

**APLIKASI BERBAGAI JENIS *BIOCHAR* DAN PUPUK P TERHADAP
KETERSEDIAAN DAN SERAPAN P PADA TANAMAN JAGUNG MANIS
(*Zea mays saccharata sturt.*) DI TANAH ULTISOL, BALAI PENGAJIAN
TEKNOLOGI PERTANIAN (BPTP) NATAR, LAMPUNG SELATAN**

(Skripsi)

**SONYA SORAYA PUTRIANI
NPM 1714181004**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

APLIKASI BERBAGAI JENIS *BIOCHAR* DAN PUPUK P TERHADAP KETERSEDIAAN DAN SERAPAN P PADA TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays saccharata sturt.*) DI TANAH ULTISOL, BALAI PENGAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN (BPTP) NATAR, LAMPUNG SELATAN

Oleh

Sonya Soraya Putriani

Jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*) merupakan komoditi yang banyak dimanfaatkan dalam bidang pangan sehingga produksinya perlu ditingkatkan. Sebagian besar lahan penanaman jagung manis merupakan tanah ultisol. Tanah ultisol merupakan tanah masam yang rendah unsur hara. Usaha meningkatkan produktivitas tanah ultisol yaitu dengan pemupukan dan penambahan *biochar*. *Biochar* dapat meningkatkan pH tanah sehingga P tersedia meningkat. Penelitian ini bertujuan mempelajari aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan P serta interaksinya terhadap ketersediaan dan serapan P pada tanaman jagung manis, juga untuk mengetahui hubungan antara P-tersedia dan serapan P dengan pH, C-organik, bobot kering, tinggi tanaman dan produksi. Penelitian dilaksanakan di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Natar dari bulan Januari-Juni 2021 serta analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah berbagai jenis *biochar* (B) dengan 4 taraf yaitu (B0) Tanpa *biochar*, (B1) *Biochar* sekam padi, (B2) *Biochar* tongkol jagung dan (B3) *Biochar* batang singkong. Faktor kedua adalah pemupukan fosfat (P) dengan 2 taraf yaitu (P0) Tanpa pupuk P dan (P1) Dengan pupuk P. Homogenitas ragam data diuji dengan uji Bartlett dan additivitas data diuji dengan uji Tukey. Data diolah dengan analisis ragam dan dilanjutkan Uji BNT pada taraf nyata 5% dan 1%. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi berbagai jenis *biochar* meningkatkan ketersediaan P. Pemupukan P meningkatkan ketersediaan P, serapan P brangkasan dan akar, bobot kering brangkasan dan akar, pH tanah, tinggi tanaman dan produksi (tanpa kelobot dan berkelobot). Interaksi pemberian *biochar* tongkol jagung dan pemupukan P

meningkatkan serapan P pada akar tanaman jagung manis. Terdapat korelasi positif antara pH dengan P-tersedia, serapan P pada brangkasan dan akar, bobot kering, tinggi tanaman, dan produksi (tanpa kelobot dan berkelobot). Berkorelasi positif juga C-organik dengan P-tersedia, serapan P pada brangkasan dengan bobot kering brangkasan, serapan P pada akar dengan bobot kering akar dan juga dengan produksi (tanpa kelobot dan berkelobot).

Kata kunci: *Biochar*, Pemupukan P, ketersediaan P, serapan P, Ultisol

**APLIKASI BERBAGAI JENIS *BIOCHAR* DAN PUPUK P TERHADAP
KETERSEDIAAN DAN SERAPAN P PADA TANAMAN JAGUNG MANIS
(*Zea mays saccharata sturt.*) DI TANAH ULTISOL, BALAI PENGAJIAN
TEKNOLOGI PERTANIAN (BPTP) NATAR, LAMPUNG SELATAN**

Oleh

SONYA SORAYA PUTRIANI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

**Jurusan Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi

: **APLIKASI BERBAGAI JENIS *BIOCHAR*
DAN PUPUK P TERHADAP KETERSEDIAAN
DAN SERAPAN P PADA TANAMAN JAGUNG
MANIS (*Zea mays saccharata sturt.*) DI TANAH
ULTISOL, BALAI PENGAJIAN
TEKNOLOGI PERTANIAN (BPTP) NATAR,
LAMPUNG SELATAN**

Nama Mahasiswa

: **Sonya Soraya Putriani**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **1714181004**

Jurusan

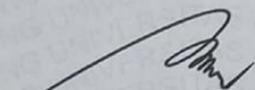
: **Ilmu Tanah**

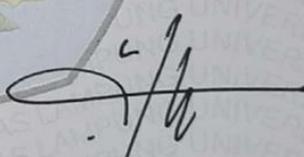
Fakultas

: **Pertanian**

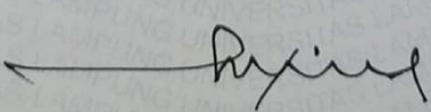


1. Komisi Pembimbing


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


Liska Mutjara Septiana, S.P., M.Si.
NIP 198809192019032014

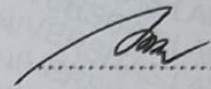
2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah


Ir. Hery Novpriansyah, M. Si.
NIP 196611151990101001

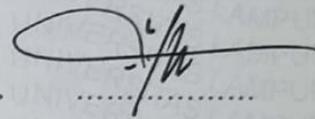
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

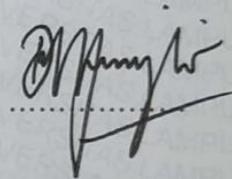
Ketua : Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.



Sekretaris : Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.



Fakultas Pertanian

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi :13 April 2022

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Aplikasi Berbagai Jenis *Biochar* dan Pupuk P Terhadap Ketersediaan dan Serapan P Pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata sturt.*) di Tanah Ultisol, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Natar, Lampung Selatan**" merupakan hasil karya saya sendiri.

Penelitian ini merupakan bagian dari hibah penelitian DIPA Fakultas Pertanian Universitas Lampung (DIPA FP) tahun 2021 a.n Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si. (ketua), Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si. (anggota), Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc. (Almh) (anggota), dan Ir. Mas Ahmad Syamsul Arif, M.Sc. Ph.D. (anggota). Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah-kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Jika pernyataan ini dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 13 April 2022

Penulis,



Sonya Soraya Putriani

NPM 1714181004

**DENGAN MEMANJATKAN PUJI SYUKUR KEHADIRAT ALLAH SWT
YANG MAHA PENGASIH LAGI MAHA PENYAYANG**

AKU PERSEMBAHKAN SKRIPSI INI KEPADA :

Kedua orang tuaku Bapak Indra Ketut Subagio dan Ibu Sri Warni

Adikku

Saddam Nakindra Akbar

Fathir Artha Nakindra

Gustiva Kinandra

Serta

Segenap kerabat

DAN UNTUK ALMAMATER KU TERCINTA

JURUSAN ILMU TANAH

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS LAMPUNG

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Metro, Provinsi Lampung pada tanggal 29 April 1999. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Indra Ketut Subagio dan Ibu Sri Warni. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK Aisyiyah Metro pada tahun 2005, SD Pertiwi Teladan Metro pada tahun 2011, SMPN 6 Metro Utara pada tahun 2014 dan SMA N 1 Trimurjo pada tahun 2017. Pada tahun 2017, penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung Jurusan Ilmu Tanah melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis telah melaksanakan Praktik Umum pada tahun 2020 di Kelompok Tani Sinjay, Desa Astomulyo, Kecamatan Punggur, Kabupaten Lampung Tengah. Pada tahun 2020 juga penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Untoro, Kecamatan Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila (GAMATALA) sebagai Anggota.

“Dan Dia bersama kamu di mana saja kamu berada. Dan Allah Maha Melihat apa yang kamu kerjakan”

(QS. Al-Hadid : 4)

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahma Allah melainkan orang-orang yang kufur”

(QS. Yusuf : 87)

“Dan barang siapa bertakwa kepada Allah, niscaya Dia menjadikan kemudahan baginya dalam urusannya”

(QS. At-Thalaq : 4)

SANWACANA

Puji syukur Penulis panjatkan khadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan segala nikmat yang tak terhingga. Dengan itu penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Aplikasi Berbagai Jenis *Biochar* dan Pupuk P terhadap Ketersediaan dan Serapan P pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata sturt.*) di Tanah Ultisol, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Natar, Lampung Selatan**” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian di Universitas Lampung.

Penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih 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, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Ibu Nur Afni Arfianti, S.P., M.Sc, selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan selaku Pembimbing utama yang telah memberikan ide penelitian, memberikan banyak waktu untuk bimbingan, ilmu pengetahuan, motivasi, kritik dan saran serta mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi.
5. Ibu Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si., selaku Pembimbing kedua atas kesediaannya memberikan ide penelitian, memberikan banyak waktu untuk bimbingan, ilmu pengetahuan, motivasi, kritik dan saran serta mengarahkan

6. penulis dengan penuh kesabaran selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi.
7. Ibu Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc., selaku Penguji yang telah memberikan semangat, kritik dan saran serta masukan sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
8. Bapak Prof. Dr. Ir. Ali Kabul Mahi, M.S., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasihat, motivasi, ilmu dan saran sejak awal perkuliahan hingga beliau pensiun.
9. Bapak Dr. Ir. Henrie Buchari, M.Sc. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasihat, motivasi, ilmu dan saran sejak pergantian Pembimbing Akademik hingga kini penulis dapat menyelesaikan skripsi.
10. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc. (Almh) selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung tahun 2016-2022.
11. Ayahanda Indra Ketut Subagio dan Ibunda Sri Warni, selaku orang tua Penulis yang telah memberikan ridho, dukungan semangat, motivasi, nasihat dan doa hingga kini penulis dapat menyelesaikan skripsi.
12. Saddam Nakindra Akbar, Fathir Artha Nakindra dan Gustiva Kinandra, selaku adik-adik penulis yang tak henti memberikan dukungan semangat, motivasi, nasihat dan doa hingga kini penulis dapat menyelesaikan skripsi.
13. Keluarga besar kakek Ramidi dan kakek Suwandi yang tak henti memberikan dukungan semangat, motivasi, nasihat dan doa hingga kini penulis dapat menyelesaikan skripsi.
14. Vina Kuserawati, selaku sahabat dan teman keluh kesah Penulis selama penyusunan skripsi dan memberikan dukungan semangat, motivasi, nasihat dan doa serta ilmu hingga kini penulis dapat menyelesaikan skripsi.
15. Teman-teman tim penelitian Vina Kuserawati, Tisya Khoirunnisa Pratiwi, Ridho Setiawan, Abiza Robbiul Abubakar, Fananda Mia Suratno, Nikhen Santika, Redhika Pangestu, Zulviana dan Roby Fernandi, yang telah membantu Penulis dari segala sisi dalam penelitian.
16. Teman-teman kons, selaku teman-teman Penulis yang membantu dalam penelitian, memberikan dukungan semangat, motivasi, nasihat dan doa hingga kini penulis dapat menyelesaikan skripsi

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi dan jauh dari kesempurnaan. Sehingga kritik, saran dan masukan dari pembaca sangat dibutuhkan oleh Penulis. Semoga Allah SWT melindungi dan membalas kebaikan yang telah diberikan kepada Penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua. Dengan segala keterbatasan Penulis mempersembahkan karya sederhana ini kepada semua yang membaca.

Bandar Lampung, 13 April 2022

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a vertical line at the end, representing the author's name.

Sonya Soraya Putriani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Tanah Ultisol	8
2.2 Jagung Manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>).....	9
2.3 <i>Biochar</i>	11
2.3.1 Karakteristik <i>Biochar</i>	12
2.3.2 Manfaat <i>Biochar</i> Terhadap Kesuburan Tanah	12
2.4 Hara Fosfor.....	13
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Pelaksanaan Percobaan.....	18
3.3.1 Rancangan Percobaan.....	18

3.3.2 Analisis Data.....	19
3.4 Pelaksanaan Penelitian	19
3.4.1 Pembuatan <i>Biochar</i> Sekam Padi.....	19
3.4.2 Pembuatan <i>Biochar</i> Tongkol Jagung.....	20
3.4.3 Pembuatan <i>Biochar</i> Batang Singkong.....	20
3.4.4 Pengambilan Sampel Tanah Awal.....	21
3.4.5 Persiapan Lahan.....	21
3.4.6 Penanaman.....	22
3.4.7 Pemupukan	22
3.4.8 Pemeliharaan.....	22
3.4.9 Pengambilan Sampel Tanaman.....	23
3.4.10 Panen.....	23
3.4.12 Pengambilan Sampel Tanah Kedua	23
3.4.12 Variabel Utama.....	23
3.4.13 Variabel Pendukung.....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil dan Pembahasan.....	26
4.1.1 Sifat Kimia Tanah Ultisol BPTP Natar Sebelum Pertanaman Jagung Manis dan Hasil Analisis Berbagai Jenis <i>Biochar</i>	26
4.1.2 P-tersedia.....	27
4.1.3 Serapan P dan Bobot Kering Jagung Manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>) pada Fase Vegetatif Maksimum.....	29
4.1.4 Serapan P dan Bobot Kering Akar Jagung Manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>) pada Fase Vegetatif Maksimum.....	31
4.1.5 Kemasaman tanah pH dan C-organik Tanah (%)	34
4.1.6 Tinggi Tanaman dan Produksi	36
4.1.7 Hubungan antara Variabel Utama dengan Variabel Pendukung	38
4.1.8 Hubungan pH dengan P-tersedia, Serapan P (Brangkasan dan Akar), Bobot Kering (Brangkasan dan Akar), Tinggi Tanaman, Produksi (Tanpa Kelobot dan Berkelobot)	40
4.1.9 Hubungan C-organik dengan P-tersedia	44
4.1.10 Hubungan P-tersedia dengan Serapan P Brangkasan dan Akar.....	45
4.1.11 Hubungan Serapan P pada Brangkasan dan Akar dengan	

Bobot Kering Brangkasan dan Akar	46
4.1.12 Hubungan Serapan P Akar dan Produksi Jagung Manis (Tanpa Kelobot dan berkelobot)	48
V. SIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Simpulan	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi perlakuan <i>biochar</i> sekam padi, tongkol jagung, batang singkong dan pemupukan P.....	18
2. Sifat kimia tanah sebelum tanam (awal)	26
3. Analisis berbagai jenis <i>biochar</i>	27
4. Analisis ragam pengaruh pemberian berbagai jenis <i>biochar</i> dan pemupukan P terhadap P-tersedia (ppm).	27
5. Pengaruh aplikasi berbagai jenis <i>biochar</i> dan pemupukan P terhadap P-tersedia (ppm)	28
6. Ringkasan analisis ragam pengaruh pemberian berbagai jenis <i>biochar</i> dan pemupukan P terhadap serapan P dan bobot kering brangkasan tanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>).....	29
7. Pengaruh pemupukan P terhadap serapan P dan bobot kering brangkasan tanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>) pada fase vegetatif maksimum (g tanaman ⁻¹).....	30
8. Ringkasan analisis ragam pengaruh pemberian berbagai jenis <i>biochar</i> dan pemupukan P terhadap serapan P dan bobot kering akar tanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>) pada fase vegetatif maksimum.	31
9. Pengaruh interaksi berbagai jenis <i>biochar</i> dan pupuk P terhadap serapan P akar tanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>) pada fase vegetatif maksimum (g tanaman ⁻¹).....	32
10. Pengaruh pemupukan P terhadap bobot kering akar tanaman jagung pada fase vegetatif maksimum (g tanaman ⁻¹).....	33
11. Ringkasan analisis ragam pengaruh pemberian berbagai jenis <i>biochar</i> dan pemupukan P terhadap pH dan C-organik tanah (%)	34
12. Pengaruh aplikasi berbagai jenis <i>biochar</i> dan pemupukan P terhadap pH tanah	35
13. Ringkasan analisis ragam pengaruh pemberian berbagai jenis <i>biochar</i> dan pemupukan P terhadap tinggi tanaman dan produksi jagung manis (tanpa kelobot dan berkelobot).....	37

14. Pengaruh pemupukan P terhadap tinggi tanaman (50 HST) dan produksi (tanpa kelobot dan berkelobot) jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>)	37
15. Hubungan antara variabel utama dengan variabel pendukung tanah dan tanaman	39
16. Data P-tersedia (ppm) di dalam tanah.....	59
17. Uji homogenitas data P-tersedia (ppm) di dalam tanah	59
18. Analisis ragam data P-tersedia (ppm) di dalam tanah.....	60
19. Serapan P brangkasan jagung manis ulangan 1 (g tanaman ⁻¹).....	60
20. Serapan P brangkasan jagung manis ulangan 2 (g tanaman ⁻¹).....	61
21. Serapan P brangkasan jagung manis ulangan 3 (g tanaman ⁻¹).....	61
22. Data serapan P brangkasan tanaman jagung manis (g tanaman ⁻¹).....	62
23. Uji homogenitas data serapan P brangkasan tanaman jagung manis (g tanaman ⁻¹).	62
24. Analisis ragam serapan P brangkasan jagung manis (g tanaman ⁻¹).....	63
25. Data bobot brangkasan kering tanaman jagung manis (g tanaman ⁻¹).....	63
26. Uji homogenitas data bobot brangkasan kering tanaman jagung manis (g tanaman ⁻¹).....	64
27. Analisis ragam data bobot brangkasan kering tanaman jagung manis (g tanaman ⁻¹).	64
28. Serapan P akar tanaman jagung manis ulangan 1 (g tanaman ⁻¹).....	65
29. Serapan P akar tanaman jagung manis ulangan 2 (g tanaman ⁻¹).....	65
30. Serapan P akar tanaman jagung manis ulangan 3 (g tanaman ⁻¹).....	66
31. Data serapan P akar tanaman jagung manis (g tanaman ⁻¹).	66
32. Uji homogenitas data serapan P akar tanaman jagung manis (g tanaman ⁻¹).	67
33. Analisis ragam serapan P akar tanaman jagung manis (g tanaman ⁻¹).....	67
34. Data bobot kering akar tanaman jagung manis (g tanaman ⁻¹)	68
35. Uji homogenitas data bobot kering akar tanaman jagung manis (g tanaman ⁻¹)	68
36. Analisis ragam data bobot kering akar tanaman jagung manis (g tanaman ⁻¹).	69
37. Data pH tanah.....	69
38. Uji Homogenitas data pH tanah	70
39. Analisis ragam data pH tanah	70

40. Data C-organik tanah (%)	71
41. Uji Homogenitas data C-organik tanah (%).....	71
42. Analisis ragam data C-organik tanah (%).....	72
43. Data tinggi tanaman jagung (cm) 50 HST	72
44. Uji Homogenitas data tinggi tanaman jagung (cm) 50 HST.....	73
45. Analisis ragam data tinggi tanaman (cm) 50 HST	73
46. Data bobot jagung manis tanpakelobot (kg plot ⁻¹).....	74
47. Uji homogenitas data bobot jagung manis tanpakelobot (kg plot ⁻¹).....	74
48. Analisis ragam data bobot jagung manis tanpakelobot (kg plot ⁻¹).....	75
49. Data bobot jagung manis berkelobot (kg plot ⁻¹)	75
50. Uji homogenitas data bobot jagung manis berkelobot (kg plot ⁻¹).....	76
51. Analisis ragam data bobot jagung manis berkelobot (kg plot ⁻¹)	76
52. Hasil uji korelasi antara pH dengan P-Tersedia (ppm).....	77
53. Analisis uji korelasi antara pH dengan P-Tersedia (ppm)	77
54. Hasil uji korelasi antara pH serapan P brangkasan (g tanaman ⁻¹).....	77
55. Analisis uji korelasi antara pH serapan P pada brangkasan (g tanaman ⁻¹)	78
56. Hasil uji korelasi antara pH serapan P pada akar (g tanaman ⁻¹)	78
57. Analisis uji korelasi antara pH dengan serapan P pada akar (g tanaman ⁻¹) ...	78
58. Hasil uji korelasi antara pH dengan bobot kering brangkasan (g tanaman ⁻¹)	79
59. Analisis uji korelasi antara pH dengan bobot kering brangkasan (g tanaman ⁻¹)	79
60. Hasil uji korelasi antara pH dengan bobot kering akar (g tanaman ⁻¹)	79
61. Analisis uji korelasi pH dengan bobot kering akar (g tanaman ⁻¹).....	80
62. Hasil uji korelasi antara pH dengan tinggi tanaman (cm).....	80
63. Analisis uji korelasi antara pH dengan tinggi tanaman (cm)	80
64. Hasil uji korelasi pH dengan produksi tanpa kelobot (kg plot ⁻¹)	81
65. Analisis uji korelasi pH dengan produksi tanpa kelobot (kg plot ⁻¹)	81
66. Hasil uji korelasi antara pH dengan produksi berkelobot (kg plot ⁻¹).....	81
67. Analisis uji korelasi pH dengan produksi berkelobot (kg plot ⁻¹)	82
68. Hasil uji korelasi antara C-organik (%) dengan P-tersedia (ppm)	82
69. Analisis uji korelasi antara C-organik (%) dengan P-tersedia (ppm)	82
70. Hasil uji korelasi antara P-tersedia dengan serapan P brangkasan..	83
71. Analisis uji korelasi P-tersedia dengan serapan P brangkasan.	83

72. Hasil uji korelasi antara P-tersedia dengan serapan P akar.....	83
73. Analisis uji korelasi P-tersedia dengan serapan P akar.....	84
74. Hasil uji korelasi antara serapan P dengan bobot kering brangkasan fase vegetatif maksimum tanaman jagung manis.	84
75. Analisis uji korelasi antara serapan P dengan bobot kering brangkasan fase vegetatif maksimum tanaman jagung manis.	84
76. Hasil uji korelasi antara serapan P dengan bobot kering brangkasan fase vegetatif maksimum tanaman jagung manis.	85
77. Analisis uji korelasi antara serapan P dengan bobot kering brangkasan fase vegetatif maksimum tanaman jagung manis.	85
78. Hasil uji korelasi antara serapan P brangkasan dengan tinggi tanaman jagung manis pada fase vegetatif maksimum	85
79. Analisis uji korelasi antara serapan P brangkasan dengan tinggi tanaman jagung manis pada fase vegetatif maksimum	86
80. Hasil uji korelasi antara serapan P brangkasan dengan produksi (tanpa kelobot)	86
81. Analisis uji korelasi antara serapan P brangkasan dengan produksi jagung manis (tanpa kelobot).....	86
82. Hasil uji korelasi antara serapan P brangkasan dengan produksi (berkelobot).....	87
83. Analisis uji korelasi antara serapan P brangkasan dengan produksi jagung manis (berkelobot)	87
84. Hasil uji korelasi antara serapan P dengan bobot kering akar	87
85. Hasil uji korelasi antara serapan P akar dengan tinggi tanaman.....	88
86. Analisis uji korelasi serapan P akar dengan tinggi tanaman jagung manis ...	88
87. Hasil uji korelasi antara serapan P akar dengan produksi (tanpa kelobot)	88
88. Analisis uji korelasi serapan P akar dengan produksi tanaman jagung manis (tanpa kelobot)	89
89. Hasil uji korelasi antara serapan P akar dengan produksi tanaman jagung manis (berkelobot)	89
90. Analisis uji korelasi serapan P akar dengan produksi tanaman jagung manis (berkelobot)	90
91. Analisis uji korelasi serapan P akar dengan produksi tanaman jagung manis (berkelobot)	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Kerangka Pemikiran	6
2. Tata letak percobaan	19
3. Pengaruh aplikasi berbagai jenis <i>biochar</i> dan pupuk P terhadap tinggi tanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>)	36
4. Hubungan antara pH tanah dengan P-tersedia (ppm)	40
5. Hubungan antara pH tanah dengan Serapan P pada Brangkasan (g tanaman ⁻¹)	40
6. Hubungan antara pH tanah dengan Serapan P pada Akar(g tanaman ⁻¹)	41
7. Hubungan antara pH tanah dengan Bobot Kering Brangkasan (g tanaman ⁻¹)	41
8. Hubungan antara pH tanah dengan Bobot Kering Akar (g tanaman ⁻¹)	41
9. Hubungan antara pH tanah dengan Tinggi Tanaman (cm)	42
10. Hubungan antara pH tanah dengan Produksi Tanpa Kelobot (kg plot ⁻¹)	42
11. Hubungan antara pH tanah dengan Produksi Berkelobot (kg plot ⁻¹)	42
12. Hubungan antara C-organik tanah (%) dengan P-tersedia (ppm)	44
13. Hubungan antara P-tersedia (ppm) dengan serapan P brangkasan (g tanaman ⁻¹) tanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>)	45
14. Hubungan antara P-tersedia (ppm) dengan serapan P akar (g tanaman ⁻¹) tanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>)	45
15. Hubungan antara serapan P brangkasan (g tanaman ⁻¹) dengan bobot kering brangkasan tanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>)	46
16. Hubungan antara serapan P akar (g tanaman ⁻¹) dengan bobot kering akar tanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>)	47
17. Hubungan antara serapan P akar (g tanaman ⁻¹) dengan produksi (tanpa kelobot) tanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>) (kg plot ⁻¹)	48
18. Hubungan antara serapan P akar (g tanaman ⁻¹). dengan produksi (berkelobot) tanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata sturt.</i>) (kg plot ⁻¹)	48

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*) merupakan komoditi yang banyak dimanfaatkan dalam bidang pangan dan memiliki peluang pasar yang baik, sehingga produksinya dapat ditingkatkan secara intensif. Namun, menurut data Badan Pusat Statistik (2015) produktivitas jagung manis 4,76 Mg ha⁻¹, sedangkan menurut Syukur dan Rifianto (2013), tanaman jagung manis memiliki potensi hasil hingga 20 Mg ha⁻¹. Rendahnya produksi ini disebabkan oleh kurangnya perhatian petani dalam memanfaatkan lahan pertanian, teknik budidaya yang belum maksimal dan alih fungsi lahan. Selain itu faktor pembatas produksi tanaman jagung manis ialah kandungan unsur hara yang rendah, dimana sebagian besar lahan penanaman jagung manis merupakan tanah Ultisol (Harahap dkk., 2020).

Tanah Ultisol merupakan tanah tua dan miskin hara. Hal ini disebabkan oleh penggunaan tanah Ultisol yang terus menerus, tanpa memperhatikan pengelolaan bahan organik dan tingkat kesuburannya. Sehingga mengakibatkan produktivitas tanah tersebut menurun (Harahap dkk., 2020). Penurunan kualitas tanah Ultisol dicirikan dengan kemasaman tanah, kandungan hara P, bahan organik, kapasitas tukar kation (KTK), dan kejenuhan basa (KB) yang rendah serta kadar Al dan Fe tinggi (Nurida dkk., 2017). Tanah Ultisol perlu dilakukan pengelolaan lahan agar kualitas tanah meningkat.

Pengelolaan pada tanah Ultisol memerlukan bahan pembenah tanah yang sulit terdekomposisi dan mampu bertahan lama di dalam tanah atau mempunyai efek

yang relatif lama untuk kesuburan tanah. Salah satu bahan yang memenuhi sifat tersebut adalah *biochar*. *Biochar* yaitu padatan kaya kandungan karbon yang merupakan hasil konversi dari biomassa melalui proses pembakaran tidak sempurna (*pyrolysis*). Menurut Ratmini (2018), pada tanah mineral masam, pemberian *biochar* mampu meningkatkan pH tanah dari 4,1 menjadi 4,49 - 4,80. Peningkatan pH tanah berpengaruh terhadap ketersediaan hara yang dibutuhkan oleh tanaman khususnya unsur hara fosfor (P), jika pH tanah meningkat maka aktivitas Al dan Fe menurun sehingga penjerapan P oleh oksida Al dan Fe berkurang seiring dengan meningkatnya pH tanah dengan itu ketersediaan P meningkat (Ratmini dkk., 2018). *Biochar* memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga dapat membantu dalam menjerap kation basa dalam koloid tanah. *Biochar* mengandung banyak senyawa organik berupa asam-asam organik yang berperan dalam pembebasan dan pelepasan unsur-unsur hara (Mateus dkk., 2017).

Selain penambahan bahan pembenah tanah, pemupukan merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kesuburan pada tanah Ultisol. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu pemupukan fosfor. Tanah Ultisol pada umumnya memberikan respon yang baik terhadap pemupukan fosfor. Rendahnya kandungan P pada tanah Ultisol disebabkan oleh terikatnya P oleh Al dan Fe pada tanah dengan pH rendah sehingga tidak tersedia untuk tanaman (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Pemupukan P dapat mempengaruhi ketersediaan P dalam tanah sehingga dapat ditentukan jumlah pupuk P yang diperlukan tanaman untuk mencapai hasil yang optimum (Mulyani dkk., 2001).

Pupuk fosfor berfungsi merangsang pertumbuhan awal, pembentukan akar, pembelahan sel, pembentukan DNA dan RNA, meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap air dan nutrisi, merangsang pembungaan dan perkembangan benih, meningkatkan kekuatan tanaman dan kemampuan untuk mentoleransi lingkungan yang tidak menguntungkan. Tanaman menyerap P dalam bentuk ortofosfat primer (H_2PO_4^-) dan sebagian kecil dalam bentuk ortofosfat sekunder (HPO_4^{2-}) (Fahmi dkk., 2010). Defisiensi hara P akan menyebabkan pertumbuhan tanaman yang lambat, daun-daun tua mengalami pigmentasi ungu.

Gejala-gejala tersebut terlihat pada daun-daun tua sebagaimana sifat unsur P yang *mobile* dalam jaringan tanaman. Tersedianya unsur hara dalam jumlah yang cukup pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum, maka proses fotosintesis akan berjalan aktif, sehingga proses pembelahan, pemanjangan, dan differensiasi sel akan berjalan lancar dan berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (Fahmi dkk., 2010). Pertumbuhan yang baik ditunjang oleh penyerapan unsur hara yang cukup yang mengakibatkan fotosintat meningkat dan tersimpan dalam jaringan. Hal ini akan mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan pada bagian-bagian tanaman yang akhirnya akan meningkatkan produksi jagung manis.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Apakah aplikasi berbagai jenis *biochar* dapat mempengaruhi ketersediaan dan serapan P pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*)?
- b. Apakah aplikasi pupuk P dapat mempengaruhi ketersediaan dan serapan P pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*)?
- c. Apakah terdapat interaksi antara pemberian berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap ketersediaan dan serapan P pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*)?
- d. Apakah terdapat hubungan antara P-tersedia, Serapan P (brangkasan dan akar) dengan pH, C-organik, bobot kering (brangkasan dan akar), tinggi tanaman dan produksi (tanpa kelobot dan berkelobot)?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Mempelajari pengaruh aplikasi berbagai jenis *biochar* terhadap ketersediaan dan serapan P pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*)
- b. Mempelajari pengaruh aplikasi pupuk P terhadap ketersediaan dan serapan P pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*)
- c. Mempelajari interaksi pada aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pupuk P terhadap ketersediaan dan serapan P pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*)

- d. Mengetahui hubungan antara P-tersedia, serapan P (brangkasan dan akar) dengan pH, C-organik, bobot kering (brangkasan dan akar), tinggi tanaman dan produksi (tanpa kelobot dan berkelobot)

1.4 Kerangka Pemikiran

Perkembangan jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*) di Indonesia masih terbatas sehingga petani belum mampu menerapkan teknik budidaya secara intensif. Produktivitas jagung manis di Indonesia menurut data Badan Pusat Statistik (2017) mencapai 5,19 Mg ha⁻¹, namun menurut Syukur dan Rifianto (2013), tanaman jagung manis memiliki potensi hasil hingga 20 Mg ha⁻¹. Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas jagung di Indonesia ialah penggunaan pupuk anorganik yang kurang efektif dan menyebabkan produktivitas lahan menurun, sehingga diperlukan perbaikan lahan (Maryamah dkk., 2017).

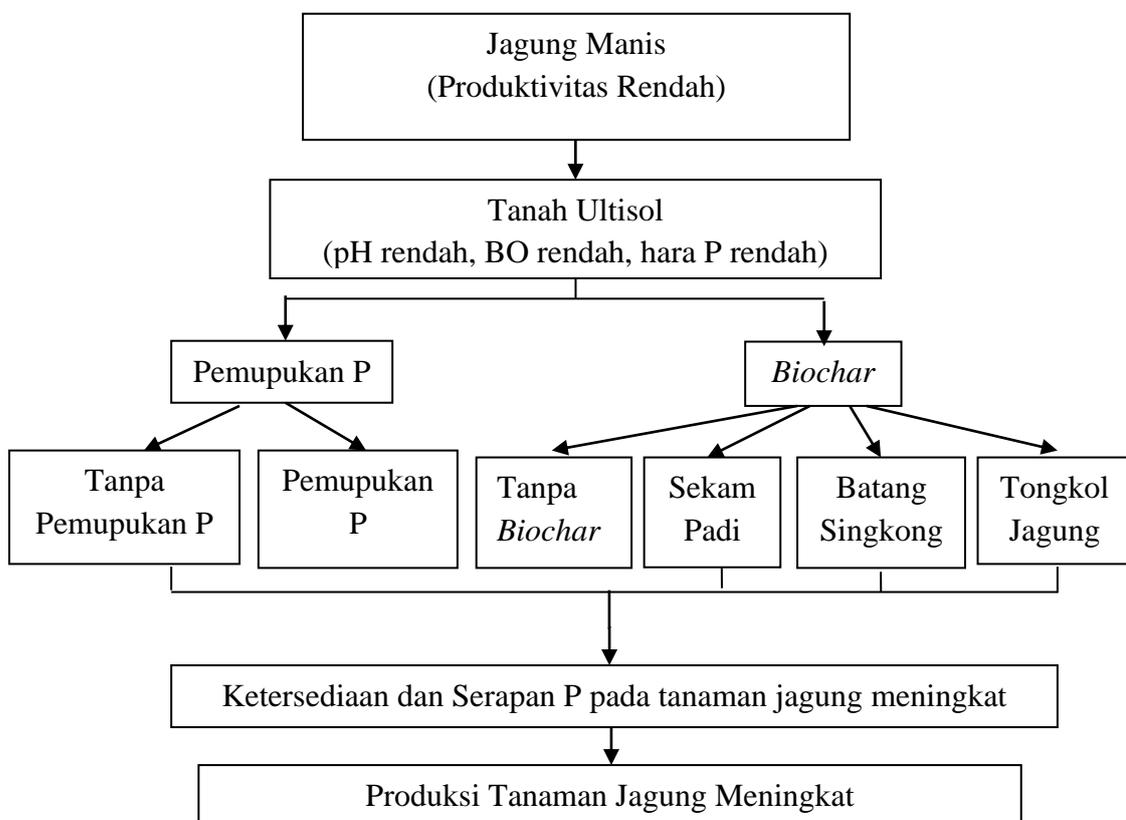
Hasil analisis tanah awal (Tabel 2), tanah Ultisol merupakan tanah yang memiliki pH dan bahan organik rendah serta kapasitas jerapan P yang tinggi yaitu pH 5,17 (masam) dan C-organik 0,98 (sangat rendah). Sehingga menyebabkan ketersediaan unsur hara P yang rendah yaitu 9,14 (sangat rendah). Rendahnya ketersediaan P di dalam tanah Ultisol disebabkan oleh kelarutan ion Al dan Fe yang tinggi dan mengakibatkan tingginya kapasitas jerapan P (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Pemberian *biochar* ke dalam tanah dapat meningkatkan P tersedia dan produksi tanaman (Siregar dan Supriadi, 2017). *Biochar* dapat meningkatkan P tersedia pada tanah karena reaktivitas P dengan tanah meningkat. *Biochar* dapat meningkatkan serapan P karena adanya hara pada tanah, luas permukaan, dan daya serap alami *biochar* yang tinggi. Berbeda dengan bahan pembenah tanah lainnya di dalam tanah ialah *biochar* menjerap unsur hara P lebih kuat (Tambunan dkk., 2014).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *biochar* dapat meningkatkan ketersediaan P. Hasil penelitian Salawati (2016) pemberian *biochar* sekam padi dengan dosis 15 Mg ha⁻¹ dapat meningkatkan P tersedia hingga 277,08% dari 12,61 ppm menjadi 47,55 ppm. Hasil penelitian Wendy (2019) menunjukkan bahwa pemberian *biochar* tongkol jagung dengan dosis 25 Mg ha⁻¹ sudah mampu meningkatkan pH tanah, C-organik N-total, P-tersedia dan KTK. Hasil penelitian Fajarindo (2020) menyatakan bahwa pemberian 5 Mg ha⁻¹ *biochar* batang singkong dengan pemupukan fosfor 36 kg ha⁻¹ mampu meningkatkan P tersedia sebesar 13,42 ppm dan pH tanah sebesar 6,10 serta produksi jagung sebesar 11,01 Mg ha⁻¹, berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut diduga berbagai jenis *biochar* dapat meningkatkan ketersediaan hara P dan menurut berbagai sumber dilihat dari dosis *biochar* yang diberikan hasil terbaik yaitu pada *biochar* batang singkong. Kandungan hara *biochar* berbeda-beda tergantung dari jenis bahan baku yang digunakan. Pada *biochar* sekam padi memiliki sifat kimia yaitu pH (H₂O) 9,0; C 33,07 %; N 0,69 %; P 0,42 %; K₂O 1,58 %; dan kadar air 3,79 % (Nurida dkk., 2017). *Biochar* tongkol jagung memiliki sifat kimia dengan pH (H₂O) 8,24; C 39,80 %; N 2,12 %; P 0,16 %; K 0,78 %; kadar air 8,38 % (Ndjudi dkk., 2020). Selanjutnya sifat kimia pada *biochar* batang singkong yaitu pH (H₂O) 8,4 %; C 31,28 %; N 0,84 %; P 0,65 %; K 0,94 %; kadar air 11 % (Sirait dkk., 2020).

Pemupukan P dapat juga mempengaruhi status ketersediaan P dalam tanah sehingga dapat ditentukan jumlah pupuk P yang diperlukan tanaman untuk mencapai hasil yang optimum (Nasution dkk., 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian 75 kg P₂O₅ ha⁻¹ dapat meningkatkan ketersediaan tanah sebesar 21,05 % pada fase vegetatif maksimum, sedangkan pemberian 100 kg P₂O₅ ha⁻¹ meningkatkan P tersedia tanah sebesar 20,66 %. Fosfor merupakan unsur hara makro yang esensial bagi pertumbuhan tanaman. Unsur ini berfungsi sebagai komponen enzim dan protein, sebagai penyimpan energi dalam bentuk ATP, berperan dalam sintesis RNA dan DNA yang merupakan komponen pembawa infogenetik. Diperkirakan 80% dari P yang diserap digunakan untuk sintesis senyawa organik. Unsur P sangat penting bagi

tanaman pada saat awal pertumbuhan untuk membentuk primordia bunga (organ tanaman untuk reproduksi). Unsur P sangat kuat pengaruhnya untuk mempercepat masa pembungaan dan panen tanaman, terutama untuk jenis tanaman penghasil biji-bijian dan buah. Selain itu P juga bisa merangsang pertumbuhan akar tanaman menjadi lebih panjang dan banyak sehingga dapat meningkatkan penyerapan unsur hara lain dalam tanah. Penyerapan unsur hara dalam jumlah yang cukup yaitu pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum. Akar, batang dan daun merupakan bagian tanaman yang memanfaatkan fotosintat selama fase vegetatif (Haryadi dkk., 2015).



Gambar 1. Skema Kerangka Pemikiran

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penambahan berbagai jenis *biochar* dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan P tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*)

2. Penambahan pupuk P dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan P pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*)
3. Interaksi antara pemberian berbagai jenis *biochar* dan pemberian pupuk P dapat meningkatkan ketersediaan P dan serapan P pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*)
4. Terdapat hubungan antara P-tersedia, serapan P (brangkasan dan akar) dengan pH, C-Organik, bobot kering (brangkasan dan akar), tinggi tanaman dan produksi (tanpa kelobot dan berkelobot)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Ultisol

Permasalahan utama tanah Ultisol yaitu kandungan bahan organik rendah karena proses dekomposisi berjalan cepat sehingga mengakibatkan kandungan hara rendah karena proses pencucian basa berlangsung lama dan terjadi secara intensif. Tanah Ultisol di Indonesia diperkirakan sekitar 51 juta ha atau sekitar 29,7% luas daratan di Indonesia. Sekitar 48,3 ha atau 95% di antaranya berada di luar pulau Jawa. Reaksi tanah Ultisol pada umumnya masam hingga sangat masam (pH) kecuali tanah Ultisol dari batu gamping yang mempunyai reaksi netral hingga agak masam (Pane dkk., 2014). Pada umumnya tanah Ultisol mempunyai potensi yang cukup besar dalam hal sebarannya yang cukup luas di daerah Sumatera Utara. Tanah Ultisol mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan bagi perluasan lahan pertanian untuk tanaman pangan diimbangi dengan pengelolaan tanaman dan tanah yang tepat. Penggunaan lahan kering untuk usaha tani tanaman pangan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi saat ini seluas 12,9 juta ha, dibandingkan dengan potensinya maka masih terbuka peluang untuk pengembangan tanaman pangan. Namun demikian, kendala yang dihadapi pada tanah ini harus tetap di perhatikan terutama pada sifat kimia tanah dan fisiknya (Syahputra dkk., 2015).

Tanah Ultisol memiliki kelemahan yaitu tingkat kemasaman yang tinggi, Al-dd (Aluminium dapat ditukar) dan kadar Fe sangat tinggi sehingga meracuni tanaman, kadar bahan organik rendah, kadar unsur hara secara umum rendah, derajat kejenuhan basa rendah, kapasitas tukar kation rendah, daya sangga tanah rendah, dan daya menahan air rendah. Rehabilitasi dan perbaikan sifat fisik,

kimia, dan kadar bahan organik tanah masam akan memulihkan kesuburan, produktivitas, dan daya dukung tanah secara optimal. Bahan mineral dan limbah pertanian menjadi sumber hara dan pupuk alternatif yang murah untuk mengganti input sintetik yang mahal. Rasionalisasi penggunaan masukan ini akan mengurangi biaya produksi, meningkatkan efisiensi dan pendapatan usahatani (Sudaryono dkk., 2011).

Pada tanah Ultisol, P-anorganik terdapat pada konsentrasi yang rendah di dalam larutan tanah, sedangkan sebagian besar dipegang/terikat oleh beragam mineral tanah. Fosfor bersifat sangat reaktif dan hanya tersedia untuk diserap tanaman pada kisaran yang sempit sekitar pH netral. Pada tanah masam, P membentuk molekul berkelarutan rendah dengan Al dan Fe. Oleh karena itu, walaupun jumlah total P di dalam tanah tinggi namun pada banyak kasus P tersebut tidak tersedia untuk diserap tanaman. Hal itu pula yang menyebabkan penambahan pupuk P pada tanah masam seperti Ultisol tidak meningkatkan ketersediaan P secara signifikan karena sebagian besar P yang ditambahkan akan diikat oleh Al dan Fe dan hanya sebagian kecil dari P tadi dalam bentuk tersedia sehingga dapat diserap tanaman (Fahrunsyah dkk., 2021).

2.2 Jagung Manis (*Zea mays saccharata sturt.*)

Tanaman jagung merupakan komoditas palawija yang termasuk dalam family rumput-rumputan (*Gramineae*) spesies *Zea mays saccharata sturt.* Klasifikasi ilmiah tanaman jagung manis sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
 Divisio : *Spermatophyta*
 Sub divisio : *Angiospermae*
 Kelas : *Monocotyledonae*
 Ordo : *Graminae*
 Famili : *Graminae*
 Genus : *Zea*
 Spesies : *Zea mays saccharata sturt.* (Rukmana, 2010).

Jagung manis di Indonesia tumbuh baik mulai dari 50° LU sampai 40° LS. Jagung manis dapat tumbuh hampir pada semua jenis tanah dengan drainase yang baik serta persediaan humus dan pupuk tercukupi. Kemasaman tanah yang baik untuk pertumbuhan jagung manis adalah 5,5 – 7,0. Faktor iklim yang terpenting adalah curah hujan dan suhu. Secara umum, jagung manis memerlukan air sebanyak 200 – 300 mm tiap bulan. Keadaan suhu optimal yang dikehendaki jagung manis antara 23°C – 27°C. Namun pada suhu rendah sampai 16°C dan suhu tinggi sampai 35°C jagung manis masih dapat (Rukmana, 2010). Tanaman jagung manis termasuk family *poaceae* yang umumnya dipanen muda. Jagung manis semakin banyak dikonsumsi dalam bentuk jagung bakar, jagung rebus, perkedel jagung manis, bahan pencampur sayuran, bahan kue, dan lain sebagainya. Oleh sebab itu permintaan akan jagung manis selalu meningkat (Polii dkk., 2012).

Hara merupakan salah satu faktor pembatas produksi tanaman jagung manis. Untuk mencapai hasil jagung manis yang maksimal, tanaman jagung manis tidak boleh kekurangan hara. Adapun pupuk yang direkomendasikan untuk tanaman jagung manis adalah pupuk anorganik sebanyak 200 kg N ha⁻¹ atau setara dengan 435 kg urea ha⁻¹, 150 kg P₂O₅ ha⁻¹, setara dengan 335 kg TSP ha⁻¹, dan 150 kg K₂O ha⁻¹, setara dengan 250 kg KCl ha⁻¹, serta bahan organik 10 sampai 20 Mg ha⁻¹. Walaupun penggunaan pupuk anorganik N,P,K pada tanaman dapat meningkatkan hasil baik kuantitas maupun kualitas, namun penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus mengakibatkan kondisi tanah tidak baik secara fisik, kimia, dan biologi sehingga mikroorganisme tidak mendapat energi untuk beraktifitas dan memperbanyak diri sehingga dalam jangka panjang mengakibatkan jumlah dan keragaman mikroorganisme tanah akan berkurang dan tidak dalam kondisi seimbang (Polii dkk., 2012).

Salah satu usaha menjaga atau meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi serta menghilangkan dampak negatif tersebut adalah dengan menggali kembali sumberdaya alamiah dan menerapkan budidaya (pertanian) organik dengan cara meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Adapun manfaat dari pupuk

organik adalah untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang banyak memiliki peranan penting di dalam tanah. Bahan organik tanah menjadi salah satu indikator kesuburan tanah.

2.3 Biochar

Biochar merupakan arang hayati hasil *pyrolysis* tanpa oksigen atau dengan oksigen rendah disebut arang hayati karena berasal dari biomassa tanaman (pertanian, perkebunan dan kehutanan) yang sukar melapuk. *Biochar* bermutu ditentukan oleh bahan baku dan proses pirolisis. Komposisi *biochar* diantaranya adalah karbon 15-70%. Di dalam tanah *biochar* menyediakan habitat yang baik bagi mikroba tanah, tetapi tidak dapat dikonsumsi oleh mikroba seperti bahan organik. Dalam jangka panjang *biochar* tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen tetapi dapat menahan dan menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman. *Biochar* memiliki keunggulan lebih resisten terhadap pelapukan dibanding dengan bahan organik hasil dekomposisi, sehingga mampu memulihkan lahan-lahan pertanian yang terdegradasi (Gani dan Anischan, 2009).

Biochar atau arang yang dihasilkan menyerupai bentuk asli biomasnya yang hitam dan mengkerut. Secara mikroskopis *biochar* mewarisi sebagian besar struktur biomassa asli. *Biochar* awalnya berasal dari bahan organik, karena proses pemanasan menjadi lebih mirip mineral. Cincin karbon yang aktif secara elektrik juga mendukung reaksi reduksi oksidasi yang penting untuk biokimia tanah dengan bertindak sebagai penyerap elektron. Penambahan *biochar* pada tanah pertanian akan memberikan manfaat yang cukup besar antara lain dapat memperbaiki struktur tanah, menahan air dan mencegahnya dari erosi karena luas permukaannya lebih besar, memperkaya karbon organik dalam tanah meningkatkan pH tanah sehingga meningkatkan produksi tanaman (Ismail dan Basri, 2011). Tanah yang diberikan perlakuan *biochar* 10 Mg ha⁻¹, dapat menaikkan nilai pH tanah dari kondisi awal 6,78 unit menjadi 7,40 unit (Nisa, 2010).

2.3.1 Karakteristik *Biochar*

Menurut Lehmann dan S. Joseph (2009), *biochar* adalah bahan pembenah tanah yang lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan dengan bahan organik lain seperti kompos atau pupuk kandang. Karakteristik *biochar* tersebut meliputi 1) pH tinggi, 2) luas permukaan tinggi, 3) kemampuan meretensi air, 3) kandungan C-total tinggi, 4) kapasitas tukar kation dan 5) kandungan unsur hara. Berbeda dengan bahan organik, *biochar* tersusun dari cincin karbon aromatis yang mengakibatkan sifat karbon yang lebih stabil dan tahan lama di dalam tanah (Nurida dkk., 2015). Perbedaan bahan baku dan proses produksi *biochar* (tipe alat pembakaran, suhu pembakaran, dan lama pembakaran) akan menghasilkan sifat fisik-kimia *biochar* yang berbeda. Bahan baku *biochar* yaitu potongan kayu, tempurung kelapa, sekam padi, batang singkong, tongkol jagung, tandan kelapa sawit dan bermacam produk sisa dari hasil pertanian. *Biochar* juga menyediakan media tumbuh yang baik bagi berbagai mikroba tanah. *Biochar* mempunyai sifat adsorpsi yang lebih besar terhadap kation dibandingkan dengan bahan organik pada umumnya. Kemampuan *biochar* untuk memegang air dan hara dalam tanah membantu mencegah terjadinya kehilangan pupuk akibat aliran permukaan (*run off*) dan pencucian (*leaching*), sehingga memungkinkan penghematan pupuk dan mengurangi polusi pada lingkungan sekitar tanah (Ratna, 2016).

2.3.2 Manfaat *Biochar* Terhadap Kesuburan Tanah

Penambahan *biochar* pada lapisan tanah pertanian akan memberikan manfaat yang cukup besar antara lain dapat memperbaiki struktur tanah, menahan air dan tanah dari erosi karena luas permukaannya lebih besar, memperkaya karbon organik dalam tanah, meningkatkan pH tanah sehingga secara tidak langsung meningkatkan produksi tanaman. Aplikasi *biochar* dapat meningkatkan C organik tanah, pH tanah, struktur tanah, KTK tanah, dan kapasitas penyimpanan air tanah. Lahan-lahan pertanian yang telah terdegradasi diperlukan inovasi bahan

pembenah tanah dalam meningkatkan produktivitas dan perbaikan kualitas lahan kering (Mateus dkk., 2017).

Peningkatan C-organik akibat perlakuan *biochar* diduga karena sumber bahan organik *biochar* yang diberikan memiliki karakteristik yang lebih baik dibanding jenis *biochar* lainnya, sehingga resisten terhadap perombakan bahan organik menjadi senyawa yang sederhana. *Biochar* mengandung senyawa aromatik yang bersifat rekalsitran mampu mempertahankan stabilitas C dalam tanah dan berumur panjang (Mateus dkk., 2017). Penambahan *biochar* dapat meningkatkan pH pada tanah masam karena adanya peningkatan konsentrasi logam alkali oksida (Ca^{2+} , Mg^{2+} dan K^+) di *biochar* yang dapat mengurangi konsentrasi Al^+ di dalam tanah (Putri dkk., 2017). Penambahan *biochar* pada tanah dapat memperbanyak ruang pori pada tanah sehingga porositas tanah pun bertambah, karena porositas tanah merupakan proporsi ruang pori yang berfungsi sebagai tempat udara dan air, sehingga jika porositas tanah berubah maka akan mengubah sifat fisika pada tanah yang berupa jumlah pori-pori dan kadar air pada tanah. *Biochar* dapat menjaga kelembaban tanah karena kapasitas menahan airnya tinggi (Agviolita dkk., 2021). *Biochar* memiliki bulk density yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan tanah mineral, oleh karena itu aplikasi *biochar* dapat mengurangi kepadatan tanah. *Biochar* mengandung lebih dari 90% pori mikro dengan diameter <2mm sehingga penambahan *biochar* ke dalam tanah dapat meningkatkan ketersediaan kation utama dan menaikkan nilai KTK hingga 40% KTK awal. Aplikasi *biochar* mampu menurunkan kepadatan tanah, meningkatkan porositas, KTK, serta K dan Ca yang dapat dipertukarkan (Tambunan dkk., 2014).

2.4 Hara Fosfor

Kebutuhan tanaman akan unsur hara fosfor untuk tumbuh kembang tanaman sangatlah penting. Petani harus bisa mencukupi kebutuhan akan unsur ini agar tanaman budi dayanya dapat tumbuh dengan subur dan memberikan hasil yang maksimal. Unsur fosfor diperlukan dalam jumlah yang lebih sedikit daripada unsur nitrogen dan kalium. Fosfor tidak mudah terlarut dalam air dan cenderung

memiliki pergerakan yang lambat di dalam tanah. Unsur fosfor sangat berguna bagi tanaman karena berperan penting dalam pembentukan albumin, pembelahan sel untuk daun, buah dan biji serta untuk pembentukan bunga. Selain itu, unsur hara fosfor juga berfungsi untuk memperkuat batang, mempercepat pematangan buah, memperbaiki kualitas tanaman, perkembangan akar, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Rosmarkam dkk., 2020).

Beberapa karakteristik dari fosfor yaitu fosfor bergerak lambat dalam tanah, tanaman menyerap fosfor dalam tanah dengan jumlah yang lebih kecil dibandingkan nitrogen dan kalium, pencucian bukan masalah, kecuali pada tanah yang berpasir, fosfor lebih banyak berada dalam bentuk anorganik dibandingkan organik. Di dalam tanah kandungan P total bisa tinggi tetapi hanya sedikit yang tersedia bagi tanaman (Rosmarkam dkk., 2020).

Pada pemupukan tanah, fosfor dapat langsung digunakan setelah terlebih dahulu dihaluskan (sebagai pupuk alam). Untuk itu sebagai pupuk tanaman pangan, fosfor perlu diolah menjadi pupuk buatan. Pupuk fosfor dibedakan menjadi beberapa macam, seperti pupuk superfosfat ($(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2)$) yang sangat mudah larut dalam air sehingga mudah diserap oleh akar tanaman, pupuk FMP (*Fused Magnesium Phosphate*) atau $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ yang baik digunakan pada tanah yang banyak mengandung besi dan aluminium, pupuk aluminium fosfat (AlPO_4) serta pupuk besi (III) fosfat (FePO_4) (Rosmarkam dkk., 2020).

Kemasaman tanah sangat erat kaitannya dengan tingkat ketersediaan hara, terutama P, dimana pada berbagai tanah masam sebagian besar hara P yang ditambahkan ke dalam tanah akan mengalami proses transformasi menjadi bentuk-bentuk Al-P dan Fe-P. Bentuk-bentuk P tersebut relatif tidak larut dalam tanah, dengan demikian ketersediaan hara P dalam tanah masam relatif rendah. Fiksasi P kebanyakan terjadi pada tanah yang mempunyai pH rendah dan kaya Al dan atau Fe, seperti halnya pada tanah-tanah di daerah tropika yang kemampuan fiksasi hara P nya sangat tinggi. Hara fosfor diserap tanaman dalam bentuk anion ortofosfat primer H_2PO_4^- dan ortofosfat sekunder HPO_4^{2-} tergantung pH larutan tanahnya. Pada tanah dengan pH masam tanaman menyerap ion P dalam bentuk

H_2PO_4^- sedangkan pada tanah dengan pH basa tanaman menyerap ion P dalam bentuk HPO_4^{2-} (Habi dkk., 2018). Pada tanah dengan pH tinggi, fosfat akan bereaksi dengan ion kalsium, sedangkan pada tanah dengan pH rendah, fosfat akan bereaksi dengan besi dan aluminium (Munawar, 2011).

Faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan P tanah yaitu 1) jumlah *clay* semakin tinggi kadar klei semakin besar retensi P dalam tanah, 2) tipe klei kaolinit dan oksida Fe dan Al mengikat P > montmorilonit, dan vemikulit, 3) pH tanah menentukan bentuk-bentuk P dalam larutan tanah (pada pH rendah dominan bentuk HPO_4^{2-} dan pada pH tinggi dominan bentuk H_2PO_4^-), 4) kadar P tanah, tanah mengandung P sangat tinggi cenderung melepaskan P ke dalam larutan tanah, 5) kadar lengas tanah yang kecil membatasi pergerakan P dan perkembangan tanaman, dan lengas tanah yang tinggi mempengaruhi perakaran dan pengambilan P terbatas, 6) waktu kontak langsung P dengan tanah bertambah lama meningkatkan ketidakterersediaan P tanah, penggunaan pupuk P dengan cara sebar (*broadcasting*) lebih cepat dan lebih murah dapat memberikan laju pemupukan P lebih besar tanpa kerusakan tanaman dan menghasilkan campuran lebih baik antara P dan tanah, 7) kelarutan ukuran partikel tanah, retensi P cenderung meningkat dengan kelarutan tanah bertambah dan ukuran partikel bertambah besar menyebabkan retensi P menurun. Pengaruh pH pada ketersediaan P tidak langsung, karena ketersediaan unsur ini tergantung pada pembentukan senyawa kurang larut dengan Al, Fe, Mn, dan Ca, yang dipengaruhi oleh pH. Sebagai akibatnya ketersediaan P menurun, baik pada pH tinggi maupun rendah dengan ketersediaan maksimum pada kisaran pH 5,5-7,0 (Siswanto, 2018).

Penambahan bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan P di 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 menjadi meningkat. Asam-asam organik yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik

juga dapat melepaskan P yang terjerap sehingga ketersediaan P meningkat. Senyawa organik yang cukup memungkinkan terjadinya khelat yaitu senyawa organik yang berikatan dengan kation logam seperti besi (Fe), mangan (Mn), dan aluminium (Al). Dampak dari terbentuknya khelat logam seperti antara senyawa organik dengan logam Fe dan Al dalam tanah akan mengurangi pengikatan fosfat oleh oksida maupun lempung silikat sehingga dengan itu P akan tersedia di dalam tanah (Utami dan Suci, 2003).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Natar pada bulan Januari-Juni 2021 dengan titik koordinat 5°18'56"LS dan 105°10'30"BT. Analisis ketersediaan dan serapan P pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*) dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer, tabung erlenmeyer, corong penyaring, rak tabung reaksi, mesin pengocok, kertas saring, sendok stainless steel, termometer, timbangan analitik, ember, *tissue*, kantong plastik, oven tanah, labu ukur, pH meter, botol film, botol gelap, tabung reaksi, kuvet, lemari es, oven tanaman, aluminium foil, timbangan, ayakan 5 mm, cangkul, alat tulis dan alat laboratorium lainnya. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel tanah, pupuk P, *biochar* sekam padi, *biochar* batang singkong, *biochar* tongkol jagung, pupuk Urea, pupuk TSP, pupuk KCl, alkohol, benih jagung manis, HCl 25 %, asam sulfat pekat, antimonil kalium tartat, air destilata, larutan kerja, larutan asam askorbat, kalium dihidrogen, amonium florida dan bahan analisis lainnya.

3.3 Pelaksanaan percobaan

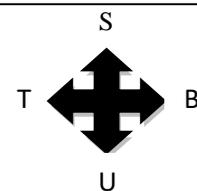
3.3.1 Rancangan percobaan

Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk percobaan plot di lapangan dengan menerapkan beberapa perlakuan secara faktorial dengan dua faktor yang diulang sebanyak 3 kali. Rancangan yang digunakan yaitu rancangan acak kelompok (RAK). Jarak antar kelompok yaitu 1 m, ukuran petak 3 m x 4 m = 12 m² dan jarak antar petak 0,5 m serta jarak tanam nya yaitu 25 cm x 75 cm. Perlakuan yang dilakukan adalah :

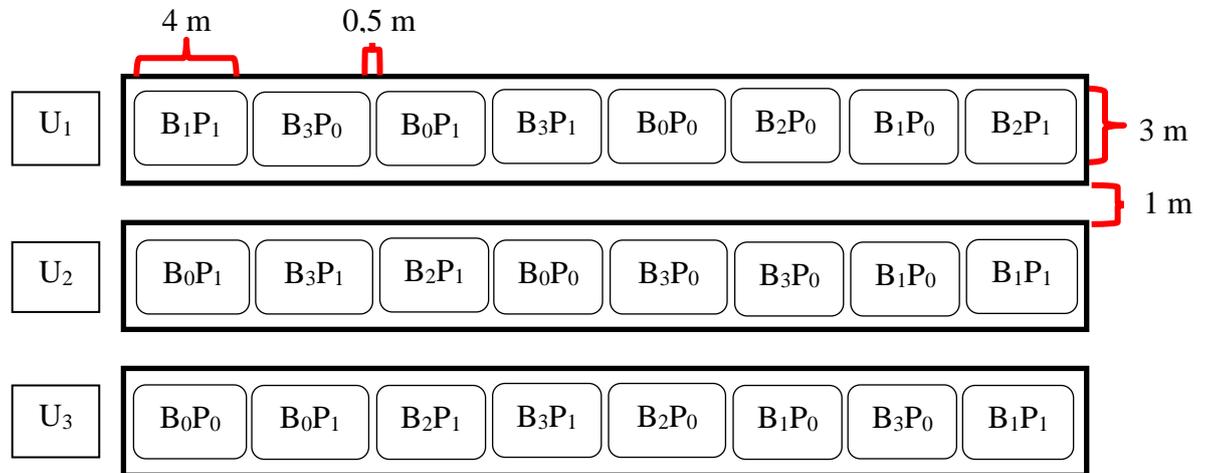
Faktor pertama adalah pemberian <i>biochar</i> :	B ₃ = <i>Biochar</i> batang singkong
B ₀ = Tanpa <i>biochar</i>	Faktor kedua adalah pemberian pupuk P :
B ₁ = <i>Biochar</i> sekam padi	P ₀ = Tanpa pupuk P
B ₂ = <i>Biochar</i> tongkol jagung	P ₁ = Dengan pupuk

Tabel 1. Kombinasi perlakuan *biochar* sekam padi, tongkol jagung, batang singkong dan pemupukan P.

No	Perlakuan	Keterangan
1	B ₀ P ₀	<i>Biochar</i> 0 Mg ha ⁻¹ + tanpa pupuk TSP (pupuk TSP 0 kg ha ⁻¹)
2	B ₁ P ₀	<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹ + tanpa pupuk TSP (pupuk TSP 0 kg ha ⁻¹)
3	B ₂ P ₀	<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹ + tanpa pupuk TSP (pupuk TSP 0 kg ha ⁻¹)
4	B ₃ P ₀	<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹ + tanpa pupuk TSP (pupuk TSP 0 kg ha ⁻¹)
5	B ₀ P ₁	<i>Biochar</i> 0 Mg ha ⁻¹ + pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹
6	B ₁ P ₁	<i>Biochar</i> sekam padi 10 Mg ha ⁻¹ + pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹
7	B ₂ P ₁	<i>Biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha ⁻¹ + pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹
8	B ₃ P ₁	<i>Biochar</i> batang singkong 10 Mg ha ⁻¹ + pupuk TSP 335 kg ha ⁻¹



Setiap perlakuan di atas akan diulang sebanyak 3 dan total satuan percobaan 3 x 2 x 3 sehingga diperoleh 24 satuan percobaan (Gambar 2).



Gambar 2. Tata Letak Percobaan

3.3.2 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan di analisis secara statistik sesuai dengan rancangan yang digunakan. Data yang diperoleh diuji homogenitas ragamnya dengan uji bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji tukey. Jika asumsi terpenuhi maka data diolah dengan analisis ragam. Perbedaan rata-rata nilai tengah diuji dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5% dan 1%. Uji korelasi dilakukan antara ketersediaan P, serapan P brangkasan, serapan P akar, bobot kering brangkasan, bobot kering akar pada fase vegetatif maksimum, C-organik, pH, tinggi tanaman dan produksi tanaman jagung manis.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan *Biochar* Sekam Padi

Biochar yang digunakan merupakan hasil proses pembakaran dengan *supply* energi terbatas (pirolisis) dari sekam padi. Pembuatan *biochar* sekam padi menggunakan cara tradisional. Alat yang digunakan adalah terbuat dari kawat strim yang dibentuk bulat yang berfungsi untuk menyalurkan panas dan tempat

pembakaran bahan bakar, kertas, korek dan kardus, dan ayakan 5 mm. Sedangkan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan *biochar* adalah sekam padi. Kawat strim yang sudah dibentuk bulat diletakkan secara horizontal, lalu sekam padi diletakkan disekitar kawat sampai menumpuk membentuk piramid tetapi sekam padi, diusahakan tidak ada sirkulasi udara saat proses pembakaran karena akan mengganggu proses pembakaran. Hidupkan api di dalam lubang kawat dengan cara memasukkan kertas atau kardus yang telah terbakar. Ditunggu hingga keluar asap putih dari cerobong alat. Tunggu sekam padi berubah warna menjadi hitam. Setelah itu arang disiram air hingga api padam. Kemudian *biochar* dikering udarkan untuk dapat diaplikasikan (Nurida dkk., 2015).

3.4.2 Pembuatan *Biochar* Tongkol Jagung

Pembuatan *biochar* tongkol menggunakan metode drum tertutup. Alat yang digunakan untuk membuat *biochar* tongkol jagung yaitu drum yang sudah dilubangi bagian bawah, kawat pengkait, ayakan 5 mm, kertas dan korek. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu tongkol jagung. Sebelum melakukan pembakaran terlebih dahulu buat lubang sebagai tungku pembakaran. Lubang yang digunakan sebagai tungku pembakaran jangan terlalu dalam. Setelah tungku pembakaran sudah jadi, masukkan kayu dan juga kertas untuk pembuatan api. Kemudian masukkan tongkol jagung ke dalam drum dan tutup bagian atas drum menggunakan penutup drum dan kawat pengkait. Letakkan drum yang sudah berisikan tongkol jagung keatas tungku pembakaran dan cek suhunya. Pada bagian bawah drum tutup menggunakan tanah agar tidak banyak oksigen yang masuk kedalam tungku pembakaran. Tunggu beberapa jam hingga tongkol jagung berubah menjadi hitam atau sudah menjadi *biochar*. Setelah itu tumbuk *biochar* tongkol jagung dan ayak menggunakan ayakan 5 mm (Nurida dkk., 2015).

3.4.3 Pembuatan *Biochar* Batang Singkong

Pembuatan *biochar* batang singkong yaitu menggunakan metode kontiki. Alat yang digunakan yaitu perajang batang singkong, kawat pengkait, kertas, korek dan

kardus, ayakan 5 mm. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu batang singkong. Batang singkong digiling menggunakan rabakong. Sebelum melakukan pembakaran terlebih dahulu buat lubang sebagai tungku pembakaran. Lubang yang digunakan sebagai tungku pembakaran jangan terlalu dalam. Kawat strim yang sudah dibentuk bulat diletakkan secara horizontal, lalu batang singkong yang sudah halus diletakkan disekitar kawat sampai menumpuk tetapi jangan sampai masuk ke dalam lubang kawat strim karena dengan itu pembakaran akan gagal. Ditunggu hingga keluar asap putih dari cerobong alat. Selanjutnya ditunggu batang singkong berubah warna menjadi hitam. Setelah itu *biochar* disiram dengan air hingga api padam. Kemudian *biochar* dikeringudarkan untuk dapat diaplikasikan (Nurida dkk., 2015).

3.4.4 Pengambilan Sampel Tanah Awal

Pengambilan sampel tanah awal dilakukan sebelum pengaplikasian *biochar* di lahan penanaman pada kedalaman 0-20 cm dan dilakukan dengan cara komposit yaitu contoh tanah campuran dari contoh- contoh tanah individu. Contoh tanah individu diambil dari lapisan olah atau lapisan perakaran. Sampel tanah awal diambil pada beberapa titik secara horizontal.

3.4.5 Persiapan Lahan

Penyiapan lahan terdiri dari pengolahan tanah dan pembuatan petakan dengan ukuran 3 m x 4 m, lalu menyusun denah rancangan percobaan. Setelah semua plot sudah siap dilakukan pemberian perlakuan sesuai dengan jenis perlakuan.

Pengaplikasian *biochar* dilakukan 7 hari sebelum tanam dengan dosis *biochar* yaitu 10 Mg ha⁻¹. Setelah dihitung kadar air masing-masing *biochar* sekam padi 8,70%, tongkol jagung 14,07%, batang singkong 10%, maka didapatkan dosis *biochar* per plot perlakuan yaitu sekam padi 13,04 kg, tongkol jagung 13,68 kg, dan batang singkong 13,20 kg. Metode pengaplikasian *biochar* dilakukan dengan cara dilarik. Pengaplikasian *biochar* dengan cara dilarik pada lahan penanaman lebih efektif dibandingkan dengan cara disebar. Efektivitas pemberian *biochar*

tergantung pada jenis tanaman yang diusahakan. Pada tanaman jagung, di lahan kering masam aplikasi *biochar* pada larikan tanaman lebih efektif dibandingkan dengan cara disebar karena jika disebar resiko terangkut aliran air pada saat hujan lebih tinggi (Nurida dkk., 2015).

3.4.6 Penanaman

Penanaman benih jagung dilakukan dengan cara ditugal dan kedalaman lubang tanam 5 cm. Selanjutnya tiap lubang diisi dengan 2 benih jagung manis lalu ditutup dengan tanah. Jarak tanam 25 cm x 75 cm, pada setiap petak perlakuan terdapat 64 lubang tanam.

3.4.7 Pemupukan

Pupuk yang digunakan adalah TSP, Urea, dan KCl. Pemupukan dilakukan dengan cara ditugal sedalam 5 cm serta jarak pemupukan terletak diantar tanaman yaitu 10 cm. Pengaplikasian pupuk TSP dan KCl dilakukan satu kali pada umur tanaman yaitu 7 hari setelah tanam (HST), sedangkan pupuk urea 2 kali, pertama pada umur 7 hari setelah tanam (HST) dan kedua dilakukan sebelum fase vegetatif maksimum tanaman (42 HST). Dosis masing-masing pupuk yang diaplikasikan yaitu TSP 335 kg ha⁻¹, KCl 250 kg ha⁻¹, urea 435 kg ha⁻¹ (diaplikasikan 2 kali) dengan masing-masing dosis 217,5 kg ha⁻¹.

3.4.8 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman terdiri dari penyiraman/pengairan, penyiangan dan pengendalian OPT. Penyiraman dilakukan 1-2 kali sehari tergantung kelembaban tanah. Penyiangan dilakukan dengan membersihkan gulma yang ada di sekitar pertanaman dengan cara mencabut gulma.

3.4.9 Pengambilan Sampel Tanaman

Pengambilan sampel tanaman dilakukan pada tanaman yang sudah memasuki fase vegetatif maksimum (50 HST). Jumlah yang diambil sebanyak 3 sampel (brangkasan dan akar) pada setiap plot dengan sistem diagonal dan diambil dengan menggunakan pisau atau parang untuk memotong tanaman.

3.4.10 Panen

Panen dilakukan pada umur 75 hari setelah tanam. Jagung manis siap dipanen apabila tanaman jagung sudah berwarna kekuningan yang dapat dilihat dari fisik daun, batang, dan juga tongkol jagung. Pemanenan dilakukan secara manual yaitu dipetik menggunakan tangan.

3.4.11 Pengambilan Sampel Tanah Kedua

Pengambilan sampel tanah kedua dilakukan pada saat sesudah panen (75 hari setelah penanaman) pada kedalaman 0-20 cm di setiap petak percobaan (plot). Pengambilan sampel tanah kedua dilakukan seperti pengambilan sampel tanah awal dengan sistem diagonal dan dikompositkan (tiap plot mengambil 3 sampel tanah).

3.4.12 Variabel Utama

Variabel Utama yang diamati yaitu :

1. P-tersedia

Analisis P-tersedia menggunakan Metode *Bray-I*. Contoh tanah diekstraksi secara berurutan menggunakan *spectrofotometer*. Pengukuran P dilakukan juga terhadap larutan blanko dan larutan standar yang disiapkan (Thom dan Utomo, 1991).

Perhitungan :

$$\text{Kadar P tersedia (ppm)} = \frac{20}{2} \times \frac{(10+5)}{5} \times \text{ppm P dalam larutan tanah}$$

Keterangan : 20 = ml larutan pengekstrak tanah (*Bray 1*)

2 = jumlah (g) contoh tanah yang digunakan

2 = ml larutan kerja yang digunakan

5 = ml ekstrak sampel

2. Analisis tanaman (Serapan P brangkasan dan akar pada fase vegetatif maksimum)

Analisis serapan P brangkasan dan akar pada tanaman jagung manis pada fase vegetatif maksimum menggunakan metode pengabuan kering. Kemudian jaringan tanaman diekstraksi secara berurutan menggunakan *spectrofotometer* (Thom dan Utomo, 1991).

Perhitungan Serapan P brangkasan dan akar tanaman :

$$\text{- Kadar P brangkasan (\%)} = \frac{\text{ppm P dalam larutan} \times \frac{100}{1} \times \frac{(2+18)}{2}}{10,000}$$

$$\text{- Serapan P brangkasan (g tanaman}^{-1}\text{)} = \text{Kadar P (\%)} \times \text{Bobot kering pada brangkasan (g tanaman}^{-1}\text{)}$$

$$\text{- Kadar P akar (\%)} = \frac{\text{ppm P dalam larutan} \times \frac{100}{1} \times \frac{(2+18)}{2}}{10,000}$$

$$\text{- Serapan P akar (g tanaman}^{-1}\text{)} = \text{Kadar P (\%)} \times \text{Bobot kering pada akar (g tanaman}^{-1}\text{)}$$

3.4.13 Variabel Pendukung

Variabel Pendukung yang diamati yaitu :

1. pH tanah (Metode Elektrometrik)

Pengukuran pH dilakukan dengan alat pH meter, perbandingan tanah dan aquades = 1:2,5. Tanah yang digunakan untuk mengukur pH tanah yaitu tanah kering udara yang lolos ayakan 2 mm (Thom dan Utomo, 1991).

2. C-organik tanah (Metode Walkley and Black)

Analisis C-organik dilakukan dengan metode berdasarkan bahan organik yang mudah teroksidasi (Walkley dan Black, 1934) yaitu dengan memberikan K_2CrO_7 1 N dan H_2SO_4 pekat, lalu diencerkan dengan aquades dan ditambahkan asam fosfat pekat, NaF 4%, dan indikator difenil amin, kemudian dititrasi dengan amonium sulfat 0,5 N untuk mengetahui kadar C-organik tanah tersebut (Thom dan Utomo, 1991).

Perhitungan :

$$\% \text{ C-organik} = \frac{\text{mlK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times (1 - \frac{V_b}{V_s})}{\text{Berat Sampel Tanah}} \times 0,3886\%$$

3. Bobot kering brangkasan dan akar tanaman jagung pada fase vegetatif maksimum.

Brangkasan dan akar tanaman jagung manis diambil pada fase vegetatif maksimum dan ditimbang bobot basahya kemudian di oven 70°C selama 48 jam untuk dapat mengetahui bobot keringnya.

4. Tinggi tanaman

Cara mengukur dari permukaan media tumbuh sampai ujung daun atau bagian tanaman yang tertinggi. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan sejak 7 HST hingga 50 HST (fase vegetatif maksimum).

5. Produksi jagung manis tanpa kelobot dan berkelobot.

Bobot tanpa kelobot ditimbang dengan dipisahkannya buah dengan kelobotnya dan bobot berkelobot ditimbang buah bersamaan dengan kelobotnya.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Aplikasi berbagai jenis *biochar* meningkatkan ketersediaan P dalam tanah.
2. Pemupukan P meningkatkan ketersediaan P, serapan P brangkasan dan akar, bobot kering brangkasan dan akar, pH tanah, tinggi tanaman dan produksi (tanpa kelobot dan berkelobot).
3. Interaksi pemberian *biochar* tongkol jagung dan pemupukan P meningkatkan serapan P pada akar tanaman jagung manis.
4. Terdapat korelasi positif antara pH dengan P-tersedia, serapan P pada brangkasan dan akar, bobot kering, tinggi tanaman, dan produksi (tanpa kelobot dan berkelobot). Berkorelasi positif juga C-organik dengan P-tersedia, serapan P pada brangkasan dengan bobot kering brangkasan, serapan P pada akar dengan bobot kering akar dan juga dengan produksi (tanpa kelobot dan berkelobot).

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya dilakukan analisis lanjutan tentang aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan P dengan parameter pengamatan yang sama yaitu ketersediaan P dan serapan hara P serta parameter tanah dan tanaman pendukung lainnya untuk melihat pengaruh residu *biochar* dan pemupukan P jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, F.N., B. Siswanto, dan Y. Nuraini. 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.
- Agviolita, P., Yushardi, dan F. K. A. Anggraeni. 2021. Pengaruh Perbedaan Biochar terhadap Kemampuan Menjaga Retensi pada Tanah. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*.10 (2) : 267-273.
- Apriliandi, D. 2012. Pengaruh Pupuk Majemuk NPK terhadap Pertumbuhan Produksi dan Serapan Hara Jagung (*Zea mays L.*) pada Latosol Dermaga. *Skripsi*. IPB Press. Bogor. 51 hlm.
- Aswiguna, S. 2019. Pengaruh Pemberian *Biochar* Batang Singkong dan Pemupukan P terhadap Serapan Hara NPK pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 63 hlm.
- Badan Pusat Statistika. 2015. *Produksi Jagung Manis*.
<https://lingkab.bps.go.id/indicator/53/153/1/produksi-jagung-manis.html>.
Diakses pada 10 September 2021 pukul 13.15 WIB.
- Damanik, M. M. B., B. E. Hasibuan, Fauzi, Sarifuddin, dan H. Hanum. 2010. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press. Medan. 303 hlm.
- Ekowati, D. dan M. Nasir. 2011. Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Varietas Bisi-2 pada Pasir Reject dan Pasir Asli di Pantai Trisik Kulonprogo. *J. Manusia dan Lingkungan*. 18 (3) : 220 – 231.
- Eviati, Sulaeman, dan Suparto. 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 143 hlm.
- Fahmi, A., B. Syamsudin, S.N.H, Utami, dan B. Radjagukguk. 2010. Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Padatan Regosol dan Latosol. *Berita Biologi*. 10 (3) : 279-304.
- Fahrunsyah, Mulyadi, A. Sarjono, dan S. Darma. 2021. Peningkatan Efisiensi Pemupukan Fosfor pada Ultisol dengan Menggunakan Abu Terbang Batubara. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 8 (1): 189-202.

- Fajarindo, F. 2020. Pengaruh Pemberian *Biochar* Batang Singkong dan Pemupukan P terhadap P tersedia dan Pertumbuhan serta Produksi Jagung (*Zea mays* L.) pada Tanah Ultisol. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 80 hlm.
- Firnia, D. 2018. Dinamika Unsur Fosfor pada Tiap Horison Profil Tanah Masam. *Jur. Agroekotek*. 10 (1) : 45-52.
- Gani, A. 2009. Arang Hayati “*Biochar*” sebagai Komponen Perbaikan Produktivitas Lahan. *Iptek Tanaman Pangan*. 4 (1) : 33-48.
- Gani, A. 2010. *Multiguna Arang-Hayati Biochar*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (Sinar Tani) Edisi.13-19. Sukamandi. 4 hlm.
- Habi, M.L., J.I. Nendissa, D. Marasabessy, dan A.M. Kalay. 2018. Ketersediaan Fosfat, Serapan Fosfat, dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) akibat Pemberian Kompos Granul Ela Sagu dengan Pupuk Fosfat pada Inceptisols. *Agrologia*. 7 (1) : 42-52.
- Harahap, F.S., H. Walida., R. Oesman, Rahmaniah, I. Arman, M. Wicaksono, D. A. Harahap, dan R. Hasibuan. 2020. Pengaruh Pemberian Abu Sekam Padi dan Kompos Jerami Padi terhadap Sifat Kimia Tanah Ultisol pada Tanaman Jagung Manis. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 7 (2) : 175-184.
- Haryadi, D ., H. Yetti, dan S. Yoseva. 2015. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica alboglabra* L.). *Jom Faperta*. 2 (2). 1-10.
- Herhandini, D. A., R. Suntari, dan A. Citraresmini. 2021. Pengaruh Aplikasi *Biochar* Sekam Padi dan Kompos Terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan, dan Serapan Fosfor Tanaman Jagung Pada Ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 8 (2) : 385-394.
- Isrun. 2006. Pengaruh Dosis Pupuk P dan Jenis Pupuk Kandang terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah, Serapan P dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays var saccharata sturt*) pada Inceptisols Jatinangor. *J Agrisains*. 7 (1) : 9-17.
- Kasno, A. 2009. Respon Tanaman Jagung terhadap Pemupukan Fosfor pada *Typic Dystrudepts*. *J. Tanah Trop*. 14 (2) : 111-118.
- Kasno, A. dan T. Rostaman. 2013. Serapan Hara dan Peningkatan Produktivitas Jagung dengan Aplikasi Pupuk NPK Majemuk. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 32 (3) : 179-186.
- Kaya, E. 2012. Pengaruh Pupuk Kalium dan Fosfat terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfat Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) pada Tanah Brunizem. *Agrologia*. 1 (2) : 113-118.

- Kusuma, A. W. D. 2020. Pengaruh Pemberian Biochar Batang Singkong dan Pemupukan P terhadap Fraksionasi P pada Tanah Ultisol yang Ditanami Jagung (*Zea mays* L.) *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 84 hlm.
- Lehman, J. dan S. Joseph. 2009. *Biochar for Environmental Management*. Earthscan. London. 438 hlm.
- Liferdi, L. 2010. Efek Pemberian Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. *J. Hort.* 20 (1) : 18-26.
- Maryamah, U., S. H. Sutjahjo, dan A. Nindita. 2017. Evaluasi Penampilan Sifat Hortikultura dan Potensi Hasil pada Jagung Manis dan Jagung Ketan. *Bul. Agrohorti.* 5 (1) : 88-97.
- Mashur. 2001. Vermikompos Pupuk Organik Berkualitas dan Ramah Lingkungan. *Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian*. Mataram. 63 hlm.
- Mulyani, N.S., M.E. Suryadi, S. Dwiningsih, dan Haryanto. 2001. Dinamika Hara Nitrogen pada Tanah Sawah. *Jurnal Tanah dan Iklim.* 1 (19) : 14-25.
- Munawar, A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. IPB-Press. Bogor. 241 hlm.
- Mateus, R., D. Kantur, dan L. M. Moy. 2017. Pemanfaatan *Biochar* Limbah Pertanian sebagai Pembena Tanah untuk Perbaikan Kualitas Tanah dan Hasil Jagung di Lahan Kering. *AGROTROP.* 7 (2): 99-108.
- Ndjudi, S. K., T. Iskandar, dan S.P.A. Anggraini. 2020. Efisiensi Pelapisan Amilum terhadap Campuran *Biochar* Tongkol Jagung dengan Pupuk NPK melalui Metode *Coating*. *Sentikulin.* 3 (7) : 2622-9730.
- Nisa, K. 2010. Pengaruh Pemupukan NPK dan *Biochar* terhadap Sifat Kimia Tanah, Serapan Hara, dan Hasil Tanaman Padi Sawah. *Thesis*. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh. 32 hlm.
- Noviarini, M., N. N. Subadiyasa, dan I. N. Dibia. 2017. Produksi dan Mutu Jagung Manis (*Zea mays saccharata sturt.*) akibat Pemupukan Kimia, Organik, Mineral, dan Kombinasinya pada Tanah Inceptisol Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Udayana. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika.* 6 (4) : 469-480.
- Nurida, N. L. 2014. Potensi Pemanfaatan *Biochar* untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus.* 8 (3) : 57-68.

- Nurida, N. L., A. Dariah, dan A. Rachman. 2013. Peningkatan Kualitas Tanah dengan Pembenh Tanah *Biochar* Limbah Pertanian. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 37 (2) : 69-78.
- Nurida, N. L., A. Rachman, dan S. Sutono. 2015. *Biochar Pembenh Tanah Yang Potensial*. IAARD Press. Jakarta. 61 hlm.
- Nurida, N. L., Sutono, dan Muchtar. 2017. Pemanfaatan *Biochar* Kulit Buah Kakao dan Sekam Padi untuk Meningkatkan Produktivitas Padi Sawah di Ultisol Lampung. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 20 (1) : 69-80.
- Nuryani, E., G. Haryono, dan Historiawati. 2019. Pengaruh Dosis dan saat Pemberian Pupuk P terhadap Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris*, L.) Tipe Tegak. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*. 4 (1) : 14-17.
- Oktaviansyah, H., J. Lumbanraja, Sunyoto, dan Sarno. 2015. Pengaruh Sistem Olah Tanah terhadap Pertumbuhan, Serapan Hara dan Produksi Tanaman Jagung pada Tanah Ultisol Gedung Meneng Bandar Lampung. *J. Agrotek Tropika*. 3 (3) : 393-401.
- Pane, M. A., Damanik, dan B. Sitorus. 2014. Pemberian Bahan Organik Kompos Jerami Padi dan Abu Sekam Padi dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol serta Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi*. 2 (4) : 1426-1432.
- Polii, M. G. M. dan S. Tumbelaka. 2012. Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* L.) pada Beberapa Dosis Pupuk Organik. *Eugenia*. 18 (1) : 56-64.
- Prasetyo, B. H. dan D.A. Suridikarta. 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25 (2) : 1-9.
- Purba, L. A. A., Y. Hasanah, dan Haryati. 2015. Respons Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap Komposisi Pemberian Abu Vulkanik Gunung Sinabung, Arang Sekam Padi dan Kompos Jerami. *Jurnal Online Agroekoteaknologi*. 3 (2) : 552- 557.
- Purba, M. A., Fauzi, dan K. Sari. 2015. Pengaruh Pemberian Fosfat Alam dan Bahan Organik pada Tanah Sulfat Masam Potensial terhadap P-tersedia Tanah dan Produksi Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Online Agroekoteaknologi*. 3 (3) : 938-948.

- Putra, W.I. 2019. Pengaruh Pemberian *Biochar* Tongkol Jagung terhadap Beberapa Sifat Kimia Inceptisol dan Pertumbuhan Tanaman Jagung Padang Tujuh Kabupaten Pasaman Barat. *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang. 73 hlm.
- Putri V.I., Mukhlis, dan B. Hidayat. 2017. Pemberian Beberapa Jenis *Biochar* untuk Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5 (4) : 824- 828.
- Ratmini, N. P., R. Y. Juwita, dan P. Sasmita. 2018. Pemanfaatan *Biochar* untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Sub Optimal. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal* : 503-509.
- Ratna, N.,E. 2016. Pengaruh Dosis Pupuk Organonitrofos Plus, Pupuk Anorganik, dan *Biochar* terhadap Pertumbuhan dan Serapan Hara N, P, K Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* L.) pada Tanah Ultisols Taman Bogo. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rosmarkam dan A. N. Widya. 2020. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta. 224 hlm.
- Rukmana. 2010. *Prospek Jagung Manis*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta. 240 hlm.
- Sagala, Y., A.S. Hanafiah, dan Razali. 2013. Peranan Mikoriza terhadap Pertumbuhan, Serapan P dan Cd Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) serta Kadar P dan Cd Andisol yang diberi Pupuk Fosfat Alam. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2 (1) : 487-500.
- Salawati, M. Basir, I. Kadekoh, dan A.R. Thaha. 2016. Potensi *Biochar* Sekam Padi terhadap Perubahan pH, KTK, C-Organik dan P-tersedia pada Tanah Sawah Inceptisol. *J. Agroland*. 23 (2) : 101-109.
- Sari,D. N., S. Yusnaini, A. Niswati, dan Sarno. 2016. Pengaruh Dosis dan Ukuran Butir Pupuk Fosfat Super yang Diasidulasi Limbah Cair Tahu terhadap Serapan P dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *J. Agrotek Tropika*. 4 (1) : 81-85.
- 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.
- Sirait, R.F., Sarno, N.A. Afrianti, dan A. Niswati. 2020. Pengaruh Aplikasi *Biochar* dan Pemupukan Nitrogen terhadap Ketersediaan NPK Tanah pada Pertanaman Jagung Manis (*Zea mays* L.). *J. Agrotek Tropika*. 8 (1) : 37-46.

- Sirait, B. A. dan P. Siahaan. 2019. Pengaruh Pemberian Pupuk Dolomit dan Pupuk SP-36 terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Agrotekda*. 3 (1) : 10–18.
- Siregar, P. dan F. Supriadi. 2017. Pengaruh Pemberian Beberapa Sumber Bahan Organik dan Masa Inkubasi terhadap Beberapa Aspek Kimia Kesuburan Tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi*. 5 (2) : 256- 264.
- Siswanto, B. 2018. Sebaran Unsur Hara N, P, K dan pH dalam Tanah. *Buana Sains*. 18 (2) : 109 – 124.
- Solfianti, M., Herviyanti, T. B. Prasetyo, dan A. Maulana. 2021. Pengaruh Aplikasi *Biochar* Limbah Kulit Pinang Dosis Rendah terhadap Sifat Kimia Inceptisol. *Jurnal Agrikultura*. 32 (1) : 77-84.
- Sudaryono, W. Andy, dan Suyamto. 2011. Efektivitas Kombinasi Amelioran dan Pupuk Kandang dalam Meningkatkan Hasil Kedelai pada Tanah Ultisol. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 30 (1) : 43-51.
- Syahputra, E., Fauzi, dan Razali. 2015. Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi*. 4 (1) :1796 – 1803.
- Syarifudin, Y. S. Pata'dungan, dan Isrun. 2020. Serapan Fosfor Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata strut.*) akibat Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk SP-36 pada Entisols Sidera. *J. Agroland*. 27 (1) : 77-88.
- Syukur, M. dan A. Rifianto. 2013. *Jagung Manis*. Penebar Swadaya. Jakarta. 130 hlm.
- Tambunan, S., E. Handayanto, dan B. Siswanto. 2014. Pengaruh Aplikasi Bahan Organik Segar dan *Biochar* terhadap Ketersediaan P dalam Tanah di Lahan Kering Malang Selatan. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 1 (1) : 89-98.
- Tarigan, A. D. dan Nelvia. 2020. Pengaruh Pemberian *Biochar* Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays sacharrata* L.) di Tanah Ultisol. *Jur Agroekotek*. 12 (1) : 23-37.
- Thom, W.O. dan M. Utomo. 1991. *Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah dan Tanaman*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 85 hlm.
- Utami, S. N. H. dan S. Handayani. 2003. Sifat Kimia Entisol pada Sistem Pertanian Organik. *Ilmu Pertanian*. 10 (2) : 63-69.

Wendy, I.P. 2019. Pengaruh Pemberian *Biochar* Tongkol Jagung terhadap Beberapa Sifat Kimia Inceptisol dan Pertumbuhan Tanaman Jagung di Padang Tujuh Kabupaten Pasaman Barat. *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang. 81 hlm.

Yosephine, I. O., H. Gunawan, dan R. Kurniawan. 2021. Pengaruh Pemakaian Jenis *Biochar* pada Sifat Kimia Tanah P dan K terhadap Perkembangan Vegetatif Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jacq.*) pada Media Tanam Ultisol. *Agroteknika*. 4 (1) : 1-10.