor: Balai Penelitian Tanah. 234 hlm.

- Balai Penelitian Tanah. 2012. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Edisi Petunjuk Teknis II. 234 hal.
- Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah dan Pupuk. 2023. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk* Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 271 hlm.
- Bolly, Y. Y. dan Apelabi, G. O. 2024. Analisis Kandungan Bahan Organik Tanah Sawah sebagai Upaya Penilaian Kesuburan Tanah di Desa Magepanda Kecamatan Magepanda Kabupaten Sikka. *AGRICA: Journal of Sustainable Dryland Agriculture*. 15(1): 26–32.
- Brewer, C. E., Schmidt-Rohr, K., Satrio, J. A., & Brown, R. C. 2014. *Characterization of biochars from fast pyrolysis of wood, crop residues, and chard*. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 33(3), 897-907.
- Bugis, C. C. 2011. Efek Pemberian Kompos terhadap beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hipogaea* L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Ambon.
- Dariah, A., Sutono, S., Nurida, N. L., Hartatik, W dan Pratiwi, E. 2015. Pembenah Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan untuk Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 9(2): 67–84.
- Das, C., Tamrakar, S., Kiziltas, A., Xie, X. 2021. Incorporation of Biochar to Improve Mechanical, Thermal and Electrical Properties of Polymer MComposite. *Polymers*, 13(16), 2663.
- Dibia, Nyoman, and Suyarto, R. 2017. *Budidaya Jagung Manis*. Udayana University. Bali. 35 hlm.
- Elpira., Oktalia, D., dan Marlina, G. 2022. Pengaruh Pemberian Biochar Sekam Padi dan Pupuk NPK Phonska (15:15:15) terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Ultisol. *Jurnal Green Swarnadwipa*. 11(2): 202–208.
- Estuninggusti, Hayati, G. R., dan Arief, F. B. 2025. Pengaruh Persentase Bahan Organik dan Tanah terhadap Serapan Hara N, P, K dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Alluvial. *Jurnal Pedontropika: Jurnal Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan*. 11(2): 60–68.
- Eviati, Sulaeman, Herawaty, L., Anggria, L., Usman, Tantika, H.E., Prihatini, R., dan Wuningrum P. 2023. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk Edisi 3. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah dan Pupuk. Bogor. 234 hlm.

- Evizal, R. dan Prasmatiwi, F. E. 2023. Biochar: Pemanfaatan dan Aplikasi Praktis. *Jurnal Agrotropika*. 22(1): 1–12.
- Fairuz, M.S.,Yusnaini, S., Rini, M. V., dan Arif, M. A. S. 2025. Pengaruh Aplikasi Tiga enis Biochar dan Pupuk Fosfor Terhadap Keberadaan Fungi Mikoiza Arbuskular serta Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) di LTPD UNILA. *Junal Agrotek Tropika*. 13 (1) : 92-105.
- Foong, S. H., Latiff, N. S. A., Liew, R. K.,Yek, P. N.Y., dan Lam, S. S. 2020. Production of Biochar for Potential Catalytic and Energy Applications via Microwave Vacuum Pyrolysis Conversion of Cassava Stem. *Materials Science For Energy Technologies*. 3 : 728–733.
- Gandahi, A. W., Baloch, S. F., Sarki, M.S., Gandahi, R., dan Lashari, M. S. 2015. Impact of Rice Husk Biochar and Macronutrient Fertilizer on Fodder Maize and Soil Properties. *International Journal of Biosciences*. 7(4):12–21.
- Gani, A. 2010. *Multiguna Arang - Hayati Biochar*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sinar Tani. 19 hlm.
- Gani, A. 2009. Potensi arang hayati biochar sebagai komponen teknologi perbaikan produktivitas lahan pertanian. *Iptek Tanaman Pangan*, 4(1), 33-48.
- Glaser B., Lehmann, J., dan W. Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal –A review. *Biol & Fertility of Soils* 35: 219–230.
- Harahap, F. S., Kurniawan, D., dan Susanti, R. 2021. Pemetaan Status pH Tanah dan C-Organik Tanah Sawah Tadah Hujan di Kecamatan Panai Tengah Kabupaten Labuhanbatu. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*. 23(1): 37–42.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akamedika Pressindo. Jakarta. 354 hlm.
- Hariyono, B. 2021. Multifungsi Biochar dalam Budidaya Tebu. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri*. 13(2): 94–112.
- Haitami, A. dan Wahyudi, W. 2019. Pengaruh Berbagai Dosis Pupuk Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Plus (Kotakplus) Dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 16(1): 56–63
- Herman, W. dan Resigia, E. 2018. Pemanfaatan Biochar Sekam Padi dan Kompos Jerami Padi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza sativa*) pada Tanah Ordo Ultisol. *Jurnal Ilmiah Pertanian* 15(1): 50 hlm.

- Indrasari, A. dan Syukur, A. 2006. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Unsur Hara Mikro terhadap Pertumbuhan Jagung pada Ultisol yang Dikapur. *J. Tanah Iklim*. 6:116–123.
- Ismawati, R., Utami, S. R., dan Afandi. 2015. Pengaruh Aplikasi Biochar Batang Singkong Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2(1): 101-110.
- Ispandi, A. dan Munip, A. 2004. Efektivitas Pupuk PK dan Frekuensi Pemberian Pupuk K dalam Meningkatkan Serapan Hara dan Produksi Kacang Tanah di Lahan Kering Alfisol. *Ilmu Pertanian*. 11(2): 11–24.
- Iswidayani, O. dan Sulhaswardi. 2022. Aplikasi Biochar Sekam Padi dan Pupuk KCl terhadap Pertumbuhan serta Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) di Tanah Gambut. *Jurnal Agroteknologi Agibisnis dan Akuakultur*. 2(2): 107–119.
- Jindo, K., Mizumoto, H., Sawada, Y., Sanchez-Monedero, M. A., dan Sonoki, S. 2014. Physical and chemical characterization of biochars derived from different agricultural residues. *Biogeosciences*, 11(23): 6613-6621.
- Kahendu, T. K. dan Jawang, U. P. 2024. Pengaruh Pupuk Bokashi Kotoran Kambing terhadap C-Organik dan Unsur Hara Makro Primer Tanah Merah. *Sandalwood Journal*. 2(1): 20–25.
- Kamaratih, D. dan Ritawati. 2020. Pengaruh Pupuk KCl dan KNO₃ terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Melon Hibrida (*cucumis melo L.*). *Jurnal Hortuscoler*. 1(1): 48–55.
- Kardo, B. dan Rikwan. 2019. Pengaruh Berbagai Sumber Biochar dan Berbagai Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Hitam (*Zea mays L.*). *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 1(1) : 16–25.
- Karimi, A., Moezzi, A., Chorom, M., dan Enayatizamir, N. 2020. Application of Biochar Changed the Status of Nutrients and Biological Activity in A Calcareous Soil. *Journal Of Soil Science And Plant Nutrition*. 20 (2): 50–459.
- Kementrian Pertanian. 2023. *Laporan Kinerja*. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta. 163 hlm.
- Kurnia, U. 1996. *Kajian Metode Rehabilitasi Lahan untuk Meningkatkan dan Melestarikan Produktivitas Tanah*. IPB. Bogor.
- Laili, C. A. 2013. Penggunaan Metode Potensiometri dan Spektrometri untuk Pengukuran Kadar Logam Natrium dan Kalium dalam Tanah Pertanian dengan Menggunakan Tiga Ekstraktan. *Skripsi*. Universitas Jember. Jember. 74 hlm.

- Lehmann, J., dan Joseph, S. 2015. *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation*. Routledge.
- Liu, L., Tan, Z., Gong, H., dan Huang, Q. 2018. Migration and Transformation Mechanisms of Nutrients Elements (N, P, K) within Biochar in Straw-Biochar-Soil-Plant Systems: A Review. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 7(1): 22–32.
- Lu, J., J. Ma, B. Wang, K. Ogino, H. Si, and Y. Li. 2025. Study on Mechanism of Biochar Improving Acid Soil: Multi-scale Experiment and Numerical Stimulation. *Journal of Environmental Management*. 389: 126083.
- Mahdiannoor, Istiqomah, N dan Syarifuddin. 2016. Aplikasi Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis. *Ziraa'ah*. 41 (1): 1–10.
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H dan Murtalaksono, A. 2012. *Pupuk dan Pemupukan*. Syiah Kuala University Press. Banda Aceh. 122 hlm.
- Maulana, H., Hermita, N., Fatmawaty, A. A dan Firnia, D. 2024. Analisa dan Pemetaan Nilai C-Organik, Bahan Organik, dan Tekstur Tanah di Lahan Tumbuh Talas Beneng (*Xanthosoma undipes*) Berdasarkan Ketinggian. *Agrium*. 27(2): 166–178.
- Muliatiningsih, M., Romansyah, E., dan Wiryono., B. 2019. Potensi Penggunaan Biomassa Tumbuhan Liar di Lahan Kering Sebagai Sumber Bahan Organik untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah. *Agribisnis Perikanan*. 12(1): 105–111.
- Mulyani S. M. 2008. *Pupuk dan cara pemupukan*. PT Rineka Cipta. Jakarta. 177 hlm.
- 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 Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 10(42): 46–49.
- Musnoi, A., Hutapea, S., dan Aziz, R. 2017. Pengaruh Pemberian Biochar dan Pupuk Bregadium terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Bassica rapa* var. *Parachinensis* L). *Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*. 1(2): 160–174.
- Nabila, N. 2025. Perbaikan Sifat Kimia Histosol dengan Penambahan Amelioran Abu Vulkanik dan Biochar Kulit Kopi. *Journal Arunasita*. 2(1): 45–62.
- Nieves-Cordones, M., Aleman, F., Martinez, V dan Rubio, F. 2014. K⁺ Uptake in Plant Roots: The Systems Involved, Their Regulation and Parallels in other Organisms. *Journal of Plant Physiology*. 171(9): 688–695.

- Niswati, A., Salam, A. K., Utomo, M., dan Suryani, M. 2017. Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Caisim Akibat Pemberian Biochar pada Topsoil dan Subsoil Ultisol. *Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Barat Bidang Pertanian*. 455–463.
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Laird, D. L., Ahmedna, M., Watts, D. W., dan Niandou, M. A. S. 2009. Impact of Biochar Amandment on Fertility of a Southeastern Coastal Plain Soil. *Soil Science*. 174(2): 105–112.
- Novia, W, dan Fajriani. 2021. Analisis Perbandingan Kadar Keasaman (pH) Tanah Sawah Menggunakan Metode Kalorimeter dan Elektrometer di Desa Matang Setui. *Jurnal Hadron*. 3(1): 10–12.
- Nuraini, R. I. 2008. Pengaruh Pemberian Vernikompos dan Pupuk P terhadap Ketersediaan dan Serapan K serta Hasil Kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Tanah Andisol Tawangmangu. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Nurida, N. L. 2014. Potensi Biochar Secara Insitu untuk Rehabilitasi Lahan Kering Masam di Lampung. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(1), 71-80.
- Nurida, N. L. 2006. *Peningkatan Kualitas Ultisol Jasinga Terdegradasi dengan Pengolahan Tanah dan Pemberian Bahan Organik*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurida, N. L., Rachman, A., dan Sutono, S. 2015. *Biochar Pembenah Tanah yang Potensial*. IAARD Press. Jakarta. 49 hlm
- Nursyamsi, D. 2006. Kebutuhan Hara Kalium Tanaman Kedelai Di tanah Ultisol. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 6(2): 71–81.
- Oktaviansyah .H, Lumbaranja. J, Suntoyo dan Sarno. 2015. Pengaruh Sistem Olah Tanah terhadap pertumbuhan, Serapan Hara dan Produksi Tanaman Jagung Pada Tanah Ultisol Gedung menteng Bandar Lampung. *J. Agronomi tropika*. 1(1): 393–401.
- Paerah, J., Kadekoh, I., dan Jeki, J. 2022. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Lokal Sigi (*Zea mays* L.) Akibat Pemberian Pupuk NPK dan Limbah Cair Tahu. *AGROTEKBIS: E-JURNAL ILMU PERTANIAN*. 10(6): 1025–1034.
- Prabowo, R. dan Subantoro, R. 2017. Analisis Tanah Sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Lahan Budidaya Pertanian di Kota Semarang. *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*. 2(2): 59–64.
- Prasetyo, B. H. dan Suriadikarta., D. A. 2006. Karakteristik, Potensi, Dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Litbang Pertanian*. 39 hlm.

- Pratama, A., Afany, M. R., dan Kundarto, M. 2023. Pengaruh Praktik Pertanian Organik dan Semi Organik terhadap Beberapa Sifat Tanah di Lereng Selatan Gunung Merapi. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. 10(1): 165–173.
- Purwono dan Hartono, R. 2005. *Bertanam Jagung Unggul*. Penerbit Swadaya. Jakarta. 64 hlm.
- Riwandi, Handajningsih, M., dan Hasanudin. 2014. *Teknik Budidaya Jagung dengan Sistem Organik di Lahan Marjinal*. UNIB Press. Bengkulu.
- Rahma, S., Rasyid, B., dan Jayadi, M. 2019. Peningkatan Unsur Hara Kalium dalam Tanah melalui Aplikasi POC Batang Pisang dan Sabut Kelapa. *Jurnal Ecosolum*. 8(2): 74–85.
- Rahmi dan Jumiati. 2007. Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Penyemprotan Pupuk Organik Cair Sper ACI terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis. *J. Agritrop*. 26(3):105–109
- Safitri, I. N., Setiawati, T.C., dan Bowo, C. 2018. Biochar dan Kompos untuk Peningkatan Sifat Fisika Tanah dan Efisiensi Penggunaan Air. *Techno: Jurnal Penelitian*. 7(1): 116–127.
- Sari, R., Maryam, dan Yusmah, R. A. 2023. Penentuan C-Organik pada Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman dan Berkelanjutan Umur Tanaman dengan Metode Spektrofotometri UV VIS. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 12(1): 11–19.
- Sasmita, K. D., Purwanto, B. H., dan Syamsiyah, J. 2017. Pengaruh pemberian biochar batang singkong dan pupuk NPK terhadap serapan hara dan pertumbuhan tanaman jagung di tanah Alfisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 4(2), 543-551.
- Schoroeder, D. 1974. Relationship between Soil Potassium and the K Nutrition of the Lant. *Proc. of the Congress of the Internasional Potash Institute*. 10:53–63.
- Sparks, D. L. 1987. Potassium Dynamics in Soils. *Advances in Soil Science*. 6: 5–8.
- Sefano, M. A., Monikasari, A., Auliadesti, V., Nabila, N., Athya, S., Tapiani, W., dan Agustian, A. 2024. Pengamatan Sifat Biologi Tanah pada Beberapa Penggunaan Lahan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas. *Journal Arunasita*. 1(1): 15–23.
- Septiana, L. M., Djajakirana, G. dan Darmawan. 2018. Characteristics of Biochar from Plant Biomass Wastes at Low-Temperature Pyrolysis. *Sains Tanah Journal of Soil Science and Agroclimatology*. 15(1):15–28.

- Setiani, V., Priastuti, U., dan Yuniarta, D. P. 2021. Improvement of Soil Chemical Properties using Corn Cob Biochar (BTJ). *Jurnal Presipitasi*. 18(1): 1–9.
- Setiawan, F., Sarno., Afrianti, A. N., 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.
- Shao, Z., Zhang, X., Nasar, J., dan Gitari, H. 2024. Synergetic Effect of Potassium, Biochar and Cattle Manure on the Growth and Yield of Maize, and Soil Physio-Chemical Characteristics. *Plants*. 13 (3345): 1–17.
- Siahaan, D. C. 2016. Pengaruh Berbagai Jenis Biochar terhadap Retensi Air, C-Organik dan Pertumbuhan Jagung (*Zea mays L.*) di Lahan Kering. *Skripsi*. 76 hlm.
- Singh, R., Sawatzky, S. K., Thomas, M., Akin, S., Zhang, H., Raun, W., dan Arnall, D. B. 2023. Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Uptake in Rain-Fed Corn as Affected by NPK Fertilization. *Agronomy*. 13(7): 1–17.
- Silahooy. 2008. Efek Pupuk KCl dan SP-36 Terhadap Kalium, Serapan Kalium dan Hasil Kcang Tanah (*Arachis hypogaea L.*) pada Tanah Brunizem. *Buletin Agron*. 36(2):126–132.
- Sofyan, E. T., Solihin, M. A., Mulyani, O., Salsabilla, A., Rahmi, A. N., dan Irwandhi. 2025. Combination Effect of NK and P Fertilizers on Soil Available-K, K Absorption, and Sweet Corn Productivity in Inceptisols. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 30(1): 187–194.
- Spokas, K. A. 2010. Revie of the Stability of Biochar in Soils: Predictability of Omolar Ratios. *Carbon Management*. 1(2): 289–303.
- Subandi. 2013. Peran dan Pengelolaan Hara Kalium untuk Produksi Pangan di Indonesia. Balai Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. *J. Pengembangan Inovasi Pertanian* 6 (1):2–7.
- Sudjana, B. 2014. Pengaruh Biochar Dan Npk Majemuk Terhadap Biomass Dan Serapan Nitrogen Di Daun Tanaman Jagung (*Zea Mays L*) pada Tanah Typic Dystrudepts. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*. 3(1): 63–66.
- Sugiyono. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung. 444 hlm.
- Suharyatun, Warji dan Haryanto, A. 2021. Pengaruh Kombinasi Biochar Sekam Padi dan Pupuk Organik Berbasis Mikroba terhadap Pertumbuhan dan Produksi Sayuran. *Jurnal Teknotan*. 15(1): 21–36.

- Suriadikarta, D. A. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bandung. 283 hlm.
- Tanjung, A. F, Wiskandar dan Arsyad, A. R. 2022. Aplikasi Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kandang Terhadap Agresi Tanah dan Hasil Kedelai Pada Tanah Lahan Bekas Tambang Batubara. *Jurnal Agroecotania*. 5(2): 35–48.
- Tang, J., Shi, W., Shi, W., Chu, Y., Arslan, M., & El-Din, M. G. 2020. Mechanistic insight into enhancement of undissolved rice husk biochar on Tetracycline biodegradation by strain *Serratia marcescens* basing on electron transfer response. *Bioresource Technology*, 310, 123419.
- Thom, W. dan Utomo, M. 1991. *Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah dan Tanaman*. Penerbit Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Tian, L., Shao, G., Gao, Y., Song, E., dan Lu, J. 2024. Effects of Biochar on Soil Organic Carbon in Relation to Soil Nutrient Contents, Climate Zones, and Cropping Systems: A Chinese Meta-Analysis. *Land*. 13(10): 1–18.
- Tim Karya Tani Mandiri. 2010. *Pedoman Bertanam Jagung*. CV. Nuansa Aulia. Bandung. 208 hlm.
- Tjitrosoepomo, G. 1989. *Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta*. University Gajah Mada Press. Yogyakarta. 477 hlm.
- Topoliantz, S., Ponge, J. F., dan Ballof, S. 2007. Manioc peel and charcoal: A Potential organic amendment for sustainable soil fertility in the tropics. *Biology And Fertility Of Soils*. 41:15–21.
- Trisnawati, A., Beja, H. D., dan Jeksen, J. 2022. Analisis Status Kesuburan Tanah pada Kebun Petani Desa Ladogahar Kecamatan Nita Kabupaten Sikka. *JURNAL LOCUS Penelitian dan Pengabdian*. 1(2): 68–80.
- Verdiana, M. A., Sebayang, H. T., dan Sumarni, T. 2016. Pagaruh Berbagai Dosis Biochar Sekam Padi dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(8): 611–616.
- Wahyuni, S., Kadarwati, S., dan Aprilia, R. 2023. Biofertilizer Berbasis Biochar untuk Remediasi Lahan Pertanian Indonesia. dalam : *Bookchapter Alam Universitas Negeri Semarang Jilid II*. LPPM Universitas Negeri Semarang. Semarang. hal: 145–177.
- Wakudkar, H., & Jain, S. 2022. A holistic overview on corn cob biochar: A mini-review. *Waste Management & Research*, 40(8).

- Wang, J., dan Wang, S. 2019. Preparation, characterization and applications of biochar from rice husks: A review. *Chemosphere*, 226, 225-236.
- Widowati, Asnah, dan Sutoyo. 2012. Pengaruh Penggunaan Biochar dan Pupuk Kalium terhadap Pencucian dan Serapan Kalium pada Tanaman Jagung. *Buana Sains*. 12 (1): 83–90.
- Wijitkosum, S. dan Sriburi, T. 2021. Applying Cassava Stems Biochar Produced from Agronomical Waste to Enhance the Yield and Productivity of Maize in Unfertile Soil. *Fermentation*. 7(4): 1–17.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media. Yogyakarta. 269 hlm.
- Witasari, S., Sa'diyah, K., dan Hidayatulloh, M. 2021. Pengaruh Jenis Komposter dan Pengomposan terhadap Pembuatan Pupuk Kompos dari *Activated Sludge* Limbah Industrial Bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. 5(1): 31–40.
- Xiu, L., Sun, Y., dan Han, X. 2025. Effects of Biochar Amendment on Potassium Supply Capacity and Potassium Accumulation in Soybean Across Diverse Soils. *Plants*. 14(13): 1–17.
- Yadaf, S. K., Benbi, D. K., dan Prasad, R. 2019. Effect of Continuous Application of Organic and Inorganic Sources of Nutrients on Chemical Properties of Soil. *International Joournal of Current Microbiology And Applied Science*. 8(4): 2455–2463.
- Yayat, Y., Darussalam, dan Susana, R. 2023. Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Lobak pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Sains Pertanian Equator*. 12(1): 120–130.
- Yuananto, H. dan Utomo, W. H. 2018. Pengaruh Aplikasi Biochar Tongkol Jagung Diperkaya Asam Nitrat terhadap Kadar C-organik, Nitrogen, dan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Berbagai Tingkat Kemasaman Tanah. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 5(1): 655–662.
- Yulies, M., Oktarina, S. dan Nurhayati, N. 2024. Pengaruh Pemberian Amelioran Organik terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Sains Pertanian dan Perkebunan*. 13(2):767–779.
- Yunita, C.S., Helma, dan Nasution, M. L. 2021. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Jagung di Desa Kayu Gudang Menggunakan Analisis Regresi Linier Berganda. *UNPjoMarh*. 4 (2) :7–11.
- Zhang, L., Hou, Y. P., Kong, L. L., dan Li, X. 2013. Effect of Potassium Application Rate on Potassium Absorption, Distribution and Yield of Spring Maize under Different Soil Fertilities. *Chinese Journal of Exo-Agriculture*. 21(3): 308–315.

Zhu, Z. Zhang, Y., Tao, W., Zhang, X., Xu, Z., dan Xu, C. 2025. The Biological Effectsof Biochar on Soil's Physical and Chemical Characteristics: A Review. *Sustainability*. 17(5): 2–26.