

**APLIKASI PEMBENAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP
POPULASI DAN KERAGAMAN MESOFAUNA TANAH PADA LAHAN
PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH ULTISOL**

(Skripsi)

Oleh

KEISHA CHERYLLA DEWI ISKANDAR



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

THE APPLICATION OF SOIL AMENDMENTS AND FERTILIZATION ON POPULATION AND DIVERSITY OF SOIL MESOFAUNA IN MAIZE (*Zea mays* L.) CULTIVATION ON ULTISOL SOIL

By

KEISHA CHERYLLA DEWI ISKANDAR

Corn (*Zea mays* L.) is an annual crop is highly demanded in Indonesia. However, its cultivation requires several treatments to address issues, particularly in Ultisol soil. Treatments that can be applied include soil amendment and fertilization. These are expected to enhance the fertility of Ultisol soils, which is indicated by an increase in the population and diversity of soil mesofauna. This study aims to investigate the effects of soil amendement application and fertilization on the population and diversity of soil mesofauna. The research was conducted at the Integrated Field Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung, with four soil mesofauna sampling periods : before soil tillage, after biochar application, at maximum vegetative growth, and at harvest. This study used a factorial randomizes block design (RBD) with two factors. The first factor consisted of four levels of soil amendment application : B_0 = without soil amendment, B_1 = soil amendment 1, B_2 = soil amendment 2, and B_3 = soil amendment 3. The second factor consisted of three levels of fertilization : P_0 = without fertilizer, P_1 = half-dose fertilization, and P_2 = full-dose fertilization. The results showed that the application of soil amendments and fertilization had no significant effect on the population and diversity of soil mesofauna at each observation phase. However, their interaction had highly significant effect on the soil mesofauna population at each observation phase but had no significant effect on the diversity of soil mesofauna. The types of soil mesofauna found in the research area consist of the orders Collembola, Acarina, Diplura, Protura, Symphyla, and Pseudoscorpion.

Keyword : Corn, Fertilization, Soil Amendements, Soil Mesofauna

ABSTRAK

APLIKASI PEMBENAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP POPULASI DAN KERAGAMAN MESOFAUNA TANAH PADA LAHAN PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH ULTISOL

Oleh

KEISHA CHERYLLA DEWI ISKANDAR

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu jenis tanaman semusim yang sangat dibutuhkan di Indonesia, namun dalam proses penanamannya membutuhkan beberapa jenis perlakuan untuk mengatasi masalah-masalah yang timbul khususnya di Tanah Ultisol. Perlakuan yang dapat diberikan berupa aplikasi pembenah tanah dan pemupukan. Hal ini diharapkan mampu meningkatkan kesuburan tanah Ultisol yang ditandai dengan adanya peningkatan populasi dan keragaman mesofauna tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh aplikasi pembenah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan keragaman mesofauna tanah. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan empat kali pengambilan sampel mesofauna tanah, yaitu pada saat sebelum olah tanah, setelah aplikasi biochar, vegetatif maksimum, dan panen. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama terdiri dari empat taraf aplikasi pembenah tanah yaitu B_0 = tanpa pembenah tanah, B_1 = pembenah tanah 1, B_2 = pembenah tanah 2, dan B_3 = pembenah tanah 3. Faktor kedua terdiri dari tiga taraf pemupukan yaitu P_0 = tanpa pupuk, P_1 = pemupukan $\frac{1}{2}$ dosis, dan P_2 = pemupukan dosis penuh. Hasil penelitian menunjukkan pemberian pembenah tanah dan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap populasi dan keragaman mesofauna tanah pada setiap fase pengamatan, sedangkan interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap populasi mesofauna tanah pada setiap pengamatan, namun tidak berpengaruh nyata terhadap keragaman mesofauna tanah. Jenis mesofauna tanah yang ditemukan di lahan penelitian terdiri dari Ordo Collembola, Acarina, Diplura, Protura, Symphyla, dan Pseudoscorpion.

Kata Kunci : Jagung, Mesofauna Tanah, Pembenah Tanah, Pemupukan

**APLIKASI PEMBENAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP
POPULASI DAN KERAGAMAN MESOFAUNA TANAH PADA LAHAN
PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH ULTISOL**

Oleh

KEISHA CHERYLLA DEWI ISKANDAR

Skripsi

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

Pada

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



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul

: APLIKASI PEMBENAH TANAH DAN
PEMUPUKAN TERHADAP POPULASI
DAN KERAGAMAN MESOFAUNA
TANAH PADA LAHAN
PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)
DI TANAH ULTISOL

Nama Mahasiswa

: *Keisha Cherylla Dewi Iskandar*

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2014181037

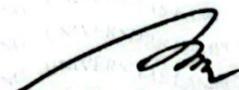
Jurusan

: Ilmu Tanah

Fakultas

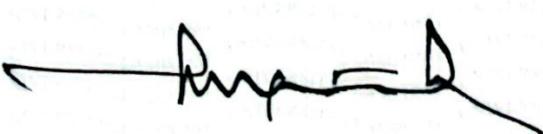
: Pertanian




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


Dedy Prasetyo, S.P., M.Si.
NIP 199112212019031016

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah


Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP 196611151990101001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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



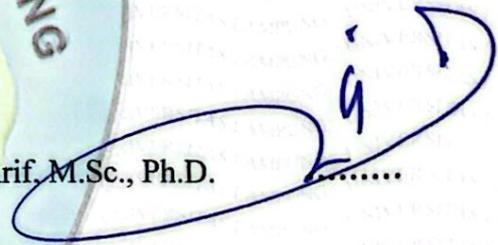
Sekretaris

: Dedy Prasetyo, S.P., M.Si.



Anggota

: Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NID 196411181989021002



Tanggal Ujian Lulus Skripsi : 31 Oktober 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**Aplikasi Pembenh Tanah dan Pemupukan Terhadap Populasi dan Keragaman Mesofauna Tanah pada Lahan Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Ultisol**” merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian proyek penelitian yang didanai oleh DIPA Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan dilakukan bersama dengan dosen Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung pada tahun 2023, yaitu : Prof. Dr. Ir. Sri Yumnaini, M.Si., Prof. Dr. Ir. Jamalam Lumbanraja, M.Sc., dan Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si..

Semua hasil yang tertulis dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah, norma, dan etika penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Februari 2025

Penulis



Keisha Cherylla Dewi Iskandar
NPM 2014181037

RIWAYAT HIDUP



Keisha Cherylla Dewi Iskandar adalah nama penulis skripsi ini. Penulis dilahirkan di Gadingrejo pada tanggal 5 Januari 2003 sebagai anak ke tiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Riki Iskandar dan Ibu Fitri Puspita Yanthi. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri 4 Bagelen pada tahun 2008-2014, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Gadingrejo pada tahun 2014-2017, dan selanjutnya menempuh pendidikan di SMA Negeri 1 Gadingrejo pada tahun 2017-2020.

Penulis diterima sebagai mahasiswa baru dan terdaftar di Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur masuk Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam mengikuti kegiatan akademik dan organisasi kampus. Kegiatan akademik yang pernah penulis lakukan yaitu sebagai asisten dosen praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Kimia Dasar : Organik, Biologi Dasar, dan Biologi Tanah. Penulis aktif mengikuti organisasi kampus yaitu sebagai anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan di Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah (Gamatala) periode 2023.

Pada Bulan Januari-Februari 2023, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gunung Sari, Kecamatan Rebang Tangkas, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung. Selanjutnya, pada Bulan Juli-Agustus 2023, penulis melakukan Praktik Umum di UMKM Pupuk Organik Kalam Gadingrejo.

MOTTO

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah itu benar”

(Q.S Ar-Rum (30) : 60)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah (94) : 5)

“Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, melainkan milik mereka yang
senantiasa berusaha”

(B. J. Habibie)

*“No one will ever fully be able to understand the internal battles you had to
endure just to heal, just to grow, just to make it here today. Be proud of the way
you fought to save yourself, and be proud of the way you survived”*

(Alyza)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan semua rangkaian penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “Aplikasi Pembenh Tanah dan Pemupukan Terhadap Populasi dan Keragaman Mesofauna Tanah pada Lahan Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Ultisol”. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah terlibat dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu kepada :

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si. selaku dosen pembimbing utama atas bimbingan, ilmu, motivasi, kesabaran dan nasihat yang telah diberikan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Dedy Prasetyo, S.P., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua atas ide, arahan, bimbingan, nasihat, kesabaran, dan motivasi yang telah diberikan selama penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji atas arahan, saran, dan kritik yang membangun dalam penulisan skripsi ini.
6. Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, semangat, motivasi, dan nasihat, serta atas diizinkan penulis untuk bergabung dalam penelitian DIPA Fakultas Pertanian Universitas Lampung Tahun 2023.

7. Bapak dan Ibu dosen Universitas Lampung, khususnya Bapak dan Ibu dosen Jurusan Ilmu Tanah yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
8. Tenaga Kependidikan di Jurusan Ilmu Tanah atas segala bantuan yang telah diberikan.
9. Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D., Dr. Ir. Farida Fathul, M.Sc., dan Dian Kurniawati, S.Pt., M.Sc., serta seluruh anggota tim Beasiswa Dhuafa Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas bantuan, dukungan, doa, motivasi, dan nasihat selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi ini.
10. Kedua kakak tersayang, Marsha Riyan Prima Resti Iskandar dan Kevin Zildjiany Iskandar, serta keluarga besar tercinta yang telah memberikan dukungan, kasih sayang, dan doa yang tulus, serta mengusahakan segala kebutuhan penulis hingga saat ini.
11. Teman-teman seperjuangan, Shinta Afrilia, Septia Azizah Irsa, Dian Prasetyowati, Gadis Dwi Harnum, Ramona Deti Fitriani, Nazmy Reflika Pahlevi, dan Violeta Apriani Pandiangan, Wulandari, serta Bayu Hendarto yang telah kebersamai penulis dalam menyelesaikan skripsi dengan memberikan dukungan, semangat, dan bantuan selama ini.
12. Teman-teman Jurusan Ilmu Tanah Angkatan 2020 dan semua pihak yang terlibat atas dukungan dan bantuannya selama ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan pahala yang berlimpah, serta membalas kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, dan penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat di kemudian hari, Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Bandar Lampung, Februari 2025

Penulis,

Keisha Cherylla Dewi Iskandar

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	x
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	4
1.5 Hipotesis.....	11
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Mesofauna Tanah.....	12
2.1.1 Jenis Mesofauna Tanah.....	12
2.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Populasi dan Keanekaragaman Mesofauna Tanah.....	16
2.2 Bahan Pembenh Tanah.....	17
2.2.1 Pupuk Kotoran Sapi.....	17
2.2.2 Biochar.....	17
2.3 Pemupukan.....	20
2.3.1 Pupuk Nitrogen.....	20
2.3.2 Pupuk Fosfor.....	20
2.3.3 Pupuk Kalium.....	21
2.4 Tanaman Jagung.....	21
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Waktu dan Tempat.....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.3 Metode Penelitian.....	24
3.4 Sejarah Lahan.....	25
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	26
3.5.1 Penyiapan Biochar.....	26
3.5.2 Persiapan Lahan.....	26
3.5.3 Pengaplikasian Bahan Pembenh Tanah.....	26
3.5.4 Penanaman.....	27
3.5.5 Pemupukan.....	27

3.5.6 Pemeliharaan.....	28
3.5.7 Panen.....	28
3.5.8 Pengambilan Sampel.....	28
3.6 Variabel Penelitian.....	29
3.6.1 Variabel Utama.....	29
3.6.2 Variabel Pendukung.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil dan Pembahasan.....	33
4.1.1 Karakteristik Bahan Pembenh Tanah.....	33
4.1.2 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenh Tanah dan Pemupukan terhadap Populasi Mesofauna Tanah.....	34
4.1.3 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenh Tanah dan Pemupukan terhadap Keragaman Mesofauna Tanah.....	40
4.1.4 Pengaruh Aplikasi Bahan Pembenh Tanah dan Pemupukan terhadap Suhu Tanah, Kadar Air Tanah, C-Organik, pH Tanah, dan Produksi Jagung.....	42
4.1.5 Korelasi antara Sifat-Sifat Tanah dan Produksi Jagung dengan Populasi dan Keragaman Mesofauna Tanah.....	56
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Simpulan.....	60
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi perlakuan penelitian.....	24
2. Dosis pemupukan setiap petak (8 m ²).....	27
3. Kriteria indeks keragaman mesofauna tanah <i>Shannon-Wiener</i>	30
4. Karakteristik bahan pembenah tanah yang diaplikasikan pada lahan pertanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.).....	34
5. Ringkasan analisis ragam aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan mesofauna tanah pada tanaman jagung pengamatan 0, 45, dan 110 HST.....	36
6. Pengaruh interaksi aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap populasi mesofauna tanah pada tanaman jagung pengamatan 0 HST.....	38
7. Pengaruh interaksi aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap populasi mesofauna tanah pada tanaman jagung pengamatan 45 HST.....	39
8. Pengaruh interaksi aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap populasi mesofauna tanah pada tanaman jagung pengamatan 110 HST.....	40
9. Ringkasan analisis ragam aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap keragaman mesofauna tanah pada tanaman jagung pengamatan 0, 45, dan 110 HST.....	41
10. Ringkasan analisis ragam aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap suhu tanah (°C) pada pengamatan 0, 45, dan 110 HST.....	44
11. Pengaruh interaksi aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap suhu tanah pada tanaman jagung pengamatan 45 HST.....	45
12. Ringkasan analisis ragam aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap kadar air tanah pada tanaman jagung pengamatan 0, 45, dan 110 HST.....	47

13. Ringkasan analisis ragam aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap C-organik tanah pada tanaman jagung pengamatan 0, 45, dan 110 HST.....	49
14. Pengaruh interaksi aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap C-organik tanah pada tanaman jagung pengamatan 110 HST.....	50
15. Ringkasan analisis ragam aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap pH tanah dan tanaman jagung pengamatan 0, 45, dan 110 HST.....	51
16. Ringkasan analisis ragam aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung pengamatan 110 HST.	53
17. Pengaruh interaksi aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap bobot brangkasan kering tanaman jagung pada saat panen.....	55
18. Pengaruh interaksi aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan terhadap bobot biji kering tanaman jagung pada saat panen.....	56
19. Ringkasan uji korelasi sifat-sifat tanah dengan populasi dan keragaman mesofauna tanah.....	57
20. Ringkasan uji korelasi pertumbuhan dan produksi jagung dengan populasi dan keragaman mesofauna tanah.....	59
21. Hasil pengamatan populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat Sebelum Olah Tanah (SOT).....	72
22. Hasil pengamatan populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 0 HST.....	73
23. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada saat 0 HST.....	74
24. Analisis ragam hasil pengamatan populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 0 HST.....	75
25. Hasil pengamatan populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 45 HST.....	76
26. Uji homogenitas mesofauna tanah hasil pengamatan populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada saat 45 HST.....	77
27. Analisis ragam hasil pengamatan populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 45 HST....	78
28. Hasil pengamatan populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) akibat aplikasi	

bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 110 HST.....	79
29. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan populasi mesofauna tanah (individu dm ⁻³) pada saat 110 HST.....	80
30. Analisis ragam hasil pengamatan populasi mesofauna tanah (individu dm ⁻³) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 110 HST..	81
31. Hasil pengamatan keragaman mesofauna tanah (H') akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 0 HST.....	82
32. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan keragaman mesofauna tanah (H') pada saat 0 HST.....	83
33. Analisis ragam hasil pengamatan keragaman mesofauna tanah (H') akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 0 HST.....	84
34. Hasil pengamatan keragaman mesofauna tanah (H') akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 45 HST.....	85
35. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan keragaman mesofauna tanah (H') pada saat 45 HST.....	86
36. Analisis ragam hasil pengamatan keragaman mesofauna tanah (H') akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 45 HST.....	87
37. Hasil pengamatan keragaman mesofauna tanah (H') akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 110 HST.....	88
38. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan keragaman mesofauna tanah (H') pada saat 110 HST.....	89
39. Analisis ragam hasil pengamatan keragaman mesofauna tanah (H') akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 110 HST.....	90
40. Hasil pengamatan suhu (°C) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat Sebelum Olah Tanah (SOT).....	90
41. Hasil pengamatan suhu tanah (°C) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	91
42. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan suhu tanah (°C) pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	92
43. Analisis ragam hasil pengamatan suhu tanah (°C) pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	93
44. Hasil pengamatan suhu tanah (°C) akibat aplikasi bahan pembenah tanah	

dan pemupukan pada saat 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	94
45. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan suhu tanah (°C) pada saat 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	95
46. Analisis ragam hasil pengamatan suhu tanah (°C) pada saat 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	96
47. Hasil pengamatan suhu tanah (°C) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	97
48. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan suhu tanah (°C) pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	98
49. Analisis ragam hasil pengamatan suhu tanah (°C) pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	99
50. Hasil pengamatan kadar air tanah (%) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat Sebelum Olah Tanah (SOT).....	99
51. Hasil pengamatan kadar air tanah (%) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	100
52. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan kadar air tanah (%) pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	101
53. Analisis ragam hasil pengamatan kadar air tanah (%) pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	102
54. Hasil pengamatan kadar air (%) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	103
55. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan kadar air tanah (%) pada saat 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	104
56. Analisis ragam hasil pengamatan kadar air tanah (%) pada saat 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	105
57. Hasil pengamatan kadar air tanah (%) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	106
58. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan kadar air tanah (%) pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	107
59. Analisis ragam hasil pengamatan kadar air tanah (%) pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	108
60. Hasil pengamatan C-organik tanah (%) akibat aplikasi bahan pembenah	

tanah dan pemupukan pada saat Sebelum Olah Tanah (SOT).....	108
61. Hasil pengamatan C-organik tanah (%) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	109
62. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan C-organik tanah (%) pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	110
63. Analisis ragam hasil pengamatan C-organik tanah (%) pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	111
64. Hasil pengamatan C-organik tanah (%) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	112
65. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan C-organik tanah (%) pada saat 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	113
66. Analisis ragam hasil pengamatan C-organik tanah (%) pada saat 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	114
67. Hasil pengamatan C-organik tanah (%) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	115
68. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan C-organik tanah (%) pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	116
69. Analisis ragam hasil pengamatan C-organik tanah (%) pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	117
70. Hasil pengamatan pH tanah (H ₂ O) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat Sebelum Olah Tanah (SOT).....	117
71. Hasil pengamatan pH tanah (H ₂ O) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	118
72. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan pH tanah (H ₂ O) pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	119
73. Analisis ragam hasil pengamatan pH tanah (H ₂ O) pada saat 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	120
74. Hasil pengamatan pH tanah (H ₂ O) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	121
75. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan pH tanah (H ₂ O) pada saat 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	122
76. Analisis ragam hasil pengamatan pH tanah (H ₂ O) pada saat 45 Hari	

Setelah Tanam (HST).....	123
77. Hasil pengamatan pH tanah (H ₂ O) akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	124
78. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan pH tanah (H ₂ O) pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	125
79. Analisis ragam hasil pengamatan pH tanah (H ₂ O) pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	126
80. Hasil pengamatan bobot brangkasan kering akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	127
81. Uji Homogenitas ragam hasil pengamatan bobot brangkasan kering pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	128
82. Analisis ragam hasil pengamatan bobot brangkasan kering pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	129
83. Hasil pengamatan bobot biji kering akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan pemupukan pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	130
84. Uji homogenitas ragam hasil pengamatan bobot brangkasan kering pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	131
85. Analisis ragam hasil pengamatan bobot biji kering pada saat 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	132
86. Hasil uji korelasi antara suhu tanah dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	132
87. Hasil uji korelasi antara suhu tanah dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	132
88. Hasil uji korelasi antara suhu tanah dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	133
89. Hasil uji korelasi antara kadar air tanah dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	133
90. Hasil uji korelasi antara kadar air tanah dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	133
91. Hasil uji korelasi antara kadar air tanah dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	133
92. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah dengan populasi mesofauna tanah	

pada pengamatan 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	134
93. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	134
94. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	134
95. Hasil uji korelasi antara pH tanah dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	134
96. Hasil uji korelasi antara pH tanah dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	135
97. Hasil uji korelasi antara pH tanah dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	135
98. Hasil uji korelasi antara suhu tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	135
99. Hasil uji korelasi antara suhu tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	135
100. Hasil uji korelasi antara suhu tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	136
101. Hasil uji korelasi antara kadar air tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	136
102. Hasil uji korelasi antara kadar air tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	136
103. Hasil uji korelasi antara kadar air tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	136
104. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	137
105. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	137
106. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	137
107. Hasil uji korelasi pH tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 0 Hari Setelah Tanam (HST).....	137
108. Hasil uji korelasi pH tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada	

pengamatan 45 Hari Setelah Tanam (HST).....	138
109. Hasil uji korelasi pH tanah dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	138
110. Hasil uji korelasi antara bobot brangkasan kering dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	138
111. Hasil uji korelasi antara bobot biji kering dengan populasi mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	138
112. Hasil uji korelasi antara bobot brangkasan kering dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	139
113. Hasil uji korelasi antara bobot biji kering dengan keragaman mesofauna tanah pada pengamatan 110 Hari Setelah Tanam (HST).....	139

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran penelitian.....	10
2. Collembola.....	13
3. Acarina.....	14
4. Tata letak percobaan.....	25
5. Skema pelaksanaan ekstraksi mesofauna tanah dengan <i>Berlese Tullgren</i>	29
6. Mesofauna tanah yang ditemukan pada pertanaman jagung.....	42

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) tergolong tanaman semusim yang masa tanamnya terjadi selama 80-150 hari. Jagung juga merupakan salah satu jenis makanan pokok yang sangat penting bagi manusia dan banyak digemari oleh masyarakat di Indonesia. Menurut data Badan Pangan Nasional (2022) menunjukkan bahwa kebutuhan nasional Indonesia jagung dapat mencapai 13,5 juta ton pada tahun 2021. Dari jumlah tersebut, sebanyak 72,48% atau sekitar 9,78 juta ton digunakan sebagai pakan ternak, sedangkan sisanya digunakan sebagai bahan baku industri dan bahan pangan. Untuk memenuhi kebutuhan jagung nasional tersebut, Indonesia mengandalkan produksi dalam negeri dan juga impor dari negara lain (Saragih dkk., 2022).

Kebutuhan nasional jagung semakin meningkat seiring berjalannya waktu dan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia. Namun, berdasarkan hasil penelitian Arabia dkk. (2016) menyatakan bahwa tingkat produktivitas tanaman jagung khususnya di tanah Ultisol masih dalam jumlah yang rendah. Tanah Ultisol merupakan salah satu jenis tanah yang sering ditemukan di daerah beriklim tropis seperti Indonesia. Luasan wilayah dengan jenis tanah Ultisol sendiri mencapai 30,6 hektar atau sekitar 27% dari total luas wilayah Indonesia. Tanah Ultisol dapat didefinisikan sebagai tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut sehingga ketersediaan hara bagi tanaman tergolong rendah. Selain itu, tanah Ultisol juga memiliki beberapa karakteristik lainnya seperti rendahnya kadar pH tanah, kandungan liat yang tinggi, kandungan bahan organik yang rendah, dan mudah

mengalami erosi. Oleh sebab itu, tanah jenis ini sering kali memerlukan perlakuan khusus dan manajemen yang baik agar dapat mendukung produktivitas lahan pertanian yang lebih optimal (Habibah, 2021).

Bahan pembenah tanah atau disebut juga dengan *soil conditioner* dapat diartikan sebagai bahan yang ditambahkan ke dalam tanah guna memperbaiki sifat-sifat tanah baik secara fisik, kimia, maupun biologi tanah. Bahan pembenah tanah dapat berupa sintesis atau alami, organik atau mineral, dan dapat berbentuk padat maupun cair yang dapat memperbaiki struktur dan agregat tanah, dan meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air serta hara. Pembenah tanah seringkali mengandung hara, namun tidak dapat digolongkan sebagai pupuk dikarenakan kandungan hara yang relatif rendah dan cenderung belum atau lambat tersedia, sehingga pemberiannya tidak dapat memenuhi kebutuhan tanaman (Dariah dkk., 2015).

Penambahan biochar merupakan salah satu bentuk upaya guna meningkatkan produktivitas lahan di tanah Ultisol. Biochar dapat didefinisikan sebagai salah satu jenis bahan pembenah tanah yang dapat diartikan sebagai suatu produk yang berasal dari limbah organik pertanian seperti sekam padi, batang singkong, tongkol jagung, dan limbah lainnya yang telah mengalami pembakaran secara tidak sempurna. Biochar digunakan sebagai bahan tambahan pada tanah yang berperan dalam meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan air dan hara, meningkatkan kemasaman tanah, dan meningkatkan kadar karbon di dalam tanah, sehingga biochar digunakan sebagai salah satu alternatif yang dinilai dapat meningkatkan kesuburan tanah yang telah terdegradasi (Nurida, 2014).

Tanaman jagung memerlukan unsur hara selama siklus hidupnya berlangsung. Dalam pemenuhan unsur hara tersebut maka diperlukan pemberian beberapa jenis pupuk, yaitu diantaranya berupa pupuk Urea, TSP, dan KCl. Unsur hara Nitrogen (N) berfungsi dalam memperbaiki komponen pertumbuhan dan hasil produksi tanaman jagung manis, seperti peningkatan tinggi dan diameter batang, akar, daun, bunga, dan biji pipil jagung. Larink (1997) menyatakan bahwa tanah yang

diaplikasikan pupuk N memiliki jumlah populasi mesofauna tanah khususnya Collembola dan Acarina lebih tinggi dibandingkan dengan pemupukan lainnya. Unsur hara Fosfor (P) berfungsi dalam pembungaan, tinggi tanaman, jumlah baris per tongkol, panjang tongkol, berat tongkol dengan kelobot dan tanpa kelobot, serta berat brangkasan segar dan kering. Aplikasi pupuk TSP (P) dinilai dapat meningkatkan populasi mesofauna tanah namun tidak dapat meningkatkan keanekaragaman jenisnya (Nugroho dkk., 2021). Selain itu, unsur hara Kalium (K) dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak dan berfungsi dalam meningkatkan ketahanan batang dan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Pusparini dkk., 2018).

Organisme tanah dapat didefinisikan sebagai salah satu komponen penyusun ekosistem tanah yang memiliki peranan penting dalam proses penguraian bahan organik sehingga dapat mempengaruhi tingkat kesuburan tanah. Organisme tanah terbagi menjadi beberapa golongan salah satunya mesofauna tanah. Mesofauna tanah menjadi salah satu penentu kesuburan tanah yang dapat dilihat dari besaran jumlah populasinya yang terkandung di dalam media tanam. Hal ini disebabkan bahan organik yang berada di dalam tanah hanya dapat didekomposisikan oleh organisme tanah yang kemudian akan menghasilkan sejumlah hara yang dibutuhkan tanaman (Wicaksono, 2015).

Berdasarkan penelitian Ardiyani (2017) menyatakan bahwa keberadaan mesofauna tanah dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu suhu tanah, pH tanah, kadar air tanah, dan ketersediaan bahan organik (C-organik) yang digunakan sebagai sumber energi dan sumber makanan untuk keberlangsungan hidup mesofauna tanah. Faktor-faktor lingkungan tersebut dapat disebabkan oleh adanya pengolahan dan penggunaan tanah. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Mahendra *et al.* (2017), mesofauna tanah memiliki peranan penting dalam proses pembusukan dan penguraian material organik di dalam tanah, dimana dari kegiatan tersebut dapat menimbulkan dampak berupa meningkatnya ketersediaan lahan untuk aktivitas bakteri serta jamur, membentuk kemantapan agregat, menjadikan sisa tumbuhan humus, translokasi hara, dan dapat meningkatkan aerasi serta infiltrasi air di dalam tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, didapatkan beberapa rumusan masalah yaitu sebagai berikut.

1. Apakah pemberian bahan pembenah tanah dapat mempengaruhi populasi dan/atau keragaman mesofauna tanah pada lahan pertanaman jagung?
2. Apakah pemberian pupuk N, P, dan K dapat mempengaruhi populasi dan/atau keragaman mesofauna tanah pada lahan pertanaman jagung?
3. Apakah terdapat pengaruh interaksi antara pemberian bahan pembenah tanah dengan aplikasi pupuk N, P, dan K terhadap populasi dan/atau keragaman mesofauna tanah pada lahan pertanaman jagung?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis :

1. Pengaruh pemberian bahan pembenah tanah terhadap populasi dan/atau keragaman mesofauna tanah pada lahan pertanaman jagung.
2. Pengaruh pemberian pupuk N, P, dan K terhadap populasi dan/atau keragaman mesofauna tanah pada lahan pertanaman jagung.
3. Pengaruh interaksi pemberian bahan pembenah tanah dengan pupuk N, P, dan K terhadap populasi dan/atau keragaman mesofauna tanah pada lahan pertanaman jagung.

1.4 Kerangka Pemikiran

Tanah Ultisol tergolong tanah tua yang telah mengalami pelapukan lanjut. Hal ini menyebabkan timbulnya beberapa masalah pada tanah Ultisol yang dimanfaatkan sebagai lahan budidaya tanaman. Salah satu masalah penting yang timbul ialah kesuburan tanah yang tergolong rendah. Menurut hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Daksina dkk. (2021), kesuburan tanah yang berada pada tanah

Ultisol masih tergolong rendah. Hal ini diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu kemasaman tanah yang tergolong tinggi atau berkisar 5,0, kapasitas tukar kation (KTK) tanah tergolong sedang dengan rata-rata sebesar 18,78 me/100 g; kandungan C-organik yang tergolong rendah dengan rata-rata berkisar 2,47%; dan kadar P-total berkisar 4,57 ppm.

Upaya dalam peningkatan kesuburan tanah Ultisol dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya ialah dengan penambahan bahan pembenah tanah yang berupa pupuk kotoran sapi dan biochar. Pupuk kotoran sapi merupakan salah satu jenis pupuk organik yang berasal dari kotoran padat sapi yang di dalamnya mengandung beberapa jenis unsur hara seperti N, P, dan K. Namun, unsur hara dalam pupuk kotoran sapi tidak mudah tersedia bagi tanaman. Hal ini disebabkan oleh tingginya C/N rasio pupuk yang mempengaruhi lambatnya proses penguraian unsur hara sehingga menghambat penggunaannya ke lahan pertanian (Hartatik dan Widowati, 2006). Hasil analisis yang dilakukan oleh Hartati dkk. (2009) menunjukkan bahwa pupuk kotoran sapi memiliki kadar pH sebesar 6,9, kadar C-organik sebesar 35,34%, dan C/N rasio sebesar 13,93.

Biochar merupakan suatu produk yang berupa arang yang digunakan sebagai suatu pembenah tanah yang dimanfaatkan dalam peningkatan retensi dan ketersediaan hara di dalam tanah yang akan dimanfaatkan oleh tanaman. Menurut penelitian Hale *et al.* (2013) menunjukkan bahwa aplikasi biochar mampu meningkatkan ruang pori tanah dan meretensi unsur hara Nitrogen dan Fosfor sehingga tersedia bagi tanaman. Hal ini disebabkan oleh adanya daya menahan air yang tinggi yang dimiliki oleh biochar sehingga unsur hara tersebut tidak mudah tercuci oleh adanya aliran permukaan tanah.

Biochar dapat diartikan sebagai arang yang dihasilkan dari proses pembakaran tidak sempurna dengan oksigen yang terbatas atau tanpa oksigen dan berasal dari limbah-limbah organik pertanian seperti sekam padi, kayu-kayuan, tongkol jagung, tempurung kelapa, batang singkong, atau sumber bahan organik lainnya yang sulit terdekomposisi. Berdasarkan hasil penelitian Arifin dkk. (2022),

biochar memiliki keunggulan dibandingkan dengan pupuk organik, yakni bersifat stabil, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan agregasi dan retensi air serta hara, menurunkan berat jenis tanah, meningkatkan porositas tanah, menjadi salah satu upaya dalam mengurangi limbah organik pertanian yang mengandung kadar karbon organik dengan tujuan untuk memulihkan dan meningkatkan kesuburan tanah yang terdegradasi, serta menyediakan habitat yang baik bagi mikroba tanah sehingga dapat memacu aktivitas mikroba tanah dalam meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki pertumbuhan tanaman.

Biochar memiliki berbagai jenis dengan manfaat yang beragam diantaranya biochar sekam padi, biochar tongkol jagung, dan biochar batang singkong. Dalam penelitian Siahaan (2016) mengemukakan bahwa aplikasi biochar sekam padi, biochar tongkol jagung, dan biochar batang singkong mampu memberikan pengaruh terhadap sifat tanah. Pemberian biochar mampu memberikan dampak terhadap kemampuan tanah dalam menahan air atau melepaskannya di dalam pori tanah dengan presentase volume pori air tersedia pada biochar sekam padi 7,78%, biochar tongkol jagung sebesar 8,20%, dan biochar batang singkong sebesar 7,88%. Biochar yang dihasilkan dari sekam padi memiliki kandungan karbon organik yang relatif tinggi yaitu sekitar 20,93% (Karamina dkk., 2022). Biochar yang berasal dari tongkol jagung memiliki kandungan karbon organik yang cukup tinggi yaitu sekitar 21,77% (Oklima dkk., 2022). Kadar karbon organik pada biochar batang singkong dapat mencapai 72,43% pada kondisi pirolisis tertentu (Redjeki dkk., 2023). Menurut Lesthyana dkk. (2023), terdapat korelasi kepadatan populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah dengan kandungan C-organik. Hal ini dibuktikan dengan terjadinya peningkatan pemerataan mesofauna tanah yang diikuti dengan kandungan C-organik tanah yang akan meningkat pula.

Berdasarkan penelitian Septiana dkk. (2023), biochar sekam padi memiliki pH sebesar 6,92, biochar tongkol jagung sebesar 9,39, dan biochar batang singkong sebesar 10,16. Tingkat kemasaman tanah menunjukkan adanya korelasi positif dengan peningkatan indeks keanekaragaman mesofauna tanah. Hal ini didukung dengan data Kusumastuti dkk. (2022) yang menyatakan bahwa indeks

keanekaragaman mesofauna tanah akan meningkat seiring dengan peningkatan pH tanah dengan batas toleransi yaitu pada pH 6-8.

Menurut Gani (2009), aplikasi biochar mampu memberikan pengaruh terhadap indikator pertumbuhan tanaman jagung yaitu diantaranya berupa pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat brangkasan. Hal ini dipengaruhi oleh keunggulan biochar yang mampu meretensi hara dan air yang ada di dalam tanah. Biochar dinilai lebih efektif dalam menyerap unsur hara yang di dalam tanah jika dibandingkan dengan sumber bahan organik lainnya seperti serasah dedaunan, pupuk kotoran, dan kompos. Berdasarkan hasil penelitian Siahaan (2016), tanaman jagung yang diaplikasikan biochar tongkol jagung dapat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung pada umur 8 minggu setelah tanam (MST) jika dibandingkan dengan jenis biochar lainnya. Hal ini diduga akibat adanya kandungan asam humat yang dikandung oleh biochar tongkol jagung lebih tinggi dibandingkan dengan jenis biochar lainnya, yakni sebesar 0,17%. Asam humat berfungsi dalam peningkatan ketersediaan unsur hara nitrogen melalui proses perlambatan pelepasan unsur nitrogen menjadi nitrat dalam proses nitrifikasi sehingga tanaman jagung dapat memperoleh kesempatan menyerap unsur hara nitrogen dalam jumlah yang lebih banyak (Hermanto dkk., 2013).

Aplikasi berbagai jenis biochar tentunya memberikan dampak yang berbeda terhadap populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah. Dalam penelitian Rabiou *et al.* (2018) menunjukkan bahwa tanah yang tidak diaplikasikan biochar memiliki kepadatan populasi sebesar 48 individu per 100 cm² tanah. Hal ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan tanah yang diaplikasikan biochar sekam padi yang memiliki kepadatan populasi sebesar 72 individu per 100 cm² tanah. Berdasarkan penelitian Ali *et al.* (2021), terdapat peningkatan keberagaman atau kepadatan populasi mesofauna tanah setelah pemberian biochar tongkol jagung yakni sebanyak 80 individu per 100 cm² tanah.

Aplikasi biochar tentu tidaklah cukup untuk menunjang pertumbuhan tanaman jagung. Hal ini dikarenakan biochar bukan tergolong ke dalam suatu bahan yang

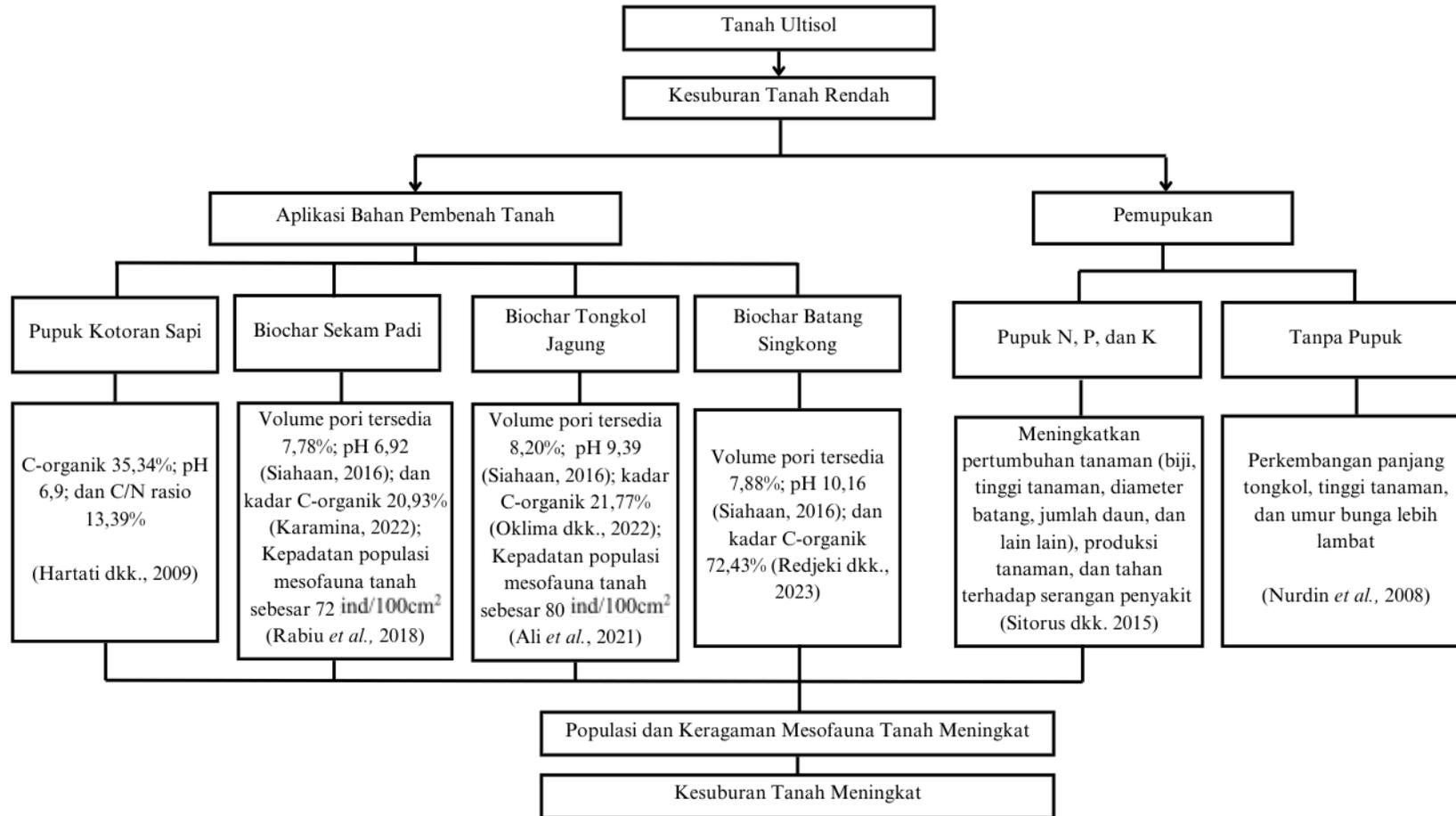
digunakan untuk menambahkan unsur hara ke dalam tanah. Penambahan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dapat dilakukan dengan melakukan kegiatan pemupukan. Pemenuhan kebutuhan unsur hara makro esensial seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) melalui proses pemupukan penting dilakukan sebab menurut Sitorus dkk. (2015) ketiga unsur tersebut digunakan oleh tanaman jagung dalam jumlah yang besar guna menunjang pertumbuhannya. Hal ini dibuktikan dengan adanya pengaplikasian pupuk NPK ke lahan budidaya tanaman jagung menunjukkan adanya peningkatan produksi per petakan tanaman jagung sebesar 10,6% dan diameter batang hingga 14% pada umur 60 Hari Setelah Tanam (HST).

Pada penelitian Ramadhani dkk. (2016), pengaplikasian pupuk Urea (N) dapat meningkatkan produktivitas tanaman jagung dengan ditandai dengan adanya peningkatan diameter batang, jumlah dan luasan daun, berat segar tongkol berkelobot maupun tidak berkelobot, diameter tongkol tanpa kelobot, dan hasil tongkol berkelobot. Menurut Suwardi dkk. (2021), pemberian pupuk TSP pada lahan budidaya jagung berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan biji dan buah, peningkatan tinggi tanaman, diameter batang, dan perkembangan akar. Pemenuhan unsur hara Kalium yang dibutuhkan oleh tanaman jagung melalui proses pemupukan KCl mampu memberikan dampak positif terhadap pertumbuhannya, hal ini dibuktikan oleh penelitian yang telah dilaksanakan oleh Mutaqin dkk. (2019) yang menyatakan bahwa pemupukan Kalium dapat meningkatkan ketahanan batang, ketahanan terhadap penyakit, dan meningkatkan sintesis serta translokasi karbohidrat.

Pada penelitian Nurdin *et al.* (2008) menunjukkan bahwa tanaman jagung yang tidak diberikan pupuk N, P, dan K menunjukkan bahwa tinggi tongkol, tinggi tanaman, dan umur berbunga lebih lambat jika dibandingkan dengan tanaman jagung dengan perlakuan pemupukan lengkap (N, P, dan K). Hal tersebut disebabkan oleh kandungan hara yang ada di dalam tanah tidak sepenuhnya mampu menyuplai hara yang dibutuhkan tanaman, terutama dalam meningkatkan presentase tinggi tongkol terhadap tinggi tanaman dan umur berbunga.

Penambahan biochar dan juga pemupukan mampu meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman jagung. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian Melati dkk. (2020) yang menyatakan bahwa pemupukan yang disertai dengan pengaplikasian biochar dapat meningkatkan produktivitas tanaman jagung menjadi lebih baik dibandingkan tanpa adanya pengaplikasian biochar. Peningkatan kesuburan tanah tentunya memberikan dampak terhadap sifat-sifat tanah, salah satunya adalah peningkatan populasi mesofauna tanah. Hasil penelitian Ananda dkk. (2017) menunjukkan bahwa populasi mesofauna tanah pada lahan yang tidak diaplikasikan bahan organik dan pemupukan memiliki jumlah terendah yaitu pada minggu ke 12 memiliki rata-rata populasi sebesar 576,8 ind m⁻². Mesofauna tanah berperan sebagai bioindikator terhadap kualitas tanah dengan mendekomposisikan bahan organik yang ada di dalam tanah.

Berdasarkan uraian di atas, didapatkan kerangka pemikiran penelitian aplikasi pembenah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan keragaman mesofauna tanah pada lahan pertanaman jagung (*Zea mays* L.) di tanah ultisol sebagai berikut.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian Aplikasi Pembenah Tanah dan Pemupukan terhadap Populasi dan Keragaman Mesofauna Tanah pada Lahan Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Ultisol

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dibuat, maka hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut.

1. Populasi dan/atau keragaman mesofauna tanah lebih tinggi pada lahan yang diaplikasikan bahan pembenah tanah dibandingkan tanpa aplikasi bahan pembenah tanah di lahan pertanaman jagung.
2. Populasi dan/atau keragaman mesofauna tanah lebih tinggi pada lahan yang diaplikasikan pupuk N, P, dan K dibandingkan tanpa pemupukan di lahan pertanaman jagung.
3. Terdapat pengaruh interaksi antara pemberian pembenah tanah dengan penambahan pupuk N, P, dan K terhadap populasi dan/atau keragaman mesofauna tanah di lahan pertanaman jagung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesofauna Tanah

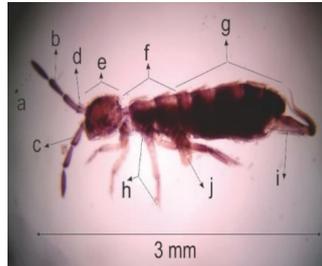
Populasi mesofauna tanah yang semakin meningkat dapat berdampak baik bagi kesuburan tanah yaitu diantaranya mampu meningkatkan agregasi tanah, infiltrasi air, dan aerasi di dalam tanah, serta menyalurkan bahan organik tanah yang dibutuhkan oleh tanaman untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Keberadaan dan keragaman mesofauna tanah sangat berkaitan dengan ketersediaan energi dan juga hara yang dapat mengakibatkan perkembangan populasi dan aktivitas mesofauna tanah akan berlangsung dengan baik dan memberikan dampak positif bagi kesuburan tanah (Khaidir dkk., 2017).

2.1.1 Jenis Mesofauna Tanah

A. Collembola

Collembola merupakan salah satu jenis mesofauna tanah yang banyak ditemukan di daerah beriklim tropis seperti di Indonesia. Menurut Jumar (2000), Collembola berasal dari Bahasa Yunani yakni colla yang berarti lem dan embolon yang berarti baji atau pasak. Collembola mempunyai ciri bentuk serangga muda dan dewasanya sama, dan biasanya dianggap sebagai serangga yang primitif, karena struktur anggota tubuhnya relatif sederhana. Collembola mempunyai tubuh yang kecil, tidak bersayap, berukuran panjang $\pm 3-6$ mm, dengan permukaan berambut atau licin. Antena mempunyai 4-6 ruas, dapat lebih pendek dari kepala atau lebih panjang dari seluruh tubuh dan memiliki saraf internal yang mampu menggerakkan tiap segmen. Di belakang antena terdapat sepasang mata majemuk

dan organ yang menyerupai cincin atau roset yang dikenal sebagai sensor penciuman.



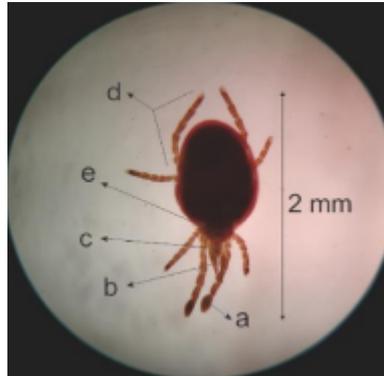
Gambar 2. Collembola (Sumber : Utomo dkk., 2019)

Tipe mulut dari serangga ini adalah mengunyah, tetapi dengan variasi bentuk maxila dan mandibula antara lain: panjang, runcing seperti stylet, genae atau pipi tereduksi, bersatu dengan sisi labium membentuk sebuah lubang kerucut di dalam, sehingga bagian mulut yang lain nampak melekok ke dalam. Bentuk thorak serangga ini sama dengan serangga lainnya, tetapi protorak hewan ini telah tereduksi. Bentuk lain yang unik dan tidak dijumpai pada serangga lainnya adalah abdomennya, yang ini terdiri dari 6 ruas, diselimuti oleh seta atau sisik dengan berbagai bentuk. Collembola tidak mengalami metamorfosis (ametabola), sehingga individu muda serupa dengan yang dewasa baik pada penampakan maupun habitatnya. Perbedaan yang mendasar hanya terdapat pada ukuran tubuh dan kematangan seksual. Warna Collembola bervariasi yaitu putih, abu-abu, kuning, orange, hijau metalik, ungu muda, merah dan beberapa warna lain, bahkan ada yang campuran. Akan tetapi, sebagian besar berwarna biru-hitam (Amir, 2008).

B. Acarina

Secara umum, Acarina dikenal sebagai caplak atau kutu dan mencakup hingga 55.000 spesies yang sudah dideskripsikan. Acarina tergolong ke dalam kelompok artropoda kecil yang hidup di dalam tanah. Berdasarkan hasil penelitian Utomo dkk. (2019) menyatakan bahwa Acarina memiliki ciri tubuh membulat dan berwarna kemerahan dengan panjang antara 0,1-2 mm. Pada anterior tubuh terdapat *capitulum* yang tampak dari atas maupun bawah, terdapat mata pada

daerah *scutum*, dan memiliki 4 (empat) pasang kaki, serta pada segmen terakhir kaki pertama terdapat organ *Haller*.



Gambar 3. Acarina (Sumber : Utomo dkk., 2019)

Acarina memiliki peranan penting dalam kesuburan tanah, diantaranya organisme tanah ini berperan dalam menghancurkan bahan organik menjadi bagian yang berukuran lebih kecil, berpengaruh terhadap dinamika populasi fungi dan mengaduk bahan-bahan organik yang berada di dalam tanah. Selain itu, Acarina juga berperan sebagai predator (kontrol biologi) terhadap telur dan larva lalat serta nematoda yang ada di dalam tanah (Hartini, 2014).

C. Protura

Protura dapat didefinisikan sebagai jenis mesofauna tanah yang berperan sebagai salah satu pengurai sisa-sisa organik dan siklus nutrisi di dalam tanah. Protura merupakan organisme tanah yang umumnya ditemukan di lapisan atas tanah. Protura memiliki ukuran tubuh yang cenderung kecil dengan panjang sekitar 0,5 hingga 2 mm. Umumnya, tubuh protura transparan atau hampir transparan, memiliki antena dan rambut sensorik untuk mendeteksi lingkungan sekitar, serta bergerak dengan cara merangkak atau melompat. Protura biasanya ditemukan di lapisan atas tanah atau bahan organik yang membusuk. Mereka memakan sisa-sisa organik, bakteri, dan fungi yang terdapat di dalam tanah. Protura juga dapat menjadi sumber substrat bagi organisme tanah lainnya dan berkontribusi dalam keseimbangan ekosistem tanah secara keseluruhan (Zhang, 2011).

D. Diplura

Diplura merupakan kelompok mesofauna tanah yang memiliki tubuh dan antena yang panjang. Ordo Diplura memiliki ciri khas berupa dua ekor (cerci) yang panjang. Cerci ini berfungsi sebagai organ sensorik yang membantu Diplura dalam merasakan lingkungan sekitarnya. Diplura memiliki tubuh yang panjang dan tipis, biasanya berwarna putih atau transparan dengan panjang tubuh berkisar 2 hingga 10 milimeter. Kepala Diplura tergolong primitif dan pada beberapa spesies memiliki mata kecil. Mereka memiliki antena yang panjang, sering kali sepanjang tubuh mereka atau bahkan lebih. Diplura banyak ditemukan di berbagai habitat tanah, terutama pada lapisan atas tanah yang lembab. Diplura memiliki peranan penting dalam dekomposisi bahan organik menjadi materi organik yang lebih sederhana dan membebaskan nutrisi untuk tanaman dan organisme lainnya. (Hopkin, 1997).

E. Symphyla

Symphyla sering disebut juga sebagai “centipedes tanah”, merupakan kelompok mesofauna tanah yang sering keliru dianggap sebagai ordo Chilopoda (centipedes) sebab memiliki penampilan fisik yang mirip. Symphyla memiliki tubuh panjang dan silindris dengan banyak segmen tubuh dan banyak kaki yang berjumlah hingga 15 pasang. Symphyla memiliki antena panjang yang sering kali lebih panjang dari tubuh mereka sendiri. Umumnya, tubuh mereka transparan atau agak transparan. Symphyla banyak ditemukan di lapisan atas tanah yang lembab dan sering ditemukan di bawah serasah, daun-daunan busuk, atau tanah humus. Symphyla memiliki peranan penting dalam ekosistem tanah yaitu membantu dalam proses penguraian bahan organik, meningkatkan sirkulasi air dan nutrisi di tanah, serta menyediakan makanan bagi predator lain di ekosistem tanah (Bernard, 2009).

F. Pseudoscorpion

Pseudoscorpion dapat diartikan sebagai salah satu jenis mesofauna tanah yang terlihat seperti kalajengking kecil dengan ukuran tubuh kecil yang biasanya memiliki panjang kurang dari 5 mm. Mesofauna tanah jenis ini memiliki dua

cakar yang kuat yang digunakan untuk menangkap mangsa. Meskipun mereka memiliki cakar yang menyerupai kalajengking, pseudoscorpion tidak memiliki ekor yang panjang seperti kalajengking. Pseudoscorpion biasanya ditemukan di berbagai habitat tanah, termasuk hutan, lahan pertanian, gua, dan lain sebagainya. Mereka dapat ditemukan di bawah batu-batuan, diantara serasah, dan di dalam tanah, serta beberapa spesies pseudoscorpion lebih terbuka dan dapat ditemukan di permukaan tanah, sementara yang lain lebih tersembunyi di dalam tanah. Pseudoscorpion berperan penting dalam ekosistem tanah dengan menjadi predator bagi serangga kecil, nematoda, dan invertebrata tanah lainnya, mengendalikan populasi hama, dan membantu dalam proses dekomposisi bahan organik tanah (Harvey, 2009).

2.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Populasi dan Keragaman Mesofauna Tanah

Faktor lingkungan memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah. Menurut Kusumastuti dkk. (2022), populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu diantaranya berupa suhu tanah, kandungan bahan organik, kadar air tanah, kelembabab tanah, pH tanah, kadar C-organik, dan aktivitas manusia. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Santi dkk. (2020) menyatakan bahwa nilai pH tanah sangat mempengaruhi kelimpahan mesofauna tanah. Mesofauna tanah dapat digolongkan menjadi beberapa jenis berdasarkan kadar pH tanahnya, yaitu asidofil (hidup pada pH tanah masam), indifferen (hidup pada pH tanah masam maupun basa), dan kalsinofil (hidup pada tanah basa). Peranan mesofauna tanah pada kondisi tanah yang masam dengan kadar pH berkisar 4,5-5,5 dinilai lebih baik jika dibandingkan dengan kondisi tanah dengan kadar pH netral maupun basa.

Populasi dan keanekaragaman mesofauna yang berada di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh adanya bahan organik. Penambahan bahan organik ke dalam tanah dilakukan dengan tujuan guna menjadi sumber energi bagi mesofauna tanah dan meningkatkan kelembaban tanah sehingga dinilai optimal untuk pertumbuhan

dan perkembangan mesofauna tanah (Ananda dkk., 2017). Namun, keragaman mesofauna tanah dapat menurun seiring dengan terjadinya peningkatan suhu tanah. Hal ini disebabkan setiap jenis mesofauna tanah memiliki suhu optimum untuk pertumbuhannya yakni pada suhu 30°C (Mukti dkk., 2004).

2.2 Bahan Pembenh Tanah

Bahan pembenh tanah merupakan suatu alternatif yang dapat diterapkan dalam bidang pertanian. Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No. 70 Tahun 2011 dikatakan bahwa bahan pembenh tanah dapat didefinisikan dengan bahan-bahan sintesis atau alami, organik atau mineral yang berbentuk padatan maupun cairan yang ditujukan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah, baik secara kimia, fisik, maupun biologi tanah. Bahan pembenh tanah kaya akan kandungan bahan organik dan unsur hara yang memiliki peranan penting bagi pertumbuhan tanaman (Sutikarini dkk., 2020).

2.2.1 Pupuk Kotoran Sapi

Bahan organik adalah materi yang berasal dari sisa-sisa organisme tanah yang terurai, seperti serasah, sisa tanaman, kompos, dan pupuk kotoran. Pupuk kotoran sapi merupakan salah satu jenis bahan organik yang diperoleh dari kotoran sapi yang telah mengalami penguraian. Pupuk kotoran sapi dapat dijadikan sebuah solusi berkelanjutan yang ramah lingkungan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian. Pupuk ini memiliki nilai nutrisi yang bermanfaat seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan unsur mikro lainnya bagi pertumbuhan tanaman dan juga dapat meningkatkan kesuburan tanah. Selain itu, penggunaan pupuk kotoran sapi dinilai mampu mengendalikan erosi tanah dengan meningkatkan struktur tanah dan memperkuat permukaan tanah (Pusat Penelitian dan Pengembangan tanah dan Agroklimat, 2018).

2.2.2 Biochar

Biochar merupakan bahan yang mengandung karbon dalam jumlah yang tinggi dan berasal dari hasil pembakaran limbah organik pertanian yang terjadi secara

tidak sempurna pada suhu $<700^{\circ}\text{C}$ dalam kondisi oksigen yang terbatas sehingga menghasilkan bahan organik dengan konsentrasi karbon berkisar 70-80% (Herlambang dkk., 2020). Dalam pembuatan biochar diawali dengan persiapan bahan baku seperti sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong yang kemudian dihancurkan menjadi potongan kecil agar lebih mudah diolah. Biomassa selanjutnya akan mengalami proses pirolisis yaitu dengan dipanaskan dalam lingkungan dengan jumlah oksigen yang terbatas. Dalam proses ini menghasilkan biochar yang nantinya setelah proses pirolisis selesai akan dihancurkan kembali menjadi partikel yang lebih kecil dan disaring untuk menghilangkan potensi kontaminan atau residu lainnya dan memudahkan untuk aplikasi ke dalam tanah (Yusuf dan Wulandari, 2020).

Dalam bidang pertanian, biochar berfungsi dalam meningkatkan ketersediaan hara, meretensi hara dan air, meningkatkan pH dan Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada lahan kering masam, menciptakan habitat yang baik bagi perkembangan mikroorganisme tanah sebab kemampuannya dalam menahan air dan menciptakan lingkungan yang bersifat netral khususnya pada daerah dengan kondisi lahan yang masam. Di samping itu, biochar juga berperan dalam mengurangi laju emisi CO_2 dan mengakumulasikan karbon dalam jumlah yang cukup besar, peningkatan produksi tanaman pangan, serta mampu bertahan dalam jangka panjang di dalam tanah (>400 tahun) sebab biochar bersifat sulit terdekomposisi (Nurida dkk., 2015).

A. Biochar Sekam Padi

Biochar sekam padi dapat didefinisikan sebagai suatu bahan berpori yang berasal dari hasil pembakaran pirolisis biomassa produksi sisa tanaman padi. Pemilihan sekam padi sebagai bahan baku dalam pembuatan biochar disebabkan oleh banyaknya limbah penggilingan padi yang jumlahnya hingga 20-23% dari berat gabah. Hal tersebut didukung dengan adanya data Badan Pusat Statistik (2013) yang menyatakan bahwa jumlah sekam padi yang dihasilkan di Indonesia dapat mencapai 16,39 juta ton dari total produksi Gabah Kering Giling (GKG) yang mencapai 71,29 juta ton per tahunnya.

Menurut Lehmann *et al.* (2006), penambahan residu dari pembakaran biji-bijian seperti sekam padi digunakan sebagai salah satu jenis bahan pembenah tanah yang diharapkan dapat memulihkan kondisi lahan kering masam yang telah mengalami degradasi. Berdasarkan hasil penelitian Bush and Chuong (2023), aplikasi biochar sekam padi dapat meningkatkan kesuburan tanah pada lahan pertanian yakni diantaranya meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK), ketersediaan unsur hara, dan meningkatkan pH tanah hingga 6,7, serta mengurangi hilangnya Nitrat akibat pencucian.

B. Biochar Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan salah satu jenis limbah organik pertanian yang keberadaannya sangatlah melimpah, namun pemanfaatannya masih dinilai kurang maksimal. Aplikasi biochar tongkol jagung dapat meningkatkan retensi berbagai unsur hara esensial sehingga dapat tersedia bagi pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan jenis bahan organik lainnya seperti kompos, pupuk kotoran, dan lain sebagainya. Hal ini disebabkan oleh biochar yang memiliki sifat lebih stabil di dalam tanah dan sulit untuk mengalami oksidasi (Mautuka dkk., 2022).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sukmawati (2020), biochar tongkol jagung memiliki sifat kimia tanah yang dilihat dari beberapa parameter yaitu diantaranya pH sebesar 7,3, KTK tanah sebesar 56,84 cmol/kg, dan C-organik sebesar 70,25%. Tingginya kandungan karbon organik yang ada di dalam biochar tongkol jagung diduga disebabkan oleh adanya sejumlah residu tanaman organik seperti selulosa yang di dalamnya mengandung 37% karbon dan 43-45% mineral anorganik (Verheijen *et al.*, 2010).

C. Biochar Batang Singkong

Biochar merupakan bahan berbentuk arang yang kaya karbon dan dihasilkan dari berbagai jenis limbah organik pertanian, salah satunya ialah batang singkong. Menurut Aswiguna dkk. (2022), limbah batang singkong yang dihasilkan dari kegiatan budidaya tanaman singkong terdapat dalam jumlah yang cukup besar.

Keberadaannya disebabkan oleh adanya penggunaan kembali batang singkong yang hanya sebagian kecil yang digunakan oleh petani sebagai bibit penanaman selanjutnya dan sisanya dibiarkan begitu saja atau kemudian dibakar agar tidak menjadi sarang penyakit. Hasil penelitian Wijitkosum (2022) menunjukkan bahwa biochar batang singkong memiliki sifat sangat basa dengan pH sebesar 10,40 dan dinilai cocok untuk meningkatkan kesuburan tanah di lahan tanah masam.

2.3 Pemupukan

2.3.1 Pupuk Nitrogen

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro esensial yang diperlukan tanaman sepanjang hidupnya dan penggunaan terbesarnya berada pada saat tanaman berumur 3 minggu sebelum berbunga. Unsur hara Nitrogen berfungsi dalam merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, membantu tanaman dalam meningkatkan bobot biji kering, menjadikan tanaman memiliki warna daun yang lebih hijau, dan pembentukan klorofil pada daun. Pemenuhan kebutuhan unsur hara nitrogen dapat dilakukan melalui kegiatan pemupukan. Menurut Effendi (2005), dosis pupuk nitrogen yang ideal untuk pertumbuhan tanaman jagung ialah sebanyak 200 kg N ha^{-1} atau setara dengan 435 kg pupuk urea jika di dalamnya terkandung unsur hara nitrogen sebesar 46%. Namun, pupuk nitrogen memiliki sifat yang mudah menguap, tercuci, dan terikat oleh partikel tanah, sehingga tanaman yang mengalami kekurangan unsur hara nitrogen akan mengalami gejala berupa terhambatnya laju pertumbuhan tanaman, tanaman jagung tumbuh kurus, kerdil, jaringan tanaman mengering, dan daun tua berwarna hijau muda kemudian berubah menjadi kekuningan (Hasibuan, 2010).

2.3.2 Pupuk Fosfor

Menurut Maulana dkk. (2014), pada tanah masam mengandung unsur hara Fosfor (P) yang rendah yang menyebabkan pupuk P yang diberikan ke dalam tanah masam tidak dapat digunakan secara optimal oleh tanaman. Hal ini dikarenakan pH pada tanah masam yang tergolong rendah sehingga menyebabkan adanya

interaksi yang menyebabkan unsur P berikatan dengan unsur-unsur logam yang ada di dalam tanah seperti Al dan Fe, sehingga nilai efisiensi pemupukan P menjadi rendah. Unsur hara Fosfor merupakan salah satu unsur hara yang digunakan tanaman dari tahap awal pertumbuhan hingga mendekati fase pematangan. Unsur hara P berfungsi dalam memacu pertumbuhan akar tanaman, meningkatkan daya tahan terhadap serangan penyakit dan hama, serta merangsang pembentukan bunga dan pematangan buah. Kekurangan unsur P pada tanaman jagung dapat dilihat secara visual yaitu dengan munculnya gejala berupa perubahan warna daun tua menjadi keunguan atau kemerahan, matinya jaringan tepi helai daun, tangkai daun, dan batang serta akar yang menjadi lemah (Tamad dkk., 2013).

2.3.3 Pupuk Kalium

Berdasarkan penelitian Solihin dkk. (2019), unsur hara Kalium tergolong unsur hara yang mobil di dalam tanaman baik dalam sel tanaman, jaringan tanaman, maupun di dalam xylem dan floem. Unsur hara ini berfungsi dalam meningkatkan ketebalan dinding sel dan kekuatan batang serta berperan sebagai penyeimbang keadaan bila tanaman mengalami kelebihan unsur hara Nitrogen. Pada tanaman jagung, unsur Kalium banyak dibutuhkan pada saat fase pertumbuhan terutama pada fase munculnya malai jagung. Menurut Mampiooper dkk. (2020), tanaman yang mengalami kekurangan unsur hara K akan mengalami gejala berupa daun tampak mengeriting dan mengilap, dan kemudian daun akan menguning di bagian pucuk dan pinggir daun. Oleh sebab itu, untuk mencukupi kekurangan unsur hara K perlu dilakukan pemupukan guna menunjang pertumbuhan tanaman jagung.

2.4 Tanaman Jagung

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan tanaman rumput-rumputan yang berbiji tunggal (monokotil). Jagung termasuk tanaman berumpun dengan batang yang kasar dan memiliki tinggi berkisar 0,6-3 meter. Jagung dapat ditanam di daerah dataran

rendah maupun tinggi dengan ketinggian 600 meter dari permukaan laut. Pertumbuhan jagung akan berjalan baik dengan suhu ideal berkisar 21-30°C dengan karakteristik tanah yang subur dan gembur, serta kemasaman tanah yang berkisar 5,6. Tanaman jagung tergolong pada tanaman semusim dengan siklus hidup selama kurang lebih 3 bulan (Nuridayanti, 2011).

Jagung merupakan tanaman yang tegak dan kokoh seperti sorgum dan tebu dengan batang yang beruas-ruas. Jagung tergolong pada perakaran serabut yang dapat mencapai kedalaman dua hingga delapan meter. Akar akan berperan sebagai penegak batang tumbuhan dan dapat menyerap unsur hara dan air ke batang tanaman. Jagung sendiri memiliki tiga tipe akar, yaitu akar seminal yang tumbuh dari embrio dan radikula, akar adventif yang tumbuh dari bulu batang, dan akar udara (Gadmor, 2016).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini merupakan penelitian jangka panjang yang dilaksanakan pada bulan Januari sampai Desember 2023 dan dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Percobaan yang dilakukan berada pada dua tempat yaitu Laboratorium Lapang Terpadu untuk melakukan pengambilan sampel dan analisis populasi mesofauna tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Dalam pelaksanaan penelitian diperlukan untuk menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini berupa cangkul, sekop, pisau, arit, gunting, meteran, tali rafia, penggaris, karung, botol sampel, ring sampel, saringan, corong *Berlese Tullgren*, lampu 25 watt, cawan petri, kertas label, alat tulis, dan mikroskop, serta alat-alat analisis sampel tanah. Sedangkan, bahan yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu berupa sampel tanah, benih jagung hibrida BISI 18, pupuk NPK (Urea, TSP, dan KCl), pupuk kotoran sapi, biochar sekam padi, biochar tongkol jagung, biochar batang singkong, dan alkohol 70%.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama terdiri dari empat taraf aplikasi pembenah tanah yang berbeda, yaitu sebagai berikut :

- B₀ : Tanpa pembenah tanah (tanpa pupuk kotoran sapi + biochar)
 B₁ : Pembenah tanah 1 (kombinasi pupuk kotoran sapi 5 ton ha⁻¹ + biochar sekam padi 5 ton ha⁻¹)
 B₂ : Pembenah tanah 2 (kombinasi pupuk kotoran sapi 5 ton ha⁻¹ + biochar tongkol jagung 5 ton ha⁻¹)
 B₃ : Pembenah tanah 3 (kombinasi pupuk kotoran sapi 5 ton ha⁻¹ + biochar batang singkong 5 ton ha⁻¹)

Faktor kedua terdiri dari tiga taraf perlakuan pemupukan N, P, dan K yaitu sebagai berikut :

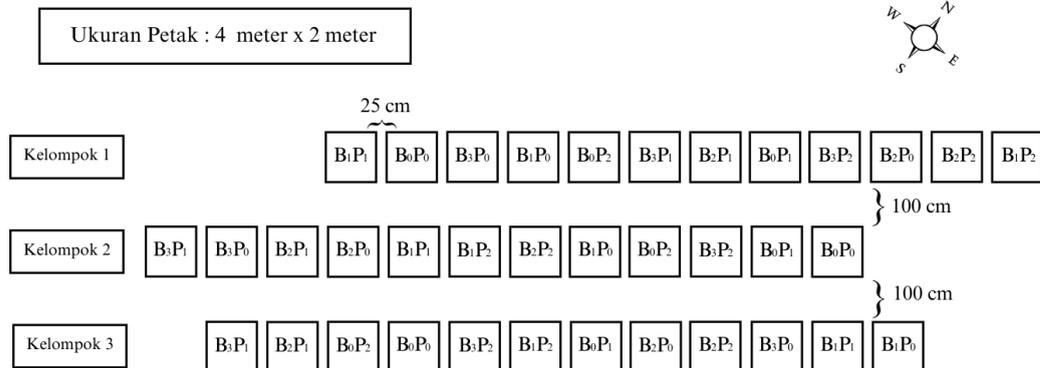
- P₀ : Tanpa pemupukan
 P₁ : Pemupukan ½ (setengah) dosis (225 kg Urea ha⁻¹; 112,5 kg TSP ha⁻¹; dan 100 kg KCl ha⁻¹)
 P₂ : Pemupukan dosis penuh (450 kg Urea ha⁻¹; 225 kg TSP ha⁻¹; dan 200 kg KCl ha⁻¹)

Berdasarkan kedua faktor perlakuan tersebut, maka diperoleh 12 kombinasi perlakuan yaitu sebagai berikut.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Penelitian

Pemupukan	Aplikasi Pembenah Tanah			
	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃
P ₀	B ₀ P ₀	B ₁ P ₀	B ₂ P ₀	B ₃ P ₀
P ₁	B ₀ P ₁	B ₁ P ₁	B ₂ P ₁	B ₃ P ₁
P ₂	B ₀ P ₂	B ₁ P ₂	B ₂ P ₂	B ₃ P ₂

Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 4x3x3 dengan total 36 satuan petak percobaan.



Gambar 4. Tata Letak Percobaan

3.4 Sejarah Lahan

Lahan penelitian ini berada di Laboratorium Lahan Terpadu (LTPD), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada titik koordinat $5^{\circ} 22' 11,38''$ LS dan $105^{\circ} 14' 25,96''$ BT sampai $5^{\circ} 21' 58,35''$ LS dan $105^{\circ} 14' 43,83''$ BT. Dalam jangka beberapa tahun sebelumnya, lahan pertanian ini sudah mengalami beberapa penggunaan. Pada tahun 2015-2017, lahan penelitian ini ditanami dengan tanaman tebu dengan perlakuan pupuk organonitrofos dan pupuk NPK. Selanjutnya, pada tahun 2017-2018 lahan penelitian ini digunakan kembali untuk penelitian yang berbeda dengan ditanami tanaman jagung dengan perlakuan pemupukan fosfor dan aplikasi biochar sekam padi. Kemudian, lahan penelitian ini tidak digunakan sampai tahun 2021. Setelah itu, lahan pertanian ini kembali digunakan pada tahun 2022 dengan perlakuan berbagai jenis biochar dan pemupukan fosfor dengan komoditas tanaman jagung. Pada tahun 2023, lahan pertanian ini digunakan untuk penelitian dengan perlakuan berbagai jenis biochar dan pemupukan N, P, dan K dengan komoditas tanaman jagung.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi beberapa tahapan yaitu sebagai berikut.

3.5.1 Penyiapan Biochar

Biochar yang digunakan sebagai bahan pembenah tanah pada penelitian ini berupa biochar sekam padi, biochar tongkol jagung, dan biochar batang singkong. Proses pembuatan biochar dilakukan dengan teknik tradisional yaitu dengan menyusun bahan baku menyerupai gundukan dan diberi corong yang terbuat dari kawat kasa di bagian tengah gundukan tersebut. Dalam proses pembuatan biochar tongkol jagung dan batang singkong, sebelumnya bahan baku dicacah terlebih dahulu guna mempermudah proses pembakaran. Bahan baku biochar kemudian akan mengalami pembakaran secara tidak sempurna dan kemudian dilakukan tahapan penggilingan dan pengayakan sehingga memudahkan proses pengaplikasiannya ke dalam tanah.

3.5.2 Persiapan Lahan

Tahap awal dari persiapan lahan ialah dengan membersihkan lahan dari rerumputan yang tumbuh dengan mesin pemotong atau dapat pula dipotong secara manual. Setelah itu, lahan disemprot menggunakan herbisida guna menghambat pertumbuhan gulma. Selanjutnya, lahan dilakukan pembuatan petak percobaan dengan luasan per petak ialah 4 meter x 2 meter dengan masing-masing jarak antar petak 25 cm sebanyak 36 petak. Pada tahapan akhir, lahan akan dilakukan pengolahan tanah untuk memudahkan aplikasi biochar dan pemupukan, serta penanaman dengan cara menggemburkan tanah dengan menggunakan cangkul.

3.5.3 Pengaplikasian Bahan Pembenah Tanah

Setelah proses pengolahan tanah selesai, pengaplikasian bahan pembenah tanah dengan mencampurkan pupuk kotoran dan biochar dan diberikan pada setiap larik tanaman dan kemudian ditutup kembali dengan tanah pada bagian atas.

Selanjutnya tanah akan kembali dilakukan pengolahan tanah dengan cara dicangkul guna mencampurkan biochar dengan tanah. Setelah itu, lahan akan didiamkan selama 7 hari sebelum proses penanaman benih jagung dilakukan dengan tujuan biochar dan tanah sudah mengalami pencampuran dengan baik.

3.5.4 Penanaman

Proses penanaman dilakukan dengan menggunakan benih jagung herbisida BISI 18. Jarak tanam yang digunakan adalah 75 cm x 20 cm sehingga dalam satu petak percobaan terdapat 54 populasi tanaman jagung. Benih jagung akan ditanam pada lubang yang dibuat menggunakan tugal dengan kedalaman 3-5 cm.

3.5.5 Pemupukan

Pemupukan jagung menggunakan pupuk NPK tunggal yaitu berupa pupuk Urea, TSP, dan KCl dengan tiga taraf pemupukan yakni tanpa dosis pemupukan, $\frac{1}{2}$ dosis pemupukan, dan satu dosis pemupukan. Pada umumnya, dosis pupuk yang digunakan pada tanah Ultisol adalah 450 kg Urea ha⁻¹, 225 kg TSP ha⁻¹, dan 200 kg KCl ha⁻¹ (Murni, 2008) dan dosis pupuk yang diaplikasikan pada petakan lahan telah tertera di dalam Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Dosis Pemupukan Setiap Petak (8 m²)

Jenis Pupuk	P ₁ ($\frac{1}{2}$ Dosis)	P ₂ (Dosis Penuh)
	...g/petak...	
Urea	180	360
TSP	90	180
KCl	80	160

Pengaplikasian pupuk TSP dan KCl dilakukan sebanyak satu kali selama masa tanam pada saat tanaman berumur 7 Hari Setelah Tanam (HST). Namun, pengaplikasian pupuk Urea dilakukan sebanyak dua kali yaitu pemupukan pertama pada saat tanaman berumur 7 HST dan pemupukan kedua dilakukan pada saat fase vegetatif maksimum. Proses pemupukan dilakukan dengan

membenamkan campuran semua jenis pupuk ke dalam lubang tugal sedalam 5 cm.

3.5.6 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman jagung yang dilakukan meliputi penyiraman tanaman dan pengendalian gulma. Penyiraman tanaman dilakukan dengan menyesuaikan kondisi cuaca yang ada di lingkungan lokasi penanaman yaitu Laboratorium Lapang Terpadu, sedangkan pengendalian gulma dilakukan seminimum mungkin yaitu dengan mencabut rumput yang tumbuh di sekitar tanaman jagung. Selain itu, pengendalian serangan penyakit tanaman seperti bulai perlu dilakukan terhadap tanaman yang terinfeksi. Kegiatan pemeliharaan ini dilakukan dengan tujuan untuk memantau pertumbuhan dan memastikan bahwa tanaman jagung tumbuh dengan baik.

3.5.7 Panen

Kegiatan panen dilakukan setelah tanaman jagung berumur 100 - 110 HST atau umur tanaman mencapai maksimum. Tanaman jagung yang siap dipanen ditandai dengan tongkol jagung akan mengeras, berbiji kering, klobot berwarna coklat, dan biji jagung akan bertekstur keras.

3.5.8 Pengambilan Sampel

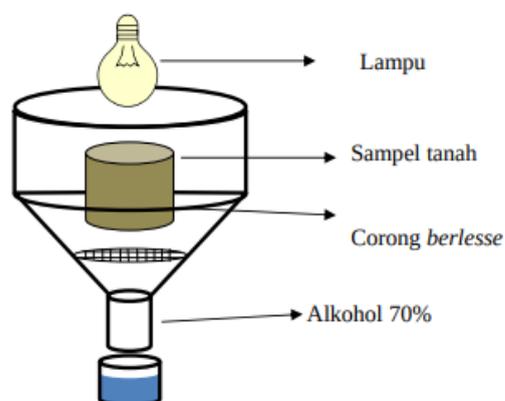
Pengambilan sampel dilakukan dengan jarak 30 cm dari tanaman jagung. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 4 kali yaitu sebelum pengolahan tanah, seminggu setelah aplikasi biochar, vegetatif maksimum, dan setelah panen. Sampel akan diambil dengan menggunakan cangkul dan ring sampel yang kemudian sampel tanah yang telah diambil harus segera dianalisis di laboratorium untuk memastikan bahwa mesofauna tanah yang terkandung di dalamnya tidak mati.

3.6 Variabel Penelitian

Dalam penelitian yang dijalani terdapat dua variabel yang akan diamati yaitu variabel utama dan pendukung, yaitu dijabarkan sebagai berikut.

3.6.1 Variabel Utama

Variabel utama yang diamati dalam penelitian ini adalah populasi dan keragaman mesofauna tanah. Mesofauna tanah berperan sebagai organisme pengurai bahan organik yang ada di dalam tanah. Untuk melihat tingkat populasi dan keragaman mesofauna tanah maka dilakukan metode ekstraksi tanah dengan menggunakan alat berupa Corong *Berlese Tullgren* yaitu dengan menyinari sampel tanah di bawah lampu 25 watt selama 48 jam. Hasil ekstraksi akan melalui penyaringan dan diletakkan di dalam botol sampel yang berisi alkohol 70%. Selanjutnya, mesofauna tanah akan diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo dan dihitung jumlah populasi yang didapatkan (Borror *et al.*, 1992).



Gambar 5. Skema pelaksanaan ekstraksi mesofauna tanah dengan *Berlesse Tullgren*

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mahendra dkk. (2017), total populasi mesofauna tanah dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Total Populasi Mesofauna (ind/dm}^3\text{)} = \frac{\text{Jumlah mesofauna tanah (ekor)}}{\text{Volume ring sampel (dm}^3\text{)}}$$

Keragaman mesofauna tanah dihitung berdasarkan indeks keragaman *Shannon-Wiener* (Odum, 1983) yaitu sebagai berikut.

$$H' = - \sum [(ni/N) \ln (ni/N)]$$

Keterangan :

H' = Indeks keragaman *Shannon-Wiener*

n_i = Jumlah individu jenis ke- i

N = Jumlah total individu yang ditemukan

Berdasarkan kriteria indeks keragaman *Shannon-Wiener* (Odum, 1983), indeks keragaman terbagi menjadi tiga kategori (Tabel 3).

Tabel 3. Kriteria indeks keragaman *Shannon-Wiener*

Indeks Keragaman	Kategori Keragaman
$H \leq 2$	Rendah
$2 < H \leq 3$	Sedang
$H \geq 3$	Tinggi

3.6.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang diamati pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Suhu Tanah (°C)

Suhu tanah diukur dengan menggunakan alat berupa termometer tanah.

Pengukuran dilakukan setiap kali pengambilan sampel dilakukan dengan cara menancapkan termometer ke dalam tanah dan didiamkan sejenak hingga suhu tanah terlihat pada garis termometer.

2. Kadar Air Tanah (%)

Menurut Nuraida dkk. (2021), kadar air tanah dapat dianalisis dengan metode gravimetrik yakni dengan membandingkan berat air tanah terhadap berat tanah kering udara dengan persamaan sebagai berikut.

$$W = \frac{BTB - BTK}{BTK} \times 100\%$$

Keterangan :

W = Kadar air tanah (%)

BTB = Berat tanah basah + cawan

BTK = Berat tanah kering + cawan

3. C-Organik (%)

Berdasarkan Wibowo (2018), kadar karbon organik (C-organik) diukur dengan menggunakan metode *Walkley and Black*. Sampel tanah kering udara ditimbang sebanyak 0,5 dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml. Di tambahkan 5 ml $K_2Cr_2O_7$ dan 10 ml H_2SO_4 pekat, kemudian Erlenmeyer digoyangkan secara perlahan hingga tanah dan larutan homogen. Selanjutnya sampel didiamkan di ruang asap selama 30 menit hingga dingin, lalu diencerkan dengan 100 ml aquades. Berikutnya larutan sampel ditambahkan 5 ml H_3PO_4 85%, 2,5 ml NaF 4%, dan 5 tetes indikator difenil amin. Sampel dititrasi dengan larutan amonium ferosulfat 0,5 N hingga larutan berubah warna dari coklat kehijauan menjadi biru keruh. Hasil titrasi yang diperoleh menjadi % C-organik dengan rumus :

$$\text{C-organik} = \frac{\text{ml } K_2Cr_2O_7 \times 1 - \left(\frac{V_s}{V_b}\right)}{\text{Berat sampel tanah (g)}} \times 0,3886\%$$

Keterangan :

V_b = ml titrasi blanko

V_s = ml titrasi sampel

4. pH tanah

pH tanah diukur dengan menggunakan metode elektromagnetik dengan alat berupa pH meter. Nisbah air dan tanah yang digunakan dalam pengukuran pH tanah adalah 1 : 2,5. Sampel tanah yang akan digunakan dikering udarkan terlebih dahulu kemudian dilakukan pengayakan dengan ayakan 2 mm (Balai Penelitian Tanah, 2009).

5. Produksi Jagung

Produksi tanaman jagung didapatkan dari data bobot brangkasan dan biji kering pada saat panen. Brangkasan dan biji jagung yang telah dipipil kemudian ditimbang dan dioven pada suhu $70^\circ C$ selama 72 jam. Selanjutnya, hasil bobot kering dihitung kadar airnya dan dianalisis untuk mendapatkan produksi tanaman jagung dengan satuan $ton\ ha^{-1}$.

3.7 Analisis Data

Seluruh data yang diperoleh pada penelitian ini diuji homogenitas ragamnya dengan Uji Bartlett dan aditifitasnya dengan Uji Tukey. Setelah asumsi dipenuhi, ragam homogen dan aditif dilanjutkan analisis ragam pada taraf 5%. Berikutnya, Uji BNT pada taraf 5% digunakan untuk membedakan nilai tengah perlakuan yang dilakukan, dan uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara suhu tanah, kadar air tanah, kadar C-organik, dan pH tanah dengan populasi dan keragaman mesofauna tanah.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Adapun simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pemberian bahan pembenah tanah tidak berpengaruh nyata terhadap populasi dan keragaman mesofauna tanah pada setiap pengamatan.
2. Aplikasi pemupukan N, P, dan K tidak berpengaruh nyata terhadap populasi dan keragaman mesofauna tanah pada setiap pengamatan.
3. Interaksi antara pemberian pembenah tanah dengan pemupukan N, P, dan K berpengaruh sangat nyata terhadap populasi, namun tidak berpengaruh nyata terhadap keragaman mesofauna tanah pada setiap pengamatan. Populasi mesofauna tanah pada perlakuan B₂ dan B₃ dengan perlakuan P₁ nyata lebih tinggi serta perlakuan B₁ dengan perlakuan P₂ nyata lebih tinggi pada pengamatan 0 HST. Populasi mesofauna tanah pada perlakuan B dengan P₁ nyata lebih tinggi pada pengamatan 45 HST. Populasi mesofauna tanah pada perlakuan B₁ dan B₂ dengan P₂ nyata lebih tinggi pada pengamatan 110 HST.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan untuk memberikan bahan pembenah tanah dan dosis penuh pupuk N, P, dan K untuk meningkatkan bobot brangkasan dan biji kering jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, L., Manzoor, N., Li, X., and Naveed M. 2021. Impact of Corn Cob-Derived Biochar in Altering Soil Quality, Biochemical Status and Improving Maize Growth under Drought Stress. *Agromony*, 11(11) : 1-15.
- Amir, A. M. 2008. Peranan Serangga Ekor Pegas (Collembola) dalam Rangka Meningkatkan Kesuburan Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. *Warta*, 14(1) :16-17.
- Ananda, R., Sabrina, T., dan Sarifuddin. 2017. Dinamika Populasi Mesofauna Tanah Akibat Pemberian beberapa Jenis dan Cara Aplikasi Bahan Organik pada Piringan Kelapa Sawit. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 23(1): 178-184.
- Antoangelo, J. A., Culman, S., and Zhang H. 2024. Comparative Analysis and Prediction of Cation Exchange Capacity Via Summation : Influence of Biochar Type and Nutrient Ratios. *Frontiers in Soil Science*, 1 - 14.
- Arabia, T., Syakur, dan Mayani, N. 2016. Uji Fungi Mikoriza Arbuskula Spesifik Lokal dan Kompos Terhadap Pertumbuhan jagung pada Tanah Sub-Optimal Ultisol. *Jurnal Agrista*, 20(3) : 161-166
- Ardiyani, N.P. 2017. Populasi dan Keanekaragaman Mesofauna Tanah dan Serasah pada Berbagai Jenis Vegetasi dan Kemiringan Lereng di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Arifin, Z., Ma'shum, M., Susilowati, L. E., dan Bustan. 2022. Aplikasi Biochar dalam Mempengaruhi Aktivitas Mikroba Tanah pada Pertanaman Jagung yang Menerapkan Pola Pemupukan Terpadu. *Jurnal Prosiding Saintek LPPM Universitas Mataram*, 4 : 207-217.
- Aswiguna, S., Sarno, Afrianti, N. A., dan Supriatin. 2022. Pengaruh Pemberian Biochar Batang Singkong dan Pemupukan P Terhadap Serapan Hara N dan K pada Tanaman Jagung (*Zea mays. L.*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3) : 455-459.

- Badan Pangan Nasional. 2022. Realisasi Neraca Ketersediaan Jagung di Indonesia Tahun 2021. Badan Pangan Nasional. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2013. Produksi Tanaman Pangan. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 182 hlm.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Air, dan Pupuk Edisi 2*. Balai Penelitian Tanah. Departemen Pertanian. 234 hlm.
- Bernard, E. C. 2009. Arthropoda : Symphyla. *Handbook of Zoology/Handbuch der Zoologie* : 215-224.
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., Johnson, N. F. 1992. *Pengenalan Serangga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Dariah, A., Sutono, S., Nurida, N. L., Hartatik, Pertiwi, E.. 2015. Pembenh Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 9(2): 67-84.
- Daksina, B. F., Makalew, A. M., dan Langai, B. F.. 2021. Evaluasi Kesuburan Tanah Ultisol pada Pertanaman Karet di Kecamatan Cempaka Kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan. *Agroekotek View*, 4(1) : 60-71.
- Effendi, S. 2005 . *Bercocok Tanam Jagung*. Yasaguna. Jakarta.
- Ferreira, A. S., Bellini, B.C., dan Vasconcellos, A. 2013. Temporal Variations of Collembola (Arthropoda : Hexapoda) in the Semiarid Caatinga in Northeastern Brazil. *Journal Zoologia*, 30(6) : 639-644.
- Fitrahtunnisa dan Ilhamdi, M. L. 2013. Perbandingan Keanekaragaman dan Predominasi Fauna Tanah dalam Proses Pengomposan Sampah Organik. *Jurnal Bumi Lestari*, 13(2) : 413-421.
- Gadmor. 2016. Respon Pertumbuhan dan Hasil Panen Muda Beberapa Varietas Jagung (*Zea mays* L.) pada Penanaman Jajar Legowo dan Konvensional. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati "Biochar" sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*, 4(1) : 33-48
- Ge, X., Cao, Y., Zhou, B., Wang, X., Yang, Z., and Li, M. H. 2019. Biochar Addition Increases Subsurface Soil Microbial Biomass but Has Limited Effects on Soil CO₂ Emissions in Subtropical Moso Bamboo Plantation. *Applied Soil Ecology*, 142 : 155-165.
- Gede, C.W.M. 2006. Pengaruh Pemberian Limbah Cair Pengolahan Minyak Kelapa Sawit (*Elaeis gueneensis* Jack) terhadap Populasi dan

Keanekaragaman Mesofauna Tanah di PTP Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Bekri Lampung Tengah. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 41 hlm.

- Habibah, A. 2021. Analisis Sifat Fisika Tanah Ultisol pada Pertumbuhan Tanaman Serai di Desa Hargomulyo Kecamatan Sekampung Kabupaten Lampung Timur. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Bandar Lampung.
- Hale, S. E., Alling, V., Martinsen, V., Mulder, J. Breedveld, G. D., and Cornelissen, G.. 2013. The Sorption and Desorption of Phosphate-P, Ammonium-N and Nitrate-N in Cacao Shell and Corn Cob Biochars. *Chemosphere*, 9(11) : 1612-1617.
- Hartati, S., Syamsiyah, J., Widijanto, H., dan Bonis, M. A. 2009. Pengaruh Pupuk Kandang Sapi dengan Biodekomposer dan Pupuk Anorganik terhadap Efisiensi Serapan K dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) di Lahan Sawah Palur Sukoharjo. *Jurnal Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*. 6(1) : 53-60.
- Hartatik, W., dan Widowati, L.R. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Penelitian Tanah dan Pengembangan Sumberdaya Lahan. Bogor.
- Hartini, S. 2014. Fauna Tungau Macrochelidae (Mesotigmata: Acari) dan Asosiasinya terhadap Kumbang Kotoran di Gunung Sawal, Ciarnis, Jawa Barat. *Jurnal Biologi Indonesia*, 10(1): 83-92.
- Hasibuan, B. E. 2010. *Pupuk dan Pemupukan*. FP Universitas Sumatera Utara (USU). Medan.
- Herlambang, S., Purwono, A. Z., Gomareuzzaman, M., dan Wibowo, A. W. A. 2020. *Buku Ajar Biochar : Salah Satu Alternatif untuk Perbaikan Lahan dan Lingkungan Hidup*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UPN Veteran Yogyakarta. Yogyakarta.
- Hermanto, D., Dharmayani, N. K. T., Kurnianingsih R., dan Kamali, S. R. 2013. Pengaruh Asam Humat sebagai Pelengkap Pupuk Terhadap Ketersediaan dan Pengambilan Nutrient pada Tanaman Jagung di Lahan Kering Kec. Bayan NTB. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 16(2) : 28-41.
- Hopkin, S. P. 1997. *Biology of The Springtails (Insecta : Collembola)*. Oxford University Press. Oxfordshire. 330 pp.
- Ibrahim, H., Hudha, A. M., dan Rahardjanto, A. 2014. Keanekaragaman Mesofauna Tanah Daerah Pertanian Apel Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu Sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah. *Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS*.

- Juhari, Salakhudin, dan Suryadi, U. E. 2021. Pengaruh Perlakuan Pupuk Kandang Sapi dan Biochar Terhadap Ketersediaan Hara Makro dan Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis pada Tanah Pasca Peti. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 10(3) : 1-16.
- Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Khaidir, M., Wawan, dan Idwar. 2017. Pengujian LCC *Mucuna bracteata* di Berbagai Kemiringan Lahan Terhadap Perkembangan Mesofauna Tanah dan Akar Kelapa Sawit TBM-III. *JOM Faperta*, 4(1) : 1-15.
- Karamina, H., Siswanto, B., dan Maringan, V. H. 2022. Pengaruh Dosis Biochar Sekam Padi terhadap Pertumbuhan dan produksi Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) pada Alfisol. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendikia*, 7(2) : 65-70.
- Karyati, Putri, R.O., dan Syafrudin. 2018. Suhu dan Kelembaban Tanah pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang di PT Adimitra Baratama Nusantara Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Agrifor*, 17(1) : 103-114.
- Kasno, A., dan Rostaman, T. 2013 Serapan Hara dan Peningkatan Produktivitas Jagung dengan Aplikasi Pupuk NPK Majemuk. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 32(3) : 179-186.
- Kumar A., Bhattacharya, T., and Shaikh, W. A. 2023. Multifaced Application of Biochar in Environmental Management : A Bibliometric Profile. *Biochar*, 5 : 11.
- Kusumastuti, A., Indrawati, W., Supriyanto, dan Kurniawan, A. 2022. Keanekaragaman Mesofauna Tanah dan Aktivitas Mikroorganisme Tanah pada Vegetasi Nilam di Berbagai Dosis Biochar dan Pupuk Majemuk NPK. *Jurnal Agriprima*, 6(2) : 145-162.
- Larink, O. 1997. *Springtails and Mites: Important knots in the food web of soils* In Beneckiser, G. (Ed), *Fauna in Soil Ecosystem Recycling Process, Nutrient Fluxes, and Agricultural Production*. Marcel Dekker, Inc. New York. 225-253 pp.
- Lehmann, J., Gaunt, S. dan M. Rondon. 2006. Biochar Sequestration in Terrestrial Ecosystems: A Review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11:403-427.
- Lehmann, J. and Joseph, S. 2009. *Biochar Enviromental Management Science and Technology*. Earthscan. Barcelona.
- Lestari, E. 2021. Keanekaragaman Mesofauna Tanah dan Karakter Kimia Tanah pada 2 Tipe Penutupan Lahan di Kawasan Kampus UIN Suska Riau. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim. Pekanbaru. 39 hlm.

- Lesthyana, F., Santi, R., dan Apriyadi, R. 2023. Pengaruh C-Organik Tanah Terhadap Keanekaragaman Mesofauna di Areal Perkebunan Karet (*Havea brasiliensis*) Desa Kemuja Bangka. *UMJember Proceeding Series*, 2(3):129-140.
- Maftu'ah, E. dan Nursyamsi, D. 2019. Effect of Biochar on Peat Soil Fertility and NPK Uptake by Corn. *Journal of Agricultural Science*, 41(1) : 64 - 73.
- Mahendra, F., Riniarti, M., dan Niswati, A. 2017. Populasi dan Keanekaragaman Mesofauna Serasah dan Tanah Akibat Perubahan Tutupan Lahan Hutan di Resort Pemerihan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Enviro Scienteeae*, 13(2) : 128-138.
- Makalew, A. D. N. 2001. Keanekaragaman Biota Tanah pada Agroekosistem Tanpa Olah Tanah (TOT). *Science Phylosophy Paper: Program Pasca Sarjana Insitut Pertanian Bogor*.
- Mampiooper, N., Husain, J., dan Kaunang, D. 2020. Hara N, P Dan K Secara Kualitatif Disekitar Perakaran Tanaman Jagung (*Zea mays* L) Di Desa Tatelu Rondor Kecamatan Dimembe Kabupaten Minahasa Utara. *Cocos*, 1(1):1-12.
- Maulana, D., Sarno, dan Nurmiaty, Y. 2014. Pengaruh Aplikasi Asam Humat dan Pemupukan Fosfor Terhadap Serapan Unsur Hara P dan K Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*). *Jurnal Agtorek Tropika*, 2(2): 302-305.
- Mautuka, Z. A., Maifa, A., dan Karbeka, M. 2022. Pemanfaatan Biochar Tongkol Jagung Guna Perbaikan Sifat Kimia Tanah Lahan Kering. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(1):201-208.
- Melati, C., Prawinegara, B. M. P., Flatian, A. N., dan Suryadi, E. 2020. Pertumbuhan, Hasil dan Serapan Fosfor (^{32}P) Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt) Akibat Pemberian Biochar dan SP-36. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 16(2) : 67-76.
- Melsasail, L., Warouw, V.R.C., dan Kamagi, Y. 2019. Analisis Kandungan Unsur Hara pada Kotoran Sapi di Daerah Dataran Tinggi dan Dataran Rendah. *Cocos*. 10(8) : 1-14.
- Mukti, C., Sugiyarto, dan Mahajoeno, E. 2004. Keanekaragaman Mesofauna dan Makrofauna pada berbagai Tanaman Sela di Hutan Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) nielsen) RPH Jatirejo Kediri. *Jurnal Biosmart*, 6 (1): 57-64.
- Murni, A. M. 2008. Menentukan Kebutuhan Nitrogen, Fosfor, dan Kalium untuk Tanaman Jagung Berdasarkan Target Hasil dan Efisiensi Agronomik pada

- Lahan Kering Ultisol Lampung. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 10(2) : 46-49.
- Mutaqin, Z., Saputra, H., dan Ahyuni, D.. 2018. Respon Pertumbuhan Jagung Manis Terhadap Pemberian Pupuk Kalium dan Arang Sekam. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung* : 224-229.
- Nugroho, A., Niswati, A., Novpriansyah, H., dan Arif, M. A. S. 2021. Pengaruh Asam Humat dan Pemupukan P terhadap Populasi dan Keanekaragaman Mesofauna Tanah pada Pertanaman Jagung di Tanah Ultisol. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(3) : 433-441.
- Nuraida, Alim, N., dan Arhim, M. 2021. Analisis Kadar Air, Bobot Isi, dan Porositas Tanah pada Beberapa Penggunaan Lahan. *Jurnal Kerapatan Tanah*, 357-361.
- Nurdin, Maspeke, P., Ilahude, Z., dan Zakaria, F. 2009. Pertumbuhan dan Hasil Jagung yang Dipupuk N, P, dan K pada Tanah Vertisol Isimu Utara Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Tanah Trop.*, 14(1) : 49-56.
- Nurida, N. L., Rachman, A, dan Sutono, S. 2015. *Biochar Pembena Tanah yang Potensial*. IAARD Press. Jakarta.
- Nurida, N. L. 2014. Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumber Daya Lahan Edisi Khusus* : 57-68.
- Odum, E. P.. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Oklima, A. M., Kusnayadi, h., dan Herlina, N. 2022. Pengaruh Pencampuran biochar tongkol Jagung dengan Pupuk Cair Batuan Silikat pada Tanaman Kedelai Edamame (*Glycine max L Merril*) di Lahan Salin. *Jurnal Agroteknologi Universitas Samawa*, 2(1) : 1-8.
- Pamungkas, P. P., Maizar, dan Sulhaswardi. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK Grower dan Defoliasi terhadap Perkembangan Biji dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *Dinamika Pertanian*, 33(3) : 303-316.
- Pan, Y., Cassman, N., Hollander, M., Mendes, L. W., Korevaar, H., and Geerts, R. 2014. Impact of Long-term N, P, K and NPK Fertilization on The Composition and Potential Functions of The Bacterial Community in Grassland Soil. *FEMS Microbiology Ecology*, 90(1) : 195-205.
- Paryata. 2002. Komunitas Fauna Tanah dan Analisis Bahan Organik di TPA Kota Semarang. *Seminar Nasional : Pengembangan Biologi Menjawab Tantangan Kemajuan IPTEK*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

- Permata, I. M. 2017. Pengaruh Biochar Tongkol Jagung Diperkaya Amonium Sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Berbagai Tingkat Kemasaman Tanah. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Phillips, C. L., Meyer, K. M., Jaramillo, M. G., Weidman, C. S., Stewart C. E., *et al.* 2022. Towards Predicting Biochar Impact on Plant-Available Soil Nitrogen Content. *Biochar*, 4 (9) : 1-15.
- Purbalisa, W., Zulaehah, I., Paputri, D.M.W., dan Wahyuni, S. 2020. Dinamika Karbon dan Mikroba dalam Tanah pada Perlakuan Biochar Kompos Plus. *Jurnal Presipitasi*, 17(2) : 138-143.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2003. *Teknologi Pengelolaan Pupuk Kandang*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Pusparini, P. G., Yunus, A., dan Harjoko, D. 2018. Dosis Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida. *Agrosains*, 20(2) : 34-39.
- Rabiu, O. T., Zalina, M. N., Uzoma, C. C., Ismail, M. F., Husni, M. H. A., and Anuar, R. 2018. Biochar and Soil Ameliorated Soil Properties and Improved Growth of Amaranthus Tricolor and Population Density of Soil Microarthropods. *Applied Sciences*, 8(11) : 1-15.
- Ramadhani, R. H., Roviq, M., dan Maghfoer, M. D.. 2016. Pengaruh Sumber Pupuk Nitrogen dan Waktu Pemberian Urea pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* Sturt. var. *saccharata*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(1) : 8-15.
- Romadona, D. N., dan Islami, T. 2023. Aplikasi Dosis dan Waktu Pemupukan NPK Majemuk Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Produksi Tanaman*, 11 (9) : 672 - 683.
- Redjeki, S., Abdullah, A., dan Dwitama, S. K. 2023. Karakteristik Kualitas Biochar dari Limbah Batang Ubi Kayu dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1) : 28-32.
- Roy, P.S., Roy, A., and Joshi, P.K. 2011. Influence of Land Use and Land Cover on Soil Surface Temperature in a Tropical Cacthment. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 13(5) : 701-710.
- Santi, R., Gusmaini, dan Sarwendah, M. 2020. Identifikasi dan Toleransi Kemasaman Mesofauna Indigenous Tanaman Lada untuk Pertumbuhan Bibit Lada (*Pipet nigrum* L.). *Agrosaintek*, 4(2) : 85-94.
- Saragih, D. Y. E., Natalia, H., Wijayanti, R., Huda, R. N., dan Nurrochman, R.A.. 2022. *Pemanfaatan Jagung Lokal oleh Industri Pakan Tahun 2021*.

Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian
Pertanian RI. Jakarta.

- Selan, J. 2023. Pengaruh Kombinasi Biochar dan Pupuk NPK pada Tanah Alfisol Terhadap Serapan N dan K serta Hasil Tanaman Jagung. UPT Perpustakaan Undana. Kupang.
- Septiana, L. M., Santika, N., Yumnaini, S., Buchari, H., Prasetyo, D., Arif, M. A. S., dan Niswati, A. 2023. Laju Respirasi Tanah pada Pertanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata sturt*) Akibat Pemberian Biochar dan Pupuk Fosfor di Tanah Ultisol. *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(2):299-307.
- Setiawan, F., Sarno, Afrianti, N. A., dan Supriatin. 2022. Pengaruh Pemberian Biochar Batang Singkong dan Pemupukan P Terhadap Sifat Kimia Tanah Ultisol yang Ditanamani Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(1) : 88-94.
- Siahaan, D. C. 2016. Pengaruh Berbagai Jenis Biochar Terhadap Retensi Air, C-Organik, dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) di Lahan Kering. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 76 hlm.
- Sirait, R.F., Sarno, Afrianti, N.A., dan Niswati, A. 2020. Pengaruh Aplikasi Biochar dan Pemupukan Nitrogen terhadap Ketersediaan NPK Tanah pada Pertanaman Jagung Manis (*Zea mays L.*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 8(1) : 37-46.
- Sitorus, M. P., Purba, E., dan Rahmawati, N. 2015. Respon pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Terhadap Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair dan Aplikasi Pupuk NPK. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(4) : 1303-1308.
- Solihin, E., Sudirja, R., dan Kamaludin, N. N. 2019. Aplikasi Pupuk Kalium dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays L.*). *Jurnal Agrikultura*, 30(2): 40-45 .
- Suarmadi, F., Wahyuni, S., dan Lanamana, W. 2011. Studi Keragaman Mesofauna Tanah pada Beberapa vegetasi di Kawasan Taman Nasional Kalimutu. *Agrica*, 4(2) : 112-126.
- Sukmawati, Rasbawati, dan Rahmawati. 2022. *Bahan Organik Untuk Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Eureka Media Aksara. Purbalingga.
- Sutikarini, Masulili, A., Setiawan, Suryani, R., dan Mulyadi. 2020. Pemanfaatan Limbah Tanaman Sebagai Pembenh Tanah pada Poktan Sakersarasau Jaya II. *Jurnal Masyarakat Negeri Rokania*, 1(2) : 8-12.

- Suwardi, Efendi, R., dan Suriani. 2021. Aplikasi Pupuk Fosfor Terhadap Pertumbuhan, Hasil Biji, dan Gula Briix Tanaman Sorgum. *Jurnal Agriprima*, 5(1) : 8-17.
- Tada'u, A. S. 2018. Aplikasi Kombinasi Pupuk Organonitrofos dan Anorganik terhadap Populasi dan Keanekaragaman Mesofauna Tanah Ultisol Taman Bogo yang Ditanami Jagung Manis (*Zea mays L. saccharata stunt*). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Tamad, Ma'as, A., Radjagukguk, B., Hanudin, E., dan Widada, J. 2013. Ketersediaan Fosfor pada Tanah Andisol untuk Jagung (*Zea mays L.*) oleh Inokulum bakteri Pelarut Fosfat. *Jurnal Agron Indonesia*, 41(2) : 112-117.
- Utomo, F. I., Prihatin, J., dan Asyiah, I. N. 2019. Identifikasi Mesofauna Tanah pada Lahan Pertanaman Kopi Arabika di Perkebunan Kalibendo Banyuwangi. *Jurnal Saintika*, 21(1) : 39-51.
- Velasquez, E., Lavelle, P., and Barois, I. 2007. Influence of NPK Fertilization on Soil Fauna Feeding Activity in a Maize Crop. *Applied Soil Ecology*, 37(1) : 129-135.
- Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A., Velde, V. D. ., & Diafas, I. 2010. *Biochar Application to Soils A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions*. JRC European Commission. Ispra. 165 pp.
- Wibowo, V. 2018. Identifikasi Sifat Fisik dan C-Organik Tanah pada Beberapa Macam Pola Penggunaan Lahan di Perkebunan Nanas PT Great Giant Food (GGF) Lampung Tengah. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Wicaksono, T. Sugiman, S., dan Umran, I. 2015. Kajian Aktivitas Mikroorganisme Tanah pada Beberapa Cara Penggunaan Lahan di Desa Pal. IX Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal*. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Widrializa. 2016. Kelimpahan dan Keanekaragaman Collembola pada Empat Penggunaan Lahan di Lanskap Hutan Harapan, Jambi. *Tesis*. Institut Teknologi Bogor. Bogor. 75 hlm.
- Wijaya, C.H., Sudiyani, Y., dan Setyorini, D. 2018. Pengaruh Pemberian Bokashi dan Waktu Tanam terhadap Kadar C-Organik, N-total, dan Populasi Mikroba Tanah pada Lahan Gambut. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2) : 490-496.
- Yusuf, M. dan Wulandari, L. 2020. Pembuatan Biochar dari Limbah Pertanian. *Jurnal Agrifor*, 3(1) : 64-71.

- Zhang, Z. Q. 2011. Animal Biodiversity : An Introduction to Higher-Level Classification and Taxonomin Richness. *Zootaxa* 3148 : 7-12.
- Zulfito, D., Budi, S., Hariyanti, A., dan Rahmidiyani. 2022. Respon Fisiologis dan Komponen Hasil Jagung Manis Akibat Pemberian Pupuk Hayati dan NPK. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(1) : 1-9.
- Zonayet, M. Paul, A.K., Alam, F.M., Syfullah, K., Catanho, R., and Meyer, D. 2023. Impact of Biochar as a Soil Conditioner to Improve the Soil Properties of Saline Soil and Productivity of Tomato. *Sustainability*, 15 : 1-18.