

**PERILAKU PERTUKARAN KALIUM (K), K TERPANEN, DAN
PRODUKSI JAGUNG AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG AYAM
DAN *BIOCHAR* DI TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG PADA
MUSIM TANAM KE-3**

(Skripsi)

Oleh

Marcelin Dinata
1914181016



**JURUSAN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PERILAKU PERTUKARAN KALIUM (K), K TERPANEN, DAN PRODUKSI JAGUNG AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG AYAM DAN *BIOCHAR* DI TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG PADA MUSIM TANAM KE-3

Oleh

MARCELIN DINATA

Jagung merupakan salah satu makanan pokok di Indonesia yang digunakan menjadi sumber karbohidrat, bahan baku industri, dan pakan ternak. Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh dari perlakuan pupuk kandang ayam dan *biochar* dalam meningkatkan produksi dan serapan kalium pada pertanaman jagung, parameter Q/I kalium (PBC_K^+ , ΔK^0 , CR_K^0 , dan K_G), dan korelasi antara parameter Q/I kalium dan KTK dengan kalium terpanen dan produksi jagung akibat pengaplikasian pupuk kandang ayam dan *biochar*. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan terdapat 4 perlakuan yaitu PPD: pupuk dasar (400 kg ha^{-1} Urea, 100 kg ha^{-1} KCl, dan 150 kg ha^{-1} TSP), PPD + BCR: PPD + 5 Mg.ha^{-1} biochar, PPD + PKA: PPD + 5 Mg.ha^{-1} pupuk kandang kotoran ayam, dan PPD + BCR + PKA: PPD + 5 Mg.ha^{-1} Biochar + 5 Mg.ha^{-1} Pupuk kandang ayam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa; 1) pemberian pupuk kandang ayam dan biochar, serta kombinasinya dengan dosis 5 Mg.ha^{-1} berpengaruh nyata meningkatkan produksi tanaman dan K terpanen pada tanaman jagung; 2) perlakuan PPD + BCR + PKA meningkatkan parameter PBC_K^+ dan K_G kecuali pada perlakuan PPD + BCR dan PPD + PKA. Sedangkan pada parameter CR_K^0 semua perlakuan menurun. Sementara itu, pada perlakuan PPD + PKA dan PPD + BCR + PKA parameter ΔK^0 meningkat kecuali pada perlakuan PPD dan PPD + BCR; 3) Parameter PBC_K^+ , K_G , dan KTK pada tanah sebelum tanam tidak nyata berkorelasi terhadap serapan hara K dan produksi jagung, namun pada parameter ΔK^0 dan CR_K^0 nyata berkorelasi negatif terhadap serapan hara K dan produksi jagung. Sedangkan pada tanah setelah panen parameter PBC_K^+ , ΔK^0 , CR_K^0 , dan K_G tidak nyata berkorelasi terhadap serapan hara K dan produksi jagung, namun KTK nyata berkorelasi positif terhadap serapan hara K dan produksi jagung.

Kata Kunci: Biochar, Pupuk kandang ayam, Pertukaran Kalium, Jagung, *Quantity-Intensity* (Q/I)

ABSTRACT

BEHAVIOR OF POTASSIUM EXCHANGE (K), HARVESTED K, AND CORN PRODUCTION AS A RESULT OF CHICKEN MANURE AND BIOCHAR APPLICATION IN GEDUNG MENENG ULTISOL SOIL IN THE 3rd GROWING SEASON

By

MARCELIN DINATA

Corn is one of the various staple foods in Indonesia that is used as a source of carbohydrates, industrial raw materials, and animal feed. This research aimed to study the effect of chicken manure and biochar in increasing the production and absorption potassium in corn plantations, potassium Q/I parameters (PBC_{K^+} , ΔK^0 , CR_{K^0} , and K_G), and correlation between Q/I parameters of potassium and CEC with harvested potassium and corn production due to the application of chicken manure and biochar. Field research was arranged in a randomized block design (RBD) with 4 treatments, these are BSF: basic fertilizer (400 kg ha⁻¹ Urea, 100 kg ha⁻¹ KCl, and 150 kg ha⁻¹ TSP.), BSF + BCR : BSF + 5 Mg.ha⁻¹ biochar, BSF + CMA: BSF + 5 Mg.ha⁻¹ chicken manure, and BSF + BCR + CMA: BSF + 5 Mg.ha⁻¹ biochar + 5 Mg.ha⁻¹ chicken manure. The results of this research show that; 1) application of chicken manure, biochar, and the combination of both with a dose of 5 Mg.ha⁻¹ increases the production of corn plants and harvested K in plants; 2) BSF + BCR + CMA treatment increased PBC_{K^+} and K_G parameters except for BSF + BCR and BSF + CMA treatments. However, the CR_{K^0} parameter in all treatments decreased. Meanwhile, in the BSF + CMA and BSF + BCR + CMA treatments, there was an increase in the ΔK^0 parameter except in the BSF and BSF + BCR treatments; 3) The parameters PBC_{K^+} , K_G , and CEC in the soil before planting did not have a significant relationship with K nutrient uptake and corn production, but the parameters ΔK^0 and CR_{K^0} have a real negative correlation with K nutrient uptake and corn production. Meanwhile on harvested soil, the parameters PBC_{K^+} , ΔK^0 , CR_{K^0} , and K_G were not significantly correlated with K nutrient uptake and corn production, however CEC had a significant positive correlation with K nutrient uptake and corn production.

Key words: *Biochar, Chicken Manure, Potassium exchange, Corn, Quantity-Intensity (Q/I)*

**PERILAKU PERTUKARAN KALIUM (K), K TERPANEN, DAN
PRODUKSI JAGUNG AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG AYAM
DAN *BIOCHAR* DI TANAH ULTISOL GEDUNG MENENG PADA
MUSIM TANAM KE-3**

Oleh

MARCELIN DINATA

Skripsi

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

Pada

**Program Studi Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

**: PERILAKU PERTUKARAN KALIUM (K),
K TERPANEN, DAN PRODUKSI JAGUNG
AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG
AYAM DAN BIOCHAR DI TANAH ULTISOL
GEDUNG MENENGG PADA MUSIM TANAM
KE-3**

Nama Mahasiswa

: Marcelin Dinata

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1914181016

Program Studi

: Ilmu Tanah

Fakultas

: Pertanian



Prof. Ir. J. Lumbanraja, M.Sc., Ph.D.
NIP 195303181981031002

Dr. Ir. Henrie Buchari, M.Si.
NIP 195901311985031002

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP 196611151990101001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

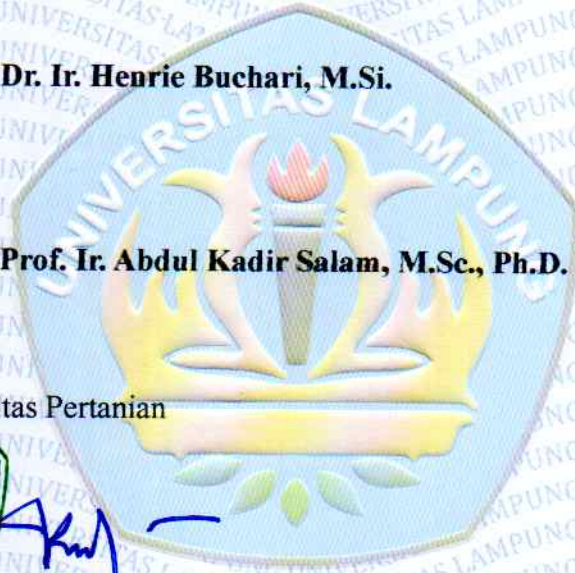
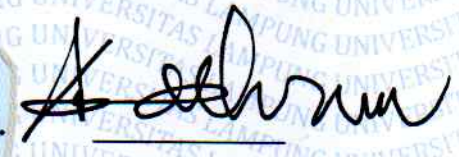
Ketua : **Prof. Ir. J. Lumbanraja, M.Sc., Ph.D.**



Sekretaris : **Dr. Ir. Henrie Buchari, M.Si.**



Penguji : **Prof. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc., Ph.D.**



Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 7 November 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Perilaku Pertukaran Kalium (K), K Terpanen, dan Produksi Jagung Akibat Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Biochar di Tanah Ultisol Gedung Meneng Pada Musim Tanam Ke-3”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari DIPA BLU LPPM Universitas Lampung tahun 2022 yang dilakukan bersama dengan dosen Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung, yaitu:

1. Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, M.Sc., Ph.D.
2. Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.
3. Dedy Prasetyo, S.P., M.Si.
4. Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si.

Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian 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, 7 November 2023

Penulis




Marcelin Dinata
NPM 1914181016

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada tanggal 27 Juli 2002. Penulis adalah anak satu-satunya dari pasangan Bapak Adlis Dinata dan Ibu Wiwik Parlina. Pendidikan formal penulis diawali dari Taman Kanak-Kanak (TK) Muhammadiyah Teluk Betung pada tahun 2006 dan selesai pada tahun 2007. Penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Dasar di SD Kartika II-5 Bandar Lampung pada tahun 2007 - 2013. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 25 Bandar Lampung pada tahun 2013 - 2016. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Atas YP Unila Bandar Lampung pada tahun 2016 - 2019. Pada tahun 2019 penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Ilmu Tanah Strata 1 (S1), Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi kampus yaitu Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila (Gamatala) Periode 2021/2022 sebagai Anggota Bidang Komunikasi dan Informasi (Kominfo) dan aktif dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian Unila (BEM FP Unila) sebagai anggota periode 2021/2022. Penulis pernah memiliki pengalaman menjadi anggota tim dalam program Pengembangan Pemberdayaan Desa (P3D) di Kelurahan Pinang Jaya Kecamatan Kemiling pada periode 2021/2022. Selain itu, penulis juga memiliki pengalaman pribadi menjadi asisten praktikum beberapa mata kuliah, yaitu Kimia Dasar pada semester ganjil tahun ajaran (2020/2021) dan ganjil tahun ajaran (2021/2022), serta Kimia Tanah semester genap tahun ajaran

(2022/2023). Pada tahun 2020, penulis melakukan kegiatan fieldtrip (Praktik Pengenalan Pertanian) selama 3 hari di Bandar Lampung, Pesawaran, dan Lampung Tengah. Pada tahun 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Bilabong Jaya, Kecamatan Langkapura, Kota Bandar Lampung pada Januari – Februari selama 40 hari yang bertugas sebagai Koordinator Desa, dan pada Juni – Agustus 2022 melaksanakan Praktik Umum di Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan, dan Hortikultura Kabupaten Lampung Tengah Provinsi Lampung.

Teruntuk Kedua Orang Tuaku Tercinta, Terkasih dan Tersayang.

Bapak “Adlis Dinata” dan Ibu “Wiwik Parlina”

Dengan penuh rasa syukur kupersembahkan karya kecil ini sebagai wujud

kesungguhanku untuk meraih cita-citaku.

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al-Baqarah : 286)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah : 6)

“Boleh kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pulakamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”

(Q.S Al Baqarah 2 : 216)

*“Start now, Start where you are. Start with fear. Start with pain. Start with doubt.
Start with hand shaking. Start with voice trembling.
Start where you are, with that you have.
Just start”*

“It always seems impossible until it's done”

(Nelson Mandela)

SANWACANA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**Perilaku Pertukaran Kalium (K), K Terpanen, dan Produksi Jagung Akibat Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan *Biochar* di Tanah Ultisol Gedung Meneng Pada Musim Tanam Ke-3**". Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian Universitas Lampung. Sholawat serta salam tak henti hentinya penulis haturkan kepada sosok tauladan yakni Nabi Muhammad SAW, yang tentunya kita nantikan syafaatnya di hari akhir kelak.

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak yang terlibat, skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Maka, dengan segala kerendahan penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan pengarahan kepada penulis sampai penulisan skripsi ini selesai.
4. Bapak Dr. Ir. Henrie Buchari, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, kritik, dan

motivasi kepada penulis selama penelitian hingga penulisan skripsi selesai.

5. Bapak Prof. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan kritik yang membangun penulisan skripsi.
6. Bapak Dedy Prasetyo, S.P., M.Si. selaku dosen pembimbing dalam penelitian yang turut membantu dalam penyusunan skripsi.
7. Kedua orang tua saya Bapak Adlis Dinata dan Ibu Wiwik Parlina yang telah memberikan segala kasih sayang, dorongan semangat, motivasi, nasihat, dukungan, dan doa kepada penulis selama menyelesaikan proses perkuliahan.
8. Sahabat-sahabatku 'Al-Fatihah' Danang Arjuana, Indra Riswanto, Andika Ferdiansyah, Abdi Fawwaz Pasya, Erwin Hidayah, Reky Ramadhani, M. Sofyan Syah, Mahadma Y.D., Rizki Abdillah, M. Andri Saputra, Dimas Arianto Nugroho, Galih Setiawan, Beni Irawan, M. Frayoga Janata, dan Muhammad Rizki yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan skripsi.
9. Rekan-rekan team Penelitian Jagung Abdi Fawwaz Pasya, Andika Ferdiansyah, Danang Arjuana, Galuh Novrillia Puspita, Indra Riswanto, dan Muhammad Andri yang telah memberikan semangat, kerjasama yang luar biasa, dan perjuangan banyak yang kita lewati bersama demi menyelesaikan penelitian ini, semoga Allah memberikan yang terbaik atas kerja keras dan usaha kita.
10. Teman-teman Kuliah Kerja Nyata (KKN) Anin, Atiqah, Aesah, Wenny, dan Rivan yang telah memberikan dukungan dan kebaikannya selama ini.
11. Teman-teman seperjuangan Praktik Umum (PU) di Dinas Ketahanan Pangan Tanaman Pangan dan Hortikultura Dinda, Nuki, dan Tazkia yang telah membantu dan bekerjasama selama kegiatan praktik umum.
12. Seluruh teman-teman seperjuangan Ilmu Tanah 2019 yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, nasihat, kritik dan saran, serta

memberikan banyak pengalaman baru selama penulis menjalankan studi.

13. Almamater tercinta Universitas Lampung.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, penulis menyadari masih belum sempurna dalam penyusunan skripsi ini. Karena itu, kritik dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih, dan penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi penulis dan pembacanya.

Bandar Lampung, 7 November 2023

Penulis,

Marcelin Dinata

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kerangka Pemikiran.....	5
1.5 Hipotesis.....	10
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Tanah Ultisol.....	11
2.2 Deskripsi Tanaman Jagung	12
2.3 Kalium pada Tanaman Jagung.....	12
2.4 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam terhadap Produksi Tanaman Jagung	13
2.5 Pengaruh Pemberian Biochar terhadap Produksi Tanaman Jagung	14
2.6 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Biochar terhadap Parameter Q/I Kalium	15
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Sejarah Lahan.....	19
3.3 Alat dan Bahan.....	19
3.4 Metode Penelitian	19
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	20

3.5.1	Persiapan Pupuk Kandang Ayam dan <i>Biochar</i>	20
3.5.2	Pengolahan Tanah	20
3.5.3	Pembuatan Jarak Tanam dan Lubang Tanam.....	21
3.5.4	Pengaplikasian Pupuk Kandang Ayam dan <i>Biochar</i>	21
3.5.5	Penanaman	21
3.5.6	Pemupukan.....	22
3.5.7	Pemeliharaan Tanaman.....	22
3.5.8	Panen.....	23
3.5.9	Pengambilan Sampel Tanah.....	23
3.5.10	Pengambilan Sampel Tanaman.....	23
3.6	Variabel Pengamatan	24
3.6.1	Analisis Tanah	24
3.6.2	Analisis Tanaman.....	24
3.7	Percobaan <i>Quantity – Intensity</i> (Q/I) Kalium	25
3.8	Prinsip Parameter dan Perhitungan Q/I.....	26
3.9	Analisis Data	28
3.9.1	Uji Statistika.....	28
3.9.2	Uji <i>Student-t</i>	28
3.9.3	Uji Korelasi	28
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1	Sifat Kimia Tanah dan Produksi Jagung.....	31
4.1.1	Sifat Kimia Tanah	31
4.1.2	Pengaruh Pemberian Biochar dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Biomassa Tanaman dan Produksi Jagung.....	33
4.1.3	Pengaruh Pemberian Biochar dan Pupuk Kandang Ayam terhadap serapan hara K Terpanen Tanaman Jagung	35
4.2	Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Biochar terhadap Perilaku Pertukaran Kalium di dalam Tanah	38
4.2.1	<i>Quantity-Intensity</i> (Q/I) Kalium di Tanah Ultisol	38
4.2.2	Signifikansi Parameter Q/I K ⁺	45
4.2.3	Korelasi Hasil Analisis Tanah dan Tanaman dengan Parameter <i>Quantity-Intensity</i> (Q/I)	49

V. SIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Simpulan	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kurva ideal Q/I (Beckett, 1964)	9
2. Denah Petak Perlakuan	19
3. Kurva Q/I K^+ pada tanah Ultisol sebelum tanam.	39
4. Kurva Q/I K^+ pada tanah Ultisol setelah panen.....	39
5. PBC_K^+ awal dan akhir.....	40
6. K_G awal dan akhir.	42
7. CR_K^0 awal dan akhir.	43
8. ΔK^0 awal dan akhir.	44
9. Grafik hubungan antara CR_K dengan ΔK dalam larutan kesetimbangan perlakuan PPD (Pupuk Dasar) sebelum tanam.....	74
10. Grafik hubungan antara CR_K dengan ΔK dalam larutan kesetimbangan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam	76
11. Grafik hubungan antara CR_K dengan ΔK dalam larutan kesetimbangan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam	78
12. Grafik hubungan antara CR_K dengan ΔK dalam larutan kesetimbangan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam.....	80
13. Grafik hubungan antara CR_K dengan ΔK dalam larutan kesetimbangan perlakuan PPD (Pupuk dasar) setelah panen	82

14.	Grafik hubungan antara CR_K dengan ΔK dalam larutan kesetimbangan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen.....	84
15.	Grafik hubungan antara CR_K dengan ΔK dalam larutan kesetimbangan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen.	86
16.	Grafik hubungan antara CR_K dengan ΔK dalam larutan kesetimbangan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Larutan Seri.....	26
2.	Sifat kimia tanah awal dan akhir pada lahan tanaman jagung.....	30
3.	Pengaruh pemberian biochar dan pupuk kandang ayam terhadap biomassa brangkasan, tongkol, produksi jagung, dan berat 100 butir jagung.	33
4.	Pengaruh pemberian pupuk kandang dan biochar ayam terhadap serapan hara K tanaman jagung.	36
5.	Pengaruh pemberian biochar dan pupuk kandang ayam terhadap parameter Q/I Kalium	40
6.	Uji <i>Student-t</i> pada parameter pengamatan PBC_{K^+} , ΔK^0 , CR_{K^0} , dan K_G sebelum tanam.....	46
7.	Uji <i>Student-t</i> pada parameter pengamatan PBC_{K^+} , ΔK^0 , CR_{K^0} , dan K_G setelah panen.	47
8.	Uji <i>Student-t</i> pada parameter pengamatan sebelum tanam dan sesudah tanam PBC_{K^+} , ΔK^0 , CR_{K^0} , dan K_G	48
9.	Uji korelasi antara PBC_{K^+} , CR_{K^0} , ΔK^0 , K_G , dan KTK tanah sebelum tanam dengan K terpanen tanaman serta produksi jagung..	50
10.	Uji korelasi antara PBC_{K^+} , CR_{K^0} , ΔK^0 , K_G , dan KTK tanah setelah panen dengan K terpanen tanaman serta produksi jagung.....	50
11.	Pengaruh perlakuan Pupuk kandang ayam dan biochar terhadap bobot 100 butir biji jagung (g.100 butir ⁻¹).	64
12.	Uji Homogenitas bobot 100 butir biji jagung (g.100 butir ⁻¹).....	64

13.	Analisis ragam pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap bobot 100 butir biji jagung (g.100 butir ⁻¹).	64
14.	Pengaruh perlakuan Pupuk kandang ayam dan biochar terhadap biomassa biji Jagung	65
15.	Uji Homogenitas biomassa biji jagung.	65
16.	Analisis ragam pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap biomassa biji jagung.....	65
17.	Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap biomassa tongkol jagung.....	66
18.	Uji Homogenitas biomassa tongkol jagung.	66
19.	Analisis ragam pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap biomassa tongkol jagung.	66
20.	Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap biomassa.....	67
21.	Uji Homogenitas biomassa berangkasan jagung.	67
22.	Analisis ragam pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap biomassa berangkasan jagung.	67
23.	Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap kadar K berangkasan (%).	68
24.	Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap kadar K terpanen berangkasan jagung.	68
25.	Uji Homogenitas K terpanen berangkasan jagung.....	68
26.	Analisis ragam pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap K terpanen berangkasan jagung.	69
27.	Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap kadar K tongkol jagung (%).	69
28.	Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap kadar K terpanen tongkol jagung.	69
29.	Uji Homogenitas K terpanen tongkol jagung.	70
30.	Analisis ragam pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap K terpanen tongkol jagung.	70

31.	Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap kadar K biji jagung (%).....	70
32.	Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap kadar K terpanen	71
33.	Uji Homogenitas K terpanen biji jagung.	71
34.	Analisis ragam pengaruh pupuk kandang ayam dan biochar terhadap K terpanen biji jagung.....	71
35.	Pengaruh perlakuan P pupuk kandang ayam dan biochar terhadap kadar K terpanen	72
36.	Uji Homogenitas K terpanen total tanaman jagung.	72
37.	Analisis ragam pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap K terpanen total tanaman jagung.....	72
38.	Parameter K, CR_K dan Ca pada perlakuan PPD (Pupuk dasar) sebelum tanam (awal).	73
39.	Parameter PBC_K , CR_K^0 , ΔK^0 dan K_G pada perlakuan PPD (Pupuk dasar) sebelum tanam (awal).....	74
40.	Parameter K, CR_K dan Ca pada perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal).....	75
41.	Parameter PBC_K , CR_K^0 , ΔK^0 dan K_G pada PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal).....	76
42.	Parameter K, CR_K dan Ca pada perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹ sebelum tanam (awal).	77
43.	Parameter PBC_K , CR_K^0 , ΔK^0 dan K_G pada PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal).	78
44.	Parameter K, CR_K dan Ca pada perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal).	79
45.	Parameter PBC_K , CR_K^0 , ΔK^0 dan K_G pada PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal).	80
46.	Parameter K, CR_K dan Ca pada perlakuan PPD (Pupuk dasar) setelah panen (akhir).....	81

47.	Parameter PBC_K , CR_K^0 , ΔK^0 dan K_G pada PPD (Pupuk dasar) sesudah panen (akhir).....	82
48.	Parameter K, CR_K dan Ca pada perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).....	83
49.	Parameter PBC_K , CR_K^0 , ΔK^0 dan K_G pada PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).....	84
50.	Parameter K, CR_K dan Ca pada perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).....	85
51.	Parameter PBC_K , CR_K^0 , ΔK^0 dan K_G pada PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).....	86
52.	Parameter K, CR_K dan Ca pada perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam) setelah panen.....	87
53.	Parameter PBC_K , CR_K^0 , ΔK^0 dan K_G pada PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen.....	88
54.	Uji <i>Student-t</i> PBC_K perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.....	89
55.	Uji <i>Student-t</i> PBC_K perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam	89
56.	Uji <i>Student-t</i> PBC_K perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	90
57.	Uji <i>Student-t</i> PBC_K perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	90
58.	Uji <i>Student-t</i> PBC_K perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.....	91

59.	Uji <i>Student-t</i> PBC_K perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	91
60.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	92
61.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	92
62.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	93
63.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	93
64.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	94
65.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	94
66.	Uji <i>Student-t</i> CR_K^0 perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	95
67.	Uji <i>Student-t</i> CR_K^0 perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	95
68.	Uji <i>Student-t</i> CR_K^0 perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	96

69.	Uji <i>Student</i> -t CR_K^0 perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	96
70.	Uji <i>Student</i> -t CR_K^0 perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	97
71.	Uji <i>Student</i> -t CR_K^0 perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	97
72.	Uji <i>Student</i> -t K_G perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	98
73.	Uji <i>Student</i> -t K_G perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	98
74.	Uji <i>Student</i> -t K_G perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	99
75.	Uji <i>Student</i> -t K_G perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	99
76.	Uji <i>Student</i> -t K_G perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	100
77.	Uji <i>Student</i> -t K_G perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah sebelum tanam.	100
78.	Uji <i>Student</i> -t PBC_K perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	101

79.	Uji <i>Student-t</i> PBC _K perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹ 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	101
80.	Uji <i>Student-t</i> PBC _K perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.....	102
81.	Uji <i>Student-t</i> PBC _K perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	102
82.	Uji <i>Student-t</i> PBC _K perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	103
83.	Uji <i>Student-t</i> PBC _K perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	103
84.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	104
85.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	104
86.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	105
87.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	105
88.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	106

89.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen ...	106
90.	Uji <i>Student-t</i> CR _K ⁰ perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	107
91.	Uji <i>Student-t</i> CR _K ⁰ perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	107
92.	Uji <i>Student-t</i> CR _K ⁰ perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	108
93.	Uji <i>Student-t</i> CR _K ⁰ perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	108
94.	Uji <i>Student-t</i> CR _K ⁰ perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen	109
95.	Uji <i>Student-t</i> CR _K ⁰ perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	109
96.	Uji <i>Student-t</i> K _G perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	110
97.	Uji <i>Student-t</i> K _G perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	110
98.	Uji <i>Student-t</i> K _G perlakuan PPD (Pupuk dasar) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	111
99.	Uji <i>Student-t</i> K _G perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	111

100.	Uji <i>Student-t</i> K_G perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	112
101.	Uji <i>Student-t</i> K_G perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹ 5 Mg.ha ⁻¹) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) tanah setelah panen.	112
102.	Uji <i>Student-t</i> PBC_K perlakuan PPD (Pupuk dasar) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD (Pupuk dasar) setelah panen (akhir).	113
103.	Uji <i>Student-t</i> PBC_K perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).	113
104.	Uji <i>Student-t</i> PBC_K perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).	114
105.	Uji <i>Student-t</i> PBC_K perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).	114
106.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD (Pupuk dasar) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD (Pupuk dasar) setelah panen (akhir).	115
107.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).	115
108.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).	116

109.	Uji <i>Student-t</i> ΔK^0 perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).	116
110.	Uji <i>Student-t</i> CR_K^0 perlakuan PPD (Pupuk dasar) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD (Pupuk dasar) setelah panen (akhir).....	117
111.	Uji <i>Student-t</i> CR_K^0 perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).....	117
112.	Uji <i>Student-t</i> CR_K^0 perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).....	118
113.	Uji <i>Student-t</i> CR_K^0 perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).....	118
114.	Uji <i>Student-t</i> K_G perlakuan PPD (Pupuk dasar) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD (Pupuk dasar) setelah panen (akhir).....	119
115.	Uji <i>Student-t</i> K_G perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + BCR (PPD + Biochar 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).	119
116.	Uji <i>Student-t</i> K_G perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + PKA (PPD + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).....	120
117.	Uji <i>Student-t</i> K_G perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) sebelum tanam (awal) dan perlakuan PPD + BCR + PKA (PPD + biochar 5 Mg.ha ⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha ⁻¹) setelah panen (akhir).....	120
118.	Perhitungan Uji korelasi antara PBC_K tanah sebelum tanam dengan K Terpanen tiap perlakuan.	121

119.	Perhitungan Uji korelasi antara ΔK^0 tanah sebelum tanam dengan K Terpanen tiap perlakuan.	121
120.	Perhitungan Uji korelasi antara CR_K^0 tanah sebelum tanam dengan K Terpanen tiap perlakuan.	121
121.	Perhitungan Uji korelasi antara K_G tanah sebelum tanam dengan K Terpanen tiap perlakuan.	122
122.	Perhitungan Uji korelasi antara KTK tanah sebelum tanam dengan K Terpanen tiap perlakuan.	122
123.	Perhitungan Uji korelasi antara PBC_K tanah sebelum tanam dengan produksi jagung tiap perlakuan.	122
124.	Perhitungan Uji korelasi antara ΔK^0 tanah sebelum tanam dengan produksi jagung tiap perlakuan.	123
125.	Perhitungan Uji korelasi antara CR_K^0 tanah sebelum tanam dengan produksi jagung tiap perlakuan.	123
126.	Perhitungan Uji korelasi antara K_G tanah sebelum tanam dengan produksi jagung tiap perlakuan.	123
127.	Perhitungan Uji korelasi antara KTK tanah sebelum tanam dengan produksi jagung tiap perlakuan.	124
128.	Perhitungan Uji korelasi antara PBC_K tanah setelah panen dengan K Terpanen tiap perlakuan.	124
129.	Perhitungan Uji korelasi antara ΔK^0 tanah setelah panen dengan K Terpanen tiap perlakuan.	124
130.	Perhitungan Uji korelasi antara CR_K^0 tanah setelah panen dengan K Terpanen tiap perlakuan.	125
131.	Perhitungan Uji korelasi antara K_G tanah setelah panen dengan K Terpanen tiap perlakuan.	125
132.	Perhitungan Uji korelasi antara KTK tanah setelah panen dengan K Terpanen tiap perlakuan.	125
133.	Perhitungan Uji korelasi antara PBC_K tanah setelah panen dengan produksi jagung tiap perlakuan.	126
134.	Perhitungan Uji korelasi antara ΔK^0 tanah setelah panen dengan produksi jagung tiap perlakuan.	126

135.	Perhitungan Uji korelasi antara CR_K^0 tanah setelah panen dengan produksi jagung tiap perlakuan.	126
136.	Perhitungan Uji korelasi antara K_G tanah setelah panen dengan produksi jagung tiap perlakuan.	127
137.	Perhitungan Uji korelasi antara KTK tanah setelah panen dengan produksi jagung tiap perlakuan.	127

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung merupakan salah satu dari berbagai makanan pokok di Indonesia yang digunakan menjadi sumber karbohidrat, bahan baku industri, dan pakan ternak. Selain itu, jagung pun merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan di dunia sebab mempunyai nilai gizi yang baik dan manfaatnya yang beragam.

Peningkatan konsumsi jagung pada saat ini terdampak langsung oleh pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri (Indrasari dan Syukur, 2006). Kementerian Pertanian (2013) menjelaskan bahwa 58% jagung di dalam negeri digunakan sebagai pakan, 30% sebagai pangan, sisanya sebagai benih dan kebutuhan industri lainnya. Permintaan jagung dalam negeri diperkirakan akan terus semakin meningkat. Target produksi jagung untuk tahun 2018 telah ditetapkan oleh pemerintah yaitu sebesar 33,9 juta Mg pipilan kering dengan luas pengembangan 6,37 juta ha (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2018). Sehubungan dengan tingginya permintaan jagung perlu dilakukan peningkatan produksi dan produktivitas tanaman jagung untuk memenuhi permintaan.

Upaya peningkatan produksi dan produktivitas jagung sangat diperlukan untuk memenuhi permintaan jagung yang tinggi. Namun terdapat berbagai kendala dalam proses usaha untuk meningkatkan produksi jagung. Salah satu masalah yang dihadapi adalah kesuburan tanah, terutama perkebunan jagung pada sebagian besar yang dibudidayakan di lahan kering dan lahan sawah. Tanah Ultisol mendominasi lahan kering di Lampung. Prasetyo dan Suriadikarta (2006) menjelaskan bahwa Tanah Ultisol dalam pemanfaatannya mempunyai berbagai kendala yaitu kandungan hara, bahan organik (BO) dan KTK tanah yang rendah,

serta pH tanah yang cenderung asam. Unsur hara utama yang terkandung di dalam Tanah Ultisol seperti fosfor dan kalium sering mengalami defisiensi dan menjadi penghambat dari pertumbuhan tanaman. Selain itu juga, kalium tersedia di dalam Tanah Ultisol pada daerah tropika basah umumnya rendah yang salah satunya disebabkan oleh cepatnya pelapukan dan pencucian basa-basa yang tinggi.

Mineral yang mendominasi di Tanah Ultisol adalah mineral liat dengan tipe 1:1 (kaolinit) (Adiningsih, dkk., 2004). Mineral liat kaolinit (1:1) substitusi isomorfiknya sangat sedikit bahkan tidak ada sehingga menyebabkan KTK rendah yaitu berkisar antara 3 – 5 cmol kg⁻¹. Selain itu, tanah dengan mineral liat tipe 1:1 memiliki kapasitas penyangga kalium paling rendah dibandingkan dengan liat smektit dan illit.

Pada pertanaman jagung di Tanah Ultisol masalah ketersediaan kalium perlu diperhatikan. Hal ini dikarenakan menurut hasil penelitian dari Cooke (1985), dilaporkan bahwa jumlah total kehilangan kalium dari tanaman jagung termasuk sangat tinggi yaitu sebesar 172 kg ha⁻¹. Kemudian hilangnya hara lain seperti N dan P pada tanaman jagung yaitu N sebesar 260 kg ha⁻¹ dan P sebesar 46 kg ha⁻¹. Lumbanraja, dkk., (2019) dalam penelitiannya juga menunjukkan bahwa perlakuan tanpa pupuk memiliki serapan K sebesar 70,12 kg ha⁻¹ dan perlakuan dengan pupuk yaitu 400 kg NPK + 200 kg Urea mempunyai serapan K sebesar 135,17 kg ha⁻¹. Sehingga agar dapat membuat pemupukan lebih efisien hal yang harus dilakukan adalah mengimbangi input kalium dan serapan kalium tersebut.

Jumlah faktor kuantitas-intensitas (Q/I) kalium dan kapasitas penyangga kalium (PBC_K) sangat mempengaruhi ketersediaan K dalam tanah (Hunsigi, 2011). Fraksi labil dari kalium yang teradsorpsi oleh tanah merupakan kuantitas (Q) kalium, sedangkan jumlah kalium yang berkompetisi dengan kation-kation lain di dalam larutan tanah merupakan definisi dari intensitas (I) kalium. Hubungan dari Q/I kalium akan menghasilkan nilai PBC_K yang didefinisikan sebagai kemampuan tanah dalam mempertahankan jumlah K tersedia dalam tanah terhadap penambahan maupun pengurangan kalium. Diketahui bahwa besar dari nilai

PBC_K berbanding lurus dengan nilai KTK (Beckett, 1964).

Nilai PBC_K untuk jenis tanah tertentu bervariasi dan spesifik yang ditentukan oleh kandungan bahan organik (BO), kadar liat, jenis liat dan lainnya yang memiliki nilai proporsional. Apabila nilai PBC_K pada tanah rendah maka kalium yang ditambahkan akan mudah tercuci, sedangkan apabila nilai PBC_K pada tanah tinggi maka kalium yang diberikan dapat disimpan untuk tanaman selanjutnya oleh tanah. Nilai daya sangga kalium (PBC_K) memiliki korelasi yang sangat baik dengan KTK dan Koefisien Gapon (K_G). *Potential Buffering Capacity* (PBC_K) menunjukkan kemampuan penjerapan K^+ yang tidak mudah lepas pada koloid tanah. Nilai PBC_K dan Koefisien Gapon (K_G) berbanding lurus, dimana K_G merupakan daya jerap tanah terhadap K^+ . CR_K^0 menggambarkan intensitas K^+ dalam keadaan setimbang atau dapat dikatakan nilai yang mencerminkan ketersediaan K^+ untuk tanaman. Sedangkan ΔK_0 merupakan nilai yang mencerminkan konsentrasi K^+ yang terjerap pada koloid tanah dalam keadaan setimbang (Lumbanraja, dkk., 2019).

Dalam memperbaiki kualitas Tanah Ultisol dilakukan dengan cara menambahkan pupuk NPK yang digunakan sebagai pemenuhan unsur hara tanah dan bahan pembenah tanah seperti pupuk organik. Pupuk kandang ayam dan *biochar* digunakan sebagai bahan pembenah tanah. Kalium diperlukan tanaman dalam proses fotosintesis, fiksasi karbondioksida (CO_2) dan transfer fotosintat ke berbagai pengguna, serta hubungannya dengan air dalam tanaman. Kalium memiliki fungsi lain yaitu penting untuk sintesis protein dan pemecahan karbohidrat. Dengan kata lain, memasok energi bagi tanaman, membantu kesetimbangan ion tanaman, translokasi logam-logam berat seperti Fe, dan membantu ketahanan tanaman dari penyakit dan iklim yang tidak menguntungkan (Firmansyah, dkk., 2017).

Manfaat penggunaan pupuk kandang ayam sudah dikenal berabad-abad lamanya baik untuk pertumbuhan tanaman pangan, perkebunan, maupun tanaman hias. Penambahan kotoran ayam juga sangat penting, karena kandungan nutrisi kotoran ayam juga sangat sesuai untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanah. Kotoran ayam

dibandingkan dengan feses lainnya memiliki kandungan nutrisi P yang relatif lebih tinggi karena pengaruh dari konsentrat yang diberikan pada ayam (Hartatik, dkk., 2006). Beberapa penelitian yang menggunakan pupuk kandang ayam untuk memenuhi unsur haranya pada musim pertama menunjukkan respon tanaman terbaik. Hal ini dikarenakan kotoran ayam lebih cepat terurai dibandingkan kotoran lainnya dan mengandung nutrisi yang cukup (Bhoki, dkk., 2021).

Permasalahan-permasalahan pada tanah dapat diatasi dengan menggunakan bahan pembenah tanah yaitu *biochar*. Hal ini dikarenakan pemberian *biochar* dapat meningkatkan pH tanah, menjaga kelembaban tanah sehingga kapasitas menahan air tinggi, meremediasi tanah yang tercemar logam berat seperti Pb, Cu, Cd dan Ni, serta menyediakan unsur hara N, P dan K (Ippolito, dkk., 2012). Kemudian, aplikasi *biochar* pada lahan pertanian (tanah) dapat meningkatkan kesuburan tanah, kapasitas penyimpanan air dan hara tanah, mengurangi penguapan air dari tanah, menciptakan habitat yang baik bagi mikroorganisme simbiotik, dan menekan terjadinya penyakit tanaman tertentu (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015). Selain itu juga, pengaplikasian *biochar* pada tanah mampu membuat peningkatan terhadap pertumbuhan dan serapan hara pada tanaman (Satriawan dan Handayanto, 2015).

Berdasarkan hubungan diatas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai perilaku pertukaran K^+ dan K terpanen pada tanaman jagung akibat pemberian pupuk kandang ayam dan *biochar* di Tanah Ultisol.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah perlakuan pupuk kandang ayam dan *biochar* dapat meningkatkan produksi jagung dan serapan kalium pada pertanaman jagung di tanah Ultisol?
2. Apakah perlakuan dari pupuk kandang ayam dan *biochar* pada pertanaman jagung di tanah Ultisol berpengaruh terhadap parameter Q/I kalium (PBC_K^+ , ΔK^0 , CR_K^0 , dan K_G)?

3. Apakah terdapat hubungan korelasi antara parameter Q/I kalium (PBC_K^+ , ΔK^0 , CR_K^0 , dan K_G) dan KTK dengan kalium terpanen dan produksi jagung akibat pengaplikasian pupuk kandang ayam dan *biochar* pada pertanaman jagung di tanah Ultisol?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh dari perlakuan pupuk kandang ayam dan *biochar* dalam meningkatkan produksi dan serapan kalium pada pertanaman jagung.
2. Mengetahui pengaruh dari perlakuan pupuk kandang ayam dan *biochar* terhadap parameter Q/I kalium (PBC_K^+ , ΔK^0 , CR_K^0 , dan K_G) pada tanah Ultisol yang ditanami jagung.
3. Mengetahui hubungan korelasi parameter Q/I kalium (PBC_K^+ , ΔK^0 , CR_K^0 , dan K_G) dan KTK dengan kalium terpanen dan produksi jagung akibat pengaplikasian pupuk kandang ayam dan *biochar* pada pertanaman jagung di tanah Ultisol.

1.4 Kerangka Pemikiran

Pertukaran Kalium (K^+) di dalam tanah dapat ditunjukkan melalui nilai KTK, C-Organik dan K-dd tanah. Apabila KTK dan kandungan C-Organik pada *subsoil* (10-20 cm) lebih rendah dibandingkan *topsoil* (0-10 cm), hal ini dapat terjadi dikarenakan terdapat pengakumulasian bahan organik pada permukaan tanah akibat penggunaan mulsa di musim-musim sebelumnya dan akumulasi pemberian mulsa yang dapat meningkatkan bahan organik. Selain itu, banyaknya K yang dapat ditukar dan K tersedia bagi tanaman ditunjukkan oleh banyaknya jumlah K yang keluar dari tanah sehingga akan meningkatkan serapan K pada tanaman. Berdasarkan hasil penelitian dari Ajiboye, dkk., (2015) diketahui tanah yang memiliki kemampuan rendah untuk mengisi K-dd hasil dari pengurangan oleh serapan tanaman ditunjukkan oleh rendahnya status pertukaran K^+ pada tanah.

Pada fase vegetatif tanaman jagung membutuhkan hara N, P, dan K karena berperan dalam pertumbuhannya. Tanaman jagung membutuhkan ketersediaan hara yang cukup dan seimbang karena berpengaruh terhadap proses metabolisme pada jaringan tanaman. Proses metabolisme ini didefinisikan sebagai proses pembentukan dan perombakan dari unsur-unsur hara serta senyawa organik di dalam tanaman. Selain itu, perlu diketahui bahwa suatu tanaman tidak akan memberikan hasil yang maksimal apabila unsur hara yang diperlukan tidak tersedia (Iskandar, 2003).

Tanah Ultisol memiliki rendahnya kejenuhan basa (KB, kapasitas tukar kation (KTK) dan C-Organik, serta peka dengan erosi (Mulyani, dkk., 2010). Hal ini dipertegas oleh Syahputra, dkk., (2015) yang menunjukkan bahwa kandungan C-Organik pada Tanah Ultisol memiliki kriteria dari sangat rendah ke rendah yaitu berkisar dari nilai 0,13% - 1,12%. Begitupun juga dengan kalium dapat ditukar (K-dd) memiliki kriteria dari sangat rendah ke rendah yaitu berkisar antara 0,03 – 0,32 cmol kg⁻¹. Sedangkan KTK pada tanah ini memiliki kriteria dari sangat rendah ke sedang yaitu berkisar dari nilai 2,43 – 16,76 cmol kg⁻¹. Selain itu, berdasarkan laporan dari Subiksa, dkk., (2004) ditunjukkan bahwa tanpa pemberian ameliorasi Tanah Ultisol memiliki nilai PBC_K yaitu 13,58 cmol kg⁻¹ yang menurut Zharikova (2004) termasuk kedalam kriteria rendah.

Hal ini mengakibatkan Tanah Ultisol bagi produksi pertanian dianggap tanah yang tidak produktif. Namun, Tanah Ultisol dapat menjadi tanah yang produktif dengan produktivitas tanah dapat dipertahankan apabila dilakukan pengelolaan dengan cara menambahkan pupuk kandang dan *biochar*. Penambahan bahan organik dapat menyebabkan turunnya kelarutan ion-ion Al dapat ditukar (Bertham, 2002). Kandungan unsur hara yang terdapat pada pupuk kandang tidak terlalu tinggi tetapi jenis pupuk ini dapat meningkatkan kualitas tanah dan meningkatkan kation-kation dalam tanah (Roidah, 2013). Penambahan bahan organik kedalam lahan budidaya diketahui dapat memperbaiki tingkat kesuburan tanah, baik sifat fisika, kimia, maupun biologi tanahnya. Bahan organik mampu memperbaiki sifat-sifat kimia tanah seperti N, P, K, pH, KTK, C-Organik, serta pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (Topani, dkk., 2015).

Penambahan pupuk kandang dilakukan dengan tujuan sebagai upaya dalam mendukung ketersediaan K dalam tanah karena merupakan sumber bahan organik. Secara kimia, pupuk kandang merupakan bahan yang mudah terdekomposisi melalui proses mineralisasi yang hasilnya tersebut akan menyumbangkan sejumlah ion-ion hara tersedia seperti K^+ (Hanafiah, 2014). Beberapa hasil penelitian pengaplikasian pupuk kandang ayam pada tanah selalu memberikan respon tanaman terbaik di musim pertama. Hal ini dapat terjadi karena pupuk kandang ayam mempunyai kelebihan kecepatan dalam penyerapan hara dan lebih cepat terdekomposisi jika dibandingkan dengan pupuk kandang lainnya (Bhoki dkk., 2021). Kandungan yang dimiliki oleh pupuk kandang ayam berdasarkan hasil penelitian dari Yulipriyanto (2010) yaitu N sebanyak 2,59%, P 3,09%, K 2,46% dan Ca 12,66%, Na 0,69%, Mg 0,91%.

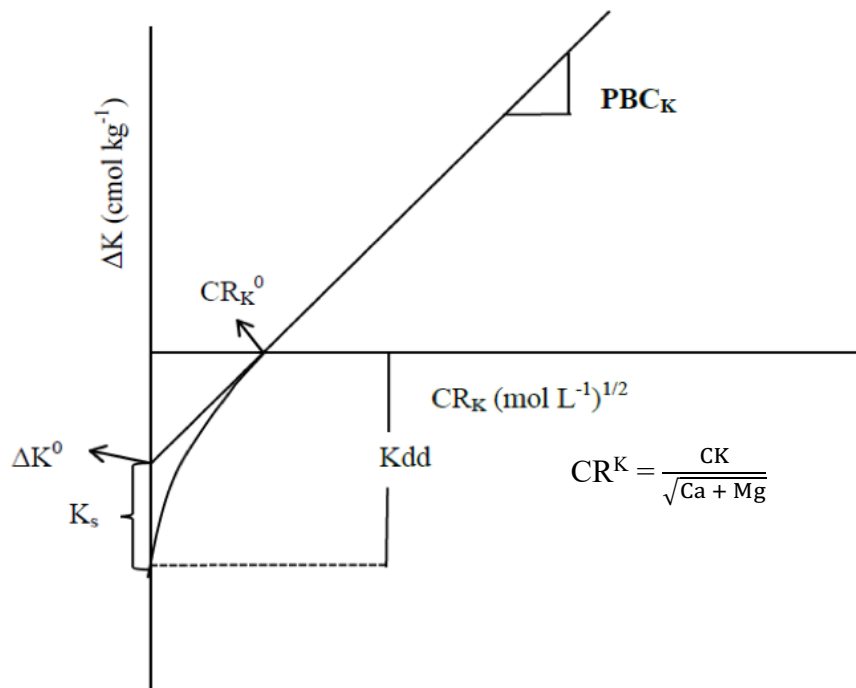
Selain pemberian bahan organik, pemberian *biochar* juga dapat memberikan sumbangsih terhadap produktivitas lahan berjenis tanah ultisol. Menurut Putri, dkk. (2017), pemberian *biochar* dapat meningkatkan pH tanah, C-organik, N-total, P-tersedia, K tukar, tinggi tanaman, bobot kering tajuk, serapan N dan P serta kecepatan umur berbunga tanaman jagung di tanah Ultisol. Karbon organik *biochar* dengan struktur aromatik lebih tahan terhadap dekomposisi, sehingga senyawa karbon organik dalam tanah dapat bertahan lama, karena tidak terjadi pelepasan karbon dalam bentuk CO_2 ke atmosfer. Penambahan *biochar* dikatakan dapat meningkatkan pH tanah dan KTK tanah, sehingga dengan meningkatnya KTK pada tanah risiko pencucian kation seperti NH_4^+ dan K^+ dapat diminimalkan dengan penambahan *biochar*.

Hasil penelitian pada lahan kering masam menunjukkan pengaruh dari pengaplikasian *biochar* dapat meningkatkan pH tanah dengan signifikan, tetapi terhadap tanah non masam tidak berpengaruh nyata (Nurida, dkk., 2013). Penambahan *biochar* dilakukan untuk perbaikan kualitas tanah sehingga berpengaruh terhadap meningkatnya produktivitas tanaman. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian pada tanaman jagung di Humic Nitisol (Alfisol) yang hasilnya adalah efektivitas *biochar* terhadap peningkatan produktivitas tanaman sangat signifikan yaitu mencapai 524,32% (Nurida, dkk., 2012), sedangkan

efektivitas di lahan kering iklim kering mencapai antara 57,55 - 95,20%. Biochar sekam padi memiliki kandungan yaitu N sebanyak 0,05%, P 0,23% dan K 0,06% (Nurida dkk, 2008).

Menurut hasil penelitian Riyanto, dkk., (2019), pemberian *biochar* dan pupuk hayati secara kombinasi memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan komponen produksi serta hasil pipilan kering jagung hibrida varietas Bisi-18 dibandingkan perlakuan petani (Pupuk dasar) di lahan sawah kecamatan Wonosari Gunungkidul.

Kapasitas penyangga unsur hara kalium dalam tanah dapat ditingkatkan dengan melakukan pengaplikasian bahan organik ke dalam tanah. Hasil penelitian Lumbanraja (2019) melaporkan bahwa pemberian pupuk dengan dosis NPK sebanyak 400 kg ha^{-1} + Urea 200 kg ha^{-1} + Kompos 1 Mg ha^{-1} memiliki pengaruh yang nyata dalam meningkatkan produksi jagung, biomassa dan K^+ terangkut panen jagung, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap ketiga variabel dalam pengaruh perlakuan olah tanah. Hal ini berkaitan karena adanya penambahan pupuk sehingga menyebabkan ketersediaan hara di dalam tanah meningkat dan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Isnaini (2004) dalam penelitiannya juga melaporkan bahwa nilai PBC_K pada tanah tanpa olah tanah (TOT) memiliki nilai yang lebih tinggi 33% dibandingkan dengan tanah olah tanah sempurna (OTS). Berdasarkan uraian diatas TOT memiliki bahan organik lebih tinggi dibandingkan OTS, karena bahan organik dapat meningkatkan nilai KTK tanah. Terdapat berbagai faktor termasuk jumlah kalium yang tersedia dalam koloid tanah mempengaruhi pertukaran kalium dalam tanah (Gambar 1).



Gambar 1. Kurva ideal Q/I (Beckett, 1964); ΔK : Jumlah K^+ yang dijerap atau pelepasan K^+ dari tanah; CR_K : konsentrasi ratio; ΔK_0 : kedudukan non spesifik kalium; CR_K^0 : keseimbangan konsentrasi ratio kalium; PBC_K : Kapasitas penyangga; Kdd : kalium dapat ditukar; K_s : kedudukan spesifik K ($Kdd - \Delta K_0$).

Jumlah kalium dalam koloid tanah akan meningkat sebagai akibat dari perlakuan pupuk kandang ayam dan *biochar* dengan tanah. Akibatnya kalium yang ada di dalam koloid tanah terlepas ke dalam larutan tanah, jerapan K menurun, dan nilai PBC_K menjadi rendah. Persaingan antar unsur hara, khususnya K, Ca, dan Mg dalam larutan tanah juga mempengaruhi perilaku pertukaran K di dalam tanah. Nilai PBC_K akan naik jika aktivitas K dalam larutan tanah semakin tinggi, begitu pula sebaliknya jika jumlah Ca dan Mg semakin tinggi maka aktivitas K rasio akan menurun, dan nilai PBC_K akan rendah (Beckett, 1964). KTK tanah merupakan salah satu variabel yang menentukan pertukaran kalium dalam tanah dipengaruhi oleh jumlah bahan organik dalam tanah. Hubungan antara nilai KTK dan PBC_K berbanding lurus yang artinya semakin tinggi nilai KTK tanah maka nilai PBC_K akan semakin meningkat (Lumbanraja, 2017).

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diambil berdasarkan kerangka pemikiran diatas adalah sebagai berikut:

1. Kombinasi dari pupuk kandang ayam dan *biochar* memberi pengaruh nyata terhadap produksi tanaman jagung dan serapan hara Kalium pada tanaman jagung di tanah Ultisol dibandingkan dengan tanpa pemberian *biochar*.
2. Perlakuan pupuk kandang ayam, *biochar*, dan kombinasinya berpengaruh nyata lebih tinggi terhadap parameter Q/I kalium (PBC_K , CR_K^0 , ΔK_0 dan K_G) dan KTK di dalam Tanah Ultisol dibandingkan dengan hanya dipupuk NPK saja.
3. Terdapat hubungan korelasi antara parameter Q/I kalium (PBC_K , CR_K^0 , ΔK_0 dan K_G) dan KTK dengan kalium terpanen dan produksi jagung akibat perlakuan pupuk kandang ayam dan *biochar* pada tanaman jagung di tanah Ultisol.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Ultisol

Ordo tanah yang dikenal sebagai Ultisol memiliki kandungan hara yang rendah dan fraksi liat yang lebih tinggi yang membentuk horizon argilik. Selain itu, Tanah Ultisol memiliki porositas yang relatif rendah karena akumulasi tanah liat di bagian bawah lapisan budidaya; akibatnya akar tanaman hanya dapat berkembang pada horizon tanah liat yang berdampak pada pertumbuhan tanaman (Nita, dkk., 2015). Lahan kering masam memiliki konsentrasi Al yang tinggi, laju fiksasi P yang tinggi, kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB) dan bahan organik yang rendah. Curah hujan yang tinggi di wilayah Indonesia menyebabkan pelindian unsur hara yang tinggi terutama basa-basa, sehingga basa-basa di dalam tanah segera keluar dari lingkungan tanah dan yang tinggal di dalam tanah bereaksi asam dengan kejenuhan basa yang rendah (Mulyani dkk., 2010).

Tanah-tanah di Gedung Meneng umumnya didominasi oleh tipe Tanah Ultisol. Sifat fisik Tanah Ultisol sangat tererosi dan tanah ini memiliki struktur tanah yang kasar, struktur liat, permeabilitas rendah, tanah cukup tebal, batas horizon sejati, agregat berselaput liat dan kurang stabil. Di Sumba yang beriklim kering dan gersang, jumlah air yang tersedia di Tanah Ultisol sangat mempengaruhi tanah dalam menyimpan air, karena pengaruh evapotranspirasi signifikan. Hal ini membatasi ketersediaan air di dalam tanah (Mulyani dkk., 2010).

2.2 Deskripsi Tanaman Jagung

Tanaman jagung merupakan tanaman tingkat tinggi dengan klasifikasi sebagai berikut: Kingdom: Plantae, Divisio: Spermatophyta, Subdivisio: Angiospermae, Class: Monocotyledoneae, Ordo: Poales, Family: Poaceae, Genus: *Zea*, Spesies: *Zea mays* L. (Subekti dkk., 2012). Jagung merupakan tanaman tahunan, beberapa tanaman jagung tersusun atas akar, batang, daun, bunga dan biji. Jagung memiliki akar serabut yang memanjang 25 cm ke samping dan ke bawah. Batang jagung memiliki penampang melintang 22,5 cm dan bentuknya bulat berwarna dari hijau hingga ungu. Tinggi tanaman berkisar antara 125 hingga 120 cm. Ruas-ruas batang jagung dipisahkan oleh nodus. Pelepah dan helaian daun merupakan penyusun daun jagung. Ujung daun yang tajam menyebabkan helaian daun memanjang. Iklim dan tanah merupakan syarat pertumbuhan jagung. Untuk menanam jagung dibutuhkan sinar matahari yang sempurna dengan kisaran suhu yang optimum adalah antara 21-34 °C. Curah hujan bulanan yang ideal untuk jagung adalah 85.200 mm dan harus konsisten. Tanah yang gembur, subur, berdrainase baik dengan pH 5,6-7,0 diperlukan untuk tanaman jagung (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

2.3 Kalium pada Tanaman Jagung

Tanah dengan kondisi yang gembur dan subur, berdrainase baik, serta memiliki pH tanah sekitar 5,6-7,9 diperlukan tanaman jagung untuk tumbuh dengan baik. Akibat pencucian, kandungan kalium pada lahan kering cepat hilang, sehingga kadar K pada lahan kering jauh lebih rendah dibandingkan dengan lahan sawah. Hal ini disebabkan karena topografi lahan sawah yang datar menjadi wilayah pengendapan sehingga tanah menjadi relatif subur (Masruhing, dkk., 2018).

Tanah Ultisol termasuk rendah dalam menyediakan unsur kalium yang dibutuhkan tanaman jagung untuk fotosintesis, fiksasi CO₂, transfer fotosintat ke pengguna yang berbeda, dan hubungannya dengan air dalam tanaman. Kandungan kalium Tanah Ultisol yang rendah menyebabkan perlunya pemupukan kalium yang efektif guna memenuhi kebutuhan tanaman. Kalium adalah nutrisi

penting yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak. Jumlah K yang dibutuhkan untuk tanaman jagung adalah sebanyak 175 kg ha^{-1} (Cooke, 1985).

Ketersediaan kalium untuk tanaman di dalam tanah dikendalikan oleh interaksi dinamis antar unsur hara lainnya, kesalahpahaman dinamika ini dapat mengakibatkan pengelolaan kesuburan tanah yang tidak tepat (Wang, dkk., 2004). Persaingan penyerapan ion Ca dan Mg mempengaruhi keefektifan pertukaran K^+ dalam koloid tanah, serta tingginya rasio (Ca + Mg) terhadap K dalam tanah juga dapat menghambat tanaman dalam menyerap kalium (Kingston, dkk., 2009). Konsumsi kalium yang berlebihan dapat mengganggu translokasi kation lain, terutama Mg. Sebaliknya, jika jumlah Mg dalam tanah banyak, jumlah K yang tersedia bagi tanaman akan berkurang karena kalium difiksasi oleh koloid tanah atau tercuci dengan air (Sudaryono, 2009). Faktor Q/I kalium dan potensi kapasitas penyangga (PBC_K) memiliki dampak yang signifikan terhadap jumlah K yang tersedia di dalam tanah (Hunsigi, 2011). Masalah ketersediaan K pada pertanaman jagung di tanah Ultisol penting untuk dipertimbangkan. Hal ini disebabkan karena KTK, persaingan Ca dan Mg, serta NH_4^+ dari pemupukan mempengaruhi kalium dalam tanah.

2.4 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam terhadap Produksi Jagung

Pupuk organik adalah pupuk yang terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan melalui proses rekayasa berbentuk padat atau cair yang memiliki peranan cukup besar terhadap perbaikan sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Sifat fisik tanah yang dapat diperbaiki oleh bahan organik adalah permeabilitas tanah, porositas tanah dan mengurangi kehilangan air akibat evaporasi (Pirngadi, 2009). Sifat kimia tanah yang dapat diperbaiki oleh bahan organik adalah mencegah kehilangan hara akibat pencucian, meningkatkan KTK tanah, meningkatkan pH tanah, dan mengikat kation agar mudah tersedia bagi tanaman. Sifat biologi tanah yang dapat diperbaiki oleh bahan organik yaitu menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang sangat bermanfaat dalam penyediaan hara tanaman yang dapat meningkatkan produksi tanaman (Yusdian dkk., 2018).

Salah satu jenis pupuk organik yang dapat digunakan yaitu pupuk kandang kotoran ayam. Pupuk kandang ayam memiliki potensi yang baik karena mengandung N, P, dan K yang lebih banyak dibandingkan pupuk kandang lainnya dan membantu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Sari dkk., 2016). Pupuk kandang ayam merupakan pupuk yang kaya akan hara N, P, dan K yakni 2,6% (N), 2,9% (P), dan 3,4% (K) dengan perbandingan C/N ratio 8,3. Hal tersebut karena ayam termasuk kedalam golongan unggas yang mana sistem pencernaannya relatif lebih pendek sehingga hara yang diserapnya sedikit. Selain itu, kandungan unsur hara dari pupuk kandang ayam lebih tinggi karena bagian cair (*urine*) bercampur dengan bagian padat. Menurut Sutedjo (2002), pupuk kandang ayam mengandung unsur hara tiga kali lebih besar dibandingkan pupuk kandang lainnya.

Hasil penelitian (Syarifudin, dkk., 2022) menunjukkan bahwa takaran pupuk kandang kotoran ayam sebanyak 10 Mg ha⁻¹ memberikan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung terbaik. Sejalan dengan Wisnu (2005) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemberian kotoran ayam dengan takaran 40 Mg ha⁻¹ (200 g/poybag) memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis.

2.5 Pengaruh Pemberian *Biochar* terhadap Produksi Tanaman Jagung

Menurut Hartatik, dkk., (2015), biochar adalah padatan arang kaya karbon (C) yang dihasilkan dari konversi biomassa melalui proses pembakaran tidak sempurna dengan jumlah oksigen minimum (pirolisis). Umumnya sekam padi, tongkol jagung, dan kayu digunakan sebagai bahan baku pembuatan biochar (Mikel dan Neonbeni, 2017). Proses pembuatan biochar sekam dilakukan dengan cara menempatkan cerobong (panjang 120 cm, diameter 30 cm) di tempat yang tinggi, menutupinya dengan sekam padi dengan cara ditabur mengelilingi cerobong, dan melakukan pembakaran dari bagian atas cerobong asap. Setelah dibakar selama kurang lebih 12 jam, sekam padi berubah menjadi arang kemudian dibasahi dengan air, dijemur sampai benar-benar kering dan kemudian siap untuk digunakan (Mikel dan Neonbeni, 2017). Dengan penggunaan biochar sebagai

pembenah tanah, kualitas tanah dapat ditingkatkan, antara lain aerasi tanah, permeabilitas, kandungan C-organik, dan kemampuan menahan unsur hara dan air sehingga tersedia untuk tanaman (Widowati, dkk., 2012).

Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa *biochar* sekam padi mampu memperbaiki tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman. Disisi lain, penambahan *biochar* dalam tanah mampu meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Dengan tersedianya hara didalam tanah, akar tanaman mampu meningkatkan serapan hara. Menurut Sukartono, dkk., (2011), setelah aplikasi *biochar* ketersediaan hara N, P, dan Ca pada tanaman jagung meningkat. *Biochar* dari limbah sekam padi cukup berpotensi meningkatkan produksi tanaman jagung hitam di Sumatera Utara karena *biochar* sekam padi memiliki kandungan organik > 35% dan kandungan unsur hara makro seperti N,P dan K yang cukup tinggi. Oleh karena itu, limbah sekam padi dapat diproses menjadi *biochar* yang dapat dikembalikan ke tanah sebagai bahan pembenah tanah (Nurida, dkk., 2012).

Karbon hitam yang berasal dari biomassa atau arang hayati (*biochar*) dihasilkan melalui pembakaran pada temperatur 300-500° C dalam kondisi oksigen yang terbatas. Hasilnya, bahan organik sangat aromatik dengan konsentrasi karbon 70-80% (Nurida, dkk., 2012). Dalam hasil penelitian (Verdiana, dkk., 2016) menyatakan bahwa pemberian *biochar* dengan takaran 2 Mg ha⁻¹ yang dikombinasikan dengan NPK 180 kg ha⁻¹ memiliki hasil sebesar 14,20 Mg ha⁻¹ yang artinya hasil panen meningkat sebesar 12,67% dari kombinasi perlakuan *biochar* 0 Mg ha⁻¹ dan NPK 300 kg ha⁻¹ dengan hasil panen 12,66 Mg ha⁻¹.

2.6 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Biochar terhadap Parameter Q/I Kalium

Tanah Ultisol memiliki tingkat kesuburan yang rendah dengan penambahan *biochar* dan pupuk kandang dapat meningkatkan pH tanah, C-organik, dan KTK tanah, serta meningkatkan ketersediaan kation tanah, seperti fosfor dan kalium (Bahri, dkk., 2020). Ketersediaan unsur hara sangat terkait dengan aktivitas ion H⁺ atau pH dalam larutan tanah. Menurunnya pH tanah secara langsung

meningkatkan kelarutan unsur Mn, Zn, Cu dan Fe. Pada pH kurang dari sekitar 5,5 tingkat meracun dari unsur Mn, Zn atau Al bertambah. Ketersediaan unsur N, K, Ca, Mg, dan S cenderung menurun dengan menurunnya pH (Siswanto, 2018).

Nilai kapasitas tukar kation (KTK) berkaitan dengan nilai kapasitas penyangga tanah, apabila nilai KTK tinggi maka sangat mempengaruhi ketersediaan K karena dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk mengikat K sehingga menurunkan potensi pencucian hara K (Widowati, dkk., 2012). Selain itu, penambahan pupuk kandang kotoran ayam pada tanah meningkatkan bahan organik tanah sehingga menyebabkan K^+ pada larutan tanah semakin meningkat, hal ini karena bahan organik mengandung garam-garam K^+ yang mudah larut. Bahan organik berperan aktif secara kimia di dalam tanah sebagai sumber KTK dan penyangga pH, serta dapat meningkatkan adsorpsi kalium di dalam tanah (Wang dan Huang, 2001).

Mobilitas K dalam tanah termasuk sangat tinggi sehingga ketersediaannya dalam tanah selalu rendah meskipun unsur K sangat dibutuhkan dalam jumlah yang paling banyak. Sel-sel muda atau bagian tumbuhan dengan kandungan protein tinggi merupakan tempat dimana kalium diserap dalam bentuk K^+ ; namun kalium tidak terdapat di inti-inti sel. Kalium mempunyai sifat mudah untuk larut dan tercuci, serta mudah juga difiksasi dalam tanah. Efisiensi N dan P akan rendah jika kalium tidak diberikan dalam jumlah yang cukup, sehingga tidak dapat mengharapkan jumlah produksi yang tinggi. Hubungan *Quantity and Intensity* (Q/I) ditunjukkan oleh kapasitas suplai kalium pada tanah. Hubungan Q/I menunjukkan bagaimana jumlah tanah yang mengandung kalium bagi tanaman mempengaruhi jumlah kalium dalam tanah. Metode ini digunakan untuk mempelajari pelepasan K^+ ke dalam larutan tanah untuk penyerapan tanaman (Beckett, 1964). Temuan studi (Wang, dkk., 2004) menunjukkan bahwa pendekatan Q/I dapat digunakan untuk menganalisis dinamika jangka pendek dalam tanah.

Untuk mengetahui kondisi kalium yang dapat diserap oleh tanaman, tidak hanya parameter intensitas saja yang harus diketahui melainkan juga parameter kapasitas

kalium, kalsium dan magnesium di dalam tanah. Kedua faktor ini menentukan status kalium di dalam tanah. Kalium dan kalsium yang saling berhubungan dengan dugaan potential buffering capacity tanah sebagai respon terhadap potential buffer capacity kalium (PBC_K) (Zharikova, 2004). PBC_K mencirikan kemampuan tanah untuk menahan perubahan isi kalium yang tersedia sebagai dampak dari faktor alami dan antropogenik serta keseimbangan antara aktivitas ion kalium dan kemasaman di dalam larutan tanah yang menyebabkan reaksi pertukaran ion (Bangroo dkk., 2020).

Pemberian bahan organik berupa pupuk kandang kotoran ayam akan meningkatkan daya sanggah K (PBC_K), menurut hasil penelitian Tristiana (2023) bahwa daya sanggah K (PBC_K) cenderung naik pada pemberian bahan organik. Menurut Syaiful dan Untung (2013) muatan negatif yang berasal dari senyawa bahan organik dapat memperbesar peluang terjerapnya unsur muatan positif seperti K^+ pada koloid tanah, sehingga K^+ banyak terjerap oleh fraksi organik dari bahan organik. Penelitian Suri (2021) juga menyatakan bahwa perlakuan TFBO' (Tanah + $FeCl_3$ + BO) dan perlakuan TKBO' (Tanah + Konkresi + BO) memiliki nilai PBC_K yang lebih besar dibandingkan pada perlakuan tanah yang tidak diberi bahan organik. Semakin tinggi kandungan bahan organik maka PBC_K , ΔK^0 , K_G tinggi, dan CR_K^0 rendah.

Rasio Q/I Kalium dan kapasitas penyangga K (PBC_K) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ketersediaan K dalam tanah. Bila nilai PBC_K rendah menunjukkan bahwa tanah membutuhkan seringnya dilakukan pemupukan, nilai PBC_K yang tinggi menunjukkan bahwa kemampuan tanah tersebut menyuplai K tergolong baik. Koefisien gapon (K_G) secara langsung mempengaruhi nilai daya sangga kalium (PBC_K). Nilai K_G meningkat seiring dengan meningkatnya nilai PBC_K . Keterkaitan antara ΔK^0 dan CR_K^0 juga dapat dijelaskan dengan nilai PBC_K tanah. Intensitas K^+ dalam kondisi setimbang digambarkan dengan nilai elastisitas pada kesetimbangan (CR_K^0) (Lumbanraja, dkk., 2020). Beberapa kriteria yang digunakan untuk mengategorikan nilai PBC_K , antara lain sangat rendah (20), rendah (20-50), sedang (50-100), tinggi (100-200), dan sangat tinggi (>200) (Zharikova, 2004).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Desember tahun 2022 yang pelaksanaannya bertempat di Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis unsur hara dan percobaan Q/I Kalium dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Kemudian lahan penelitian yang digunakan merupakan lahan penelitian berkelanjutan dengan komoditas yang digunakan adalah tanaman jagung (*Zea mays L.*) yang merupakan penelitian pada pertanaman musim ke-3.

3.2 Sejarah Lahan

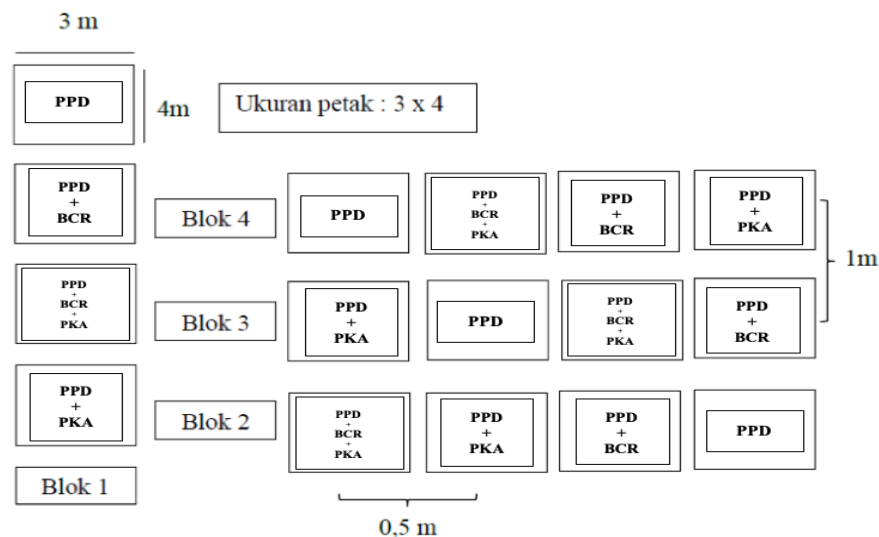
Lahan penelitian yang digunakan merupakan lahan penelitian berkelanjutan, lahan ini sebelumnya telah digunakan untuk penelitian pada tahun 2020 yaitu musim tanam ke-1 dengan komoditas jagung (*Zea mays L.*). Perlakuan yang diberikan pada musim tanam ke-1 yaitu P0 = Pupuk dasar (tanpa pupuk kandang ayam dan biochar), P1 = *biochar* 10 Mg.ha⁻¹, P2 = pupuk kandang ayam 10 Mg.ha⁻¹, dan P3 = kombinasi *biochar* 10 Mg.ha⁻¹ + Pupuk kandang ayam 10 Mg.ha⁻¹. Selanjutnya, lahan ini digunakan pada penelitian musim tanam ke-2 pada tahun 2021 dengan komoditas padi gogo (*Oryza sativa L.*). Perlakuan yang diaplikasikan adalah B0 = Pupuk dasar (tanpa pupuk kandang ayam dan biochar), B1 = Biochar 5 Mg.ha⁻¹, B2 = Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha⁻¹, dan B3 = kombinasi Biochar 5 Mg.ha⁻¹ + Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha⁻¹ (Tristiana, 2023).

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan saat di lapang adalah cangkul, koret, meteran, sabit, selang air, dll. Sedangkan alat yang digunakan saat di laboratorium adalah ayakan 2 mm, timbangan duduk dan digital, oven, pH meter, *shaker*, *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) serta alat-alat untuk analisis tanah dan tanaman.

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih jagung varietas BISI-18, pupuk kandang ayam, *biochar*, pupuk Urea, TSP-46, KCl, dan bahan-bahan kimia lainnya yang digunakan untuk analisis tanah dan tanaman.

3.4 Metode Penelitian



Keterangan :

- PPD : Pupuk dasar 400 kg ha⁻¹ Urea, 100 kg ha⁻¹ KCl, dan 150 kg ha⁻¹ TSP-46.
 PPD + BCR : PPD + 5 Mg ha⁻¹ Biochar
 PPD + PKA : PPD + 5 Mg ha⁻¹ Pupuk kandang ayam
 PPD + BCR + PKA : PPD + 5 Mg ha⁻¹ Biochar + 5 Mg ha⁻¹ Pupuk kandang ayam

Gambar 2. Denah Petak Perlakuan

Penelitian yang dilaksanakan ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang perlakuannya terdiri dari 4 perlakuan dengan 4 ulangan atau 16 satuan percobaan.

Maka dari itu percobaan ini menggunakan empat perlakuan yaitu sebagai berikut:

1. PPD = Pupuk dasar 400 kg ha⁻¹ Urea, 100 kg ha⁻¹ KCl, dan 150 kg ha⁻¹ TSP-46.
2. PPD + BCR = PPD + 5 Mg.ha⁻¹ Biochar.
3. PPD + PKA = PPD + 5 Mg.ha⁻¹ Pupuk kandang ayam.
4. PPD + BCR + PKA = PPD + 5 Mg.ha⁻¹ Biochar + 5 Mg.ha⁻¹ Pupuk kandang ayam.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Persiapan Pupuk Kandang Ayam dan *Biochar*

Pupuk kandang dan *biochar* yang digunakan dalam penelitian ini masing-masing terbuat dari kotoran ayam dan sekam padi. Pembakaran kulit padi yang tidak sempurna menghasilkan *biochar*. Proses pembakaran kulit padi memakan waktu 2-3 jam hingga dapat disebut sebagai *biochar*. *Biochar* yang sudah jadi didinginkan terlebih dahulu sebelum dilakukan penimbangan. Kemudian Pupuk kandang ayam dan *biochar* ditimbang dengan dosis masing-masing 5 Mg.ha⁻¹ dengan kadar air 30% (7,8 kg petak⁻¹), lalu ditempatkan dalam kantong plastik terpisah pupuk kandang ayam dan *biochar*.

3.5.2 Pengolahan Tanah

Kegiatan yang pertama kali dilakukan pada saat persiapan lahan yaitu membersihkan lahan dari semak belukar menggunakan sabit dan pemotong rumput, kemudian mengukur lahan dengan membuat petakan percobaan sebanyak 16 petak dan setiap petaknya berukuran 3m x 4m, jarak antar petak 0,5 m dan jarak antar ulangan 1 m. Setelah itu, diberi tanda patok di setiap pojok petak. Tanah diolah menggunakan cangkul yang kemudian diratakan dengan tujuan supaya agregat tanah menjadi remah dan dibuat 16 petak dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan.

3.5.3 Pembuatan Jarak Tanam dan Lubang Tanam

Pembuatan jarak tanam dilakukan menggunakan tali rafia yang sebelumnya sudah diberi tanda sesuai dengan jarak yang telah ditentukan menggunakan meteran. Jarak tanah dari patok atau pinggir petak ke baris tanam yaitu 15 cm, jarak antar tanaman 20 cm, dan jarak tugal yaitu 30 cm. Selanjutnya pembuatan lubang tanam yang dilakukan dengan menggunakan tugal dengan kedalaman 2-3 cm dan mengikuti tanda pada rafia yang telah sesuai dengan jarak yang sebelumnya telah diukur menggunakan meteran.

3.5.4. Pengaplikasian Pupuk kandang ayam dan *Biochar*

Pengaplikasian pupuk kandang ayam dan *biochar* dilakukan pada 7 hari sebelum penanaman benih jagung. Pengaplikasian pupuk kandang ayam dan *biochar* dilakukan sesuai dengan dosis perlakuan yang sudah ditentukan pada setiap petak. Dosis pupuk kandang ayam dan *biochar* masing-masing diaplikasikan sebanyak 5 Mg. ha⁻¹ dengan kadar air 30% (7,8 kg petak⁻¹). Pengaplikasian pupuk kandang ayam dan *biochar* dilakukan dengan cara disebar pada baris tanam. Setelah diaplikasikan dilakukan inkubasi selama 7 hari yang kemudian setelah selesai proses inkubasi dapat dilakukan penanaman benih.

3.5.5 Penanaman

Benih jagung yang digunakan adalah benih jagung hibrida varietas BISI-18. Sebelum dilakukan penanaman, benih jagung direndam dengan air lalu dipilah ambil benih jagung yang mengambang di permukaan air. Kemudian media tanam dilembabkan dengan cara menyiram guludan dengan air. Penanaman benih jagung dibantu dengan menggunakan alat bantu tugal, benih ditanam dengan kedalaman sekitar 2-3 cm (cukup dalam untuk menghindari dari gangguan semut, burung, dll).

Penanaman benih jagung dilakukan dengan menanam benih pada lubang tanam dengan kedalaman sekitar 2-3 cm, setiap lubangnya diisi dengan 2-3 benih jagung. Penanaman menggunakan sistem tanam tugal dengan jarak tanam 25cm x

60cm. Kemudian, lubang tanam yang sudah ditanami benih ditutup dengan tanah untuk menghindari benih dimakan oleh burung atau serangga.

3.5.6 Pemupukan

Urea, TSP, dan KCl menjadi pupuk yang digunakan dalam penelitian ini. Pupuk urea 46% diberikan dalam dosis 400 kg ha⁻¹ dengan dua kali aplikasi. Pemberian dosis 150 kg ha⁻¹ pada aplikasi pertama dilakukan pada 7 HST, dan dosis 250 kg ha⁻¹ dilakukan pada aplikasi kedua yang dilakukan pada 30 HST. Kemudian, pada 7 HST juga dilakukan aplikasi TSP dalam dosis 150 kg ha⁻¹. Jumlah KCl 60% dengan dosis 100 kg ha⁻¹ juga diaplikasikan pada waktu yang sama yaitu 7 HST. Cara pemupukannya adalah dengan mencampurkan semua jenis pupuk tersebut dan diberikan ke baris tanaman dengan cara ditugal, lalu kembali ditutup dengan tanah.

3.5.7 Pemeliharaan Tanaman

3.5.7.1 Pengairan

Pengairan tanaman dilakukan dua kali dalam satu hari, tetapi jika turun hujan tidak dilakukan pengairan. Pengairan tanaman dilakukan dengan sistem irigasi tetes. Pengairan tanaman dilakukan setiap hari dengan mengontrol air yang keluar dari selang. Tujuan dilakukannya pengairan adalah agar kelembaban tanah di sekitar daerah perakaran dapat tetap terjaga.

3.5.7.2 Penjarangan

Saat tanaman berumur 2 MST dilakukan penjarangan sehingga hanya tersisa satu tanaman sehat. Pemotongan dilakukan dengan menggunakan gunting di bagian bawah jagung yang berada tepat di atas permukaan tanah, sehingga hanya tersisa satu tanaman. Penjarangan dilakukan untuk memastikan bahwa tanaman jagung yang tumbuh memiliki produktivitas yang tinggi.

3.5.7.3 Penyiangan Gulma

Penyiangan setiap petak dilakukan secara manual dan dilakukan setiap gulma mulai terlihat. Selain itu, dilakukan juga menyingkirkan tanaman jagung yang terpapar penyakit bulai. Proses ini dilakukan dengan cara mencabut sepenuhnya jagung yang terpapar penyakit bulai dengan tujuan untuk menekan penyebaran penyakit.

3.5.8 Panen

Panen dilaksanakan setelah tanaman jagung berumur 110 hari setelah tanam. Pada tahap panen ini diambil 5 tanaman jagung per petak untuk dianalisis. Ciri-ciri jagung yang siap panen adalah memiliki klobot berwarna coklat, rambut jagung hitam kering, dan biji jagung keras. Proses pemanenan tanaman jagung dilakukan dengan cara menebang tanaman jagung dari atas permukaan tanah, lalu per plot jagung yang dipanen yaitu 5 tanaman tersebut diikat dan diberikan label untuk kemudian nanti dianalisis.

3.5.9 Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diambil sebanyak dua kali yaitu satu kali sebelum dan satu kali setelah tanam. Untuk menentukan pH, C-Organik, kandungan nutrisi N total, P tersedia, K-dd, dan K pada tanaman merupakan tujuan dari dilakukannya pengambilan sampel tanah. Sebelum pengolahan tanah dilakukan pengambilan sampel tanah awal dan setelah panen dilakukan pengambilan sampel tanah akhir. Alat yang bernama bor tanah digunakan untuk membantu proses pengambilan sampel tanah diambil sebanyak 5 titik per petaknya dengan kedalaman 0-20 cm lalu dikompositkan. Sampel tanah kemudian dikeringkan di udara, diayak dengan ayakan 2 mm, dan dianalisis.

3.5.10 Pengambilan Sampel Tanaman

Brangkasan, tongkol kosong, dan biji dipilih secara acak dari 5 tanaman di setiap petak percobaan untuk mewakili sampel tanaman. Sampel tanaman dari setiap

petak percobaan dipotong-potong menjadi beberapa bagian, ditimbang untuk mengetahui berat basahnya, lalu dioven dan kemudian ditimbang kembali untuk mengetahui berat keringnya. Selanjutnya brangkasan, tongkol kosong, dan biji yang telah dikeringkan digiling menggunakan mesin penggiling, namun sebelum memulai proses penggilingan sampel dikompositkan terlebih dahulu sesuai perlakuan. Kemudian hasil dari penggilingan tersebut digunakan untuk analisis tanaman.

3.6 Variabel Pengamatan

Variabel utama pengamatan yang diamati pada penelitian ini yaitu percobaan (Q/I) kalium, produksi jagung (berangkasan, tongkol kosong, dan biji), serta kalium terpanen. Sedangkan variabel pendukung yang diamati pada penelitian ini yaitu pH tanah, K-dd, KTK, C-Organik, N total, dan P tersedia.

3.6.1 Analisis Tanah

Analisis tanah awal dan akhir adalah analisis yang digunakan dalam penelitian ini. Untuk memastikan kandungan hara yang tersedia sebelum dan sesudah penanaman merupakan tujuan dari dilakukannya analisis tanah awal dan akhir. Analisis N-total menggunakan metode Kjeldahl, analisis P tersedia menggunakan metode Bray-1, analisis K-dd menggunakan pengestrak 1 N $C_2H_7NO_2$ (Amonium asetat) pH 7, analisis C-organik menggunakan metode *Walkey and Black*, dan penetapan pH tanah menggunakan pH meter.

3.6.2 Analisis Tanaman

Setelah selesai dilakukan pemanenan, selanjutnya dilakukan analisis tanaman pada penelitian ini. Analisis tanaman dilakukan sesuai dengan metode Thom dan Utomo (1991) yang melibatkan brangkasan, tongkol kosong, dan biji menjadi sampel yang digunakan untuk analisis. Sampel yang sudah diambil dan dipisahkan ditimbang berat basahnya. Setelah itu, di oven untuk ditimbang berat keringnya. Kemudian sampel dikompositkan sesuai dengan perlakuan.

Selanjutnya, komposit tanaman digiling dan diabukan, lalu dilakukan analisis terhadap kandungan kalium dalam brangkasan, tongkol, dan biji. Analisis jaringan tanaman dilakukan dengan cara pengabuan kering yaitu, jaringan tanaman kering oven dengan berat 1 gram dikeringabukan dalam tungku pengabuan dengan suhu 300 °C selama 2 jam, kemudian suhu dinaikkan menjadi 500 °C dan diabukan selama 4 jam. Setelah tungku pengabuan dimatikan, sampel dibiarkan dingin. Setelah dingin sampel dibasahi dengan beberapa tetes air destilata (sampai basah), kemudian ditambahkan 10 ml HCl 1 N di atas lempengan pemanas dan dibiarkan mendidih. Cawan dipindahkan dan dibiarkan dingin, kemudian abu disaring menggunakan kertas saring yang telah dibilas dengan larutan asam ke dalam labu ukur 100 ml, setelah itu cawan dibilas menggunakan 10 ml HCl 1 N dan dituangkan kembali ke kertas saring yang tadi. Kemudian kertas saring dibilas menggunakan air destilata 50 ml dan larutan diencerkan dalam labu ukur dengan mengisi sampai volume tera 100 ml. Selanjutnya untuk analisis K jaringan tanaman ditetapkan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

3.7 Percobaan *Quantity – Intensity* (Q/I) Kalium

Setelah dikering udarakan, sampel tanah disaring dengan ayakan 2 mm. Analisis Q/I dilakukan sesuai dengan metode Beckett (1964), yang melibatkan penempatan 3 g sampel tanah ke dalam enam tabung sentrifus 50 ml dan ditambahkan 30 ml KCl ke setiap tabung pada konsentrasi 0; 0,5; 1; 1,5; 2,0; dan 3,0 mmol L⁻¹ yang mengandung 0,0005 M CaCl₂. Selanjutnya campuran tanah dan larutan dikocok selama rentang waktu 2 jam dan disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Setelah disentrifugasi larutan disaring untuk memisahkan larutan bening dengan tanah. Setelah larutan bening terkumpul, lakukan analisis K menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Sampel tanah yang dianalisis yaitu sampel tanah awal (sebelum tanam) dan sampel tanah akhir (setelah panen) dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali (duplo).

- a. Pembuatan Larutan KCl 100 mmol L⁻¹ dan Larutan CaCl₂ 1000 mmol L⁻¹
Larutan 100 mmol L⁻¹ KCl dibuat dengan melarutkan 0,745 g KCl dengan aquades ke dalam labu ukur berukuran 100 ml sampai tera. Sedangkan larutan CaCl₂ 1000 mmol L⁻¹ dibuat dengan melarutkan 110,99 g CaCl₂ dengan aquades ke dalam labu ukur berukuran 100 ml sampai tera.
- b. Pembuatan Larutan Seri
Larutan seri dibuat dalam penelitian ini yaitu 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 3,0 mmol L⁻¹ KCl yang mengandung masing-masing 5 mmol L⁻¹ CaCl₂. Larutan seri 0,5 mmol L⁻¹ KCl dibuat dengan memasukkan 5 ml larutan 100 mmol L⁻¹ KCl ke dalam labu ukur berukuran 1 liter kemudian ditambahkan 5 ml larutan CaCl₂ 1000 mmol L⁻¹ lalu ditambah aquades hingga tanda batas. Sedangkan larutan seri 1,0 mmol L⁻¹ KCl dibuat dengan memasukkan 10 ml larutan 100 mmol L⁻¹ KCl ke dalam labu ukur berukuran 1 liter kemudian ditambahkan 5 ml larutan CaCl₂ 1000 mmol L⁻¹ lalu ditambah aquades hingga tanda batas. Lakukan hal yang sama sampai konsentrasi 3,0 mmol L⁻¹, seperti yang disajikan pada Tabel 1.

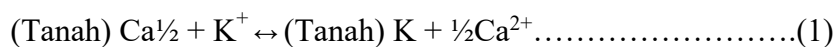
Tabel 1. Larutan Seri

Konsentrasi Larutan Seri mmol L ⁻¹	Vol. Larutan 100 mmol L ⁻¹ KCl mL	Konsentrasi CaCl ₂ mmol L ⁻¹	Vol. Larutan CaCl ₂ 1000 mmol L ⁻¹ mL	Volume Akhir mL
0	0	5	5	1000
0,5	5	5	5	1000
1,0	10	5	5	1000
1,5	15	5	5	1000
2,0	20	5	5	1000
3,0	30	5	5	1000

3.8 Prinsip Parameter dan Perhitungan Q/I

Di dalam tanah yang diberi larutan seri berdasarkan metode Q/I yang digunakan, terjadi pertukaran kation yang berlangsung di dalamnya. Respon pertukaran langsung antara Ca²⁺ dan K⁺ digambarkan oleh konsep kapasitas penyangga

kalium (PBC_K). Menurut Ninih, dkk., (2009), reaksi pertukaran dapat dituliskan sebagai berikut:



Kemampuan dan kuantitas keefektifan kalium untuk tanaman di dalam tanah dapat ditentukan dengan menggunakan metode ini dan kurva *Quantity/Intensity* (Q/I) yang ideal (Gambar 1) diperoleh sebagai hasilnya. Kurva ini mencakup sejumlah parameter seperti keseimbangan nisbah konsentrasi K (CR_K^0), kapasitas penyangga potensial (PBC_K) yang dapat digunakan untuk menyediakan informasi tentang perilaku pertukaran K dalam tanah dan Koefisien Gapon (K_G) (Lin, 2010).

Kurva Q/I menggambarkan hubungan antara ΔK yang teradsorpsi pada koloid tanah dengan CR_K^0 , sehingga memperoleh persamaan yang menggambarkan pertukaran K dalam tanah. Nilai PBC_K diperoleh dari kemiringan kurva Q/I ($\Delta K / CR_K$), sedangkan nilai CR_K^0 berada pada kesetimbangan dimana $\Delta K = 0$ (K adsorpsi dan desorpsi) (Wang, dkk., 1988). Ketika $CR_K^0 = 0$, diperoleh nilai ΔK_0 . Nilai ΔK_0 adalah satuan pengukuran yang tidak stabil atau K dapat dipertukarkan dalam tanah (Beckett, 1964). Berdasarkan gambar 1 nilai CR_K dan ΔK diperoleh melalui hasil perhitungan yaitu sebagai berikut:

Ketika tanah diberi larutan seri, faktor kuantitas (Q) kalium (ΔK) mewakili jumlah K yang dijerap atau dilepaskan oleh tanah; ΔK dihitung dengan menggunakan rumus (2) (Horra dkk., 1998)

$$\Delta K = K_{\text{seri}} - K_{\text{pada saat kesetimbangan}} \dots\dots\dots(2)$$

Perhitungan berdasarkan pengukuran konsentrasi K, Ca, dan Mg yang dikoreksi dari kesesuaian aktivitas ion menghasilkan faktor intensitas (I) kalium (CR_K). Rumus (3) (Beckett, 1964) digunakan untuk menentukan CR_K larutan tanah.

$$CR_K = \frac{CK}{\sqrt{Ca + Mg}} \dots\dots\dots(3)$$

Nilai koefisien Gapon (K_G) menunjukkan afinitas penjerapan kation pada koloid tanah. K_G dihitung menggunakan persamaan Evangelou dan Philips (1987) rumus (4), dengan arti bahwa semakin tinggi K_G maka koloid tanah lebih banyak menjerap K dibandingkan dengan Ca+Mg dari larutan tanah.

$$PBC_K = \frac{1}{2} K_G KTK$$

menjadi

$$K_G = \frac{2PBC_K}{KTK} \dots\dots\dots(4)$$

3.9 Analisis Data

3.9.1 Uji Statistika

Berat kering hasil produksi dan serapan hara K diuji dengan uji Bartlett untuk uji homogenitas ragam dan uji Tukey untuk uji aditivitas data. Selanjutnya pengaruh dari seluruh perlakuan dilakukan Analisis Ragam dan perbedaan nilai rata-rata perlakuan yang memenuhi asumsi diuji dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5% (Susilo, 2013).

3.9.2 Uji *Student-t*

Uji *student-T* pada taraf 5% dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara masing-masing jumlah K yang dilepas tanah setiap perlakuan dan masing-masing K labil pada perlakuan yang dianalisis menggunakan metode Q/I (Susilo, 2013).

3.9.3 Uji Korelasi

Uji korelasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara parameter Q/I kalium (PBC_K , CR_K^0 , ΔK^0 dan K_G) di dalam tanah serta KTK dengan kalium terpanen dan produksi jagung akibat pemberian pupuk kandang ayam dan *biochar* di Tanah Ultisol Gedung Meneng.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemberian pupuk kandang kotoran ayam dan biochar, serta kombinasi keduanya dengan dosis masing-masing 5 Mg.ha^{-1} berpengaruh nyata terhadap peningkatan produksi tanaman jagung dan K terpanen pada tanaman jagung di Tanah Ultisol.
2. Perlakuan PPD + BCR + PKA meningkatkan parameter PBC_{K^+} dan K_G kecuali pada perlakuan PPD + BCR dan PPD + PKA. Sedangkan pada parameter CR_{K^0} semua perlakuan menurun. Sementara itu, pada perlakuan PPD + PKA dan PPD + BCR + PKA parameter ΔK^0 meningkat kecuali pada perlakuan PPD dan PPD + BCR.
3. Parameter PBC_{K^+} , ΔK^0 , dan KTK pada tanah sebelum tanam tidak nyata berkorelasi terhadap serapan hara K dan produksi jagung, namun pada parameter K_G dan CR_{K^0} nyata berkorelasi negatif terhadap serapan hara K dan produksi jagung. Sedangkan pada tanah setelah panen parameter PBC_{K^+} , ΔK^0 , CR_{K^0} , dan K_G tidak nyata berkorelasi terhadap serapan hara K dan produksi jagung, namun KTK nyata berkorelasi positif terhadap serapan hara K dan produksi jagung.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan *biochar* terhadap produksi dan nilai parameter Q/I (PBC_K^+ , ΔK^0 , CR_K^0 , dan K_G) di tanah Ultisol. Kemudian untuk petani-petani sangat disarankan menggunakan pupuk kandang ayam dan *biochar* serta kombinasi keduanya pada tanah yang akan ditanami tanaman. Hal ini karena dapat dilihat dari hasil penelitian ini pemberian pupuk kandang ayam dan *biochar* serta kombinasinya dapat meningkatkan produksi tanaman jagung dan ketersediaan kalium pada pertanaman jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, J. S., Kasno, A., Rachim, A., dan Iskandar. 2004. Hubungan Nisbah K/Ca dalam Larutan Tanah dengan Dinamika Hara pada Ultisol dan Vertisol Lahan Kering. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 6 (1): 7-13.
- Ajiboye, A. G., Azeez, J. O., and Omotunde, A. J. 2015. Potassium Forms and Quantity-Intensity Relationship in some Wetland Soils of Abeokuta, Southwestern Nigeria. *Archives of Agronomy and Soil Science* 61(10): 1393-1408.
- Akande, M. O., Makinde. E. A., Oluwatoyinbo. F. I., and Adetunji. M. T. 2010. Effect Of Phosphate Rock Application on Dry Matter Yield and Phosphorus Recovery of Maize and Cowpea Grown in Sequence. *African Journal of Environmental Science and Technologi*. 4 (5): 293-303.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2015. *Inovasi Teknologi Agroindustri: Inovasi Teknologi Membangun Ketahanan Pangan dan Kesejahteraan Petani*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. 400 hlm.
- Bahri, S., Merismon, dan Sutejo. 2020. Pemanfaatan Biochar dan Pupuk kandang Ayam pada Pertanaman Jagung Hibrida di tanah Ultisol. *Jurnal Galung Tropika*. 9(2): 115-123.
- Bangroo, S. A., Kirmani, N. A., Bhat, M. A., Wani, J. A., Iqbal, A. M., Dar, Z. A., Mahdi, S. S., dan Malik, A. A. 2020. Potassium isotherm partitioning based on modified quantity-intensity relation and potassium buffering characterization of soils of North India. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 000:1–11.
- Beckett, P. H. T. 1964. Studies on Soil Potassium II. The 'Immediate' Q/I of Labile Potassium in The Soil. *Journal of Soil Science* 15(1): 9-23.
- Bertham, Y.H. 2002. Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) terhadap Pemupukan Fosfor dan Kompos Jerami di Tanah Ultisol. *JlPI*. 4(2): 78–83.

- Bhoki, M., Jeksen, J., dan Beja, H. D. 2021. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agro Wiralodra*. 4 (2): 64-68.
- Chan, K.Y., Zwieten, L. V., Meszaros, I., Downie, A., and Joseph, S. 2007. Agronomic Values of Greenwaste Biochar as a Soil Amendment. *Australian Journal of Soil Research* 45 (8): 629–634.
- Cooke, G.W 1985. Potassium in the agricultural systems of the humid tropics In Potassium in the Agricultural Systems of the Humid Tropics”, *Proceedings of the 19th Colloquium of the International Potash Institute held in Bangkok*. Thailand: 21-28.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2018. *Petunjuk Teknis Pelaksanaan Kegiatan Jagung Tahun 2018*. Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian. Jakarta. 130 hlm.
- Evangelou, V. P. and Phillips, R. E. 1987. Sensitivity Analysis on the Comparison Between the Gapon and Vanselow Exchange Coefficients. *Soil Science Society of America Journal*. 51 : 1473-1479.
- Firmansyah, I., Syakir, M., dan Lukman, L. 2017. Pengaruh Kombinasi Dosis Pupuk N, P, dan K terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Hortikultura*. 27(1): 69-78,
- Firnia, D. 2018. Dinamika Unsur Fosfor pada Tiap Horison Profil Tanah Masam. *Jurnal Agroekotek*. 10 (1) : 45-52.
- Ghiri, M. D., Abtahi, A., Karimian, N., Owliaei, H.R., and Khormali, F. 2011. Kinetics of Non- Exchangeable Potassium Release as a Function of Clay Mineralogy and Soil Taxonomy in Calcareous Soils of Southern Iran. *Journal Archives of Agronomy and Soil Science*. 57 (4) : 343 - 363.
- Hanafiah, K. A. 2014. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Rajawali Press. Jakarta. 360 hal.
- Hartatik dan Widowati. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 312 hlm.
- Hartatik, W., Wibowo, H., dan Purwani, J. 2015. Aplikasi Biochar dan Tithoganic dalam Peningkatan Produktivitas Kedelai (*Glycine max* L.) pada Typic Kanhapludults di Lampung Timur. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 39(1): 51-62.
- Horra, A. M. D. L., Efron, D., Jimenez, M. P., and Conti, M. 1998. Effect of Potassium Fertilizer on Quantity- Intensity Parameters in Some Argentina Soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 29 (5-6): 671-680.

- Hunsigi, G. 2011. Potassium Management Strategies to Realize High Yield and Quantity of Sugarcane. *Karnataka Journal of Agricultural Science* 24(1): 45-47.
- Indrasari, A dan Syukur, A. 2006. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Unsur Hara Mikro terhadap Pertumbuhan Jagung pada Tanah Ultisol yang Dikapur. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 6 (2): 116 – 123.
- Ippolito, J. A., Laird, D. A., and Busscher, W. J. 2012. Environmental Benefits of Biochar. *Journal of Environmental Quality*. (41) : 967 – 972.
- Iskandar, D. 2003. Pengaruh Dosis Pupuk N, P, K terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis di Lahan Kering. *Prosiding Seminar Teknologi untuk Negeri 2003*. 2:1-5.
- Isnaini, S. 2004. Nisbah Q/I Kalium Dua Cara Olah Tanah Sawah yang Dipupuk Kalium. *Jurnal Tanah Tropika*. 10 (1): 11-18.
- Kementerian Pertanian. 2013. *Data Statistik Ketahanan Pangan Tahun 2012*. Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian. Jakarta. 29 hlm.
- Kingston, G., Anink M. C., Clift B. M., and Beattie, R. N. 2009. Potassium Management for Sugarcane on Base Saturated Soils in Northern New South Wales. *Proceedings Australian Society of Sugar Cane Technologists*. 31: 186-194.
- Leki, W., Lelang, M. A., Roberto, I. C. O., dan Taolin. 2015. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.) yang Ditumpangsarikan dengan Kedelai (*Glycine max*, (L.) Merrill). *Jurnal Pertanian Konservasi Lahan Kering*. 1(1): 17-23.
- Lelu, P. K., Situmeang, Y. P., dan Suarta, M. 2017. Aplikasi Biochar dan Kompos terhadap Peningkatan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Gema Agro*. 23(1): 24-32.
- Lin, Y. H. 2010. Effect of Potassium Behaviour in Soils on Crop Absorption. *Af. Journal of Biotech*. 9 (30): 4636-4634.
- Lumbanraja, J. 2017. *Kimia Tanah dan Air: Prinsip Dasar dan Lingkungan*. CV. Anugrah Utama Raharja. Lampung. 297 hlm.
- Lumbanraja, J., Utomo, M., dan Fitriati. 1993. Karakteristik Jerapan Amonium Tanah pada Tiga Perlakuan Pengolahan Tanah dan Pemupukan Nitrogen. *Prosiding Seminar Nasional IV: Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi* : 1-10.

- Lumbanraja, J., Amalia, R. H., Sarno., Dermiyati., Hasibuan, R., Agustina, W., Satgada, C. P., Zulkarnain, E., dan Awang, T. R. 2019. Perilaku Pertukaran Amonium dan Produksi Tebu (*Saccharum officinarum* L.) yang Dipupuk Anorganik NPK dan Organik pada Pertanaman Tebu di Tanah Ultisol. *Journal of Tropical Upland Resources*. 01(01). 1–18.
- Lumbanraja, R. 2019. Perilaku Pertukaran Kalium (K) dalam Tanah dan K Oleh Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Olah Tanah dan Pemupukan di Tanah Ultisol Gedung Meneng Pada Musim Ke-3. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 123 hlm.
- Lumbanraja, R., Lumbanraja, J., Norvpriansyah, H., dan Utomo, M. 2020. Perilaku Pertukaran Kalium (K) dalam Tanah, K Terangkut serta Produksi Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Olah Tanah dan Pemupukan di Tanah Ultisol Gedung Meneng pada Musim Tanam Ketiga. *Journal of Tropical Upland Resources*. 2(1), 1-15
- Masruhing, B., Hasrianti, dan Abdullah, A. A. 2018. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Sturt*) pada Berbagai Dosis Pupuk Kandang dan Pupuk Organik Cair. *Jurnal Agrominansia*. 3(2): 141-148.
- Mei, N. S., Sudarsono, dan Darmawan. 2017. Pengaruh Bahan Organik terhadap Ketersediaan Fosfor Pada Tanah-Tanah Kaya Al dan Fe. *Buletin Tanah dan Lahan*. 1(1): 65-71.
- Mikel, F. X., dan Neonbeni, E. Y. 2017. Pengaruh Jenis Biochar dan Jenis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Savana Cendana*, 2(03), 51-55.
- Muhsin. 2003. Pemberian Takaran Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Mentimun (*Cucumi sativus* L.). (*Skripsi*). Fakultas Pertanian Universitas Taman Siswa. Padang. 72 hlm.
- Mulyani, A., Rachman, A., dan Dairah, A. 2010. Penyebaran Lahan Masam, Potensi dan Ketersediaannya Untuk Pengembangan Pertanian dalam *Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. Hal: 23-34.
- Munawar, A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. IPB-Press. Bogor. 240 hlm.
- Ninih, H. T., H. T. T. Hoa, P. Q. Ha, and Dufey, J. E. 2009. Potassium Buffering Capacity of Sandy Soils from Thua Thien Hue Province, Central Vietnam, as Related to Soil Properties. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 40: 3294-3307.

- Nisa, K. 2010. Pengaruh Pemupukan NPK dan Biochar terhadap Sifat Kimia Tanah, Serapan Hara dan Hasil Tanaman Padi Sawah. *Tesis*. Banda Aceh. Universitas Syiah Kuala. 42 hal.
- Nita, N.S., Dihansih, E., dan Anggraeni. 2015. Pengaruh Pemberian Kadar Protein Pakan yang Berbeda terhadap Bobot Komponen Karkas dan Nonkarkas Ayam Jantan Petelur. *Jurnal Peternakan Nusantara* 1(2):2442-2541.
- Nugroho, Y. 2009. Analisis Sifat Fisik Kimia dan Kesuburan Tanah Pada Lokasi Rencana Hutan Tanaman Industri PT Prima Multibuwana. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*. 10(27): 222-229.
- Nurida, N.L., Dariah, A., dan Rachman, A. 2008. Kualitas Limbah Pertanian Sebagai Bahan Baku Pembuat Berupa Biochar Untuk Rehabilitasi Lahan. *Prosiding Seminar Nasional dan Dialog Sumberdaya Lahan Pertanian*. Hal 209-215.
- Nurida, N.L., Dariah, A., dan Rachman, A. 2013. Peningkatan Kualitas Tanah dengan Pembuat Tanah Biochar Limbah Pertanian. *Jurnal Tanah dan Iklim* 37(2): 69-78.
- Nurida, N.L., Rachman, A., dan Sutono. 2012. Potensi Pembuat Tanah Biochar dalam Pemulihan Sifat Tanah Terdegradasi dan Peningkatan Hasil Jagung pada Typic Kanhapludults Lampung. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kealaman: Buana Sains*. 12(1): 69-74.
- Nurmegawati, W., Makruf, E., Sugandi, D., dan Rahman, T. 2007. Tingkat Kesuburan Dan Rekomendasi Pemupukan N, P, dan K Tanah Sawah Kabupaten Bengkulu Selatan. *Jurnal Solum*. 9 (2) : 11-18.
- Oktavia, D. 2006. Perubahan Karbon Organik dan Nitrogen Total Tanah Akibat Perlakuan Pupuk Organik pada Budidaya Sayuran Organik. (*Skripsi*) IPB. Bogor. 26 hlm.
- Pali, F. R., Wahyudi, I., dan Rajamuddin, U. A. 2015. Pengaruh Pupuk Kandang Ayam terhadap Serapan Fosfor dan Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea var. botrytis* L.) Pada Oxisol di Kecamatan Lembantongo. *Jurnal Agrotekbis*. 3 (6) : 669-679.
- Patti, P. S., Kaya, E., dan Ch. Silahooy. 2013. Analisis Status Nitrogen Tanah dalam Kaitannya dengan Serapan N oleh Tanaman Padi Sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Agrologia*, 2(1) : 51-58.
- Pirngadi, K. 2009. Peran Bahan Organik dalam Peningkatan Produksi Padi Berkelanjutan Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 2(1): 48-64.

- Prasetyo, B. H dan Suriadikarta, D. A. 2006. Karakteristik Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25(2): 39-47.
- Putri, V. I., Mukhlis, dan Hidayat, B. 2017. Pemberian Beberapa Jenis Biochar untuk Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5 (4): 824- 828.
- Rahman, G., A. 2009. Impact of Compost on Soil Properties and Crop Productivity In the Sahel North Burkina Faso. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 6 (2): 220-226.
- Riyanto, D., Sukristiyonubowo, S., dan Widodo, S. 2019. Meningkatkan Kualitas Lahan dengan Aplikasi Biochar Arang Sekam dan Pupuk Hayati pada Budidaya Jagung Musim Tanam III Di Kabupaten Gunungkidul. dalam *Prosiding Semnas Lahan Suboptimal: Smart Farming yang Berwawasan Lingkungan untuk Kesejahteraan Petani*. Unsri Press. Palembang. hlm. 400–408.
- Roidah, I.S. 2013. Manfaat Penggunaan Pupuk Organik untuk Kesuburan Tanah. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*. 1(1): 30–42.
- Santi, Indrawati, U. S. Y. V., dan Sulakhudin. 2021. Kajian Pemberian Biochar dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Serapan Hara dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays L.*) di Tanah Pasca Peti. *Jurnal Sains Pertanian Equator*. 10(2) : 1-13.
- Sari, K.M., Pasigai, A., dan Wahyudi, I. 2016. Pengaruh Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica Oleracea Var. Bathytis L.*) pada Oxic Dystrudepts Lembantongoa. *Jurnal Agrotekbis*. 4 (2) :151-159.
- Satriawan B. D and Handayanto, E. 2015. Effects of Biochar and Crop Residues Application on Chemical Properties of a Degraded Soil of South Malang, and P Uptake by Maize. *Journal of Degraded Andmining Lands*, 2 (2) : 271 – 281.
- Silalahi, M. J., Rumambi, A., Telleng, dan Kaunang, W. B. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan Tanaman Sorgum sebagai Pakan. *Zootec*. 38 (2) : 286 – 295.
- Simanjuntak, D., Damanik, M. M. B., dan Sitorus, B. 2016. Pengaruh Tepung Cangkang Telur dan Pupuk Kandang Ayam terhadap pH, Ketersediaan Hara P dan Ca Tanah Inseptisol dan Serapan P Dan Ca pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Agroekoteknologi* . 4(3): 2139 – 2145.
- Siswanto, B. 2018. Sebaran Unsur Hara N, P, K, dan pH dalam Tanah. *Buana Sains*. 2 (18): 109-124.

- Subekti, N.A., Syafrudin, Efendi,R., dan Sunarti, S. 2012. *Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. 426 hlm.
- Subiksa, I. M., Adiningsih, J. S., Suarsono, dan Sabiham, S. 2004. Pengaruh Ameliorasi dan Pemupukan K terhadap Parameter Hubungan Q-I Kalium pada Tanah Mineral Masam. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 22: 40-49.
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timer. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 10 (3): 337-346.
- Sujana, I. P., dan Pura, I. N. L. S. 2015. Pengelolaan Tanah Ultisol dengan Pemberian Pembenh Organik Biochar Menuju Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem*. 5 (9): 01-69.
- Sukartono, Utomo W. H., Kusuma, Z., and Nugroho, W. H. 2011. Soil Fertility Status and Maize (*Zea mays L.*) Yield After Biochar Application on Sandy Soils of North Lombok, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture*, 49, 47-53.
- Suri, O. S. 2021. Pengaruh Besi (Fe) dan Bahan Organik Terhadap Perilaku Pertukaran Kalium (K) Pada Tanah Ultisol Natar. *Skripsi*. Universitas Lampung. 33 hlm.
- Suryansyah, A. 2022. Pengaruh Kombinasi Biochar Tankos, Pukan Ayam dan Pupuk Anorganik Terhadap Ketersediaan N, P, K dan Pertumbuhan Vegetatif Jagung Manis (*Zea Mays L. Saccharata Sturt*) di Tanah Aluvial. *Jurnal Sains Pertanian Equator*. 11(1) : 1-7.
- Susilo, F. X. 2013. *Aplikasi Statistika untuk Analisis Data Riset Proteksi Tanaman*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung. 168 hal.
- Sutedjo, M.M. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta. 177 hal.
- Syahputra, E., Fauzi, dan Razali. 2015. Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Agroteknologi*. 4 (1): 1796-1803.
- Syahputra, I. 2019. Aplikasi Pupuk Kotoran Ayam terhadap Produksi Jagung Manis (*Zea Mays L. Saccharata Sturt*) dan Kedelai Hitam (*Glycine Max L. Merr*) Dengan Sistem Tumpang Sari. *Jurnal Pancabudi*. 1(1): 49-68.
- Syaifudin, A., Buchari, B., Prasetyo, D., dan Lumbanraja, J. 2022. Pengaruh Perlakuan Pupuk Kandang Ayam dan Biochar terhadap Respirasi Tanah dan Produksi Jagung (*Zea mays L.*) di Tanah Ultisol. *Journal of Tropical Upland Resources*. 4(2): 1-15.

- Syaiful, A., dan S. Untung. 2013. *Kimia Tanah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 212 hlm.
- Thom, O.W., dan Utomo, M. 1991. *Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah dan Tanaman*. Universitas Lampung. 85 hlm.
- Tim Karya Tani Mandiri. 2010. *Pedoman Bertanam Jagung*. Nuansa Aulia. Bandung. 208 hlm.
- Topani, K., Siswanto, B., dan Suntari, R. 2015. Pengaruh Aplikasi Bahan Organik Pembenh Tanah terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tebu di Kebun Percobaan Pabrik Gula Bone, Kabupaten Bone. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2 (1). 155-162.
- Tristiana, E. 2023. Perilaku Pertukaran Kalium (Q/I),Produksi Padi, dan Serapan K Akibat Pemberian Pupuk Kandang Kotoran Ayam dan Biochar pada Pertanaman Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) di Tanah Ultisol. *Skripsi*. Universitas Lampung. 84 hlm.
- Verdiana, M.A., Sebayang, H.T., dan Sumarni, T. 2016. Pengaruh Berbagai Dosis Biochar Sekam Padi dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(8): 611-616.
- Wang, F. L., and Huang, P. M. 2001. Effects of Organic Matter on the Rate of Potassium Adsorption by Soils. *Canadian Journal of Soil Science*. 81: 325-330.
- Wang, J. J., Harrell, D. L., and Bell, P. F. 2004. Potassium Buffering Characteristics of Three Soils Low in Exchangeable Potassium. *Soil Science Society of America Journal*. 68 (68): 654-661.
- Wang, J. J., Farrell, R. E., and Scott, A. D.1988. Potentiometric Determination of Potassium Q/I Relationships. *SSSAJ*. 52: 657-662.
- Widowati., Asnah., dan Sutayo. 2012. Pengaruh Biochar dan Pupuk Kalium terhadap Pencucian dan Serapan Kalium pada Tanaman Jagung. *Buana Sains*. 12 (1): 83- 90.
- Wisnu. 2005. Pengaruh Volume dan Ekstrak Pupuk Kandang Kotoran Ayam dan Waktu Pemberian terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Palembang. Palembang. Hal:14.
- Yulipriyanto, H. 2010. Pengomposan Fase Thermofilik Limbah Organik Kotoran Ayam Pada Lingkungan Artifisial Menggunakan Metode Indore Heap Methode. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Pertanian*. Jakarta. Hal: 1- 9.

- Yuniarti, A., Solihin, E., dan Putri, A. T. A. 2020. Aplikasi Pupuk Organik dan N, P, K terhadap pH Tanah, P-tersedia, Serapan P, dan Hasil Padi Hitam (*Oryza sativa* L.) pada Inceptisol. *Jurnal Kultivasi*.19 (1) : 1040-1046.
- Yusdian, Y., Karya., dan Vaisal, R. 2018. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola. Fakultas Pertanian Universitas Bale Bandung. *Jurnal Ilmiah Pertanian Paspalum*. 6(2): 98-102.
- Zharikova, E. A. 2004. Potential Buffer Capacity of Soils with Respect to Potassium (by the Example of the Amur River Region). *European journal of Soil Science*. 37 (7): 710-717.