

**PENGARUH PUPUK KANDANG AYAM DAN BIOCHAR TERHADAP
PERILAKU ADSORPSI FOSFOR (P) DAN P TERPANEN PADA
PERTANAMAN PADI GOGO**

(Skripsi)

Oleh

**NABILA ANJANI ANUGRAH IHWANTO
1814181010**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH PUPUK KANDANG AYAM DAN BIOCHAR TERHADAP PERILAKU ADSORPSI FOSFOR (P) DAN P TERPANEN PADA PERTANAMAN PADI GOGO

Oleh

NABILA ANJANI ANUGRAH IHWANTO

Padi merupakan makanan pokok sebagian besar masyarakat Indonesia. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku adsorpsi fosfor (P) menggunakan Metode Langmuir, P terpanen pada tanaman padi gogo serta produksi padi gogo, dan mengetahui korelasi antara parameter Langmuir dengan P tersedia dan produksi padi gogo. Penanaman padi gogo dan analisis unsur hara disusun dalam rancangan acak kelompok, terdapat 4 perlakuan yaitu, B0 = pupuk dasar (Urea : 200 kg.ha⁻¹, SP-36 : 100 kg.ha⁻¹, KCl : 100 kg.ha⁻¹); B1 = biochar 5 Mg.ha⁻¹ + pupuk dasar; B2 = pupuk kandang ayam 5 Mg.ha⁻¹ + pupuk dasar; dan B3 = kombinasi B1 dan B2. Penanaman padi gogo dilaksanakan di Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sedangkan analisis unsur hara dilakukan di Labiratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Hasil penelitian menunjukkan pemberian bahan organik berupa pupuk kandang ayam dan biochar mampu meningkatkan produksi padi gogo. Pemberian pupuk kandang ayam pada tanah sebelum tanam mampu menurunkan jerapan maksimum P (X_{max}), namun pemberian pupuk kandang pada tanah setelah panen belum mampu menurunkan jerapan maksimum P (X_{max}) pada tanah. Jerapan maksimum P (X_{max}) tanah sebelum tanam tidak berkorelasi terhadap P tersedia, dan P terpanen, pada tanah setelah panen jerapan maksimum P (X_{max}) berkorelasi positif terhadap P tersedia, dan tidak berkorelasi terhadap P terpanen.

Kata kunci : Biochar, Langmuir, P terpanen Padi gogo, Pupuk kandang ayam.

ABSTRACT

THE EFFECT OF CHIKEN MANURE AND BIOCHAR ON PHOSPORUS (P) ADSORPTION BEHAVIOR AND HARVESTED P BY GOGO RICE

By :

NABILA ANJANI ANUGRAH IHWANTO

Rice is the staple food of the most Indonesian people. The research was conducted to determine the adsorption behavior of phosphorus (P) using the Langmuir method, harvested P and production of gogo rice. Gogo rice planting and nutrient analysis were arranged in a randomized block design, there were 4 treatments, namely, B0 = basic fertilizer (Urea : 200 kg.ha⁻¹, SP-36 : 100 kg.ha⁻¹, KCl : 100 kg.ha⁻¹); B1 = biochar 5 Mg.ha⁻¹ + basic fertilizer; B2 = chicken manure 5 Mg.ha⁻¹ + basic fertilizer; and B3 = combination of B1 and B2. Gogo rice planting was carried out at the Integrated Field Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. Meanwhile, nutrient analysis was carried out at the Laboratory of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The results showed that the application of organic materials in the form of chicken manure and biochar was able to increase the production of gogo rice. Application of chicken manure to the soil before planting can reduce the maximum adsorption of P (Xmax), but application of manure to the soil after harvest has not been able to reduce the maximum adsorption of P (Xmax) in the soil. The maximum adsorption of P (Xmax) in the soil before planting is not correlated with available P, and harvested P, in the soil after harvesting the maximum P absorption (Xmax) is positively correlated with available P, and not correlated with harvested P.

Key word : Biochar, Chiken manure, Gogo rice, Harvested P, Langmuir.

**PENGARUH PUPUK KANDANG AYAM DAN BIOCHAR TERHADAP
PERILAKU ADSORPSI FOSFOR (P) DAN P TERPANEN PADA
PERTANAMAN PADI GOGO**

Oleh

NABILA ANJANI ANUGRAH IHWANTO

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 : **PENGARUH PUPUK KANDANG AYAM DAN BIOCHAR TERHADAP PERILAKU ADSORPSI FOSFOR (P) DAN P TERPANEN PADA PERTANAMAN PADI GOGO**

Nama : *Nabila Anjani Anugrah Ihwanto*

NPM : 1814181010

Program Studi : Ilmu Tanah

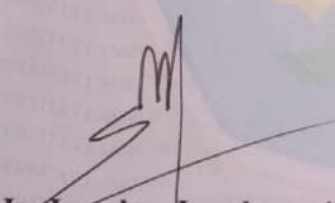
Fakultas : Pertanian

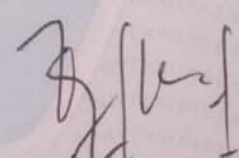
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

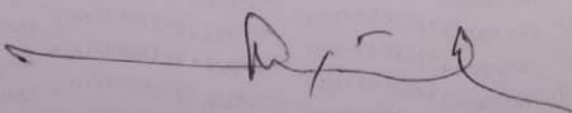
Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua


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


Septi Nurul Aini, S.P., M.Si.
NIP 199202022019032021

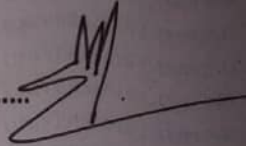
2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah


Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP 196611151990101001

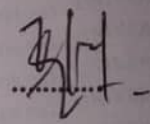
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, M.Sc., Ph.D.



Sekretaris : Septi Nurul Aini, S.P., M.Si.



Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Supriatin, S.P., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **12 Desember 2022**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Pupuk Kandang Ayam dan Biochar terhadap Perilaku Adsorpsi Fosfor (P) dan P Terpanen pada Pertanaman Padi Gogo”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari LPPM Universitas Lampung 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, 12 Desember 2022

Penulis



Nabila Anjani Anugrah Ihwanto

NPM 1814181010

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 5 Februari 2001 sebagai anak pertama dari 2 bersaudara dari pasangan Bapak Agus Ihwanto dan Ibu Wiwik Kriswanti. Pendidikan formal dimulai di Taman Kanak-kanak (TK) Pertiwi 1 Kecamatan Kasihan, Bantul pada tahun 2005-2007, kemudian melanjutkan pendidikan di SD Muhammadiyah Tegalorejo, Kecamatan Tegalorejo, Kota Yogyakarta pada tahun 2007-2009, lalu melanjutkan di SD Negri 02 Rejo Asri, Kecamatan Seputih Raman, Lampung Tengah pada tahun 2009-2013, kemudian melanjutkan pendidikan SMP N 2 Kotagajah pada tahun 2013-2016 dan selanjutnya menempuh Sekolah di SMAN 1 Kotagajah pada tahun 2016-2018.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, pada tahun 2018. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan organisasi yaitu menjadi anggota bidang Pengabdian Masyarakat (periode 2019 -2020 dan periode 2020 -2021) Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Universitas Lampung (GAMATALA), dan staff divisi Keilmuan (periode 2019-2021) FOKUSHIMITI Badan Eksekutif Wilayah 2.

Pada bulan Februari hingga Maret 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Rama Indra, Kecamatan Seputih Raman, Lampung Tengah. Pada Bulan Agustus sampai September 2021, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di BPP Dusun Sumber Sari Desa Mandah Kecamatan Natar di bawah naungan Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan Lampung Selatan dengan judul topik “Teknik Pengolahan Tanah Pada Pertanaman Jagung (*Zea mays*) Pada Tanah Berpasir Di Desa Tanjung Sari, Kecamatan Natar”.

Bismillahirrahmanirrahiim...

Dengan penuh syukur dan kerendahan hati ku persembahkan karyaku ini

Kepada

Kedua orang tuaku tercinta Ayah Agus Ihwanto dan Ibu Wiwik Kriswanti serta Adikku satu-

satunya Meida Anjani Anugrah Ihwanto

Serta seluruh keluarga

Terimakasih atas semua doa dan dukungan yang terucap untuk kesuksesanku,

serta motivasi yang telah diberikan kepadaku selama ini

Serta

Almamater Tercinta

Ilmu Tanah

Fakultas Pertanian

Universitas Lampung

"Katakanlah (Muhammad), "Wahai hamba-hamba-Ku yang beriman! Bertaqwalah kepada Tuhanmu." Bagi orang-orang yang berbuat baik di dunia ini akan memperoleh kebaikan. Dan bumi Allah itu luas. Hanya orang-orang yang bersabarlah yang disempurnakan pahalanya tanpa batas"

(QS. Az Zumar 10)

"Ya Allah, saat aku kehilangan harapan dan rencana, tolong ingatkan aku bahwa cinta-Mu jauh lebih besar dari kekecewaanku, dan rencana yang Engkau siapkan untuk hidupku jauh lebih baik daripada impianku" (Ali bin Abi Thalib)

"Selalu berbuat baik untuk orang-orang yang baik"

(Nabila)

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan semua rangkaian proses penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul “Pengaruh Pupuk Kandang Ayam dan Biochar terhadap Perilaku Adsorpsi Fosfor (P) dan P Terpanen pada Pertanaman Padi Gogo”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat utama dalam mencapai gelar Sarjana Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Penulis menyampaikan terimakasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang terlibat dalam proses penelitian maupun dalam penyelesaian skripsi, yaitu kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.S , selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing pertama dan pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan, saran dan kritik serta nasehat kepada penulis dalam melaksanakan rangkaian proses penelitian hingga penulisan skripsi ini, serta telah membimbing dari awal perkuliahan sampai dengan penulis menyelesaikan study di Universitas Lampung.
4. Ibu Septi Nurul Aini, S.P., M.Si., selaku dosen pembimbing kedua dan dosen pembimbing percepatan skripsi yang telah memberikan bimbingan dan saran serta motivasi kepada penulis dalam melaksanakan penelitian hingga penulisan skripsi.
5. Ibu Dr. Supriatin, S.P., M.Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, saran dan kritik yang membangun dalam penelitian dan penulisan skripsi.

6. Ayah Agus Ihwanto dan Ibu Wiwik Kriswanti, selaku orang tua saya yang memberikan doa, motivasi, dan segala dukungan yang tak terhingga, serta adik saya Meida Anjani Anugrah Ihwanto yang memberikan doa, dukungan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan study di Universitas Lampung.
7. Kepada kedua Kakek Nenek, karena telah melahirkan kedua orang tua saya, dan telah memberikan bantuan yang tidak dapat dibalas, serta keluarga besar yang turut mendukung saya selama study di Universitas Lampung.
8. Amalia D.R., Prima D.A., Putri S.S., Trecia S.A., dan Yenni F. Ndraha, sebagai sahabat sejak SMP yang telah memberikan motivasi serta tempat untuk berkumpul dan saling bertukar pikiran.
9. Ega Restapika N., Jonah Febriana, Mir'atun Nisa, Novita Sari, Pandan Arum I., Reta Meliyani dan Samini, partner penulis selama 4 tahun kuliah, yang senantiasa saling berbagi keluh kesah dengan penulis, saling memotivasi dan menyemangati, *love you all*.
10. Erni Tristiana, Sekar Dwi Parwati, dan Raquita Gumalau Putri T.R, selaku teman-teman tim penelitian yang senantiasa bahu membahu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian hingga penelitian terselesaikan.
11. Seluruh teman-teman seangkatan jurusan Ilmu Tanah 2018 yang selalu saling tolong-menolong dari awal masuk sebagai mahasiswa Universitas Lampung hingga penulis menyelesaikan study di Universitas Lampung.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca, saran dan kritik dari berbagai pihak penulis harapkan, agar dapat lebih sempurna lagi.

Bandar Lampung, 12 Desember 2022

Penulis

Nabila Anjani Anugrah Ihwanto

I. PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2020 adalah sebanyak 270.203.917 jiwa secara administratif menurut Badan Pusat Statistika (BPS) (Badan Pusat Statistika, 2021). Bertambahnya jumlah penduduk Indonesia akan meningkatkan kebutuhan pangan. Penduduk Indonesia memiliki makanan pokok seperti beras, jagung, singkong, sagu, dan lainnya. Beras masih sangat diperlukan di Indonesia sebagai bahan makanan, hal ini dikarenakan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia adalah beras. Bertambahnya jumlah penduduk akan meningkatkan besarnya konsumsi pangan, sedangkan berkurangnya lahan persawahan yang berubah fungsi menjadi perumahan atau industri dan juga adanya perubahan struktur ekonomi dari agraris kenonagraris akan mengakibatkan turunnya produksi padi. Hingga saat ini Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan beras dalam negeri sehingga masih tergantung pada impor (Sanny, 2010). Data Badan Pusat Statistik (BPS) (2020) memberikan informasi bahwa produksi padi menurut provinsi-provinsi seluruh Indonesia pada tahun 2018 dan 2019 menurun, produksi padi pada tahun 2018 sebesar 59.200.532 ton dan pada tahun 2019 sebesar 54.604.033 ton. Data produksi padi tersebut berasal dari luas panen 11.377.934 ha pada tahun 2018 dan 10.677.887 ha pada tahun 2019. Sehingga persentase penurunan produksi padi di Indonesia pada tahun 2018 dan 2019 sebesar 7,76 %.

Tanah yang ada di Gedong Meneng umumnya didominasi oleh jenis Tanah Ultisol. Ultisol merupakan tanah yang memiliki masalah keasaman tanah, bahan organik rendah dan unsur hara makro rendah, salah satunya ketersediaan P yang rendah (Fitriatin, dkk., 2014). Ultisol memiliki sifat-sifat seperti pH rendah,

kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB) dan C-organik rendah, kandungan aluminium (kejenuhan Al) tinggi, fiksasi P tinggi, kandungan besi dan mangan mendekati batas meracuni tanaman, dan peka erosi. Tingginya curah hujan di sebagian wilayah Indonesia menyebabkan tingkat pencucian hara tinggi terutama basa-basa, sehingga basa-basa dalam tanah akan segera tercuci keluar lingkungan tanah dan yang tinggal dalam tanah menjadi bereaksi masam dengan kejenuhan basa rendah (Mulyani, dkk., 2010).

Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006) Tanah Ultisol memiliki jerapan P tinggi sehingga menyebabkan rendahnya ketersediaan P di dalam tanah yang mampu mempengaruhi produksi suatu tanaman. Tingginya jerapan maksimum pada Tanah Ultisol dipengaruhi oleh kandungan mineral Al, Fe, dan koloid liat didominasi oleh mineral kaolinit-gibbsit, gibbsit-geotit dan limonit. Sehingga terdapat reaksi yang membentuk lebih banyak ion fosfat yang tidak larut dalam tanah, hal ini mengakibatkan hanya sebagian kecil ion fosfat yang tersedia untuk diserap tanaman (Utomo, dkk., 2016). Rendahnya muatan negatif pada koloid tanah dapat mempengaruhi tingginya jerapan P pada tanah. Tanah Ultisol umumnya mempunyai kandungan bahan organik yang rendah dan fraksi litanya didominasi oleh liat aktivitas rendah (*low activity clay*) seperti kaolinit, haolisit, dan oksida hidrus Al dan Fe, oleh karena itu, tanah Ultisol sendiri umumnya mempunyai muatan negatif yang rendah dan titik muatan nol (TMN) yang tinggi atau mendekati nilai pH aktualnya (Su dan Harsh, 1996). Ultisol memiliki daya jerap terhadap fosfor (P) yang kuat. Daya jerap terhadap fosfat yang kuat ini menyebabkan ketersediaan P dalam tanah Ultisol sangat rendah (Santosa, 2009).

Penambahan bahan organik mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah. Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan P dapat secara langsung melalui proses mineralisasi atau secara tidak langsung dengan membantu pelepasan P yang terfiksasi. Hasil dekomposisi bahan organik yang berupa asam-asam organik dapat membentuk ikatan khelasi dengan ion-ion Al dan Fe sehingga dapat menurunkan kelarutan ion Al dan Fe, maka dengan begitu ketersediaan P meningkat (Sari, dkk., 2017). Menurut Bhatti, dkk., (1998), mekanisme asam oksalat (asam organik sederhana) dalam meningkatkan ketersediaan P yaitu

dengan menggantikan P terjerap melalui pertukaran ligan pada permukaan Al dan Fe oksida, selain itu juga dapat melalui pelarutan permukaan logam oksida dan melepaskan P yang terjerap, dan juga dapat melalui pengompleksan Al dan Fe pada larutan, lalu mencegah pengendapan ulang senyawa P-logam dan penjerapan P oleh Al dan Fe. Menurut Aini, dkk., (2022) melaporkan bahwa meningkatnya ketersediaan P dalam tanah maka akan meningkatkan P terangkut pada tanaman jagung manis. Pemberian biochar sekam padi bersama pupuk P menyebabkan penyerapan pupuk lebih baik bila dibandingkan tanpa pemberian biochar dalam meningkatkan P terangkut tanaman jagung (Melati, dkk., 2020). Sehingga pada penelitian ini perlu ditambahkan bahan organik yaitu berupa pupuk kandang ayam dan biochar untuk menurunkan jerapan P dan dapat meningkatkan ketersediaan P.

Pupuk kandang ayam mempunyai kadar hara P yang relatif lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya, kadar haranya dipengaruhi oleh konsentrat yang diberikan pada ayam. Beberapa hasil penelitian yang mengaplikasikan pupuk kandang ayam untuk pemenuhan unsur haranya menunjukkan respon tanaman yang terbaik pada musim pertama. Hal ini dikarenakan pupuk kandang ayam relatif lebih cepat terdekomposisi serta memiliki kadar hara yang cukup dibandingkan dengan pupuk kandang lainnya (Hartatik, dkk., 2006). Selain itu diaplikasikan biochar yang fungsinya untuk memperbaiki sifat fisik-kimia tanah. fungsi dari biochar ini tergantung dengan karakteristiknya yaitu pH, kemampuan meretensi air, kandungan C total, KTK, dan unsur hara. Kandungan KTK dan unsur hara pada biochar sendiri itu rendah, namun tingginya pH, C total, dan kemampuannya untuk meretensi air dapat meningkatkan bahan organik pada tanah, ketersediaan air, dan menurunkan kemasaman pada tanah (Badan Penelitian dan Pengembangan, 2015). Meningkatnya bahan organik dalam tanah dapat meningkatkan pH tanah, dengan meningkatnya pH tanah maka dapat meningkatkan muatan negatif pada koloid tanah sehingga dapat menurunkan daya jerap P (Shamshuddin dan Anda, 2008). Oleh karena itu, pada penelitian ini diaplikasikan bahan organik yaitu berupa pupuk kandang ayam dan biochar untuk menurunkan daya jerap P tanah. Sehingga dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman, kemudian dapat meningkatkan serapan hara P pada tanaman.

1. 2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah pemberian kombinasi pupuk kandang ayam dan biochar dapat meningkatkan produksi tanaman dan P terpanen pada tanaman padi gogo di Tanah Ultisol Gedong Meneng?
2. Apakah pemberian kombinasi pupuk kandang ayam, dan biochar dapat menurunkan jerapan maksimum (b) dan relatif energi ikatan (k) fosfor di Tanah Ultisol Gedong Meneng?
3. Apakah jerapan maksimum dan relatif energi fosfor berkorelasi dengan fosfor tersedia dan produksi padi gogo di Tanah Ultisol Gedong Meneng pada perlakuan kombinasi biochar dan pupuk kandang ayam?

1. 3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menetapkan dan mempelajari pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan biochar terhadap perilaku adsorpsi fosfor (P).
2. Menetapkan dan mempelajari pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan biochar terhadap P terpanen.
3. Menetapkan dan mempelajari hasil produksi panen padi gogo pada perlakuan yang diberikan.

1. 4 Kerangka Pemikiran

Tanah Ultisol memiliki kendala umum yaitu kemasaman tanah tinggi, hal ini ditandai dengan pH rata-rata $< 4,5$, selain itu kejenuhan Al tinggi, hara makro seperti P, K, Ca, dan Mg juga sedikit tersedia, dan bahan organik yang terkandung dalam tanahnya rendah (Pasang, dkk., 2019). Rendahnya kadar P dalam tanah serta terjadinya fiksasi P yang tinggi merupakan permasalahan yang aktual pada tanah yang berkembang lanjut. Pemupukan P pada tanah ini harus mempertimbangkan ketersediaan P dalam tanah dan fiksasi P yang tinggi, serta kebutuhan hara tanaman merupakan suatu pendekatan yang rasional agar diperoleh pertumbuhan dan hasil yang optimum.

Luasnya Tanah Ultisol sangat potensial untuk dijadikan lahan budidaya pertanian. Namun, kesuburan Tanah Ultisol tergolong rendah, penyebabnya adalah pH yang bersifat masam, Al³⁺ yang tinggi, kandungan P-tersedia dalam Tanah Ultisol yang rendah karena ion P dalam tanah diikat oleh oksida Al dan Fe. Kapasitas Tukar Kation (KTK) dalam Tanah Ultisol tergolong rendah hal ini menyebabkan kation-kation dalam tanah berupa K⁺, NH₄⁺, Ca²⁺ dan lain-lain mudah terlindi akibatnya tanah miskin akan unsur hara. Hal ini mengindikasikan bahwa tanah sudah mengalami pelapukan lanjut sehingga kesuburan tanah menjadi rendah (Kusumastuti, 2014).

Salah satu kendala utama dalam pemanfaatan Tanah Ultisol untuk pertanian adalah rendahnya ketersediaan dan efisiensi P akibat tingginya jerapan P (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Tingginya jerapan P pada Ultisol antara lain disebabkan karena rendahnya muatan negatif pada permukaan koloid tanah (MarcanoMartinez dan McBride, 1989; Tan, 2008). Salah satu upaya untuk meningkatkan P tersedia dan menurunkan aktivitas mineral Fe dan Al dalam mengikat fosfat pada tanah masam adalah dengan penambahan bahan organik dari berbagai biomassa tanaman (Tani, dkk., 2010).

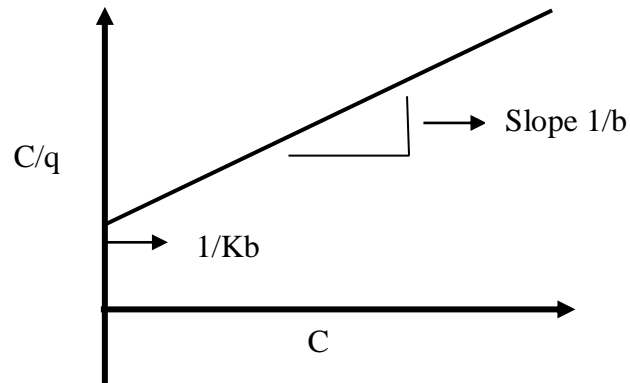
Kotoran ayam merupakan bahan organik yang banyak digunakan sebagai pupuk organik yang memberikan pengaruh terhadap ketersediaan unsur hara dan memperbaiki struktur tanah yang sangat kekurangan unsur hara organik serta dapat menyuburkan tanaman. Kotoran ayam mampu memberikan pengaruh terhadap tanaman serta mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, biologi tanah, sehingga perlakuan dengan pemberian kotoran ayam dapat dimanfaatkan sebagai media persemaian yang baik bagi tanaman sawit. Kebanyakan petani memakai kotoran ayam dan kotoran kambing yang biasanya digunakan untuk pemupukan tanaman yaitu tanaman semusim dan tahunan. Untuk mendapatkan kotoran tersebut sangat mudah dan murah. Kotoran ayam dan kotoran kambing memiliki unsur hara yang diperlukan oleh tumbuhan (Lilik, 2014).

Biochar banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan pada tanah pengaplikasiannya dapat meningkatkan pH pada tanah masam, meningkatkan

KTK tanah, menyediakan unsur hara N, P dan K. Biochar menjaga kelembaban tanah sehingga kapasitas menahan air tinggi (Endriani, dkk., 2013) dan meremediasi tanah yang tercemar logam berat seperti (Pb, Cu, Cd dan Ni) (Ippolito, dkk., 2012). Selain itu, pemberian biochar pada tanah juga mampu meningkatkan pertumbuhan serta serapan hara pada tanaman (Satriawan dan Handyanto, 2015).

Perlakuan pemberian pupuk anorganik dan pupuk organik pada lahan pertanian memiliki P terangkut yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemupukan (Lumbanraja, dkk., 2018). Pemberian biochar kakao pada Tanah Ultisol dapat meningkatkan produksi tanaman jagung, semakin tinggi dosis yang diberikan maka akan semakin tinggi juga hasilnya (Shalsabila, Prijono, dan Kusuma, 2017). Pemberian pupuk kandang ayam pada tanah dapat meningkatkan bobot biji jagung, pada pemberian dosis pupuk kandang ayam 3 kg/ha menunjukkan hasil berat kering biji jagung terberat dibandingkan dengan pemberian perlakuan lainnya (Khair, dkk., 2013). Pemberian bahan organik berupa organonitrofos pada tanah maka dapat menurunkan daya jerap P pada tanah, sehingga dapat menunjukkan hasil korelasi negative antara jerapan maksimum dengan P tersedia pada Tanah Ultisol (Lumbanraja, dkk., 2018).

Penelitian ini menggunakan Parameter Isotermik Langmuir yang digunakan untuk menetapkan jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor di dalam tanah. Metode penetapan jerapan fosfor dengan persamaan Langmuir untuk memisahkan antara tanah dan larutan dengan mudah dan larutan yang akan dianalisis kapasitas jerapan fosfornya tersedia dalam jumlah yang cukup banyak (Bubba, dkk., 2003). Jerapan maksimum fosfor ditunjukkan melalui konsentrasi fosfor yang terhitung di dalam tanah, nilai relatif energi ikatan fosfor merupakan parameter isotermik Langmuir yang menggambarkan energi ikatan unsur hara fosfor di dalam koloid tanah (Mirna, dkk., 2006). Persamaan Langmuir didapatkan dari memplotkan nilai konsentrasi kesetimbangan P (mg.L^{-1}) (C) pada sumbu x dan indeks jerapan P (C/q) pada sumbu y. Berikut merupakan persamaan langmuir (Gambar 1).



Keterangan : C/q = indeks jerapan P; C = konsentrasi kesetimbangan P dalam larutan (mg P L^{-1}); K = relatif energi ikatan; b = jerapan maksimum (mg P kg^{-1}); dan q = jumlah P terjerap (mg P kg^{-1}).

Gambar 1. Hubungan antara nisbah konsentrasi ion dalam larutan (C) terhadap fraksi ion teradsorpsi pada koloid tanah (C/q) dengan konsentrasi ion tersebut dalam larutan tanah (C) dengan satu lapis adsorpsi.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dijelaskan, maka untuk menjawab rumusan masalah dinyatakan hipotesis sebagai berikut :

1. Perlakuan kombinasi pupuk kandang ayam, dan biochar dapat meningkatkan produksi tanaman dan P terangkut pada tanaman padi gogo di Tanah Ultisol Gedong Meneng.
2. Kombinasi pupuk kandang ayam, dan biochar dapat menurunkan jerapan maksimum (X_{\max}) dan relatif energi ikatan (K_L) fosfor di Tanah Ultisol Gedong Meneng.
3. Terdapat korelasi negatif jerapan maksimum dan relatif energi ikatan fosfor dengan fosfor tersedia dan produksi padi gogo akibat perlakuan kombinasi biochar dan pupuk kandang ayam di Tanah Ultisol Gedong Meneng.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Tanah Ultisol

Ultisol merupakan salah satu ordo tanah yang memiliki kandungan hara yang rendah dan mengalami peningkatan fraksi liat yang membentuk *horizon* argilik. Selain itu juga Ultisol memiliki porositas sangat rendah akibat adanya akumulasi liat pada bagian bawah lapisan olah tanah sehingga menyebabkan akar tanaman tidak dapat menembus *horizon* ini dan hanya berkembang di atas *horizon* argilik, sehingga akan berdampak pada pertumbuhan tanaman (Nita, dkk,2015).

Untuk meningkatkan produktivitas Tanah Ultisol dapat dilakukan dengan meningkatkan ketersediaan unsur hara dan sifat kimia tanah. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah melalui pemberian pupuk organik. Pupuk organik merupakan pupuk yang diperoleh dari hasil dekomposisi oleh mikroorganisme dari sisa-sisa tanaman dan hewan. Pupuk organik yang mengandung sejumlah unsur hara akan menyumbangkan unsur hara tersebut apabila bahan organik tersebut mengalami proses dekomposisi di dalam tanah (Karo, dkk., 2017).

Sifat fisik dari Ultisol sangat mudah rentan terhadap erosi, tanah ini mempunyai struktur tanah gumpal, tekstur liat, permeabilitas rendah, solum agak tebal, batas horison nyata, agregat berselaput liat dan kurang mantap. Pada lahan kering, iklim kering di Pulau Sumba, jumlah air yang tersedia pada Tanah Ultisol sangat mempengaruhi tanah dalam menyimpan air, sebab pengaruh evapotranspirasi yang tinggi, hal ini akan menyebabkan ketersediaan air dalam tanah terbatas (Refliaty, dkk., 2011).

2. 2 Produksi Padi Gogo

Menurut Kepala Badan Litbang padi gogo secara rata-rata nasional kita bisa capai produktifitasnya maksimal 4 ton per hektar, tapi kita lihat disini, beberapa puluhan varietas di Taman Teknologi Pertanian (TTP) Pacitan ini ada yang > 6 ton per hektar, ini dapat dicontoh untuk daerah lain. Untuk Jawa Timur sendiri luas lahan keringnya mencapai 1,3 juta ha, sementara luas lahan sawahnya di bawah luas lahan keringnya yakni sebesar 1,017 juta ha (Kementrian Pertanian Republik Indonesia, 2019).

Padi gogo adalah padi yang banyak ditanam di kawasan lahan kering dengan jumlah air yang sangat terbatas. Produktivitas padi gogo masih rendah yaitu 2,56 ton/ha masih jauh di bawah rata-rata produktivitas padi sawah di Indonesia yaitu 4,78 ton/ ha (Badan Pusat Statistika, 2011).

2. 3 Pengaruh Pupuk Kandang Ayam terhadap Produksi Padi Gogo

Karena sifatnya kita harus dapat mencari solusi. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan Ultisol terhadap daya ikat air yang rendah yaitu dengan penambahan bahan organik ke dalam Ultisol. Menurut Saidy (2018) secara tidak langsung penambahan bahan organik ke dalam tanah akan mempengaruhi proses agregasi dan sebaran pori tanah sehingga menyebabkan perubahan kemampuan tanah dalam menyimpan air. Kemampuan dari tanah dalam menahan air dipengaruhi oleh tekstur tanah dan bahan organik.

Bahan organik adalah kumpulan beragam senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi. Fungsi bahan organik yaitu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan suhu dalam tanah, meningkatkan kemantapan agregat, meningkatkan kemampuan menyimpan air, dan menurunkan kepekaan tanah terhadap erosi, serta sebagai sumber energi bagi mikroorganisme yang ada dalam tanah (Tarigan, dkk., 2015).

Pupuk kandang tidak hanya mengandung unsur makro seperti nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K), namun pupuk kandang juga mengandung unsur mikro seperti

kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan mangan (Mn) yang dibutuhkan tanaman serta berperan dalam memelihara keseimbangan hara dalam tanah, karena pupuk kandang berpengaruh untuk jangka waktu yang lama dan merupakan gudang makanan bagi tanaman. Pupuk kandang mempunyai kandungan unsur hara berbeda-beda karena masing-masing ternak mempunyai sifat khas tersendiri yang ditentukan oleh jenis makanan dan usia ternak tersebut. Seperti unsur hara yang terdapat pada pupuk kandang sapi yakni N 2,33 %, P_2O_5 0,61 %, K_2O 1,58 %, Ca 1,04 %, Mg 0,33 %, Mn 179 ppm dan Zn 70,5 ppm. Pada pupuk kandang ayam unsur haranya N 3,21 %, P_2O_5 3,21 %, K_2O 1,57 %, Ca 1,57 %, Mg 1,44 %, Mn 250 ppm dan Zn 315 ppm (Wiriyanta dan Bernardinus, 2002).

Menurut penelitian yang sudah dilakukan Silvina, dkk., (2017) menunjukkan hasil tinggi tanaman padi gogo yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian perlakuan. Pemberian pupuk organik mempengaruhi umur keluar malai, dimana pemberian pakan ayam menunjukkan umur keluar malai lebih cepat dan berbeda nyata dengan pemberian bahan organik lainnya. Berat gabah bernas juga berpengaruh nyata jika diaplikasikan dengan pupuk organik pupuk kandang. Hal ini sesuai dengan pernyataan pemberian bahan organik yang secara nyata dapat meningkatkan tinggi tanaman adalah pakan ayam. Selain bahan organik yang tinggi, pupuk kandang ayam dapat memberikan kontribusi hara yang mampu mencukupi pertumbuhan tanaman karena kandungan haranya yang lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang lainnya (Santoso, dkk., 2004).

2. 4 Pengaruh Biochar terhadap Produksi Padi Gogo

Biochar merupakan materi padat yang terbentuk dari karbonisasi biomasa. Biochar dapat ditambahkan ke tanah dengan tujuan untuk meningkatkan fungsi tanah dan mengurangi emisi dari biomasa yang secara alami terurai menjadi gas rumah kaca. Biochar berguna sebagai alat yang penting untuk meningkatkan keamanan pangan dan keragaman tanaman di wilayah dengan tanah yang miskin hara, kekurangan bahan organik, dan kekurangan air dan ketersediaan pupuk kimia. Biochar juga meningkatkan kualitas dan kuantitas air dengan meningkatnya penyimpanan tanah bagi unsur hara dan agrokimia yang digunakan

oleh tumbuhan dan tanaman. Selain itu penambahan biochar ke tanah meningkatkan ketersediaan kation utama dan fosfor, total N dan kapasitas tukar kation tanah (KTK) yang pada akhirnya meningkatkan hasil karena dapat mengurangi risiko pencucian hara khususnya kalium dan $N-NH_4$ (Bambang, 2012).

Menurut penelitian yang telah dilakukan Nurida, dkk., (2019) menunjukkan bahwa aplikasi biochar dosis $5 t.ha^{-1}$ dan $15 t.ha^{-1}$ nyata meningkatkan tinggi tanaman padi gogo dan jumlah anakan pada musim tanam kedua dan ketiga. Tanpa biochar, tinggi tanaman pada umur 60 HST berkisar antara 54,5-81,4 cm. Penambahan biochar meningkatkan tinggi tanaman menjadi 65,1-97,2 cm dan 67,2-103,8 cm masing-masing untuk dosis $5 t.ha^{-1}$ dan $15 t.ha^{-1}$. Pada musim tanam pertama, biochar umumnya belum berinteraksi dengan matrik tanah sehingga belum banyak berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Efek residu biochar sangat nyata terlihat pada musim tanam kedua dan ketiga, terutama pada pemberian dengan dosis $15 t.ha^{-1}$. Pemberian biochar dosis $5 t.ha^{-1}$ dan $15 t.ha^{-1}$ pada musim tanam pertama mampu mendukung pertumbuhan padi gogo hingga musim tanam ke-4. Pemberian biochar mampu meningkatkan hasil gabah dan lahan lebih produktif. Perbedaan bahan biochar sebagai *ameliorant* memberikan respon yang berbeda terhadap bobot gabah kering panen.

2. 5 Pengaruh Biochar dan Pupuk Kandang terhadap Adsorpsi P

Isoterm adsorpsi Langmuir banyak digunakan untuk proses kimia adsorpsi. Proses dari isoterm adsorpsi Langmuir yaitu penyerapannya akan berlangsung secara terus menerus hingga mencapai lapisan tunggal dan akan terus melakukan adsorpsi sampai tercapai lapisan monolayer, sedangkan isoterm Freundlich merupakan isoterm yang paling umum digunakan karena menghasilkan permukaan yang heterogen dan biasanya banyak terdapat pada bahan alam (Nurdiani, 2005).

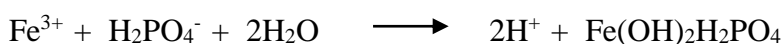
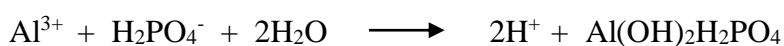
Jerapan maksimum fosfor yang semakin tinggi di dalam tanah menyebabkan penyerapan fosfor pada tanaman semakin rendah dan kandungan fosfor tersedia

dalam tanah semakin rendah. Kandungan fosfor tersedia dalam tanah mempengaruhi serapan oleh tanaman (hasil produksi menurun) (Soplanit dan Soplanit, 2012).

Fosfor yang ada di dalam tanah dalam bentuk organik dan anorganik. Bentuk organik P ditemukan dalam bahan organik dan humus. Fosfor dalam bahan organik dilepaskan melalui proses mineralisasi melibatkan organisme tanah. Aktivitas mikroba ini sangat dipengaruhi oleh kelembaban tanah dan suhu. Fosfor anorganik bermuatan negatif di sebagian besar tanah. Fosfor bereaksi dengan besi (Fe) bermuatan positif, aluminium (Al), dan kalsium (Ca) untuk membentuk zat relatif tidak larut. Kelarutan senyawa fosfor anorganik secara langsung mempengaruhi ketersediaan P untuk pertumbuhan tanaman. Ketersediaan unsur hara di dalam tanah akan optimal pada tingkat kemasaman tanah mendekati netral. Pada kondisi masam hara tanah tidak tersedia karena sebagian besar terfiksasi oleh Al dan Mn pada lahan kering, Fe dan Mn pada lahan sawah. Sedangkan pada tanah bereaksi basa hara tidak tersedia karena terfiksasi oleh hara Ca. Hara Fe yang tersedia pada kondisi masam, selain meracuni tanaman juga menyelubungi akar tanaman sampai tidak dapat menyerap hara tanah, serta dapat mengikat hara P menjadi tidak tersedia. Pada kondisi basa, hara P juga tidak tersedia bagi tanaman karena diikat oleh hara Ca (Kasno, dkk., 2016).

Penjerapan ion P pada umumnya terjadi akibat ikatan ion P dengan mineral oksida-hidroksida Al dan Fe di dalam larutan tanah (Lumbanraja, 2012).

Pengikatan ion P oleh mineral oksida-hidroksida Al dan Fe dapat dilihat sebagai berikut :

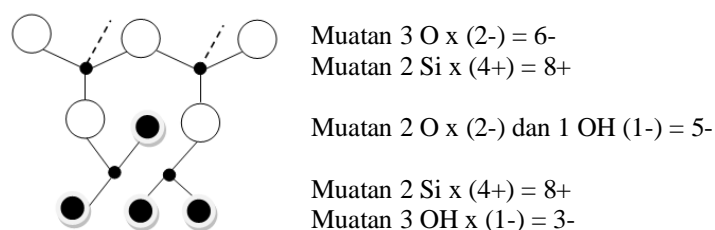


Berdasarkan hasil penelitian Lumbanraja, dkk., (2018), bahwa penambahan pupuk NPK dan pupuk organonitrofos ke dalam tanah secara tunggal maupun dikombinasikan mampu mengurangi kapasitas jerapan maksimum P dibandingkan dengan tanah yang tidak diberi pupuk. Pada Tanah Ultisol yang tidak diberi perlakuan pupuk anorganik maupun pupuk organik dapat menjerap P lebih tinggi

dibandingkan dengan yang diberi perlakuan pupuk anorganik maupun pupuk organik. Hal ini menunjukkan bahwa pada Tanah Ultisol yang tidak diberi perlakuan pupuk memiliki kandungan P yang lebih sedikit, sehingga dapat menjerap P lebih tinggi dan mampu memiliki kapasitas jerapan maksimum P.

Koloid liat yang memiliki muatan positif akan menjerap P yang berbentuk H_2PO_4^- baik secara langsung maupun melalui *water interface* (Tan, 1998). Selain itu penyerapan P juga dapat melalui mekanisme jembatan kation (*cation bridging*). Kation yang berperan adalah Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada tanah netral dan alkalin, sedangkan pada tanah masam kation yang berperan adalah Al^{3+} dan Fe^{3+} . Mekanisme penyerapan P oleh koloid organik mirip dengan jerapan P oleh koloid inorganik, yaitu koloid yang bermuatan positif menjerap P secara langsung, sedangkan koloid yang bermuatan negatif melalui mekanisme jembatan kation (Tan, 1998).

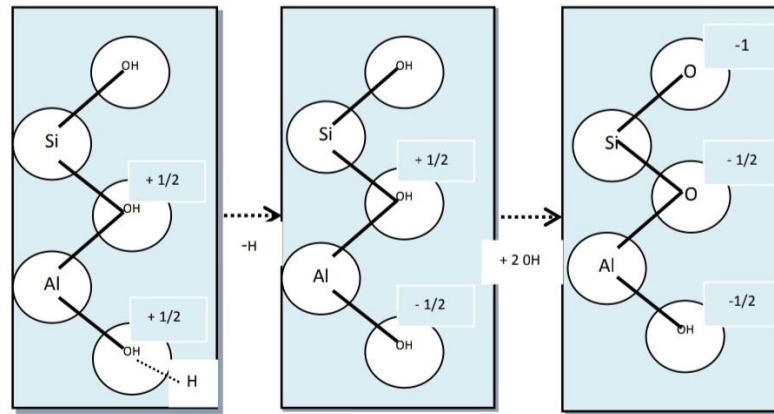
Pada tanah Ultisol memiliki jumlah kaolinit yang banyak, hal ini disebabkan pelapukan liat silikat mencapai puncaknya. Kaolinit merupakan mineral liat Tipe 1:1 dengan rumus kimia $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ (Salam, 2020). Kaolinit memiliki muatan negatif yang kecil (Rodiansono, dkk., 2008). Berikut merupakan gambar tipe mineral liat 1:1 :



Gambar 2. Skematik susunan oksigen, hidroksil, silika, pada tetrahedral, dan Al pada dioktahedral mineral liat tipe 1:1 yang tidak mengalami substitusi isomorf (Lumbanraja, 2012).

Muatan negatif di dalam tanah berasal dari 3 sumber, yaitu : muatan negatif patahan mineral liat, muatan negatif hasil substitusi isomorfik, dan muatan negatif asal bahan organik (Salam, 2020). Muatan negatif pada mineral liat tipe 1:1 berasal dari hidrolisis H pada patahan pinggiran kristal, sehingga pada penelitian ini perlu ditambahkan bahan organik pada tanah dan dapat meningkatkan pH pada

tanah sehingga meningkatkan muatan negatif pada koloid tanah yang disebabkan oleh patahan mineral liat. Hal ini mengakibatkan penjerapan P menurun dan meningkatkan P tersedia pada tanah. Berikut merupakan gambar perkembangan muatan negatif tanah asal patahan mineral liat silikat :



Gambar 3. Perkembangan muatan negatif tanah asal patahan mineral liat silikat (Bohn dkk., 1985)

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2021 sampai bulan Februari 2022 di Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Analisis sampel tanah dan tanaman, dan jerapan P menggunakan metode Isotermik Langmuir di Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Sejarah Lahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan lahan berkelanjutan, sebelumnya digunakan pada tahun 2020 pada musim tanam ke-1. Pengaplikasian perlakuan pada musim tanam ke-1 adalah pupuk dasar, pupuk kandang ayam, dan biochar. Komoditas yang digunakan adalah tanaman jagung (*Zea mays*) dengan perlakuan yang diberikan yaitu P0= kontrol (pupuk dasar), P1 = biochar 10 Mg.ha⁻¹ + pupuk dasar, P2 = pupuk kandang ayam 10 Mg.ha⁻¹ + pupuk dasar, dan P3 = biochar 10 Mg.ha⁻¹ + pupuk kandang ayam 5 Mg.ha⁻¹ + pupuk dasar. Dosis pupuk dasar pada penelitian musim tanam ke-1 adalah 200 kg.ha⁻¹ NPK, dan 200 kg.ha⁻¹ Urea.

Selanjutnya, lahan ini digunakan pada penelitian yang dilakukan pada tahun 2021 dengan komoditas padi gogo (*Oriza sativa* L.) pada musim tanam ke-2. Perlakuan yang diaplikasikan adalah pupuk dasar, pupuk kandang ayam, dan biochar.

Penelitian ini menggunakan 4 perlakuan yaitu, B0 = pupuk dasar, B1 = biochar 5 Mg.ha⁻¹ + pupuk dasar, B2 = pupuk kandang ayam 5 Mg.ha⁻¹ + pupuk dasar, dan B3 = pupuk kandang ayam 5 Mg.ha⁻¹ + biochar 5 Mg.ha⁻¹ + pupuk dasar. Dosis

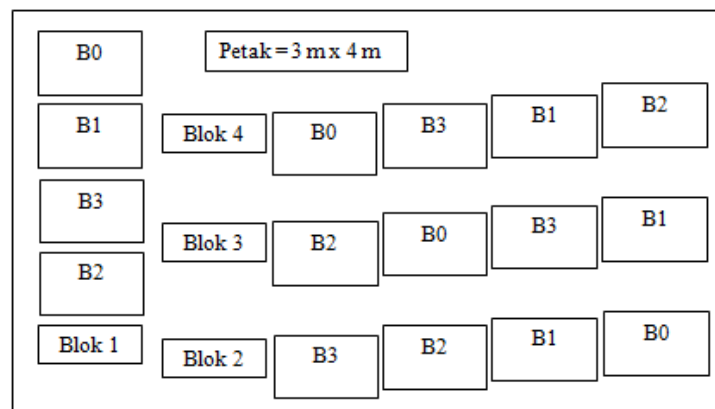
pupuk dasar yang diaplikasikan adalah 200 kg.ha^{-1} Urea, 100 kg.ha^{-1} KCl, dan 100 kg.ha^{-1} SP-36.

3.3 Bahan dan Alat

Alat yang digunakan pada percobaan lapang adalah cangkul, koret, pemotong rumput, dan selang *drip* dan pipa, dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium adalah tabung reaksi, gelas ukur, labu ukur, gelas *beaker*, corong, kertas saring, kuvet, pengocok, neraca analitik, dan spektrofotometer. Sedangkan bahan yang digunakan adalah benih padi gogo dengan varietas Inpago Unsoed 1, pupuk kandang kotoran ayam, biochar (kayu gelam), dan pupuk Urea, SP-36, dan KCl. Bahan yang digunakan untuk analisis di laboratorium adalah larutan Bray 1, NaF 1N, HCl 0,5N, larutan standar P, larutan kerja (asam molibdat, dan asam askorbat), HCL 25%, dan CaCl_2 1M.

3.4 Rancangan dan Perlakuan

Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 ulangan dan 4 perlakuan. Setiap perlakuan diberikan pupuk dasar dengan dosis Urea : 200 kg.ha^{-1} , SP-36 : 100 kg.ha^{-1} , KCl : 100 kg.ha^{-1} . Berikut merupakan daftar perlakuan yang digunakan dalam penelitian yang dapat dilihat pada keterangan dan denah satuan percobaan pada Gambar 2.



Keterangan : B0 = Pupuk dasar, B1 = Biochar 5 Mg.ha^{-1} + pupuk dasar, B2 = Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha^{-1} + pupuk dasar, B3 = Pupuk kandang ayam 5 Mg.ha^{-1} + biochar 5 Mg.ha^{-1} + pupuk dasar.

Gambar 4. Denah petak perlakuan.

3.5 Percobaan Lapangan

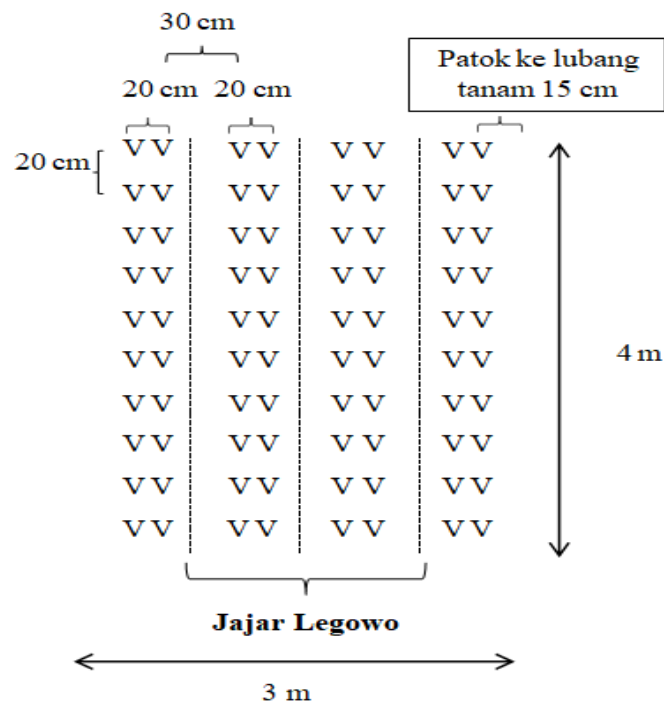
Hal-hal yang harus dipersiapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Pengolahan Tanah

Tanah diolah menggunakan cangkul yang kemudian diratakan agar agregat tanah menjadi remah dan dibuat 16 petak dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Ukuran setiap petak adalah 3 m x 4 m dengan jarak antar petak 0,5 m, dan jarak antar ulangan 1 m.

3.5.2 Penanaman

Benih padi gogo yang digunakan adalah varietas Inpago Unsoed 1. Sebelum ditanam benih padi gogo akan direndam dengan air selama semalam sampai berkecambah. Penanaman benih padi gogo menggunakan alat bantu tugal, benih ditanam dengan kedalaman sekitar 2 cm - 3 cm (cukup dalam untuk menghindari dari gangguan semut, dll) kemudian ditutup dengan tanah, setiap lubang diisi dengan 2-3 benih padi gogo. Penanaman menggunakan sistem tanam jajar legowo dengan jarak tanam 30 cm x 20 cm.



Gambar 5. Sistem Tanam Padi Gogo Jajar Legowo.

3.5.3 Pengaplikasian Pupuk

Pengaplikasian pupuk kandang kotoran ayam, dan biochar dilakukan setelah melakukan penanaman padi gogo (hari pertama) dengan cara disebar, dosis yang diberikan pada pupuk kandang kotoran ayam adalah 5 Mg.ha^{-1} , dan biochar adalah 5 Mg.ha^{-1} . Pengaplikasian pupuk kimia dilakukan sebanyak 2 kali, pengaplikasian pertama yaitu pupuk Urea dengan dosis 100 kg.ha^{-1} , SP-36 sebanyak 100 kg.ha^{-1} , dan KCl sebanyak 100 kg.ha^{-1} pada usia tanaman 15 HST. Pengaplikasian kedua adalah pupuk Urea sebanyak 100 kg.ha^{-1} pada usia tanaman 4 MST.

3.5.4 Pemeliharaan Tanaman

Pengairan tanaman dilakukan dengan sistem *drip*. Pengairan tanaman dilakukan setiap hari dengan mengontrol air yang keluar dari selang. Penyiangan setiap petak dilakukan secara manual dan dilakukan setiap gulma mulai terlihat.

3.5.5 Panen

Padi dipanen pada usia 110-130 hari setelah tanam. Panen dilakukan pada bulan Agustus tahun 2021 dengan ciri panen 50% padi sudah menguning dan 50% tanaman berbunga.

3.5.6 Penentuan Contoh Tanaman dan Parameter yang Diamati

Contoh tanaman pada setiap petak perlakuan ditentukan secara acak. Pada setiap petak terdapat 5 sampel tanaman yang diamati yang berada pada bagian baris kedua setelah baris terpinggirnya. Penetapan setiap sampel tanaman juga berada pada baris yang berbeda. Pada saat panen bobot tanaman akan dihitung, kemudian mulai dipisahkan antara total jerami dengan malai, dan berat gabah. Persentase gabah kosong setiap rumpun dihitung. Kemudian ditimbang berat 1000 butir gabah, setelah itu gabah dijemur di bawah sinar matahari sampai diperoleh gabah kering giling, kemudian setiap parameter ditimbang ulang bobot biomassa kering. Setelah itu dihitung bobot total jerami dengan malai, sekam

padi, dan beras. Kemudian dihitung juga bobot biomassa kering 1000 butir gabah siap giling, dan 1000 butir beras.

3.5.7 Analisis Tanah

Analisis tanah dilakukan dengan cara pengambilan sampel tanah sebelum tanam dan sesudah panen. Sampel tanah yang sudah diambil kemudian dikering udarakan dan diayak dengan ukuran 2 mm. Analisis yang dilakukan adalah P-tersedia (Metode Bray 1), P-total (Metode HCl 25%), pH (pH meter), KTK (Amonium Asetat 1N pH 7), Nitrogen total (Metode Kjeldahl), Kalium dapat ditukar (Metode 1N NH₄Oac pH 7) (Thom dan Utomo, 1991).

3.5.8 Analisis Tanaman

Analisis tanaman dilakukan setelah panen tanaman padi gogo, pemanenan dilakukan setelah berusia 3 bulan dengan menganalisis P terangkut pada sampel tanaman, yaitu gabah dan brangkasan padi gogo. Penyiapan analisis jaringan tanaman dengan cara pengabuan kering yaitu, jaringan tanaman kering oven dengan berat 1 gram dikeringabukan dalam tungku pengabuan dengan suhu 300⁰ C selama 2 jam, kemudian suhu dinaikkan menjadi 500⁰ 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. Bagian tanaman yang dianalisis adalah batang dan daunnya, kemudian brangkasan akan dimasukkan ke dalam oven. Setelah itu bagian tanaman yang dianalisis diabukan, dan dianalisis tanaman untuk menentukan kadar unsur hara P terangkut dalam tanaman tersebut (Thom dan Utomo, 1991).

3.6 Percobaan Laboratorium

3.6.1 Model Isotermik Langmuir

Penetapan jerapan P dilakukan dengan pendekatan model Langmuir (Fox dan Kamprath, 1970). Prosedur ini disadur dari (Sari, 2015; Carter dan Gregorich, 2008; Fiantis, 2004) yang memiliki modifikasi pada pembuatan larutan seri P.

3.6.2 Pembuatan Larutan Seri P

Larutan seri yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0, 10, 20, 50, 100, dan 200 ppm P yang mengandung 0,01 M CaCl_2 . Langkah pembuatan larutan seri 10 ppm P yaitu dengan memasukkan 10 ml larutan KH_2PO_4 1000 ppm P ke dalam labu ukur 1000 ml, kemudian ditambahkan larutan CaCl_2 1M sebanyak 10 ml dan ditambahkan dengan aquades hingga 1000 ml. Langkah yang sama dilakukan hingga mencapai konsentrasi 200 ppm P.

Tabel 1. Pembuatan larutan seri P.

Larutan seri (ppm P)	KH_2PO_4 1000 ppm P (ml)	CaCl_2 1M (ml)	Volume akhir (ml)
0	0	10	1000
10	10	10	1000
20	20	10	1000
50	50	10	1000
100	100	10	1000
200	200	10	1000

3.6.3 Pembuatan Larutan KH_2PO_4 dan Larutan CaCl_2

Pembuatan larutan KH_2PO_4 1000 ppm P dilakukan dengan menimbang 4,3931 g KH_2PO_4 kemudian dilarutkan menggunakan air destilata (aquades) hingga 1000 ml. Sedangkan larutan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1 M dibuat dengan melarutkan 147 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 700 ml air destilata, kemudian ditera hingga 1000 ml.

3.6.4 Penetapan Jerapan Fosfor pada Tanah dan Parameter Isotermik Langmuir

Contoh masing-masing tanah pada perlakuan tanah sebelum tanam dan setelah panen ditimbang 3 g dan dimasukkan ke dalam botol kocok, lalu ditambahkan 30

ml larutan seri P, yaitu 0, 25, 50, 100, 150, dan 200 ppm P yang mengandung larutan CaCl_2 0,01 M. Kemudian contoh tanah akan disuspensi menggunakan *shaker* selama 2 jam. Kemudian suspensi tanah disentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit, kemudian ekstrak jernih disaring dan digunakan dalam pengukuran fosfor. Setelah itu, fosfor yang terlihat pada supernatant (larutan tanah) diukur menggunakan *calorimeter* menggunakan *spectrophotometer* dengan panjang gelombang 720 nm. Sedangkan fosfor yang terjepap di dalam tanah merupakan selisih konsentrasi larutan fosfor yang diberikan dengan fosfor yang terekstrak pada supernatan (larutan tanah) (Carter dan Gregorich, 2008 : Fiantis, 2004).

3.6.4.1 Analisis Jerapan Fosfor Tanah dengan Parameter Isotermik Langmuir

Parameter isotermik Langmuir digunakan untuk menganalisis jerapan P dalam tanah dengan persamaan :

$$\frac{C}{q} = \frac{1}{Kb} + \frac{1}{b} C$$

$$\frac{C}{q} = \frac{1}{Kb} + \frac{C}{b} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan : $\frac{C}{q}$ = Indeks jerapan P

K = Relatif energi ikatan

b = Jerapan maksimum (mg P kg^{-1})

C = Konsentrasi kesetimbangan P dalam larutan (mg P L^{-1})

q = Jumlah P terjepap (mg P kg^{-1})

Jerapan P tanah diperoleh dari pengurangan P awal dengan konsentrasi P dalam larutan kesetimbangan. Konsentrasi P larutan kesetimbangan (C) dan jerapan P (q) dari masing-masing perlakuan dapat dihitung jerapan maksimum P (b) dan konstanta relatif energi ikatan P (K) dari tapak jerapan. Penetapan jerapan maksimum (b) dan konsentrasi relatif energi ikatan (K) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi linier $y = m + nx$.

Oleh karena itu, dari persamaan (1), nilai jerapan maksimum P (b) dicari menggunakan persamaan regresi linier, sebagai berikut :

$$\frac{1}{b} = n$$

$$b = \frac{1}{n} \dots \dots \dots (2)$$

Nilai relatif energi ikatan (K) dapat diperoleh menggunakan persamaan regresi linier, sebagai berikut :

$$\frac{1}{Kb} = m$$

$$1 = m.K.b$$

$$K = \frac{1}{mb}$$

$$K = \frac{1}{m \frac{1}{n}}$$

$$K = \frac{n}{m} \dots \dots \dots (3)$$

3.7 Analisis Data

3.7.1 Uji F (Analisis Ragam)

Homogenitas ragam produksi kering tanaman dan P-terpanen pada tanaman padi gogo diuji dengan menggunakan uji Bartlet dan aditivitas diuji dengan menggunakan uji Tukey. Selanjutnya dilakukan Analisi Ragam dan perbedaan nilai rata-rata perlakuan yang memenuhi asumsi diuji dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) (Susilo, 2013).

3.7.2 Uji Student-t

Uji Student-t pada taraf nyata 5 % dilakukan untuk melihat perbedaan antara masing-masing jerapan maksimum fosfor (X_{max}) dan relatif energi jerapan fosfor (K_L) di dalam tanah pada setiap perlakuan yang menggunakan model isotermik Langmuir (Susilo, 2013).

3.7.3 Uji Korelasi

Uji korelasi dilakukan untuk melihat hubungan jerapan maksimum (X_{max}) dan relatif energi jerapan fosfor (K_L) dengan P tersedia, P total, C organik, dan serapan hara P gabah dan jerami. Kemudian melihat hubungan serapan hara P jerami dengan tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah daun, dan berat kering jerami, serta hubungan antara serapan hara P gabah dengan tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah daun, dan produksi padi gogo (Susilo, 2013).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang didapatkan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian pupuk kandang ayam, biochar, serta kombinasi keduanya dengan dosis masing-masing 5 Mg.ha^{-1} mampu meningkatkan produksi tanaman padi gogo dan P terangkut pada tanaman padi gogo di Tanah Ultisol Gedung Meneng.
2. Perlakuan kombinasi pupuk kandang ayam, dan biochar dengan dosis masing-masing 5 Mg.ha^{-1} mampu menurunkan jerapan maksimum (X_{max}) dan relatif energi ikatan (K_L) fosfor di tanah Ultisol Gedung Meneng.
3. Jerapan maksimum (X_{max}) fosfor tanah sebelum tanam tidak berkorelasi terhadap P tersedia, serapan P gabah, serapan P jerami, P total, dan C organik. Relatif energi ikatan (K_L) fosfor pada tanah sebelum tanam tidak berkorelasi terhadap P tersedia, serapan P gabah, serapan P jerami, P total, dan C organik. Sedangkan pada jerapan maksimum (X_{max}) fosfor tanah setelah panen berkorelasi positif terhadap P tersedia, dan tidak berkorelasi terhadap serapan P gabah, serapan P jerami, P total, dan C organik. Relatif energi ikatan (K_L) fosfor pada tanah setelah panen berkorelasi positif terhadap serapan P gabah, dan tidak berkorelasi terhadap P tersedia, serapan P jerami, P total, dan C organik.

5.1 Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh bahan organik berupa biochar dan pupuk kandang dapat terurai sempurna di dalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, F. N., Siswanto, B., dan Nuraini, Y.. 2015. Pengaruh pemberian berbagai jenis bahan organik terhadap sifat kimia tanah pada pertumbuhan dan produksi tanaman ubi jalar di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2 (2) : 237-244.
- Aini, S. N., Setiawan, R., Lumbanraja, J., Sarno, dan Septiana, L. M.. 2022. Produksi, hara N dan P terangkut akibat aplikasi berbagai jenis biochar dan pupuk P pada pertanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*) di tanah Ultisol Natar Lampung Selatan. *Journal of Tropical Upland Resources*. 4(1) : 18-39.
- Akmal, S., dan Simanjuntak, B. H.. 2019. Pengaruh pemberian biochar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa* Subsp. *chinensis*). *AgriLand Jurnal Pertanian*. 7 (2) : 168-174.
- Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pertanian. 2015. *Biochar Pembenh Tanah yang Potensial*. Agro Inovasi. Jakarta. 48 hal.
- Badan Penelitian dan Pengembangan. 2009. *Petunjuk Teknis Edisi 2, Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Agro Inovasi. Bogor. 234 hal.
- Badan Pusat Statistika. 2011. *Indonesia Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Nasional. Jakarta. 620 hal.
- Badan Pusat Statistika. 2021. *Hasil sensus penduduk 2020*. Berita Resmi Statistik. Kementerian dalam Negri. Hal 1-12.
- Badan Pusat Statistika. 2020. *Statistik Indonesia Statistical Yearbook of Indonesia 2020*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 748 hal.
- Bambang S. A.. 2012. *Si Hitam Biochar yang Multiguna*. PT. Perkebunan Nusantara X (Persero), Surabaya.
- Bhatti, J. S., Comerford, N. B., Johnston, C. T.. 1998. Influence of oxalate and soil organic matter on sorption and desorption of phosphate onto a Spodic horizon. *Soil Science Society of America*. 62 : 1089-1095.

- Bubba, M. D., Arias, C. A., and Brix, H.. 2003. Phosphorus adsorption maximum of sands for use as media in subsurface flow constructed reed beds as measured by the Langmuir isotherm. *Water Research*. 37 : 3390-3400.
- Carter, M.R., and Gregorich, E.G.. 2008. *Soil Sampling and Methods of Analysis 2nd Edition*. Taylor and Francis Group. United States of America. 1221 hal.
- Chairunissya, R. A., Hanum, H., dan Hidayat, B.. 2017. Aplikasi bahan organik dan biochar untuk meningkatkan C-organik, P dan Zn tersedia pada tanah sawah. *Jurnal Agroetnologi FP USU*. 64 : 494 – 499.
- DeLuca, T. H., MacKenzie, M. D., and Gundale, M. J.. 2009. Biochar effects on soil nutrient transformation. In Lehmann, J., and Joseph, S., editor. *Biochar for enviromental management: Science and Technology*. Sterling, Va Earthscan. pp 251-265.
- Dzikirullah, M., Mindari, W., dan Priyadarshini, R.. 2021. Efektifitas serapan P dan hasil padi (*Oriza sativa* L.) sawah akibat pemberian pupuk Si dan asam humat. *Plumula*. 9 : 36-47.
- Endriani, Sunarti, dan Ajidirman. 2013. Pemanfaatan biochar cangkang kelapa sawit sebagai soil amandement Ultisol sungai Bahar-Jambi. *Jurnal Penelitian Univeritas Jambi Seri Sains*. 15(1):39-46.
- Fiantis, D.. 2014. Kurva sorpsi fosfat menurut Langmuir dan Freundlich sebagai penduga kebutuhan pupuk fosfat pada Andisols Sumatera Barat. *Jurnal Solum*. 1: 15-25.
- Fikdalillah, Basir, M., dan Wahyudi, I.. 2016. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap serapan fosfor dan hasil tanaman sawi putih (*Brassica pekinensis*) pada Entisol Sidera. *E-Jurnal Agrotekbis*. 4 (5) : 491 – 499.
- Firnia, D.. 2018. Dinamika unsur fosfor pada tiap horizon profil tanah masam. *Jurnal Agroekotek*. 10 (1) : 45 – 52.
- Fitriatin, B. N., Yuniarti, A., Turmuktini, T., and Ruswandi, F. K.. 2014. The effect of phosphate solubilizing microbe producing growth regulators on soil phosphate, growth and yield of maize and fertilizer efficiency on Ultisol.Eurasian. *Journal of Soil Sci. Indonesia*. 3:101-107.
- Fox, R.L and Kamprath, E.J.. 1970. Phosphate sorption isotherm for evaluating the phosphate requirement of soils. *Soil Science Society of America Proceeding*. (34): 902-907.

- Grant, C., Bittman, S., Montreal, M., Plenchette, C., and Morel, C.. 2005. Soil and fertilizer phosphorus : effects on plant p supply and mycorrhizal development. *Canadian Journal of Plant Science*. 85 (1) : 3 – 14.
- Hanafiah, A.S., Sabrina, T., dan Guchi, H.. 2009. *Biologi dan Ekologi Tanah*. Program Studi Agroetnologi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara, Medan. 574 hal.
- Hartatik, W., dan Widowati, L. R.. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Hal 59-82.
- Herman, W., dan Resigia, E.. 2018. Pemanfaatan biochar sekam dan kompos jerami padi terhadap pertumbuhan dan produksi padi (*Oryza sativa*) pada tanah ordo Ultisol. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 15 (1) : 42 – 50.
- Hermawan, A., Sabaruddin, Marsi, Hayati, R., dan Warsito. 2014. Perubahan jerapan P pada Ultisol akibat pemberian campuran abu terbang batubara-kotoran ayam. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*. 11 (1) : 1 – 10.
- Ippolito, J. A., Laird, D. A., and Busscher, W. J.. 2012. Environmental benefits of biochar. *Journal Environ. Qual.* (41) : 967 –972.
- Karo, A., Lubis, A., dan Fauzy. 2017. Perubahan beberapa sifat kimia tanah ultisol akibat pemberian beberapa pupuk organik dan waktu inkubasi. *Jurnal Agroteknologi FP USU*. 5(2): 277-283.
- Kasno, A., Rostaman, T., dan Setyorini, D. 2016. Peningkatan produktivitas lahan sawah tadah hujan dengan pemupukan hara N, P, dan K dan penggunaan padi varietas unggul. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 40(2): 147-157.
- Kementrian Pertanian Republik Indonesia. 2019. Daulat pangan petani sejahtera. *Produktivitas Tinggi Padi Gogo Pacitan*.
<https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=1667>.
Diakses pada 22 November 2021.
- Khair, H., Pasaribu, M.S., dan Suprpto, E.. 2013. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.) terhadap pemberian pupuk kandang ayam dan pupuk organik cair plus. *Agrium*. 18 (1) : 13-22.
- Kusumastuti, A. 2014. Soil available P dynamics, pH, organic-C, and P uptake of patchouli (*Pogostemon Cablin* Benth.) at various dosages of organic matters and phosphate in ultisols. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 14 (3): 145-151.
- Lilik, T., I. 2014. Chicken manure composts as nitrogen sources and their effect on the growth and quality of komatsuna (*Brassica Rapa* L.). *Journal Issaas*. 20(1): 52-63.

- Loks, N.A., Manggoel, W., Daar, J. W., Mamzing, D., and Seltim, B. W.. 2014. The effects of fertilizer residues in soils and crop performance in Northern Nigeria: A review. *Journal Agricultural Science Soil Science*. 4(9): 180-184.
- Lumbanraja, J.. 2012. *Geologi, Petrologi, dan Mineralogi Tanah*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 191 hal.
- Lumbanraja, L., H. Novpriansyah, A. Niswati, and T. P. Sari. 2016. Phosphorus adsorption behavior as affected by compost, iron ion, and iron concretion in highly weathered soil. *The 6th Internasional Symposium for the Development of Integrated Pest Management in Asia and Africa*. 29-35. Nigata, March, 1-3th.
- Lumbanraja, J., Satgata, C. P., Sarno, Utomo, M., Hasibuan, R., Dermiyati, and Triyono, S.. 2018. Phosphorus (P) adsorption behavior and harvested P by the sugarcane (*Saccharum Officinarum* L) affected by inorganic and organic fertilizer application on an Ultisol. *Journal Trop Soils*. 23 (1): 35–45.
- MarcanoMartinez, E., and McBride, M. B.. 1989. Comparison of the titration and ion adsorption methods for surface charge measurements in Oxisols. *Soil Science Society America Journal*. 53 : 1040-1045.
- Mehdi, S. M., Rehman, O., Ranjha, A. M., and Sarfraz, M.. 2007. Adsorption capacities and availability of phosphorus in soil solution for rice wheat cropping system. *World Applied Science Journal*. 2(4) : 244 – 265.
- Melati, C., Prawiranegara, B. M. P., Flatin, A. N., dan Suryadi, E.. 2020. Pertumbuhan, hasil dan serapan fosfor (32p) tanaman jagung manis (*Zea mays L. saccharata sturt*) akibat pemberian biochar dan SP-36. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 16 (2) : 67-76.
- Minardi, S., Syamsiyah, J., dan Sukoco. 2011. Pengaruh bahan organik dan pupuk fosfor terhadap ketersediaan dan serapan fosfor pada andisols dengan indikator tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt*). *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*. 8 (1) : 23 – 30.
- Minardi, S.. 2018. Peran asam humat dan fulvat dari bahan organik dalam pelepasan p terjerap pada Andisol. *Ringkasan Disertasi*. Program Pascasarjana Universitas Brawijaya. Malang.
- Mirna, M., Chandra, T. C., Sudaryanto, dan Y., Ismadji, S.. 2006. *Keseimbangan dan Kinetika Adsorpsi Methylen Biru pada Karbon Aktif yang Terbuat dari Kulit Durian*. Jurusan Teknik Kimia, Unika Widya. 8 hal.

- 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.
- Nita, C.E., Siswanto, B. dan Utomo, W.H. 2015. Pengaruh pengolahan tanah dan pemberian bahan organik (blotong dan abu ketel) terhadap porositas tanah dan pertumbuhan tanaman tebu pada Ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2(1) :119-127.
- Nurdiani, D.. 2005. Adsorpsi logam Cu (II) dan Cr (IV) pada kitosan bentuk serpihan dan butiran. *Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Universitas Institut Pertanian Bogor. 16 hal.
- Nurida, N. L., Jubaedah, dan Dariah, A.. 2019. Peningkatan produktivitas padi gogo pada lahan kering masam akibat aplikasi pembenah tanah biochar. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. (3) : 67-74
- Pasang, Y. H., Jayadi, M., dan Rismaneswati. 2019. Peningkatan unsur hara fosfor tanah Ultisol melalui pemberian pupuk kandang, kompos dan pelet. *Jurnal Ecosolum*. 8(2): 86-96.
- 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) : 39-46.
- Purba, S. T. Z., Damanik, M. M. B., dan Lubis, K. S.. 2017. Dampak pemberian pupuk TSP dan pupuk kandang ayam terhadap ketersediaan dan serapan fosfor serta pertumbuhan tanaman jagung pada tanah Inceptisol Kwala Bekala. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5 (3) : 638 – 643.
- Refliaty, Gindo, T. dan Hendriansyah. 2011. Pengaruh pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi terhadap perbaikan beberapa sifat fisik Ultisol dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) merill. *Jurnal Hidrolitan*. 2(3): 103-114.
- Rodiansono, R. Ariantie, and Abdullah. 2008. Intercalation of Olygomer of Hydroxyl-chromium Into Natural Kaolinite. *Indonesian Journal of Chemistry*. 8 (1) : 31-36.
- Rosmarkam, A., dan Yuwono, N. W.. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta. 214 hal.
- Saidy, A.R.S. 2018. *Bahan Organik Tanah: Klasifikasi, Fungsi dan Metode Studi*. Lambung Mangkurat University Press. 145 hal.
- Salam, A. K.. 2020. *Ilmu Tanah*. Global Madani Press. Bandar Lampung. 393 hal.

- Salawati, Basir, M., Kadekoh, I., dan Thaha, A. R.. 2016. Potensi biochar sekam padi terhadap perubahan pH, KTK, C-organik, dan P-tersedia pada tanah sawah Inceptisol. *Jurnal Agroland*. 23 (2) : 101 – 109.
- Sanny, L. 2010. Analisis produksi beras di Indonesia. *Binus Business Review*. 1(1): 245-251.
- Santosa, E.. 2009. Aktifitas beberapa isolate bakteri pelarut fosfat pada berbagai kadar C organik di tanah Ultisol. *Dalam : Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Inovasi Sumberdaya Lahan. Teknologi Konservasi, Pemupukan, dan Biologi Tanah*. Buku II. Bogor. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Hal 1-14.
- Santoso, B., Haryanti, F., dan Kadarsih, S. A.. 2004. Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan produksi serat tiga klon rami di lahan aluvial Malang. *Jurnal Pupuk*. 5 (2) : 14-18.
- Sari, M. N., 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.
- Sari, T.P. 2015. *pengaruh besi dan bahan organik terhadap jerapan maksimum dan energi ikatan fosfor pada tanah Ultisol Natar*. Skripsi. Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung. 53 hal.
- Satriawan B. D and E. Handayanto. 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.
- Shalsabila, F., Prijono, S., dan Kusuma, Z.. 2017. Pengaruh aplikasi biochar kulit kakao terhadap kemantapan agregat dan produksi tanaman jagung pada Ultisol Lampung Timur. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 4(1) : 473-480.
- Shamshuddin, J., and Anda, M.. 2008. Charge properties of soils in Malaysia dominated by kaolinite, gibbsite, goethite and hematite. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*. 54 : 27-31.
- Silvina, F., Yulia, A., dan Masri, N.. 2017. Pemberian berbagai pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produksi beberapa varietas padi gogo (*Oryza Sativa* L.) yang ditanam diantara tanaman kelapa sawit belum menghasilkan. *Dinamika Pertanian*. 33 (3): 231-242.
- Simanjuntak, Desi., Damanin, M. M. B., dan Sitorus, Bintang. 2016. Pengaruh tepung cangkang telur dan pupuk kandang ayam terhadap pH, Ketersediaan hara P dan Ca tanah Inceptisol dan serapan P dan Ca pada tanaman jagung (*Zea Mays* .L). *Jurnal Agroetnologi*. 4 (3) : 6139 - 6145.

- Soplanit, M., dan Soplanit, R.. 2012. Pengaruh bokashi ela sagu pada beberapa tingkat kematangan dan pupuk SP-36 terhadap serapan P dan pertumbuhan jagung (*Zea mays L.*) pada Tanah Ultisol. *Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 1 (1) : 60-68.
- Steiner, C.. 2007. Soil charcoal amendments maintain soil fertility and establish carbon sink – research and prospects. *Soil Ecology Research Development*. pp 1-6.
- Su, C., and J. B. Harsh. 1996. Alteration of Imogolite, Allophane, and Acidic Soil Clays by Chemical Extractants. *Soil Science Society of America Journal*. 60 (1) : 77-85.
- Susilo, F. X. 2013. *Aplikasi Statistika untuk Analisis Data Riset Proteksi Tanaman*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung. 168 hal.
- Tan, K. H.. 1998. *Principles of Soil Chemistry*. Third Edition Revised and Expanded. Marcel Dekker, Inc., New York. pp 560.
- Tan, K. H.. 2008. *Soil in the Humid Tropics and Monsoon Region of Indonesia*. CRC Press. Taylor & Francis Group. Boca Raton, New York. pp 584.
- Tani, M., Kunimoto, A., Kato, T., and Koike, M.. 2010. Effect of organic ligands on phosphate adsorption and availability in Andisols of Eastern Hokkaido, Japan, *19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World*. Brisbane, Australia.
- Tarigan, E.S.B., Hardy, G. dan Posma, M. 2015. Evaluasi status bahan organik dan sifat fisik tanah (bulk density, tekstur, suhu tanah) pada lahan tanaman kopi (*Coffea Sp.*) di beberapa kecamatan kabupaten Dairi. *Jurnal Online Agroetnologi*. 3 (1) : 246 - 256.
- Thom, W.O., dan Utomo, M.. 1991. *Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah dan Tanaman*. Penerbit Universitas Lampung. Bandar Lampung. 85 hal.
- Utomo, M., Sudarsono, Rusman, B., Sabrina, Tng., Lumbanraja, J., dan Wawan. 2016. *Ilmu Tanah. Dasar-dasar dan Pengelolaan*. Prenadamedia Group. Jakarta. 458 hal
- Wawan, W.. 2017. *Pengelolaan Bahan Organik*. Buku Ajar. Pekanbaru. 128 hal.
- Widyantika, S.D., dan Prijono, S.. 2019. Pengaruh biochar sekam padi dosis tinggi terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung pada typic kanhapludult. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 6 (1) : 1157 – 1163.

- Wiriyanta, W., dan Bernardinus, T.. 2002. *Bertanam Tomat*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 101 hal.
- Wijaya, R., Damanik, Madjid B. M., dan Fauzi. 2017. Aplikasi pupuk organik cair dari sabut kelapa dan pupuk kandang ayam terhadap ketersediaan dan serapan kalium serta pertumbuhan tanaman jagung pada tanah Inceptisol Kwala Bekala. *Jurnal Agroteknologi FP USU*. 5 (2) : 249-255.
- 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.
- Zulfita, D., Surachman, dan Santoso, E.. 2020. Aplikasi biochar sekam padi dan pupuk NPK terhadap serapan N, P, K dan komponen hasil jagung manis di lahan Gambut. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*. 5 (1) : 42 – 49.