

**INVENTARISASI PENYAKIT DAN ANALISIS PERTANAMAN JAGUNG
(*Zea mays* L.) PADA APLIKASI *BIOCHAR* DAN PUPUK FOSFOR**

(Skripsi)

Oleh

**Aci Prima Dini
1914121017**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**INVENTARISASI PENYAKIT DAN ANALISIS PERTANAMAN JAGUNG
(*Zea mays* L.) PADA APLIKASI *BIOCHAR* DAN PUPUK FOSFOR**

Oleh

ACI PRIMA DINI

Skripsi

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

pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

INVENTARISASI PENYAKIT DAN ANALISIS PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) PADA APLIKASI *BIOCHAR* DAN PUPUK FOSFOR

Oleh

Aci Prima Dini

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu, Laboratorium Bioteknologi, dan Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari Maret 2022 – Januari 2023. Penelitian dirancang dengan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor perlakuan yaitu *biochar* dan pupuk fosfor. Terdapat 4 taraf perlakuan pada faktor *biochar* yaitu: B0 (tanpa *biochar*), B1 (*biochar* sekam padi), B2 (*biochar* tongkol jagung), dan B3 (*biochar* batang singkong). Selain itu terdapat 2 taraf perlakuan pada faktor pupuk fosfor yaitu P0 (tanpa pupuk fosfor) dan P1 (pupuk fosfor) sebanyak 212 kg ha⁻¹). Hasil penelitian menunjukkan terdapat empat penyakit penting yang ditemukan pada pertanaman jagung yaitu bulai (*Peronosclerospora* sp.), hawar daun (*Bipolaris maydis*), karat (*Puccinia polysora*), dan busuk pelepah (*Fusarium* spp.) setelah aplikasi *biochar* dan pupuk fosfor. Selain itu tidak terjadi penurunan keterjadian dan keparahan penyakit tanaman jagung setelah aplikasi jenis *biochar* dan pupuk fosfor. Perbedaan keterjadian hanya pada penyakit hawar pada 6 MST (minggu setelah tanam) setelah aplikasi *biochar* dan pupuk fosfor dan didapatkan bahwa aplikasi *biochar* tongkol jagung dan *biochar* batang singkong menghasilkan persentase keterjadian rendah dibandingkan perlakuan lain. Analisis pertanaman jagung menunjukkan terjadi peningkatan tinggi tanaman oleh perlakuan *biochar* dan produksi jagung;

Kata kunci: *biochar*, jagung, penyakit, pupuk fosfor

Judul Skripsi : **INVENTARISASI PENYAKIT DAN ANALISIS
PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) PADA
APLIKASI *BIOCHAR* DAN PUPUK FOSFOR**

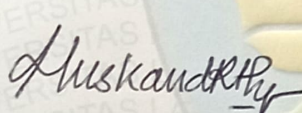
Nama Mahasiswa : **Aci Prima Dini**

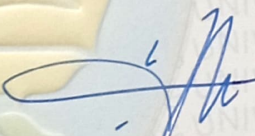
Nomor Pokok Mahasiswa : **1914121017**

Jurusan : **Agroteknologi**

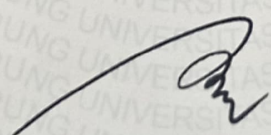
Fakultas : **Pertanian**




Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M. P.
NIP. 198104132008122001


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

2. Ketua Jurusan Agroteknologi


Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 19630508 198811 2 001

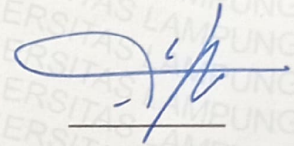
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

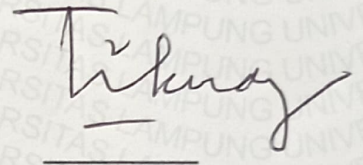
Ketua : Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.



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



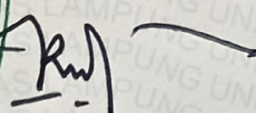
**Penguji
Bukan pembimbing : Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002



Tanggal lulus ujian skripsi: 30 Agustus 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“INVENTARISASI PENYAKIT DAN ANALISIS PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) PADA APLIKASI *BIOCHAR* DAN PUPUK FOSFOR”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terbukti merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 4 Agustus 2023

Penulis,



Aci Prima Dini

NPM 1914121017

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Rawa Betik, Kecamatan Seputih Surabaya pada 2 Februari 2000. Penulis lahir dari orang tua bernama Bapak Andreas Sutrisno dan Ibu Isgiyanti sebagai anak pertama dari dua bersaudara.

Penulis menempuh sekolah dasar di SD Negeri Rawa Betik (lulus pada tahun 2013), melanjutkan ke SMP Negeri 2 Seputih Surabaya (lulus tahun 2016) dan SMA Negeri 1 Seputih Surabaya (lulus tahun 2019) hingga akhirnya bisa menempuh pendidikan tinggi di Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur penerimaan SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Sebuah berkat yang luar biasa, Penulis juga merupakan mahasiswa penerima Bidikmisi selama perkuliahan.

Selama menjadi mahasiswa, Penulis aktif di organisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT) pada tahun 2021-2022 sebagai anggota Bidang Pengabdian Masyarakat dan organisasi kerohanian Persatuan Oikumene Mahasiswa Kristen Pertanian (Pomperta) pada tahun 2021-2022 sebagai anggota Sie Doa dan Pemerhati. Selama mengikuti organisasi tersebut, Penulis aktif dalam berbagai kegiatan tingkat jurusan, fakultas, regional, bahkan nasional sebagai panitia pelaksana. Selain itu, Penulis juga pernah menjadi Tutor Filma (Forum Ilmiah Mahasiswa (2020), asisten praktikum Teknik Pengendalian Hama Terpadu (TPHT) (2021), asisten praktikum Perencanaan Pertanian (2022), dan asisten praktikum Teknik Pemuliaan Tanaman (2023). Penulis juga pernah menjadi finalis 5 besar Lomba Karya Tulis Nasional (LKTI) Plant Protection Day yang tergabung dalam kelompok penulisan sebagai anggota kelompok (2021). Salah satu karya Penulis pernah diterbitkan dalam buku “*Reach the Future*” pada tahun

2021 berupa cerita pendek. Penulis melaksanakan praktik umum di Perkebunan Plasma Kelapa Sawit PT Bangun Nusa Indah Lampung (BNIL) di Kabupaten Mesuji pada tahun 2022.

“Apakah kekuatanku, sehingga aku sanggup bertahan, dan apakah masa depanku,
sehingga aku harus bersabar?”
(Ayub 6:11)

“Karena itu, Aku berkata kepadamu: apa saja yang kamu minta dan doakan,
percayalah bahwa kamu telah menerimanya, maka hal itu akan diberikan
kepadamu.”
(Markus 11:24)

“Serahkanlah hidupmu kepada TUHAN dan percayalah kepada-Nya, dan Ia akan
bertindak;”
(Mazmur 37:5)

“... Aku menyertai kamu senantiasa sampai kepada akhir zaman”
(Matius 28:20b)

*“You may never know what results come of your actions, but if you do nothing,
there will be no results.”*
(Mahatma Gandhi)

Aku persembahkan skripsi ini untuk kedua orangtuaku tercinta,
Ayah (Andreas Sutrisno) dan Ibu (Isgiyanti) sebagai tanda syukur dan bentuk
kasihku karena selalu memberikan semual hal yang terbaik untukku dan menjadi
alasan untuk dapat menyelesaikan pendidikanku. Salam kasih dariku.

Adikku tercinta, Eclesya Eprilya Pertiwi yang senantiasa menjadi salah satu
alasan untuk selalu menjadi teladan dan contoh.

Semua keluarga yang selalu mengasihi dan mendukungku dalam setiap kondisi.

Serta Almamater tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, atas segala berkat dan keselamatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“INVENTARISASI PENYAKIT DAN ANALISIS PERTANAMAN JAGUNG (*ZEA MAYS L.*) PADA APLIKASI *BIOCHAR* DAN PUPUK FOSFOR”**. Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi, Penulis telah dibantu, dibimbing, dan didukung oleh banyak pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., sebagai Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan izin penggunaan seluruh fasilitas Fakultas Pertanian;
2. Prof. Dr. Ir Sri Yusnaini, M.Si., sebagai Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan saran, nasihat, dan arahan selama proses perkuliahan;
3. Ibu Yuyun Fitriana, M.P., Ph.D. selaku ketua bidang Proteksi Tanaman yang telah memberikan saran dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
4. Dr. Ir. Suskandini Ratih Dirmawati, M.P., sebagai pembimbing utama yang senantiasa memberikan bimbingan, saran, masukan, kritik, dan dukungan yang tak henti-hentinya selama pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini;
5. Ibu Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si., sebagai pembimbing kedua yang telah memberikan saran, bimbingan, dan arahan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini;
6. Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc., selaku Pembahas dan Penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini;

7. Dr. Ir. Sudi Pramono, M.S., selaku Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan arahan dan semangat kepada Penulis;
8. Kedua orang tua penulis, Ayah (Andreas Sutrisno) dan Ibu (Isgiyanti) terkasih, yang senantiasa mendampingi penulis, senantiasa sabar dan selalu memberikan yang terbaik untuk Penulis, serta selalu memberikan semangat dan motivasi;
9. Adik Penulis, Ecclesia Eprilya Pertiwi, yang selalu memberikan keceriaan dan semangat kepada Penulis;
10. Sahabat-sahabat Penulis, Mutiara Larasati, Lisa, Dagit, Denin, Pipi, Melda, dan Ulip;
11. Teman-teman dalam penelitian *biochar*, mba Fairuz, Bang Gede, Mela, Tari, Wulan, Fina, Beni, Teva, dan Atul;
12. Teman-teman konsentrasi HPT 2019;
13. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Biotek, Intan, Oka, dan Iis.

Kiranya berkat Tuhan selalu dilimpahkan untuk semua pihak yang telah membantu, membimbing dan menemani Penulis dalam pelaksanaan penelitian sampai pada penulisan skripsi ini.

Bandar Lampung, 4 Agustus 2023

Aci Prima Dini

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Kerangka Pemikiran	3
1.5 Hipotesis.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tanaman Jagung.....	8
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Jagung	8
2.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung.....	8
2.2 Penyakit Penting Tanaman Jagung	9
2.2.1 Penyakit Bulai	9
2.2.2 Penyakit Hawar Daun Jagung	9
2.2.3 Penyakit Karat Daun	10
2.2.4 Penyakit Busuk Batang	10
2.3 <i>Biochar</i> dan Fosfor.....	10
III. BAHAN DAN METODE	12
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	12
3.2 Alat dan Bahan`	12
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	15
3.4.1 Pembuatan <i>Biochar</i>	15
3.4.2 Pengolahan Lahan	16
3.4.4 Penanaman	17
3.4.5 Pemupukan.....	18
3.4.6 Pemeliharaan	19
3.4.7 Pengamatan Penyakit Jagung dan Pengambilan Sampel	19
3.4.8 Isolasi Patogen Penyebab Penyakit Penting Jagung	20
3.5 Variabel Pengamatan.....	22
3.5.1 Variabel Utama	22

3.5.2 Variabel Pendukung	23
3.6 Analisis Data	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil Penelitian	25
4.1.1 Penyakit Bulai	26
4.1.2 Penyakit Hawar Daun	28
4.1.3 Penyakit Karat.....	30
4.1.4 Penyakit Busuk Pelepah.....	31
4.1.5 Keterjadian dan Keparahan Penyakit Jagung.....	33
4.1.6 Variabel Pertumbuhan.....	35
4.1.7 Produksi Jagung, Berat Akar, dan Berat Brangkasan	37
4.2 Pembahasan	39
V. SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Simpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skor penyakit yang digunakan	23
2. pH tanah sebelum aplikasi <i>biochar</i> dan pupuk fosfor	25
3. C-Organik tanah sebelum aplikasi <i>biochar</i> dan pupuk fosfor	25
4. Kriteria jenis <i>Biochar</i> yang digunakan dalam penelitian	26
5. Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> , pupuk fosfor, dan interaksi keduanya terhadap keterjadian penyakit bulai, hawar, karat, dan busuk pelepah	33
6. Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> , pupuk fosfor, dan interaksi keduanya terhadap keparahan penyakit hawar, karat, dan busuk pelepah.....	34
7. Pengaruh pemberian <i>biochar</i> terhadap keterjadian penyakit hawar 6 MST	34
8. Rekapitulasi analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> , pupuk fosfor, dan....	35
9. Rekapitulasi analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> , pupuk fosfor, dan interaksi keduanya terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang 7 MST	35
10. Pengaruh <i>biochar</i> terhadap tinggi tanaman 7 MST	36
11. Pengaruh interaksi perlakuan <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap diameter batang 7 MST	37
12. Rekapitulasi analisis ragam pengaruh pemberian <i>biochar</i> , pupuk P, dan interaksi keduanya terhadap komponen produksi jagung, berat basah akar, dan berat kering brangkasan	37
13. Pengaruh <i>biochar</i> terhadap produksi jagung	38
14. Analisis ragam pengaruh pemberian <i>biochar</i> , pupuk fosfor, dan interkasi keduanya terhadap pH tanah dan C-Organik.....	38
15. Pengaruh <i>biochar</i> terhadap pH tanah	39

16.	Tinggi tanaman jagung	49
17.	Jumlah daun tanaman jagung	49
18.	Diameter batang tanaman jagung	49
19.	Tinggi tanaman 7 MST	50
20.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap tinggi tanaman 7 MST	50
21.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap tinggi tanaman 7 MST	50
22.	Jumlah daun tanaman 7 MST	51
23.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap jumlah daun tanaman 7 MST	51
24.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap jumlah daun tanaman 7 MST	51
25.	Diameter batang tanaman 7 MST	52
26.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap diameter batang tanaman 7 MST	52
27.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap diameter batang tanaman 7 MST	52
28.	Keterjadian penyakit hawar 5 MST	53
29.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap penyakit hawar 5 MST	53
30.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit hawar 5 MST	53
31.	Keterjadian penyakit hawar 6 MST	54
32.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian hawar 6 MST	54
33.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit hawar 6 MST	54
34.	Keterjadian penyakit hawar 7 MST	55

35.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit hawar 7 MST	55
36.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit hawar 7 MST	55
37.	Keterjadian penyakit hawar 8 MST	56
38.	Uji homogenitas pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit hawar 8 MST	56
39.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian	56
40.	Keterjadian penyakit hawar 9 MST	57
41.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit hawar 9 MST	57
42.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit hawar 9 MST	57
43.	Keterjadian Bulai 2 MST	58
44.	Keterjadian Penyakit Bulai 4 MST	58
45.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit bulai 4 MST	58
46.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit bulai 4 MST	59
47.	Keterjadian penyakit bulai 6 MST	59
48.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit bulai 6 MST	59
49.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit bulai 6 MST	60
50.	Keterjadian penyakit karat 7 MST	60
51.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit karat 7 MST	60
52.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit karat 7 MST	61
53.	Keterjadian penyakit karat 8 MST	61

54.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap terjadinya penyakit karat 8 MST	61
55.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap terjadinya penyakit karat 8 MST	62
56.	Keterjadian penyakit karat 9 MST.....	62
57.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap terjadinya penyakit karat 9 MST	62
58.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap terjadinya penyakit karat 9 MST	63
59.	Keterjadian penyakit busuk pelepah 7 MST.....	63
60.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap terjadinya penyakit busuk pelepah 7 MST.....	63
61.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap terjadinya penyakit busuk pelepah 7 MST	64
62.	Keterjadian penyakit busuk pelepah 9 MST.....	64
63.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap terjadinya penyakit busuk pelepah 9 MST.....	64
64.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap terjadinya busuk pelepah 9 MST	65
65.	Keparahan penyakit hawar 5 MST	65
66.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit hawar 5 MST	65
67.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit hawar 5 MST	66
68.	Keparahan penyakit hawar 6 MST	66
69.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit hawar 6 MST	66
70.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit hawar 6 MST	67
71.	Keparahan penyakit hawar 7 MST	67
72.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit hawar 7 MST	67

73.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit hawar 7 MST	68
74.	Keparahan penyakit hawar 8 MST	68
75.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit hawar 8 MST	68
76.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit hawar 8 MST	69
77.	Keparahan penyakit hawar 9 MST	69
78.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit hawar 9 MST	69
79.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit hawar 9 MST	70
80.	Keparahan penyakit busuk pelepah 8 MST	70
81.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit busuk pelepah 8 MST	70
82.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit busuk pelepah 8 MST	71
83.	Keparahan penyakit busuk pelepah 9 MST	71
84.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit busuk pelepah 9 MST	71
85.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit busuk pelepah 9 MST	72
86.	Keparahan penyakit karat 7 MST	72
87.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit karat 7 MST	72
88.	Analisi ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit karat 7 MST	73
89.	Keparahan penyakit karat 8 MST	73
90.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit karat 8 MST	73

91.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit karat 8 MST	74
92.	Keparahan penyakit karat 9 MST	74
93.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keparahan penyakit karat 9 MST	74
94.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap keterjadian penyakit karat 9 MST	75
95.	Berat biji panen.....	75
96.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap berat biji panen	75
97.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap berat biji panen	76
98.	Berat kering biji KA 13%	76
99.	Uji homogenitas ragam berat kering biji KA 13%	76
100.	Analisis ragam berat kering biji KA 13%	77
101.	Berat kering brangkasan	77
102.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap berat kering brangkasan.....	77
103.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap berat kering brangkasan	78
104.	Berat basah akar.....	78
105.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap berat basah akar	78
106.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap berat basah akar	79
107.	Data pH tanah setelah aplikasi <i>biochar</i> dan pupuk fosfor	79
108.	Uji homogenitas ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap pH tanah.....	79
109.	Analisis ragam pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk fosfor terhadap pH tanah	80
110.	Data C-organik setelah aplikasi <i>biochar</i> dan pupuk fosfor	80

111. Uji homogenitas ragam pengaruh *biochar* dan pupuk fosfor terhadap C-organik tanah 80
112. Analisis ragam pengaruh *biochar* dan pupuk fosfor terhadap C-organik 81

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran inventarisasi penyakit dan analisis	6
2. Petak percobaan tanaman jagung.	14
3. Proses pembuatan <i>biochar</i>	16
4. Pengolahan lahan pada setiap petakan	16
5. Pengaplikasian <i>biochar</i> pada petakan	17
6. Penanaman jagung	18
7. Proses pemupukan jagung.....	18
8. Penyiraman pada lahan jagung	19
9. Pengamatan tanda dan gejala penyakit jagung	20
10. Proses pembuatan media PSA.....	21
11. Isolasi patogen penyebab penyakit jagung.....	22
12. Gejala penyakit bulai (<i>Peronosclerospora</i> sp.). (a) Gejala penyakit bulai pada tanaman jagung 3 MST di petak B1P0; (b) Lapisan <i>Peronosclerospora</i> sp. pada jaringan daun tanaman jagung 5 MST.....	27
13. Gejala hawar daun 7 MST di petak B2P1.....	28
14. Isolat patogen penyakit hawar daun (<i>Bipolaris maydis</i>). (a) Permukaan atas; (b) Permukaan bawah.....	29
15. Mikroskopis <i>B. maydis</i> . (a) Konidia <i>B. maydis</i> ;.....	29
16. Gejala dan tanda penyakit karat yaitu urediniospora pada	30
17. Urediniospora patogen <i>P. polysora</i> (perbesaran 400x).....	31

18. Gejala penyakit busuk pelepah pada petak BOP0. (a) 7 MST;.....	32
19. Isolat <i>Fusarium</i> spp. (a) Permukaan atas; (b) Permukaan bawah....	32
20. <i>Fusarium</i> spp. (a) Makrokonidia <i>Fusarium</i> spp.; (b) Mikrokonidia <i>Fusarium</i> spp.; (c) hifa <i>Fusarium</i> spp. (perbesaran 400x).	33

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung berperan dalam pasokan bahan baku industri dan bahan pangan Indonesia. Jagung menjadi komoditas yang digemari oleh petani dengan data dari Badan Pusat Statistik (2018), terjadi peningkatan luas panen jagung di Provinsi Lampung sebesar 0,77% dari 482.607 ha menjadi 486.313 ha. Seiring dengan hal tersebut, perluasan penggunaan lahan pertanian di Indonesia khususnya Sumatera semakin meningkat tiap tahun. Meskipun demikian, kebutuhan jagung nasional tetap masih kurang. Hal ini dibuktikan dengan masih adanya impor jagung yang dilakukan oleh pemerintah. Artinya produktivitas jagung di Indonesia masih terhitung kurang karena tidak dapat memenuhi kebutuhan nasional jagung. Hal ini diakibatkan oleh beberapa faktor pembatas. Menurut Megasari dan Nuriyadi (2019), faktor pembatas tersebut adalah faktor fisik yaitu iklim dan jenis tanah, faktor biologi yaitu hama, penyakit, dan gulma, dan faktor sosial ekonomi masyarakat.

Faktor biologi masih menjadi salah satu faktor pembatas produktivitas jagung. Salah satu faktor biologi yang dapat menghambat produktivitas jagung adalah penyakit tanaman. Menurut Dhena dkk. (2011), terdapat penyakit-penyakit utama yang dapat menimbulkan kerusakan pada jagung yaitu penyakit bulai (*Peronosclerospora* sp.), hawar daun (*Helminthosporium* sp.), penyakit karat daun (*Puccinia* sp.), busuk tongkol (*Fusarium* sp.) dan bercak daun (*Drechslera* spp.). Penyakit-penyakit tersebut bahkan dapat menyebabkan kehilangan hasil.

Faktor fisik yaitu jenis tanah juga menjadi faktor pembatas produktivitas jagung. Jenis tanah Ultisol menguasai 25% dari total luas daratan di Indonesia (Sipayung,

2014) atau 9.469.000 ha tanah Ultisol di Sumatera. Menurut Santi dan Goenadi (2010), tanah Ultisol memiliki ciri-ciri yaitu agregat tanah kurang stabil, bahan organik rendah, dan permeabilitas rendah. Lebih lengkap dijelaskan oleh Sipayung dkk. (2014), tanah ultisol memiliki kandungan pH masam, kejenuhan basa rendah, memiliki tekstur liat hingga liat berpasir, *bulk density* tinggi, mudah terjadi erosi, dan produktivitas yang rendah. Rajmi dkk. (2018) menjelaskan ketersediaan fosfor (P) pada tanah Ultisol juga rendah. Hal ini dikarenakan hara P sebagian besar difiksasi oleh Al^{3+} sehingga hara P menjadi tidak tersedia. Oleh sebab itu, produktivitas lahan pertanian di Indonesia akan semakin menurun apabila tidak dilakukan upaya perbaikan tanah. Penurunan produktivitas lahan akan menghambat produksi jagung.

Upaya peningkatan produksi jagung yang dapat dilakukan adalah perbaikan tanah yang berkesinambungan walaupun masih terdapat faktor pembatas lain seperti penyakit tanaman. Perbaikan tanah Ultisol dapat dilakukan dengan penambahan bahan amelioran yang mudah tersedia. Salah satu bahan amelioran yang dapat digunakan adalah *biochar*. *Biochar* merupakan bahan pembenah tanah yang dapat bertahan lama dalam tanah sehingga akan memperbaiki sifat fisik tanah. Menurut Herman dan Resigia (2018), *biochar* yang ditambahkan pada tanah Ultisol dapat meningkatkan kadar C-organik, ketersediaan unsur hara, dan kemampuan tanah dalam menyerap air. *Biochar* dipilih karena dapat memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan hara dan air, serta menekan penyakit tanaman tertentu (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015). Namun, berbagai *biochar* tergantung karakteristiknya dan bahan yang digunakan (Septiana *et al.*, 2018). Sementara itu, penambahan pupuk fosfor diharapkan mampu meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman dan ketahanan tanaman sehingga diharapkan akan mengurangi keterjadian dan keparahan penyakit tanaman. Dengan demikian, peningkatan produksi jagung tidak terganggu.

Analisis pertanaman jagung yang menggambarkan pengaruh *biochar* dan pupuk fosfor terhadap pengurangan intensitas penyakit dan peningkatan pertumbuhan serta produksi tanaman, perubahan sifat fisik, biologi, dan juga kimia tanah perlu

dikaji menyeluruh. Oleh karena itu, dilakukan penelitian pengaruh *biochar* terhadap intensitas penyakit penting dan peningkatan pertumbuhan serta produksi tanaman jagung.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian sebagai berikut.

1. Penyakit-penyakit penting yang dijumpai pada pertanaman jagung setelah aplikasi jenis *biochar* dan pupuk fosfor;
2. Intensitas keterjadian dan keparahan penyakit penting setelah aplikasi *biochar* dan pupuk fosfor;
3. Pengaruh aplikasi jenis *biochar*, pupuk fosfor, dan interaksi keduanya terhadap pertumbuhan, produksi, berat brangkasan, dan analisis tanah;

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui penyakit-penyakit penting berdasarkan gejala dan tanda yang dijumpai pada pertanaman jagung setelah aplikasi jenis *biochar* dan pupuk fosfor;
2. Mengetahui pengaruh *Biochar*, pupuk fosfor, dan interaksi keduanya terhadap penurunan persentase keterjadian dan keparahan penyakit penting;
3. Mengetahui pengaruh *Biochar*, pupuk fosfor, dan interaksi keduanya terhadap pertumbuhan, produksi, berat brangkasan, dan analisis tanah.

1.4 Kerangka Pemikiran

Peningkatan produktivitas jagung nasional masih terus dilakukan. Peningkatan produktivitas ini dimaksudkan agar kebutuhan nasional akan jagung dapat terpenuhi. Namun, terdapat faktor-faktor pembatas dalam peningkatan produktivitas jagung tersebut. Faktor-faktor pembatas produktivitas jagung

nasional disebabkan oleh faktor fisik yaitu tanah dan iklim dan faktor biologis yaitu Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Faktor-faktor pembatas tersebut dapat menurunkan produksi jagung.

OPT terdiri atas hama, patogen, dan gulma. Patogen dapat menyebabkan penyakit tanaman. Penurunan produksi jagung akibat penyakit penting pernah terjadi di Indonesia. Penyakit-penyakit penting tersebut adalah bulai, hawar daun, karat daun, busuk pelapah, busuk tangkai, dan busuk daun. Penyakit-penyakit tersebut diakibatkan oleh jamur patogen. Penurunan hasil dapat mencapai 48% dari hasil sebelumnya. Penyebaran penyakit sangat bergantung dengan kondisi cuaca dan varietas jagung yang digunakan (Sudjono dan Sudjadi, 2018).

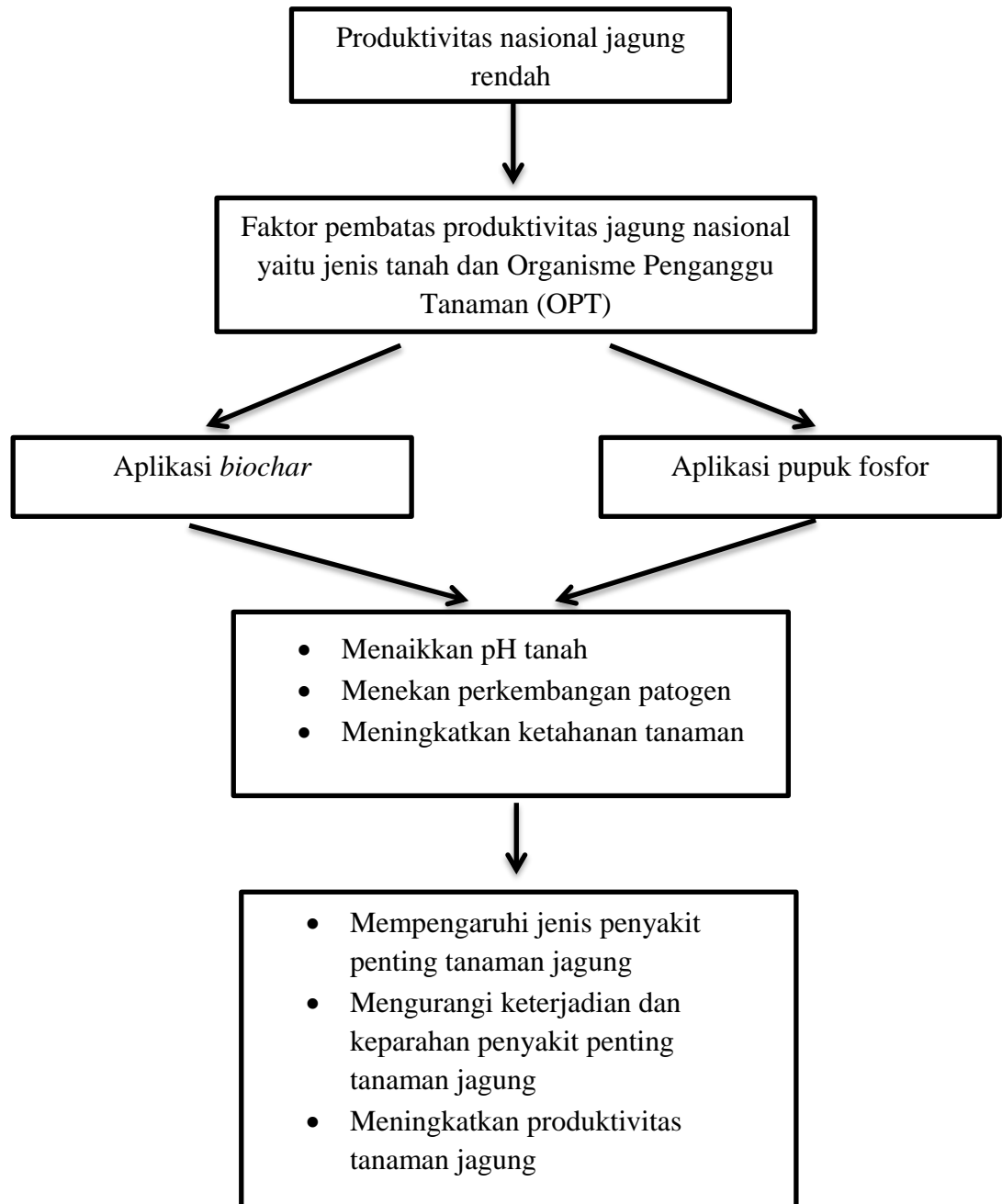
Sementara itu, faktor fisik yang menjadi pembatas dalam produktivitas adalah jenis tanah. Salah satu jenis tanah dengan kesuburan tanah yang rendah adalah tanah ultisol. Di Sumatera terdapat 9,5 juta tanah Ultisol. Oleh sebab itu, diperlukan adanya penambahan bahan amelioran untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi dari tanah Ultisol. Contoh bahan amelioran yang dapat ditambahkan adalah *biochar* karena dapat bertahan di tanah dalam waktu yang cukup lama. Selain itu, upaya yang dapat dilakukan adalah aplikasi pupuk fosfor. Pupuk fosfor mampu meningkatkan ketahanan tanaman dan P tersedia dalam tanah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lumbantoruan (2018), *biochar* dapat meningkatkan pH tanah. *Biochar* dapat meningkatkan asam organik dalam tanah yang kemudian terbentuk suatu senyawa yang dapat mengikat Al bebas dalam tanah. Hal ini menyebabkan ketersediaan Al berkurang. Dalam kondisi ini pH tanah akan meningkat. Menurut Hidayah dan Djajadi (2009), beberapa patogen penyebab penyakit tanaman tidak dapat berkembang pada pH yang tinggi atau netral.

Analisis pertanaman jagung menggambarkan interaksi antara adanya patogen, ketahanan tanaman jagung, dan lingkungan hidup tanaman jagung secara alami

maupun yang diberi suatu perlakuan. Patogen penyebab penyakit tanaman cenderung berkembang pada tanah-tanah dengan pH yang rendah atau masam. Adanya penambahan *biochar* pada tanah dapat merangsang perkembangan mikrobia tanah yang sifatnya dapat menghambat aktivitas jamur patogen. Bahan organik mampu meningkatkan kesehatan akar tanaman sehingga tanaman menjadi lebih tahan terhadap patogen penyebab penyakit tanaman.

Selain penambahan *biochar*, lingkungan tanah dapat berubah dengan penambahan pupuk fosfor dimaksudkan untuk meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman. Fitriatin dkk. (2017) menyatakan ketersediaan fosfor berpengaruh terhadap ketahanan tanaman terhadap penyakit. Ketersediaan fosfor yang cukup bagi tanaman dapat meningkatkan ketahanan tanaman. Menurut Verdiana dkk. (2016), tanaman jagung sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan yang terjadi, sehingga pengamatan terhadap kekurangan unsur hara ataupun gejala penyakit tanaman dapat lebih mudah. Kerangka pemikiran penelitian ini secara singkat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran inventarisasi penyakit dan analisis pertanaman jagung (*Zea mays* L.) pada aplikasi *biochar* dan pupuk fosfor.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang dikemukakan, dapat diajukan hipotesis sebagai berikut.

1. Tidak ditemukan penyakit-penyakit penting tanaman jagung setelah aplikasi *biochar* dan pupuk fosfor;
2. *Biochar*, pupuk fosfor, dan interaksi keduanya menurunkan keterjadian dan keparahan penyakit;
3. *Biochar*, pupuk fosfor, dan interaksi keduanya meningkatkan pertumbuhan, produksi, berat brangkasan, pH tanah, dan C-Organik tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Jagung

Menurut Tjitrosoepomo (2013), tanaman jagung diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Zea</i>
Spesies	: <i>Zea mays</i> L.

2.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung

Jagung merupakan tanaman C₄ sehingga membutuhkan pencahayaan yang cukup. Ketinggian tempat 0-1300 m dpl. Temperatur udara berkisar antara 23-27 °C. Curah hujan yang baik berkisar 200-300 mm/bulan atau dengan curah hujan tahunan 800-1200 mm/tahun. Tingkat keasaman atau pH yang dibutuhkan adalah 5,6-6,2 (Riwandi dkk., 2014).

2.1.3 Deskripsi Varietas Jagung

Jagung yang digunakan pada pertanaman ini adalah jagung Betras 9 F1. Berikut merupakan deskripsi jagung varietas Betras 9 F1.

Rekomendasi penanaman	: dataran rendah sampai menengah
Warna biji	: kuning orange

Ukuran tongkol	: 22,7 x 5,6 cm
Potensi hasil	: 13,4 ton/ha
Rendemen	: 82%
Umur panen	: 101 HST
Kelebihan	: tahan penyakit bulai, hawar, dan karat daun

2.2 Penyakit Penting Tanaman Jagung

2.2.1 Penyakit Bulai

Penyakit bulai disebabkan oleh patogen *Peronosclerospora maydis* (Rac.) Shaw. Jamur *P. maydisi* merupakan patogen yang menginfeksi daun jagung. *P. maydis* menginfeksi tanaman melalui stomata daun jagung muda (kurang dari 3 MST). Pembentukan spora *P. maydis* ini hanya membutuhkan waktu satu jam. Spora *P. maydis* berkembang dalam suhu yang hangat serta gelap. Produksi spora *P. maydis* banyak terjadi di malam hari dan penyebarannya cepat dibantu tiupan angin. Apabila spora menempel pada daun jagung muda yang basah oleh embun maka dalam waktu satu jam spora tersebut sudah berkecambah dalam jaringan daun masuk melalui stomata (Sudjono dan Sudjadi, 2018).

Gejala yang terjadi pada tanaman yang terinfeksi patogen *P. maydis* penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung yaitu adanya garis-garis sejajar pada tulang daun berwarna putih sampai kuning kemudian diikuti dengan garis klorotik berwarna coklat. Gejala berikutnya yaitu tanaman terlihat Nampak kerdil, dan tidak dapat memproduksi tinggi. Apabila patogen menyerang pada titik tumbuh, maka daun yang muncul akan berwarna kuning atau putih dan menyebabkan kematian (Sudjono dan Sudjadi, 2018).

2.2.2 Penyakit Hawar Daun Jagung

Penyakit ini disebabkan oleh patogen *Helminthosporium turcicum* Pass. Jamur patogen *H. turcicum* ini dapat bertahan sampai satu tahun. Jamur ini menghasilkan miselium yang dapat dorman dalam daun, kelobot, dan sisa-sisa tanaman di

lapang. Patogen ini menyukai tempat yang lembap untuk dapat berkembang biak. Gejala penyakit hawar daun ini terlihat pada daun tua dengan adanya bercak kecil, oval, kemudian akan menjadi kering. Apabila serangan lebih lanjut maka tanaman akan mengering dan mati. Meskipun daun, batang, dan bagian tanaman lainnya terserang, tongkol jagung tidak terserang (Sudjono dan Sudjadi, 2018).

2.2.3 Penyakit Karat Daun

Penyakit karat daun disebabkan oleh patogen *Puccinia polysora* Under w. Spora jamur *P. polysora* ini dapat terbawa angin kemudian menginfeksi tanaman sehat. Urediniospora sangat berperan dalam penyebaran penyakit karat daun. Gejala tanaman yang terserang oleh patogen *P. polysora* ini yaitu terdapat bercak-bercak pada permukaan daun, bercak berwarna coklat atau merah oranye dengan panjang 0,2-2 mm (Sudjono dan Sudjadi, 2018).

2.2.4 Penyakit Busuk Batang

Penyakit busuk batang disebabkan oleh patogen *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Patogen ini bertahan dengan spora yang berdinding tebal pada sisa-sisa tanaman. Perkembangan spora terjadi pada kondisi yang hangat dan lembab kemudian tersebar melalui angin. Serangga juga dapat menjadi vektor dari patogen ini karena spora dapat menempel pada tubuh serangga. Tanaman yang terserang akan menjadi layu, kering, dan berwarna keabu-abuan (Sudjono dan Sudjadi, 2018).

2.3 Biochar dan Fosfor

Biochar merupakan bahan yang dibakar pada pembakaran tidak sempurna atau dengan oksigen yang terbatas. *Biochar* juga disebut dengan arang merupakan salah satu bentuk bahan organik dengan kandungan C-organik yang tinggi. *biochar* dapat berfungsi sebagai bahan pembenah tanah. Manfaat lain dari *biochar* adalah mampu meningkatkan kemampuan tanah menyimpan air dan hara (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015). *Biochar* dapat berasal dari bahan-

bahan limbah pertanian. Limbah pertanian yang dapat dipakai adalah sekam padi, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, kulit buah kakao, dan tongkol jagung. Sejauh ini, potensi tertinggi yang dapat dijadikan *biochar* adalah sekam padi (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015). *Biochar* sebagai bahan pembenah tanah membantu meningkatkan keragaman mikroba tanah yang bermanfaat bagi tanaman. Selain itu, *biochar* juga menginduksi mekanisme pertahanan tanaman sistemik dan menginduksi senyawa antibiotik atau fungistatik (Poveda *et al.*, 2021). Oleh sebab itu, *biochar* mampu menekan perkembangan patogen tanaman.

Pupuk fosfor berperan dalam peningkatan pertumbuhan tanaman. Fosfor berfungsi untuk mentransfer dan menyimpan energi tanaman. Oleh sebab itu, fosfor mempengaruhi proses fotosintesis tanaman untuk menghasilkan energy bagi tanaman. Oleh sebab itu, ketersediaan fosfor dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Dengan tersedianya energy bagi tanaman, pembelahan dan pembentukan sel pada jaringan tanaman dapat terjadi. Fosfor juga berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan batang dan akar tanaman sehingga dapat meningkatkan penyerapan hara bagi tanaman (Rianditya dan Hartatik, 2020).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Universitas Lampung untuk penanaman jagung varietas Betras 9 dan aplikasi *biochar*. Sementara untuk identifikasi penyakit tanaman dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Ilmu Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sampel tanaman yang sakit diisolasi dan diidentifikasi di Laboratorium Bioteknologi dan Laboratorium Penyakit Ilmu Tumbuhan. Penelitian dilaksanakan pada Maret 2022-Januari 2023. Lahan yang digunakan merupakan lahan yang sebelumnya telah ditanami berbagai macam tanaman di musim tanam sebelumnya dengan perlakuan yang berbeda-beda.

3.2 Alat dan Bahan`

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, kertas label, alat tulis, timbangan, dan kamera yang digunakan saat di lapangan. Sementara cawan petri, autoklaf, mikroskop, *Laminar Air Flow* (LAF), *Erlenmeyer*, *Bunsen*, jarum ose, pinset, dan bor gabus akan digunakan untuk isolasi penyakit jagung. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Biochar* sekam padi, *biochar* tongkol jagung, *biochar* batang singkong, pupuk TSP, pupuk Urea, pupuk KCl, air, dan benih jagung akan digunakan saat penanaman di lapang. Sementara media PSA, alkohol 70%, air steril, dan NaClO 2% digunakan untuk proses isolasi penyakit jagung.

3.3 Metode Penelitian

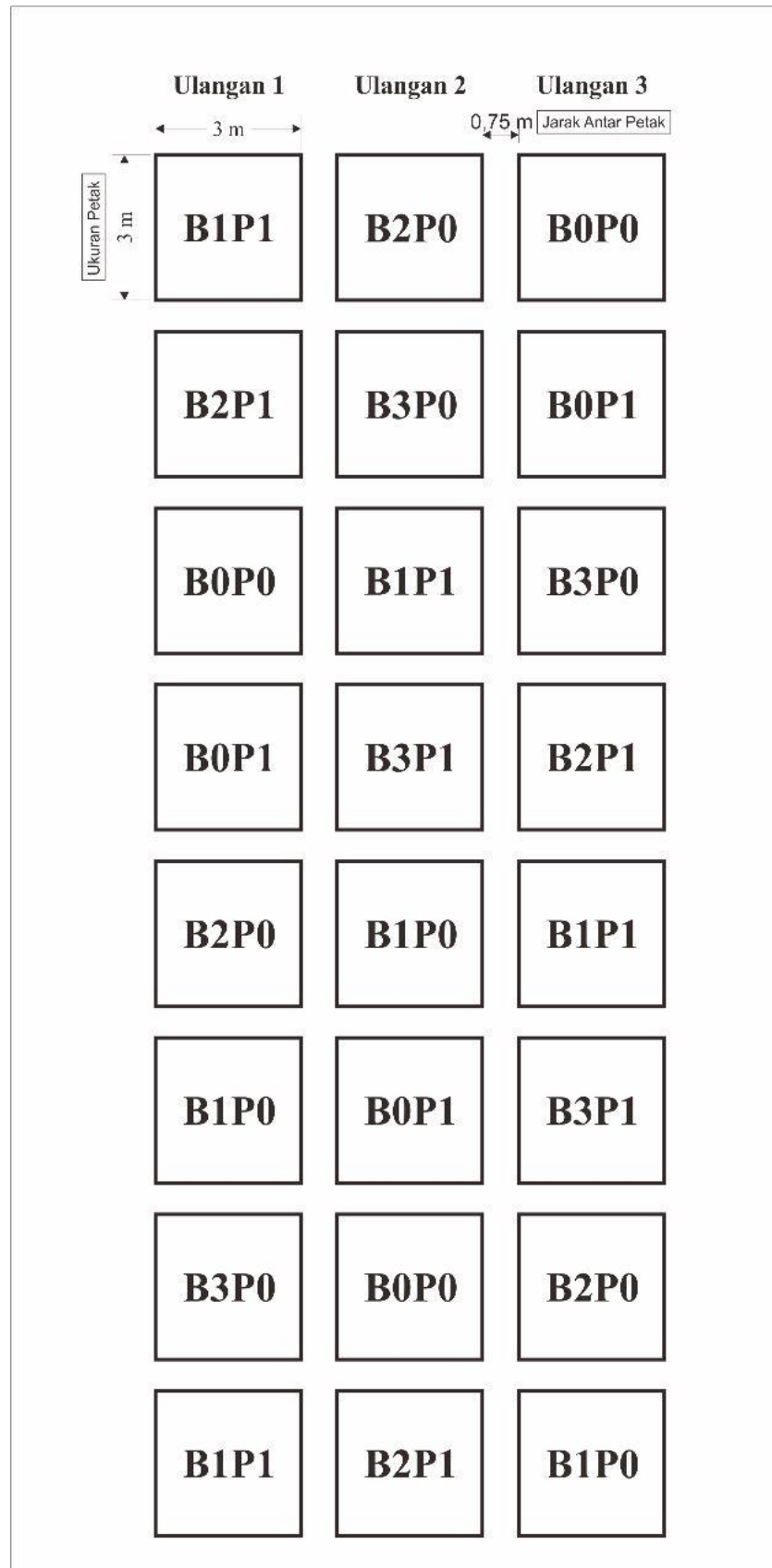
Penelitian di lapangan dilakukan untuk mengetahui penyakit-penyakit tanaman jagung yang terdapat dalam lahan yang diaplikasikan berbagai jenis *biochar* dan pupuk fosfor menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama berupa pemberian berbagai macam *biochar* (B), yang terdiri dari empat taraf yaitu:

- B0 : tanpa *biochar*
- B1 : *biochar* sekam padi
- B2 : *biochar* tongkol jagung
- B3 : *biochar* batang singkong

Faktor kedua yaitu perlakuan pupuk fosfor (P), yang terdiri dari dua taraf yaitu:

- P0 : tanpa pemberian fosfor
- P1 : pemberian pupuk fosfor

Pupuk fosfor yang diberikan berupa pupuk TSP dengan dosis 222,2 kg/ha. Dari *biochar* dan pupuk fosfor, dimungkinkan terdapat interaksi berupa: B0P0= *Biochar* 0 ton ha⁻¹ tanpa pupuk TSP, B1P0 = *Biochar* sekam padi 10 ton ha⁻¹ tanpa pupuk TSP, B2P0 = *Biochar* tongkol jagung 10 ton ha⁻¹ tanpa pupuk TSP, B3P0 = *Biochar* batang singkong 10 ton ha⁻¹ tanpa pupuk TSP, B0P1= *Biochar* 0 ton ha⁻¹ + pupuk TSP 222,2 kg/ha, B1P1= *Biochar* sekam padi 10 ton ha⁻¹ + pupuk TSP 222,2 kg/ha, B2P1= *Biochar* tongkol jagung 10 ton ha⁻¹ + pupuk TSP 222,2 kg ha⁻¹, B3P1= *Biochar* batang singkong 10 ton ha⁻¹ + pupuk TSP 222,2 kg ha⁻¹. Seluruh perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 24 petak percobaan (Gambar 2).



Gambar 2. Petak percobaan tanaman jagung.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan *Biochar*

Pembuatan *biochar* dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pembuatan berbagai macam *biochar* menggunakan limbah pertanian yaitu sekam padi, tongkol jagung dan batang singkong. *Biochar* sekam padi dibuat dengan menggunakan alat kawat kasa. Kawat kasa yang digunakan memiliki ukuran lubang 1 x 1 cm. Kawat kasa digulung membentuk lingkaran dengan diameter 13-15 cm. Sementara sekam padi terlebih dahulu dibumbun membentuk kerucut kemudian bagian tengahnya akan diberi sela untuk dimasukkan kawat kasa. Setelah kawat kasa dimasukkan, api dinyalakan tepat di tengah kawat kasa tersebut dan dibiarkan selama enam jam sampai sekam padi berwarna hitam atau menjadi arang yang disebut dengan *Biochar* (Gambar 3).

Biochar tongkol jagung dan batang singkong dibuat menggunakan alat drum tertutup (*retort*). Tongkol jagung dan batang singkong dimasukkan ke dalam drum secara terpisah. Kemudian api yang berada di tengah drum dinyalakan dan drum ditutup selama enam jam sampai tongkol jagung berwarna hitam atau menjadi arang yang disebut dengan *biochar*. Setelah pembuatan *biochar* selesai, *biochar* diayak terlebih dahulu untuk mendapatkan ukuran yang seragam sebelum diaplikasikan ke dalam tanah. Setelah itu, *biochar* dijemur untuk mendapatkan Kadar Air (KA) 8,7% (*biochar* sekam padi), 13,58% (*biochar* batang singkong), dan 9,2% (*biochar* batang singkong).



Gambar 3. Proses pembuatan *biochar*

3.4.2 Pengolahan Lahan

Pengolahan lahan dilakukan dengan menggemburkan tanah terlebih dahulu menggunakan cangkul. Selain untuk menggemburkan tanah, pengolahan tanah seperti ini juga untuk membuang gulma-gulma yang ada di lahan pertanian sehingga didapatkan lahan yang bersih. Pengolahan lahan hanya dilakukan pada petak-petak percobaan dengan ukuran 3 x 3 m dengan jarak setiap petak 0,75 m sebanyak 24 petak (Gambar 4). Selanjutnya setiap petak dibuat guludan dengan ukuran 250 x 100 cm sebanyak 5 guludan pada setiap petakan. Lahan yang telah diolah kemudian didiamkan selama satu minggu agar benih-benih gulma terangkat ke permukaan dan mati terkena sinar matahari. Pertanaman jagung ini merupakan musim tanam pertama pada aplikasi *biochar* dan pupuk fosfor.



Gambar 4. Pengolahan lahan pada setiap petakan

3.4.3 Aplikasi *Biochar*

Pengaplikasian *biochar* dilakukan setelah lahan selesai diolah dan didiamkan selama satu minggu. *Biochar* diaplikasikan pada setiap guludan dengan dosis 10 ton ha⁻¹ atau setiap petak mendapat 8 kg *biochar* (Gambar 5). *Biochar* diaplikasikan sesuai dengan perlakuan di mana terdapat perlakuan dengan *biochar* sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong. Setelah *biochar* diaplikasikan, guludan ditutup dengan tanah. Selanjutnya, lahan yang telah diaplikasikan *biochar* didiamkan selama satu minggu sebelum dilakukan penanaman.



Gambar 5. Pengaplikasian *biochar* pada petakan

3.4.4 Penanaman

Penanaman jagung dilakukan setelah *biochar* selesai diaplikasikan. Jagung ditanam pada jarak 0,25 cm pada setiap guludan (Gambar 6). Pada satu petakan terdapat total 60 lubang tanam sehingga nantinya terdapat 60 populasi tanaman pada setiap petakan. Setiap lubang tanam ditanam dua benih jagung sebelum dilakukan penjarangan pada jagung berumur 7 HST. Setelah dilakukan penjarangan, maka total populasi pada lahan percobaan adalah 1.440 tanaman.



Gambar 6. Penanaman jagung

3.4.5 Pemupukan

Pemupukan dilakukan pada saat tanaman berumur 14 HST dan 28 HST.

Pemupukan pertama dilakukan saat tanaman berumur 14 HST dengan pupuk Urea (hara N) sebanyak $435,7 \text{ kg ha}^{-1}$, KCl (hara K) sebanyak 200 kg ha^{-1} , dan TSP (hara P) sebanyak $222,2 \text{ kg ha}^{-1}$ sesuai dengan perlakuan. Jadi tidak semua mendapatkan pupuk TSP. Pemupukan kedua dilakukan saat tanaman berumur 28 HST. Pemupukan dilakukan pada pagi hari (Gambar 7).



Gambar 7. Proses pemupukan jagung

3.4.6 Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan terdiri dari penyiraman dan penyiangan. Penyiraman dilakukan 2 kali dalam sehari pada saat tanaman jagung berumur 1-28 hari setelah tanam (HST) dan 1 kali pada saat tanaman jagung berumur 29-50 hari setelah tanam (HST). Kegiatan penyiraman dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman jagung (Gambar 8). Penyiangan dilakukan dengan mencabut gulma di sekitaran tanaman. Penyiangan dilakukan pada 2 minggu setelah tanam (MST) dan 4 minggu setelah tanam (MST). Penyiangan dilakukan agar tidak terjadi persaingan terhadap kebutuhan hara antara tanaman jagung dan gulma.



Gambar 8. Penyiraman pada lahan jagung

3.4.7 Pengamatan Penyakit Tanaman Jagung dan Pengambilan Sampel

Pengamatan penyakit tanaman jagung pada 24 petak percobaan saat tanaman jagung berumur 14 hari setelah tanam (HST). Pengamatan dilakukan sampai tanaman jagung berumur 9 minggu setelah tanam (MST). Pengamatan penyakit dilakukan juga untuk mengetahui tanda dan gejala penyakit, dan menghitung intensitas penyakit (Gambar 9). Perhitungan intensitas penyakit dilakukan dengan menghitung keterjadian dan keparahan penyakit. Perhitungan keterjadian penyakit dilakukan dengan menghitung tanaman sakit pada setiap petak dan dihitung

dengan rumus keterjadian penyakit. Sementara perhitungan keparahan penyakit dilakukan dengan menghitung skor penyakit pada setiap tanaman sampel dan dihitung dengan rumus keparahan penyakit. Tanaman jagung atau bagian tanaman jagung yang memiliki gejala penyakit dibawa ke laboratorium untuk diisolasi patogen penyebab penyakit tersebut.



Gambar 9. Pengamatan tanda dan gejala penyakit jagung

3.4.8 Isolasi Patogen Penyebab Penyakit Penting Jagung

1. Pembuatan media PSA (*Potato Sucrose Agar*)

Pembuatan media PSA dilakukan dengan cara sebagai berikut. sebagai berikut. Kentang sebanyak 200 g dipotong berbentuk dadu kecil-kecil (Gambar 10) dan dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi akuades sebanyak 1000 mL. Potongan kentang kemudian direbus hingga air mendidih. Setelah air mendidih, air rebusan kentang disaring dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Setelah itu, ditambahkan akuades ke dalam Erlenmeyer hingga volumenya menjadi 1000 mL. Kemudian ditambahkan sukrosa (gula) sebanyak 20 g dan agar sebanyak 20 g. Larutan ini kemudian dihomogenkan. Setelah larutan menjadi homogen, Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dan dimasukkan ke dalam plastik tahan panas untuk kemudian diautoklaf pada suhu 121 °C selama 3 jam. Media diautoklaf untuk membuat media menjadi steril dan terhindar dari kontaminasi.

Selanjutnya, media PSA yang telah jadi dituang ke dalam cawan petri. Penuangan media ke cawan petri dilakukan secara aseptik di dalam *Laminar Air Flow* (LAF).



Gambar 10. Proses pembuatan media PSA

2. Isolasi Patogen

Sampel yang telah diambil kemudian diisolasi di media PSA (*Potato Succrose Agar*). Sampel tanaman yang bergejala dibersihkan terlebih dahulu dengan air bersih. Kemudian sampel daun yang sakit dipotong sekitar 0,5-1 cm dan disterilisasi permukaan. Sterilisasi permukaan berguna untuk menghindari kontaminasi dari patogen lain yang berada di permukaan sampel. Sterilisasi permukaan dilakukan dengan perendaman sampel dalam klorok 2% selama 2 menit. Kemudian potongan sampel tersebut direndam dalam alkohol selama 1 menit. Setelah itu, potongan sampel diangkat dan direndam dalam air steril dan diletakkan di tissue kering. Proses isolasi patogen dapat dilihat pada Gambar 11. Potongan sampel yang sudah kering akan diletakkan di media PSA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Setelah 5 hari, miselium yang tumbuh akan dimurnikan pada media PSA yang baru mendapatkan biakan murni.

Pengamatan jamur patogen dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan melihat warna isolat dan bentuk koloni jamur. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan melihat bentuk hifa, spora, dan bentuk konidia melalui mikroskop. Identifikasi secara mikroskopis mengacu pada buku *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* oleh Barnett (1969), *The Fusarium Laboratory Manual* oleh Leslie and Summerell (2006) dan jurnal-jurnal ilmiah terkait.



Gambar 11. Isolasi patogen penyebab penyakit jagung

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Variabel Utama

Variabel utama dalam pengamatan ini adalah penyakit penting jagung, patogen penyebab penyakit penting jagung, setelah aplikasi berbagai *biochar* dan pupuk fosfor, dan intensitas penyakit. Intensitas penyakit dapat dihitung dengan keterjadian dan keparahan penyakit. Proses perhitungan keterjadian penyakit dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$TP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

(Sumber: Ginting dan Aeny, 2022)

Keterangan:

TP : Keterjadian penyakit

n : Jumlah tanaman yang terserang

N : Jumlah seluruh tanaman yang diamati

Keparahan penyakit dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$PP = \frac{\sum(n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%$$

(Sumber: Ginting dan Aeny, 2022)

Keterangan:

PP : Keparahan Penyakit

n : Jumlah tanaman terserang

v : Nilai skala untuk setiap kategori gejala serangan

N : Jumlah seluruh tanaman yang diamati

V : Nilai skala tertinggi dari kategori serangan yang digunakan

Skor penyakit yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Skor penyakit yang digunakan

Skor	Deskripsi	Keterangan
0	Tidak ada gejala	Sehat
1	Gejala <10%	Ringan
2	Gejala 10-25%	Agak parah
3	Gejala 26-50%	Parah
4	Gejala >50%	Sangat parah

(Sumber: Ginting dan Aeny, 2022)

3.5.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung pada pengamatan ini adalah tinggi tanaman jagung yang diukur dari pangkal batang sampai ujung batang buku terakhir tanaman sampel, diameter batang tanaman, dan jumlah daun yang diukur setiap minggu dari 1-7 MST. Daun yang diukur adalah daun yang terbuka sempurna. Variabel pengamatan lain adalah produksi jagung, berat akar jagung, dan berat brangkasan. Akar jagung dan brangkasan yang diambil berasal dari sampel jagung pada vegetatif maksimum atau pada 7 MST. Variabel pendukung selanjutnya adalah data pH tanah dan C-Organik tanah sebelum dan sesudah aplikasi *biochar*.

3.6 Analisis Data

Data yang telah diperoleh diuji homogenitas ragamnya menggunakan uji Barlett. Kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% untuk mengetahui perlakuan terbaik.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan penelitian adalah:

1. Empat penyakit penting yang ditemukan pada pertanaman jagung yaitu bulai (*Peronosclerospora* sp.), hawar daun (*Bipolaris maydis*), karat (*Puccinia polysora*), dan busuk pelepah (*Fusarium* spp.) setelah aplikasi jenis *biochar* dan pupuk fosfor;
2. *Biochar* batang singkong dan *biochar* tongkol jagung dapat menurunkan keterjadian penyakit hawar pada 6 MST;
3. *Biochar* dapat meningkatkan tinggi tanaman, produksi jagung, dan pH tanah, serta interaksi *biochar* dan pupuk fosfor dapat meningkatkan diameter batang tanaman.

5.2 Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang penelitian *biochar* dan pupuk fosfor terhadap penyakit tanaman pada musim tanam selanjutnya, keragaman mikroba tanah, serta pengukuran kelembapan tanah, suhu, dan pH pada setiap minggu pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2015. *Biochar Pembenh Tanah yang Potensial*. Indonesian Agency for Agriculture Research and Development (IAARD) Press. Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Tanaman Pangan*. Pusat Kementrian Pertanian. Jakarta.
- Barnett, H.L. 1969. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Department of Plant Pathology, Bacteriology, and Entomolgy. West University.
- Chairunas, Azis, A., dan Darmadi, D. 2017. Pemanfaatan *biochar* dan efisiensi pemupukan jagng mendukung program pengelolaan tanaman terpadu di Provinsi Riau. *Prosiding Seminar Nasional Agroinovasi Spesifik Lokal untuk Ketahanan Pangan pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN*. Banda Aceh.
- Check, J.C., Aime, M.C., Bryne, J.M., and Chilvers, M. I. 2022. First report of southern rust (*Puccinia polysora*) on corn (*Zea mays*) in Michigan. *Plant Disease*. 106 (8).
- Dhena, E. R., Pu'u, Y.M.S., dan Wahyuni, S. 2011. Inventarisasi dan identifikasi hama dan penyakit utama tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Agrica*. 4(2):55–165.
- Dusengemungu, L. 2021. *Fusarium soilborne pathogen*. The Copperbelt University. Kitwa, Zimbabwe.
- Fitriatin, N., Agustina, M., dan Hidersah, R. 2017. Populasi bakteri pelarut fosfat, P-potensial dan hasil jagung yang dipengaruhi oleh aplikasi MPF pada ultisols Jatinangor. *Agrologia*. 6(2):75–83.
- Ginting, C. dan Aeny, T. N. 2022. *Ilmu Penyakit Tumbuhan: Konsep dan Aplikasi*. Penerbit Ali Imron. Bandar Lampung.

- Ginting, C., Prasetyo, J., Dirmawati, S. R., Ivayani, Timotiwu, P.B., Maryono, T., Widyastuti, Chafisa, D. I.R., Asyifa, A., Setyowati, E., Pasaribu, A. H. Z. 2020. Identification of maize downy mildew pathogen in Lampung and effects of varietas and metalaxyl on disease incidence. *Annual Research & Review in Biology*. 35(7):23-35.
- 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).
- Hidayah, N. dan Djajadi. 2009. Sifat-sifat yang mempengaruhi perkembangan patogen tular tanah pada tanaman tembakau. *Perspektif*. 8(2):74-83.
- Isakeit, T. 2020. *Southern Rust of Corn (SCR) and Its Management in South Texas*. Texas A&M Agrilife Extension, College Station. Texas.
- Jatnika, W., Abadi, A. L., dan Aini, L. Q. 2013. Pengaruh aplikasi *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. terhadap perkembangan penyakit bulai yang disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora maydis* pada tanaman jagung. *Jurnal HPT*. 1(4):19-29.
- Jegger, M. J., Hide, G. A., Boorgert, P. H. J. F. V. D., Termorshuizen, A.J., and Baarlen, P. V. 1996. *Potato Researsch*. 39:437-469.
- Khoiri, S., Abdiatun, Muhlisa, K., Amzeri, A., Megasari, D. 2021. Insidensi dan keparahan penyakit bulai pada tanaman jagung lokal Madura di Kabupaten Sumenep, Jawa Timur, Indonesia. *Agrologia*. 10(1):17-24.
- Latifahani, N., Abdul, C., dan Syamsuddin, D. 2014. Ketahanan beberapa varietas jagung (*Zea mays* L.) terhadap serangan penyakit hawar daun (*Exserohilum turcicum* Pass. Leonard et Suggss.). *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan*. 2(1):52-60.
- Leslie, J.F. and Summerell, B. A. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing. Victoria.
- Li, L., Yang, T., Redden, R., He, W., and Zong, X. 2016. Soil fertility map for food *Legumes* production areas in China. *Scientific Reports*. 6:1-14.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Sohi, S., Thies, J.E., Skjemstad, J.O., Luizao, F. J., Engelhard, M. H., Neves, E. G., and Wrick, S. 2008. Stability of biomass-derived black carbon in soils. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 72:6069-6078.
- Lumbantoruan, B. R. 2018. Pemanfaatan beberapa jenis *biochar* dalam mengurangi pemupukan NPK pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.

- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S. J., and Lehmann, J. 2010. Maize yield and nutrition during 4 years after *biochar* application to a Colombian savanna oxisol. *Plant Soil*. 333:117-128.
- Megasari, R., dan Nuriyadi, M. 2019. Inventarisasi hama dan penyakit tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan pengendaliannya. *Musamus Journal of Agrotechnology Research*. 2(1):1-12.
- Melati, C., Prawiranegara, B. M. P., Flatian, A. N., dan Suryadi, E. 2020. Pertumbuhan, hasil dan serapan fosfor (33p) tanaman jagung manis (*Zea mays* L. saccharata Sturt) akibat pemberian *biochar* dan SP-36. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 16(2):67-76.
- Muis, A., Pabendon, M. B., Nonci, N., dan Waskito, W. P. 2013. *Keragaman genetic peronosclerospora maydis Penyebab Bulai pada Jagung Berdasarkan Analisis Marka SSR*. Balai Penelitian Tanaman Serelia. Sulawesi Selatan.
- Mukherjee, A. and Lal, R. 2013. *Biochar* impacts on soil physical properties and greenhouse gas emissions. *Agronomy*. 3:313-339.
- Paulitz, T., Kink, S., and Prietl, B. 2016. Analytical strategy for dealing with neutrality claims and implicit masculinity constructions. Methodological challenges for gender studies in science and technology. *Forum: Qualitative Social Research Sozialforschung*. 17 (3):1-21.
- Poveda, J., Angela, M. G., Carmen, F., and Cralone, E. 2021. The Use *Biochar* for Plant Pathogen Control. *Phytopatology Review*. 111:1490-1499.
- Pranata, I. K. A., Madrini, I. A. G. B., dan Tika, I. W. 2022. Efek penambahan kotoran sapi terhadap kualitas kompos pada pengomposan batang pisang. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)*. 10(1):93-102.
- Puspawati, N. M., dan I Made, S. 2016. Epidemiologi penyakit karat pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) di Denpasar Selatan. *Jurnal Agrotrop*. 6(2):117-127.
- Rajmi, S.L., Margarettha, dan Refliaty. 2018. Peningkatan ketersediaan P Ultisol dengan pemberian fungi mikoriza arbuskular. *Jurnal Agroecotania*. 1(2):42-48.
- Rianditya, O. D. dan Hartatik, S. 2020. Pengaruh pemberian pupuk fosfor terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu var. Bululawang hasil mutasi. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 5(1):52-57.
- Riwandi, Handanjaningsih, M., dan Hasanudin. 2014. *Teknik Budidaya Jagung dengan Sistem Organik di Lahan Marjinal*. UNIB Press. Bengkulu.

- Rossmann, A.Y., Crous, P.W., and Hyde, K.D. 2015. Recommended names for pleomorphic genera in *Dothideomycetes*. *IMA Fungus*. 6 (2):507-523.
- Santi, L. P. dan Goenadi, D. H. 2010. Pemanfaatan *biochar* sebagai pembawa mikroba untuk pemantapan agregat tanah Ultisol dari Taman Bogo-Lampung. *Menara Perkebunan*. 78(2):52-60.
- Sari, M. N., Sudarsono, dan Darmawan. 2017. Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan fosfor pada tanah-tanah kaya Al dan Fe. *Bulletin tanah dan lahan*. 1(1):2017:65-71.
- Septiana, L. M., Djajakirana, G., dan Darmawan. 2018. Characteristics of *biochar* from plant biomass wastes at low temperatures pyrolysis. *Journal of Soil Science and Agroclimatology*. 15(1):15-28.
- Sivanesan, A. 1987. Graminicolous of *Bipolaris*, *Culvularia*, *Dreschlera*, *Exesohilum* dan their teleomorph. *Mycological Papers*. 158:1-261.
- Sipayung, E. S., Sitanggang, G., dan Damanik, M. M. B. 2014. Perbaikan sifat fisik dan kimia tanah ultisol Simalingkar B Kecamatan Pancur Batu dengan pemberian pupuk organik supernasa dan rockphospit serta pengaruhnya terhadap produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(2):393 –403.
- Sudjono dan Sudjadi, M.. 2018. *Penyakit Jagung dan Pengendaliannya*. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Bogor.
- Sundari, S., Murniati, Arnis, E.Y. 2014. Pengaruh pemberian kompos pelepah kelapa berbagai decomposer terhadap pertumbuhan pakchoy (*Brassica chinensis* L.). *Jurnal Online Mahasiswa*. 1(1):1-6.
- Sukaryorini, P., Fuad, A.M., dan Setyobudi. 2016. Pengaruh macam bahan organik terhadap ketersediaan ammonium (NH₄⁺), C-organik dan populasi mikroorganisme pada tanah entisol. *Plumula*. 5(2):99-106.
- Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2013. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Verdiana, M. A., Sebayang, H. T., dan Sumarni, T. 2016. Pengaruh berbagai *biochar* sekam padi dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(8):611 – 616.
- Yang, Y., Tontong, C., Ran, X., Xinping, C., and Tong, Z. 2022. A quantitative evaluation of *biochar*'s influence on plant disease suppress: a global meta-analysis. 4(43):1-12.