

**PENGARUH RESIDU BIOCHAR DAN KOTORAN AYAM
SETELAH APLIKASI SELAMA EMPAT MUSIM TANAM
TERHADAP POPULASI DAN KEANEKARAGAMAN
MESOFAUNA TANAH DI PERTANAMAN JAGUNG MANIS
(*Zea mays sacharrata* Sturt)**

(Skripsi)

Oleh

FARHAN NAUFAL ALIJUAN



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

THE EFFECT OF BIOCHAR AND CHICKEN MANURE RESIDUES AFTER FOUR PLANTING SEASONS ON THE POPULATION AND DIVERSITY OF SOIL MESOFAUNA IN SWEET CORN CULTIVATION (*Zea mays sacharrata* Sturt)

By

Farhan Naufal Alijuan

The effect of biochar residue and chicken manure is the effect of single or combined application after several planting seasons without new application. Evaluation of the effect of biochar residue and chicken manure on soil mesofauna is very important because it acts as a decomposer, predator, and sensitive indicator of soil health. This study aims to evaluate the effect of biochar and chicken manure residue on the population and diversity of soil mesofauna in sweet corn plantations. This study was designed in a non-factorial Randomized Block Design (RBD) with 4 groups and 4 treatments: B_0 = control, B_1 = biochar residue 5 tons ha^{-1} , B_2 = chicken manure residue 5 tons ha^{-1} , B_3 = biochar residue 5 tons ha^{-1} + chicken manure residue 5 tons ha^{-1} . Data were analyzed by analysis of variance at the 5% level, which was previously carried out by the Barlett Test (homogeneity) and Tukey Test (additivity). The data were further tested by the LSD test at the 5% level, and the correlation test between the population and soil mesofauna with supporting variables and components of sweet corn production. The results showed that the residue had no significant effect on the mesofauna population in the early to mid-season. However, at 75 days after planting, the biochar residue treatment (B_1) was higher than the other treatments. Meanwhile, the chicken manure residue treatment (B_2) and the combination of the two (B_3) did not differ from the control (B_0). Although the mesofauna population increased at the end of the season, this treatment residue did not have a significant effect on the diversity of soil mesofauna (Shannon-Wiener Index). There was no significant correlation between the mesofauna population and mesofauna diversity with sweet corn production components. The soil mesofauna found belonged to the orders Acarina, Collembola, Protura, Diplura, and Symphyla.

Key Word : biochar, chicken manure, mesofauna, residue, sweet corn

ABSTRAK

PENGARUH RESIDU BIOCHAR DAN KOTORAN AYAM SETELAH APLIKASI SELAMA EMPAT MUSIM TANAM TERHADAP POPULASI DAN KEANEKARAGAMAN MESOFAUNA TANAH DI PERTANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays sacharrata* Sturt)

Oleh

Farhan Naufal Alijuan

Pengaruh residu biochar dan kotoran ayam adalah pengaruh aplikasi tunggal atau kombinasi setelah beberapa musim tanam tanpa dilakukan aplikasi baru. Evaluasi pengaruh residu biochar dan kotoran ayam terhadap mesofauna tanah sangat penting karena berperan sebagai dekomposer, predator, dan indikator kesehatan tanah yang sensitif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh residu aplikasi biochar dan kotoran ayam terhadap populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah pada pertanaman jagung manis. Penelitian ini dirancang dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) non-faktorial dengan 4 kelompok dan 4 perlakuan: B_0 = kontrol, B_1 = residu biochar 5 ton ha^{-1} , B_2 = residu kotoran ayam 5 ton ha^{-1} , B_3 = residu biochar 5 ton ha^{-1} + residu kotoran ayam 5 ton ha^{-1} . Data dianalisis dengan analisis ragam pada taraf 5%, yang sebelumnya dilakukan Uji Barlett (homogenitas) dan Uji Tukey (aditifitas). Data diuji lanjut dengan uji BNT taraf 5%, dan uji korelasi antara populasi dan mesofauna tanah dengan variabel pendukung dan komponen produksi jagung manis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa residu tersebut tidak berpengaruh nyata pada populasi mesofauna di awal hingga pertengahan musim tanam. Namun, pada pengamatan 75 HST. Perlakuan residu biochar (B_1) lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Sedangkan Perlakuan residu kotoran ayam (B_2) dan residu kombinasi keduanya (B_3) tidak berbeda dengan kontrol (B_0). Meskipun populasi mesofauna meningkat di akhir musim, residu perlakuan ini tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keanekaragaman mesofauna tanah (Indeks Shannon-Wiener). Tidak terdapat korelasi yang signifikan antara populasi mesofauna maupun keanekaragaman mesofauna dengan komponen produksi jagung manis. Mesofauna tanah yang ditemukan termasuk ke dalam ordo Acarina, Collembola, Protura, Diplura, dan Symphyla.

Kata kunci : biochar, jagung manis, kotoran ayam, mesofauna, residu

**PENGARUH RESIDU BIOCHAR DAN KOTORAN AYAM SETELAH
APLIKASI SELAMA EMPAT MUSIM TANAM TERHADAP
POPULASI DAN KEANEKARAGAMAN MESOFAUNA TANAH DI
PERTANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays sacharrata* Sturt)**

Oleh

FARHAN NAUFAL ALIJUAN

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul

: **PENGARUH RESIDU BIOCHAR DAN
KOTORAN AYAM SETELAH APLIKASI
SELAMA EMPAT MUSIM TANAM
TERHADAP POPULASI DAN
KEANEKARAGAMAN MESOFAUNA
TANAH DI PERTANAMAN JAGUNG MANIS
(*Zea mays sacharrata* Sturt)**

Nama

: **Farhan Naufal Alijuan**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2114181026

Jurusan

: Ilmu Tanah

Fakultas

: Pertanian



Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196104191985031004

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP. 196611151990101001

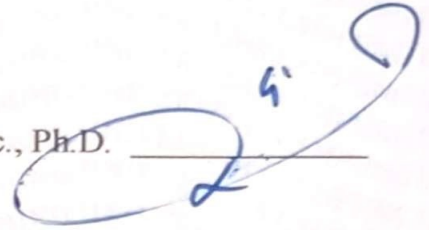
2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP. 196611151990101001

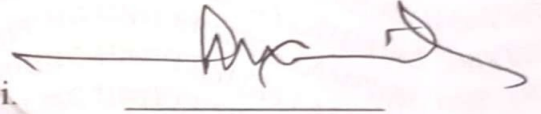
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

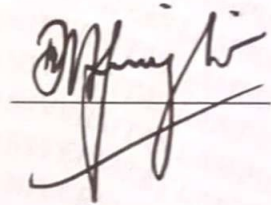
Ketua : Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.



Sekretaris : Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.



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



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. H. Kuswanto Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 1 Desember 2025

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“PENGARUH RESIDU BIOCHAR DAN KOTORAN AYAM SETELAH APLIKASI SELAMA EMPAT MUSIM TANAM TERHADAP POPULASI DAN KEANEKARAGAMAN MESOFAUNA TANAH DI PERTANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays sacharrata* Sturt)”** merupakan hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari DIPA Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang dilakukan bersama dengan dosen jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung, yaitu:

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

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

Bandar Lampung, 1 Desember 2025
Yang membuat pernyataan



Farhan Naufal Alijuan
NPM. 2114181026

RIWAYAT HIDUP



Farhan Naufal Alijuan. Penulis dilahirkan di Tugumulyo pada tanggal 1 Juni 2004 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Junet Ibrani dan Ibu Ani Hidayati. Saya menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 06 Kali Sereng tahun 2015, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri L Sidoharjo pada tahun 2018, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri

Tugumulyo, Lubuk Linggau pada tahun 2021. Penulis melanjutkan Pendidikan Tinggi di Universitas Lampung di Program Studi Ilmu Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur SNBT.

Saya melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari-Februari 2024 di Kampung Gedung Aji Baru, Kecamatan Makarti Tama, Kabupaten Tulang Bawang Barat, dan Praktik Umum (PU) di PT Pemuka Sakti Manis Indah, Way Kanan pada bulan Juli 2024.

Selama menjadi mahasiswa pernah mengikuti organisasi Forum Studi Islam dan Birohmah dari tahun 2021 sampai 2024. Saya juga aktif di organisasi Gabungan Mahasiswa Ilmu tanah Unila (Gamatala). dan menjadi asisten dosen pada Mata Kuliah Agama Islam dan Biologi Tanah di Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

MOTTO

"Apabila engkau telah membulatkan tekad, maka bertawakallah kepada Allah.
Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bertawakal (berserah diri)."
(TQS. Ali Imran 3:159)

"Setiap orang bertanggung jawab atas apa yang telah dilakukannya."
(TQS. At-Tur 52:21)

"Puncak tertinggi dari ilmu adalah kerendahan hati.
Setiap lembar penelitian ini adalah bukti dari tekad yang tak pernah lelah."
(Farhan Naufal Alijuan)

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah rabbilalamin. Penulis mengucapkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunian-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam senantiasa selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafaatnya.

Skripsi dengan judul “PENGARUH RESIDU BIOCHAR DAN KOTORAN AYAM SETELAH APLIKASI SELAMA EMPAT MUSIM TANAM TERHADAP POPULASI DAN KEANEKARAGAMAN MESOFAUNA TANAH DI PERTANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays sacharrata* Sturt)” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Tanah pada Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Selama proses pelaksanaan penelitian dan penulisan penulis mendapatkan banyak dukungan, saran, bimbingan serta doa. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada berbagai pihak di antaranya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, sekaligus dosen pembimbing kedua yang senantiasa memberikan bimbingannya.
3. Ibu Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

4. Bapak Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing pertama dan sekaligus dosen PA saya yang senantiasa memberikan dukungan, bimbingan dan saran kepada penulis selama pelaksanaan penelitian hingga penyelesaian penulisan skripsi.
5. Bapak Dedy Prasetyo, S.P., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua sebelum digantikan oleh Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. yang senantiasa memberikan bimbingan dan saran kepada penulis selama pelaksanaan penelitian hingga penyelesain penulisan skripsi.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc. selaku dosen pembahas yang senantiasa memberikan saran dan masukan kepada penulis.
7. Seluruh dosen di Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas semua ilmu dan dukungan selama perkuliahan.
8. Staf dan karyawan di Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
9. Kedua orang tua saya, Bapak Junet Ibrani dan Ibunda Ani Hidayati. atas segala pengorbanan dan kasih sayang selama perkuliahan. Semoga bapak dan ibu sehat, panjang umur, dan bahagia selalu.
10. Untuk kedua adikku, Fatihul Gobajuan dan Puspa Andini Juan, atas dukungannya selama ini.
11. Untuk temanku (Hafwan dan Haris), rekan sepenelitian, teman dari Jurusan Ilmu Tanah angkatan 2021, FOSI 2021 dan Birohmah 2021 atas bantuan dan dukungannya kepada penulis.

Bandar Lampung, 1 Desember 2025

Farhan Naufal Alijuan

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xxi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran	3
1.5 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Biochar	9
2.2 Residu Biochar dan Kotoran Ayam	10
2.3 Residu Kotoran Ayam dan Peningkatan Kualitas Tanah.....	11
2.4 Mesofauna Tanah	13
2.4.1 Karakteristik dan Ekologi Mesofauna Tanah.....	13
2.4.2 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Mesofauna Tanah.....	13
2.4.3 Jenis dan Peran Mesofauna Tanah.....	14
2.5 Tanaman Jagung Manis	17
III. METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Sejarah Lahan.....	19
3.3 Alat dan Bahan	20
3.4 Rancangan Penelitian	21
3.5 Pelaksanaan Penelitian	22
3.5.1 Persiapan Lahan	22
3.5.2 Penanaman.....	22
3.5.3 Pemupukan	22
3.5.4 Pemeliharaan.....	22
3.5.5 Pengambilan sampel	23
3.5.6 Pemanenan.....	23
3.6 Variabel Pengamatan	23
3.6.1 Variabel Utama.....	24
3.6.2 Variabel Pendukung.....	27

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Analisis Sampel Tanah Awal	30
4.2 Pengaruh Residu Biochar dan Kotoran Ayam setelah Empat Musim Tanam terhadap Populasi Mesofauna Tanah	31
4.3 Pengaruh Residu Biochar dan Kotoran Ayam setelah Empat Musim Tanam terhadap Keanekaragaman Mesofauna Tanah.....	35
4.4 Pengaruh Residu Aplikasi Biochar dan Kotoran Ayam setelah Empat Musim Tanam terhadap Indeks Dominansi Mesofauna Tanah.	41
4.5 Pengaruh Residu Biochar dan Kotoran Ayam setelah Empat Musim Tanam terhadap Suhu Tanah, Kadar Air, pH Tanah, dan C-organik Tanah	43
4.6 Korelasi antara Populasi dan Keanekaragaman Mesofauna Tanah dengan Sifat-sifat tanah.....	48
4.7 Komponen Produksi Tanaman Jagung Manis	55
4.8 Korelasi antara Populasi dan Keanekaragaman Mesofauna Tanah dengan Panjang Jagung, Diameter Jagung, Brangkasan Kering, Berat Jagung (g tanaman^{-1}), dan Berat Jagung Manis (ton ha^{-1}).....	57
V. SIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Simpulan.....	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sejarah lahan dengan perlakuan tanah pada musim tanam ke-1 sampai dengan ke-5	20
2. Kelas klasifikasi analisis kadar C-organik (Balai Penelitian Tanah, 2009)	28
3. Hasil analisis ragam pengaruh residu aplikasi biochar dan kotoran ayam setelah empat musim tanam terhadap populasi mesofauna tanah	31
4. Hasil uji BNT 5% populasi mesofauna tanah pengamatan 75 HST	32
5. Hasil analisis ragam pengaruh residu biochar dan kotoran ayam setelah empat musim tanam terhadap keanekaragaman mesofauna tanah	35
6. Ordo mesofauna yang ditemukan pada saat seluruh pengamatan.....	37
7. Sebaran ordo mesofauna yang ditemukan pada masing masing perlakuan	40
8. Ringkasan analisis ragam pengaruh residu aplikasi biochar dan kotoran ayam setelah empat musim tanam terhadap indeks dominansi mesofauna tanah.....	42
9. Hasil uji BNT 5% indeks dominansi mesofauna tanah pada pengamatan 14 HST dan 75 HST.....	42
10. Data analisis ragam suhu tanah dan kadar air pada setiap waktu pengamatan	44
11. Hasil uji BNT 5% kadar air tanah pada pengamatan 75 HST.....	45
12. Data analisis ragam pH tanah pada semua waktu pengamatan.....	46
13. Hasil uji BNT 5% pH tanah pada waktu pengamatan 14 HST dan 75 HST	47

14.	Ringkasan uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan suhu tanah, kadar air tanah, pH tanah, dan C-organik akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam.....	49
15.	Ringkasan uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna dan tanah suhu tanah, kadar air tanah, pH tanah, dan C-organik akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam.	54
16.	Hasil pengamatan komponen produksi jagung manis.....	55
17.	Hasil pengamatan produksi jagung manis.	56
18.	Korelasi antara populasi mesofauna tanah dan keanekaragaman mesofauna tanah dengan diameter jagung, panjang jagung, brangkasan kering, berat jagung (ton ha^{-1}), dan berat jagung (g tanaman^{-1})	57
19.	Ordo dan populasi mesofauna tanah pada pengamatan SOT.....	68
20.	Ordo populasi mesofauna tanah pada pengamatan 14 HST.....	68
21.	Ordo populasi mesofauna tanah pada pengamatan 45 HST.....	69
22.	Ordo populasi mesofauna tanah pada pengamatan 75 HST.....	69
23.	Hasil populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan SOT	70
24.	Uji homogenitas ragam hasil populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan SOT	70
25.	Analisis sidik ragam hasil populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) ...	70
26.	Hasil populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 14 HST	71
27.	Uji homogenitas ragam hasil populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 14 HST	71
28.	Analisis sidik ragam hasil populasi mesofauna tanah.....	71
29.	Hasil populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 45 HST	72
30.	Uji homogenitas ragam hasil populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 45 HST	72

31.	Analisis sidik ragam hasil populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 45 HST	72
32.	Hasil populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 75 HST	73
33.	Uji homogenitas ragam hasil populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 75 HST	73
34.	Analisis sidik ragam hasil populasi mesofauna tanah (individu dm^{-3}) .	73
35.	Hasil keanekaragaman mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan SOT	74
36.	Uji homogenitas ragam hasil keanekaragaman mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan SOT	74
37.	Analisis sidik ragam hasil keanekaragaman mesofauna tanah (individu).....	74
38.	Hasil keanekaragaman mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 14 HST	75
39.	Uji homogenitas ragam hasil keanekaragaman mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 14 HST	75
40.	Analisis sidik ragam hasil keanekaragaman mesofauna	75
41.	Hasil keanekaragaman mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 45 HST	76
42.	Uji homogenitas ragam hasil keanekaragaman mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 45 HST	76
43.	Analisis sidik ragam hasil keanekaragaman mesofauna tanah (individu).....	76
44.	Hasil pengamatan keanekaragaman mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 75 HST	77
45.	Uji homogenitas ragam hasil keanekaragaman mesofauna tanah (individu dm^{-3}) pada pengamatan 75 HST	77
46.	Analisis sidik ragam hasil keanekaragaman mesofauna tanah (individu).....	77
47.	Hasil pengamatan C-organik tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam	78

48.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan C-organik pada pengamatan SOT	78
49.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan C-organik pada pengamatan 14 HST	78
50.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan C-organik pada pengamatan 45 HST	78
51.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan C-organik pada pengamatan 75 HST	79
52.	Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna dan C-organik tanah pada pengamatan SOT	79
53.	Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna dan C-organik tanah pada pengamatan 14 HST	79
54.	Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna dan C-organik tanah pada pengamatan 45 HST	79
55.	Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna dan C-organik tanah pada pengamatan 75 HST	80
56.	Hasil kadar air tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam pada pengamatan SOT.....	80
57.	Uji homogenitas ragam hasil kadar air tanah pada pengamatan SOT.....	80
58.	Analisis sidik ragam hasil pengamatan kadar air pada SOT.....	81
59.	Hasil kadar air tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam pada pengamatan 14 HST.....	81
60.	Uji homogenitas ragam hasil kadar air tanah pada pengamatan 14 HST.	81
61.	Analisis sidik ragam hasil kadar air pada pengamatan 14 HST.....	82
62.	Hasil kadar air tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam pada pengamatan 45 HST.....	82
63.	Uji homogenitas ragam hasil kadar air tanah pada pengamatan 45 HST.	82
64.	Analisis sidik ragam hasil kadar air pada pengamatan 45 HST.....	83
65.	Hasil kadar air tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam pada pengamatan 75 HST.....	83

66.	Analisis sidik ragam hasil kadar air pada pengamatan 75 HST	83
67.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan kadar air pengamatan SOT	84
68.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan kadar air pengamatan 14 HST	84
69.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan kadar air 45 HST	84
70.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan kadar air pengamatan 75 HST	84
71.	Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan kadar air pengamatan SOT	85
72.	Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan kadar air pengamatan 14 HST	85
73.	Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan kadar air pengamatan 45 HST	85
74.	Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan kadar air pengamatan 75 HST	85
75.	Hasil pengamatan suhu tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam SOT	86
76.	Uji homogenitas ragam hasil suhu tanah pada pengamatan SOT	86
77.	Analisis sidik ragam hasil suhu pada pengamatan SOT.	86
78.	Hasil pengamatan suhu tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam pada 45 HST	87
79.	Uji homogenitas ragam hasil suhu tanah pada pengamatan 45 HST	87
80.	Analisis sidik ragam hasil suhu pada pengamatan 45 HST	87
81.	Hasil pengamatan suhu tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam pada 75 HST	88
82.	Uji homogenitas ragam hasil suhu tanah pada pengamatan 75 HST. ...	88
83.	Analisis sidik ragam hasil suhu pada pengamatan 75 HST.	88

84.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan suhu tanah pada pengamatan SOT	89
85.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan suhu tanah pada pengamatan 45 HST	89
86.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan suhu tanah pada pengamatan 75 HST	89
87.	Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna dan suhu tanah tanah pengamatan SOT	89
88.	Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna dan suhu tanah tanah pengamatan 45 HST	90
89.	Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna dan suhu tanah tanah pengamatan 75 HST	90
90.	Hasil pH tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam pada pengamatan SOT	90
91.	Uji homogenitas ragam hasil pH tanah pada pengamatan SOT.....	91
92.	Analisis ragam hasil pH tanah pada pengamatan SOT.	91
93.	Hasil pH tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam pada pengamatan 14 HST	91
94.	Uji homogenitas ragam hasil pH tanah pada pengamatan 14 HST.....	92
95.	Analisis sidik ragam hasil pH pada pengamatan 14 HST	92
96.	Hasil pH tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam pada pengamatan 45 HST	92
97.	Uji homogenitas ragam hasil pH pada pengamatan 45 HST.	93
98.	Analisis sidik ragam hasil pH pada pengamatan 45 HST	93
99.	Hasil pH tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam pada pengamatan 75 HST	93
100.	Uji homogenitas ragam hasil pH pada pengamatan 75 HST	94
101.	Analisis sidik ragam hasil pH pada pengamatan 75 HST	94
102.	Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah terhadap pH tanah pengamatan SOT	94

103. Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan pH tanah pengamatan 14 HST	94
104. Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan pH tanah pengamatan 75 HST	95
105. Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan pH tanah pengamatan SOT	95
106. Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan pH tanah pengamatan 14 HST	95
107. Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan pH tanah pengamatan 45 HST	95
108. Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan pH tanah pengamatan 75 HST	96
109. Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan panjang jagung..	96
110. Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan panjang jagung	96
111. Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan diameter jagung	96
112. Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan diameter jagung	96
113. Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan brangkasan kering	97
114. Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan brangkasan kering	97
115. Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan berat jagung (g tanaman)	97
116. Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan berat jagung (g tanaman)	97
117. Hasil uji korelasi antara populasi mesofauna tanah dan berat jagung (ton ha^{-1})	98
118. Hasil uji korelasi antara keanekaragaman mesofauna tanah dan berat jagung (ton ha^{-1})	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah akibat perlakuan residu biochar dan kotoran ayam pada pertanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt.).	7
2. Mesofauna tanah jenis <i>Acarina</i>	14
3. Mesofauna tanah jenis <i>Collembola</i>	15
4. Mesofauna tanah jenis <i>Protura</i>	15
5. Mesofauna tanah jenis <i>Diplura</i>	16
6. Mesofauna tanah jenis <i>Symphyla</i>	16
7. Mesofauna tanah jenis <i>Pseudoscorpion</i>	17
8. Tata letak lahan penelitian populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah pada pertanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt.) setelah 4 musim tanam.	21
9. Rentang waktu pengamatan sampel populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah setelah 4 musim tanam pada pertanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt.).....	24
10. Skema ekstraksi mesofauna dengan metode Barlesse Tulgren.....	25
11. Tata letak pengambilan sampel pada penelitian populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah pada pertanaman jagung manis (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt.) setelah 4 musim tanam	25
12. Dinamika populasi mesofauna tanah akibat residu aplikasi biochar dan kotoran ayam pada seluruh waktu pengamatan.....	34
13. Diagram proporsi mesofauna tanah pada pengamatan SOT	38
14. Diagram proporsi mesofauna tanah pada pengamatan 14 HST	39

15.	Diagram proporsi mesofauna tanah pada pengamatan 45 HST	39
16.	Diagram proporsi mesofauna tanah pada pengamatan 75 HST	40
17.	Mesofauna tanah yang ditemukan pada berbagai perlakuan residu	41
18.	C-organik tanah pada seluruh waktu pengamatan	48
19.	Grafik korelasi kadar air terhadap populasi mesofauna tanah (dm^{-3}) pada pengamatan 75 HST	51
20.	Grafik korelasi C-organik terhadap populasi mesofauna tanah (dm^{-3}) pada pengamatan 14 HST	52
21.	Grafik korelasi C-organik terhadap populasi mesofauna tanah (dm^{-3}) pada pengamatan 45 HST	53
22.	Grafik korelasi C-organik terhadap populasi mesofauna tanah (dm^{-3}) pada pengamatan 75 HST	53

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Degradasi lahan pertanian intensif menjadi tantangan global yang serius, terutama dalam upaya mencapai sistem pangan yang berkelanjutan. Degradasi ini diindikasikan oleh penurunan signifikan dalam kesuburan fisik, kimia, terutama biologi tanah (Nurida, 2022). Degradasi kesuburan lahan dapat menyebabkan menurunnya hasil panen atau penurunan pertumbuhan tanaman di lahan tersebut. Salah satu produk pertanian yang mengalami penurunan antara lain tanaman jagung. Produksi jagung manis di Indonesia pada tahun 2023 sebesar 14.460 juta ton, mengalami penurunan dibanding pada tahun 2022 sebesar 16.52 juta ton. Data Badan Pusat Statistik di tahun 2023 mengalami penurunan sebesar 68,247 ton dibandingkan pada tahun 2022 sebesar 72.241 ton (BPS, 2023). Salah satu cara petani mengatasi masalah tersebut adalah penggunaan biochar.

Penggunaan amelioran organik, seperti biochar dan kotoran ayam, telah terbukti efektif dalam memulihkan kualitas tanah, namun sebagian besar penelitian sering kali hanya berfokus pada efek aplikasi tunggal atau jangka pendek (Hartono dkk., 2021). Biochar memiliki peranan kunci dalam modifikasi lingkungan tanah yang bersifat permanen, terutama karena sifatnya yang rekalsitran atau sangat stabil terhadap dekomposisi biologis (Pranoto dkk., 2022). Berbeda dengan bahan organik lain yang terurai cepat, residu biochar di dalam tanah bertindak sebagai kerangka karbon stabil yang dapat bertahan hingga ratusan tahun, secara berkelanjutan memperbaiki sifat fisik tanah (Simamora dkk., 2021).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Andri (2024), mengenai pengaruh aplikasi biochar dan kotoran ayam pada tanaman jagung di Laboratorium Lapang

Terpadu Universitas Lampung pada musim tanam ketiga menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan tersebut memberikan dampak terhadap peningkatan pH tanah. Setelah empat musim aplikasi dan tanpa penambahan baru, residu biochar dihipotesiskan telah mencapai tahap 'aging' atau penuaan, di mana permukaannya teroksidasi dan meningkatkan gugus fungsional yang pada gilirannya menaikkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah secara signifikan (Adiningsih dkk., 2023). Peningkatan KTK ini memungkinkan residu biochar untuk secara efisien menjebak dan mempertahankan nutrisi yang dilepaskan dari residu kotoran ayam, mencegah pencucian hara, dan menstabilkan pH tanah (Fitriani dkk., 2022). Stabilitas fisik dan kimia yang dihasilkan oleh residu biochar inilah yang membentuk habitat mikro yang optimal dan aman bagi komunitas biota tanah (Mulyadi dan Hidayat, 2020).

Sinergi antara residu biochar yang stabil dan residu kotoran ayam yang diperkaya nutrisi menciptakan lingkungan yang sangat mendukung bagi mesofauna tanah, kelompok organisme kecil (seperti *Collembola* dan *Acarina*) yang berfungsi sebagai dekomposer, predator, dan indikator kesehatan tanah yang sensitif (Suparman dkk., 2020). Mesofauna sangat bergantung pada kondisi pori dan kelembaban tanah untuk pergerakan dan kelangsungan hidupnya; struktur pori yang ditingkatkan oleh residu biochar memberikan perlindungan fisik dari kekeringan dan pemadatan yang ekstrem (Amelia dan Wardati, 2021). Selain itu, kotoran ayam menyediakan substrat organik dan hara yang resisten yaitu seperti lignin yang mendukung populasi jamur dan bakteri, yang merupakan sumber makanan utama bagi mesofauna (Wulandari dan Sutanto, 2023). Dengan demikian, evaluasi terhadap populasi dan keanekaragaman mesofauna di bawah kondisi residu ini memberikan wawasan mendalam mengenai bagaimana pengelolaan organik jangka panjang secara substansial dapat meningkatkan kesehatan biologis tanah di ekosistem pertanian jagung manis (Hasibuan dkk., 2021).

Oleh karena itu penelitian ini memiliki relevansi ilmiah dan praktis yang tinggi, terutama dalam konteks pertanian jagung manis. Mencerminkan fokus pada efek residu dan indikator biologis yang sensitif. Hasil penelitian ini diharapkan tidak

hanya mengkonfirmasi efek positif residu biochar dalam stabilisasi tanah, tetapi juga memberikan bukti empiris mengenai peran sinergisnya dengan kotoran ayam dalam menopang biodiversitas mesofauna tanah tanpa input organik baru yang intensif (Ismail dan Kurniawan, 2024).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah residu aplikasi biochar dan kotoran ayam setelah 4 musim tanam berpengaruh terhadap populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah pada pertanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.)?
2. Apakah terdapat korelasi antara populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah dengan sifat-sifat tanah (biologi, kimia dan fisika)?
3. Apakah terdapat korelasi antara populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah dengan komponen produksi pertanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menguji pengaruh residu aplikasi biochar dan kotoran ayam setelah 4 musim tanam terhadap populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah pada pertanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.).
2. Menganalisis korelasi antara populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah dengan kadar air, pH tanah, suhu, dan C-organik tanah
3. Menganalisis korelasi antara populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah dan komponen produksi tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.).

1.4. Kerangka Pemikiran

Pertanian jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) yang dipraktikkan secara intensif dan berulang telah menimbulkan isu krusial terkait degradasi kualitas

tanah, yang mencakup penurunan stabilitas agregat, pemadatan, dan erosi keseimbangan biologis, mengancam produktivitas berkelanjutan (Nurida, 2022). Untuk mengatasi penurunan kualitas ini, diperlukan intervensi melalui pemberian amelioran organik yang mampu memberikan dampak perbaikan dalam kurun waktu panjang. Oleh karena itu, penelitian ini memilih kombinasi Biochar dan Kotoran Ayam sebagai objek studi karena peran fungsionalnya yang komplementer. Biochar bertindak sebagai pembenah struktural yang stabil, sedangkan Kotoran Ayam bertindak sebagai sumber nutrisi dan aktivator biologis.

Biochar, hasil pirolisis limbah organik seperti sekam padi, mengandung karbon organik tinggi ($\pm 38,9\%$), pH netral-basa ($\pm 7,7$), dan memiliki kapasitas menahan air serta hara lebih baik dibanding bahan organik mentah. Pupuk kotoran ayam, di sisi lain, memiliki kandungan nitrogen ($2,46\%$), fosfor ($4,39\%$), dan kalium ($1,21\%$) yang lebih tinggi dibanding jenis pupuk kandang lainnya, serta mampu meningkatkan aktivitas mikroba tanah (Sutiono dkk., 2020). Kombinasi keduanya terbukti dalam berbagai penelitian mampu meningkatkan kesuburan tanah dan hasil tanaman. Caroline dkk. (2024), mencatat bahwa penggunaan biochar dan kotoran ayam secara bersamaan mampu meningkatkan pertumbuhan jagung dan ketersediaan hara N, P, dan K secara signifikan dibandingkan control. Selain itu, kombinasi tersebut juga berdampak pada peningkatan tinggi tanaman dan diameter batang jagung. Dalam jangka pendek, efek positif ini sangat terlihat, namun dampaknya dalam jangka panjang terutama setelah empat musim aplikasi masih jarang diteliti. Biochar bersifat sangat stabil di tanah dan sulit terdekomposisi, sehingga dapat menumpuk sebagai residu. Begitu juga kotoran ayam yang digunakan terus-menerus dapat menyebabkan akumulasi unsur tertentu seperti amonia atau logam berat yang tidak diinginkan.

Residu Biochar merupakan inti dari efek jangka panjang penelitian ini, dikarenakan sifatnya yang rekalsitran atau sangat tahan terhadap proses dekomposisi biologis; sifat ini memungkinkannya terakumulasi dan bertahan di dalam tanah selama bertahun-tahun. Dalam jangka waktu empat musim tanam, residu biochar mengalami proses *aging* (penuaan) yang mengubah sifat permukaannya, ditandai dengan peningkatan signifikan pada gugus fungsional

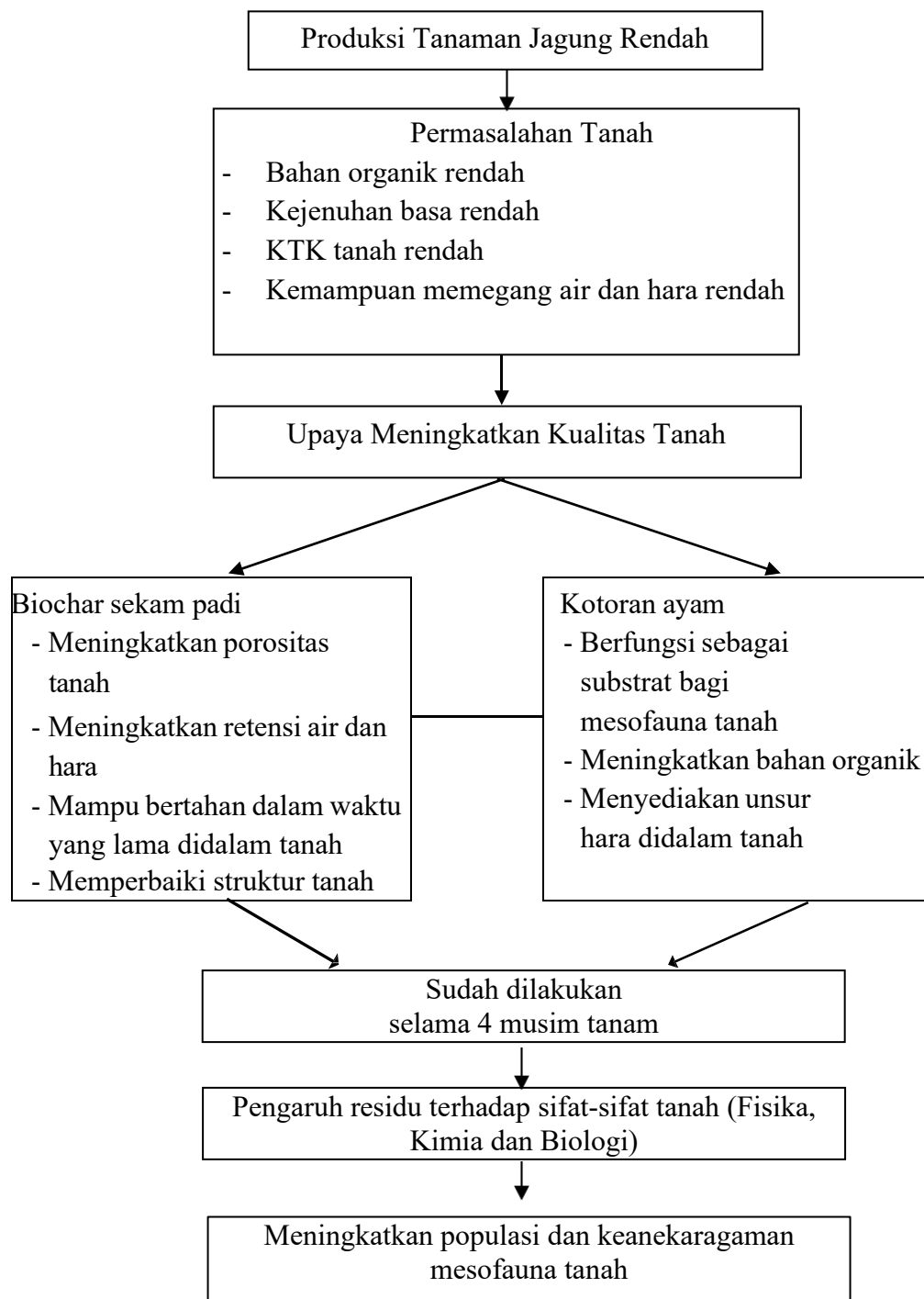
teroksidasi. Peningkatan ini menghasilkan efek paling penting, yaitu naiknya Kapasitas Tukar Kation (KTK) efektif tanah, yang merupakan penentu kunci dalam kemampuan tanah menahan hara (Adiningsih dkk., 2023). Kenaikan KTK ini tidak hanya bersifat sementara, tetapi juga memberikan Stabilitas Kimiawi pada tanah, serta memperbaiki agregasi dan porositas tanah yang merupakan fondasi dari struktur habitat.

Residu biochar yang telah matang dan memiliki KTK tinggi bersinergi dengan residu kotoran ayam yang kaya unsur hara mineral sisa dan bahan organik labil. Dalam sinergi ini, residu biochar berfungsi sebagai agen penahan yang secara efisien menjebak dan menyerap nutrisi yang dilepaskan secara perlahan dari sisa kotoran ayam, sehingga meminimalkan kehilangan hara akibat pencucian. Interaksi ini menghasilkan lingkungan mikro yang stabil ditandai dengan pH yang lebih netral, kelembaban yang lebih terjaga, dan ketersediaan hara cadangan yang berkelanjutan tanpa fluktuasi drastis seperti pada sistem yang hanya mengandalkan pupuk kimia. Stabilitas lingkungan mikro ini adalah prasyarat utama untuk mendukung kehidupan dan perkembangan komunitas biologis yang kompleks di dalam tanah (Fitriani dkk., 2022)

Dampak dari stabilisasi lingkungan tanah ini selanjutnya divalidasi dengan menganalisis komunitas mesofauna tanah (*Collembola* dan *Acarina*), yang berfungsi sebagai indikator biologis sensitif terhadap kualitas habitat. Perbaikan sifat fisik tanah oleh residu biochar, yaitu peningkatan agregasi dan penciptaan ruang pori makro, secara langsung menyediakan perlindungan fisik dan ruang gerak yang sangat dibutuhkan oleh mesofauna, yang berpotensi meningkatkan populasi totalnya (Amelia dan Wardati, 2021). Sementara itu, ketersediaan pakan (jamur dan bakteri) yang stabil, yang disokong oleh residu kotoran ayam dan retensi hara oleh KTK biochar, akan mendorong spesialisasi relung ekologis, yang pada akhirnya meningkatkan keanekaragaman spesies (Hasibuan dkk., 2021). Dengan kata lain, peningkatan dan kestabilan komunitas mesofauna merupakan refleksi langsung dari keberhasilan pengelolaan tanah secara berkelanjutan.

Keseimbangan populasi dan keanekaragaman mesofauna memiliki kaitan langsung dengan kesuburan tanah dan kesehatan ekosistem. Bila residu biochar dan pupuk kotoran ayam mampu meningkatkan keberagaman dan kepadatan mesofauna, maka dapat diasumsikan bahwa sistem pertanian tersebut menuju arah yang berkelanjutan. Namun, jika terjadi penurunan keanekaragaman, hal itu menjadi sinyal bahwa tanah mengalami stres biologis yang mungkin tidak terlihat dari parameter kimia semata (Andri, 2024). Hubungan antara organisme tanah dan tanaman sangat erat, karena mesofauna berperan sebagai pengurai yang mendukung ketersediaan unsur hara esensial seperti nitrogen dan fosfor bagi tanaman. Dalam konteks budidaya jagung manis, keberadaan mesofauna yang sehat akan berdampak positif pada pertumbuhan akar, penyerapan hara, dan hasil panen. Oleh karena itu, aspek biologi tanah, termasuk organisme tanah mikro hingga meso, harus diperhitungkan dalam evaluasi efektivitas input pertanian jangka panjang. Penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai dampak ekologis dari praktik pemupukan organik berkelanjutan (Van Groenigen *et al.*, 2018).

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh residu biochar dan kotoran ayam setelah empat musim aplikasi terhadap populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah di lahan budidaya jagung manis. Penelitian ini diharapkan dapat menjawab pertanyaan ilmiah mengenai dampak jangka panjang penggunaan bahan organik terhadap ekosistem tanah, sekaligus memberikan rekomendasi dalam pengelolaan tanah secara berkelanjutan. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi petani dan pengambil kebijakan dalam mengatur dosis dan frekuensi penggunaan bahan organik agar tetap mendukung produktivitas tanaman dan menjaga keberlanjutan ekosistem tanah. Oleh karena itu pada penelitian ini akan membahas tentang pengaruh residu aplikasi biochar dan kotoran ayam setelah 4 musim tanam, Kerangka pemikiran disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah akibat perlakuan residu biochar dan kotoran ayam pada pertanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.).

1.5 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Residu biochar, kotoran ayam, dan kombinasi keduanya dapat meningkatkan populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah.
2. Terdapat korelasi antara populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah dengan kadar air, pH tanah, suhu, dan C-organik tanah.
3. Terdapat korelasi antara populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah dengan komponen produksi tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biochar

Biochar merupakan butiran halus dari arang kayu yang berpori (porous), serta bahan pembenah tanah berupa arang hayati atau karbon hitam yang dihasilkan melalui pembakaran pada temperatur dengan suhu 300-500 °C dalam kondisi oksigen tertutup yang menghasilkan bahan organik yang sangat aromatis dengan konsentrasi karbon 70-80%. Bahan dasar pembuatan biochar dapat diperoleh dari berbagai macam biomasa bahan organik seperti kayu, sekam padi, bonggol jagung, kotoran ayam dan lain-lain. Bahan organik tahan dekomposisi (biochar) sangat berharga sebagai sumber bahan organik untuk pertanian. Bahan pembenah organik biochar mempunyai sifat stabil dan mempunyai pengaruh jangka panjang (*longterm effect*) karena mengandung unsur karbon yang sangat tinggi yang dapat bertahan lama didalam tanah. Biochar juga berperan, khususnya dalam meningkatkan dan mempertahankan stabilitas bahan organik tanah dan perbaikan sifat tanah yang menunjang perbaikan tata air dan hara tanah (Niati dkk., 2025).

Biochar banyak diaplikasikan dalam industri pertanian sebagai bahan penambah kesuburan tanah, digunakan sebagai bahan penyerap limbah. Biochar dapat menyerap limbah dengan cara adsorpsi, penetrasi, dan retensi melalui ikatan kimia. Manfaat biochar yang sangat baik bagi unsur hara tanah menjadikannya banyak dimanfaatkan sebagai upaya dalam peningkatan kualitas tanah, namun ada hal yang menjadi tantangan dalam pengolahan biochar yaitu keterbatasan sumber biomassa sehingga produksi biochar terbatas, biaya pembuatan yang lebih mahal dibandingkan dengan biaya penggunaan bahan kimia, serta tidak konsistennya kualitas biochar yang dihasilkan, hal ini terjadi karena perbedaan bahan baku serta proses pembuatannya yang berbeda beda (Wahyuni dkk., 2022).

2.2 Residu Biochar dan Kotoran Ayam

Biochar merupakan produk kaya karbon yang didapatkan saat pembakaran biomassa, seperti daun, pupuk kandang, dan kayu yang dipanaskan dengan kondisi sedikit atau tanpa udara yang tersedia pada wadah tertutup. Biochar dikenal sebagai arang hayati dengan kandungan karbon hitam berasal dari pembakaran biomassa, proses terbentuknya biochar melalui pembakaran pada temperatur $<700^{\circ}\text{C}$ dalam kondisi oksigen yang terbatas menghasilkan bahan organik dengan konsentrasi karbon berkisar 70-80% (Putri dkk., 2023). Biochar yang terdapat dalam tanah tidak dapat menggantikan peranan pupuk namun penambahan biochar pada tanah dapat menaikkan ketersediaan P dan kation utama, sama seperti halnya jumlah total konsentrasi N dalam tanah, KTK dan pH dalam tanah dapat meningkat berturut-turut hingga 40% dari KTK awal, sedangkan tingginya ketersediaan hara bagi tanaman merupakan akibat dari bertambahnya nutrisi tanah secara langsung dari biochar dan meningkatnya retensi hara (Islami dkk., 2024).

Pemanfaatan biochar sebagai sumber energi dan pembenah tanah, perlu dikembangkan secara luas untuk meningkatkan kesuburan tanah dengan perbaikan kapasitas tukar kation (KTK) dan retensi hara sehingga terjadi peningkatan produktivitas lahan. Bahan baku pembuatan merupakan residu biomassa yang kaya akan jaringan lignin seperti kulit-kulit kayu, tempurung kelapa, kulit buah kacang-kacangan atau sekam padi, potongan kayu, tongkol jagung, sisa-sisa usaha perikanan, serta bahan organik yang bersumber dari sampah maupun limbah dan kotoran hewan yang tentu nya menjadi limbah apabila tidak dimanfaatkan (Lubis dkk., 2024).

Residu biochar dan residu kotoran ayam merupakan hasil sampingan dari proses pengolahan bahan organik yang dilakukan secara khusus untuk menghasilkan bahan yang bermanfaat bagi tanah. Biochar diperoleh melalui proses pirolisis, yaitu pemanasan biomassa pada suhu tinggi tanpa kehadiran oksigen, sedangkan residu kotoran ayam dihasilkan dari pengolahan limbah ternak agar lebih stabil dan aman digunakan. Kedua jenis residu ini dikenal memiliki kandungan nutrisi esensial yang tinggi dan sangat bermanfaat dalam memperbaiki kualitas tanah. Kandungan nitrogen (N) dalam keduanya berfungsi untuk merangsang

pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti daun dan batang, Fosfor (P) yang terkandung membantu dalam pembentukan akar dan memperkuat sistem reproduksi tanaman, seperti pembentukan bunga dan buah. Sementara itu, kalium (K) berperan penting dalam memperkuat daya tahan tanaman terhadap penyakit serta membantu pengaturan keseimbangan air dan aktivitas enzim. Kombinasi ketiga unsur hara makro ini menjadikan residu biochar dan kotoran ayam sebagai bahan yang potensial untuk digunakan dalam strategi pemupukan dan remediasi lahan pertanian (Notohadiparwiro dkk., 2022).

Menurut Haryono (2020), residu biochar dan kotoran ayam mengandung mikroorganisme dalam jumlah tinggi, seperti bakteri dan fungi, yang berperan penting dalam proses dekomposisi bahan organik serta siklus nutrisi di dalam tanah. Kandungan mikroorganisme ini membantu mempercepat pemecahan bahan organik menjadi unsur hara yang lebih mudah diserap tanaman. Selain itu, residu biochar dan kotoran ayam juga memberikan berbagai manfaat bagi pertanian. Pertama, keduanya dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan cara menambah kandungan nutrisi dan populasi mikroba yang mendukung aktivitas biologis tanah. Kedua, residu ini mampu meningkatkan produktivitas tanaman karena menyediakan pasokan nutrisi dan air yang memadai. Ketiga, penggunaan residu biochar dan kotoran ayam juga berkontribusi terhadap pengurangan limbah organik dengan mengubahnya menjadi bahan yang lebih bermanfaat bagi lingkungan dan pertanian.

2.3 Residu Kotoran Ayam dan Peningkatan Kualitas Tanah

Kotoran ayam merupakan bahan organik yang banyak digunakan sebagai pupuk karena mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara serta memperbaiki struktur tanah yang kekurangan bahan organik. Pupuk ini dapat menyuburkan tanaman, sehingga pemberian pupuk organik ke dalam tanah sangat diperlukan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Kotoran ayam memberikan manfaat besar bagi tanaman serta mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Para petani banyak menggunakan kotoran ayam sebagai pupuk, baik untuk tanaman semusim maupun tanaman tahunan. Kotoran ayam juga mudah diperoleh dan

harganya relatif murah, Selain itu, kotoran ayam mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Ritonga dkk., 2022).

Menurut Amir dkk. (2023), pupuk kandang memiliki sifat alami dan tidak merusak tanah. Kotoran ayam mengandung unsur makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), dan sulfur (S), serta unsur mikro seperti besi (Fe), seng (Zn), boron (B), kobalt (Co), dan molibdenum (Mo). Serta memiliki bahan organik yang resisten dan dapat bertahan lama yaitu seperti lignin dan humic. Pupuk kandang dari kotoran ayam mampu memperbaiki struktur tanah agar menjadi lebih gembur sehingga pertumbuhan akar tanaman menjadi lebih baik. Selain itu, pupuk ini juga berperan dalam meningkatkan daya serap dan kemampuan tanah dalam mempertahankan air, sehingga kebutuhan air tanaman dapat tercukupi.

Pupuk organik sangat bermanfaat dalam meningkatkan produksi pertanian, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Penggunaan kotoran ayam juga membantu mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan. Dalam jangka panjang, pemakaian pupuk organik dapat meningkatkan produktivitas lahan dan mencegah degradasi tanah. Pemberian pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik tanah, seperti meningkatkan kapasitas menahan air, mengurangi kerapatan massa tanah, meningkatkan porositas total, memperbaiki stabilitas agregat tanah, dan meningkatkan kandungan humus. Secara biologis, kesuburan tanah juga ditunjukkan oleh keberadaan mikroorganisme yang mampu menguraikan bahan organik dalam tanah (Ritonga dkk., 2022).

Menurut Thamrin dan Hama (2022), pemberian pupuk kotoran ayam dapat menghasilkan residu yang memperbaiki struktur tanah yang kekurangan bahan organik serta memperkuat sistem perakaran tanaman jagung manis. Oleh karena itu, pemberian pupuk organik ke dalam tanah sangat diperlukan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Herlina dkk. (2024) juga menyatakan bahwa kotoran ayam dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk berbagai jenis tanaman, termasuk jagung manis, karena mampu merangsang pertumbuhan tanaman dan

meningkatkan kesuburan tanah, yang pada akhirnya akan berdampak positif pada pertumbuhan dan hasil tanaman.

2.4 Mesofauna Tanah

2.4.1 Karakteristik dan Ekologi Mesofauna Tanah

Lesthyana dkk. (2023), mengatakan terdapat beberapa jenis fauna tanah yang dapat digunakan sebagai petunjuk atau indikator terhadap kesuburan tanah, Mesofauna merupakan kelompok fauna tanah terbesar yang menetap di atas permukaan maupun di dalam tanah dibandingkan dengan fauna lainnya. Tingkat keanekaragaman mesofauna tanah ditentukan dengan adanya ketersediaan energi dan kapasitas ekologi lingkungan. Mesofauna merupakan salah satu organisme tanah yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber makanannya.

Mesofauna merupakan fauna tanah yang berukuran panjang $100\ \mu\text{m} - < 2\ \text{mm}$, *Collembola* (ekor pegas) dan *Acarina* (tungau) merupakan mesofauna yang memiliki peranan penting dalam proses biologi tanah. *Collembola* dan *Acarina* umumnya ditemukan di permukaan tanah dengan kondisi lembab, *Collembola* memakan bakteri, hifa, spora jamur, mendekomposisi bahan organik, hewan atau tanaman hidup. *Acarina* berkontribusi kecil terhadap dekomposisi kimia sisa tanaman walaupun beberapa *Acarina* terkait erat dengan stadium akhir proses dekomposisi (Kusumastuti dkk., 2022).

2.4.2 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Mesofauna Tanah

Populasi mesofauna tanah dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu faktor abiotik dan faktor biotik. Faktor abiotik yang mempengaruhi mesofauna tanah antara lain pH, C-organik, aerasi, porositas, drainase yang baik dan suhu optimal berkisar $15-25^{\circ}\text{C}$ (Kusumastuti dkk., 2022). Pada penelitian ini didapatkan pH tanah 6,29-6,81 yang berkorelasi positif meningkatkan populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah. Menurut Santi dkk. (2020), mesofauna dapat tumbuh dengan baik pada pH 6,6–7,0. Jumlah mesofauna yang diperoleh pada suhu $29-30^{\circ}\text{C}$ tergolong rendah. Salah satu faktor lingkungan biotik yang dapat

mempengaruhi mesofauna adalah tanaman karena dapat meningkatkan kelembapan tanah dan sebagai penghasil serasah yang disukai mesofauna tanah.

Kandungan bahan organik tanah merupakan faktor lingkungan abiotik yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup mesofauna tanah. Menurut Arifan dkk. (2020), dekomposisi bahan organik menghasilkan asam-asam organik yang apabila ditambahkan ke dalam tanah akan meningkatkan kandungan senyawa organik dalam tanah yang dicirikan dengan meningkatnya kandungan C-organik tanah. Mesofauna hidup pada tempat yang mengandung bahan organik tinggi, sehingga akan menjadi tempat berlangsungnya aktivitas kehidupan mesofauna tanah dalam melakukan perombakan bahan organik di dalam tanah.

2.4.3 Jenis dan Peran Mesofauna Tanah

A. *Acarina*

Ordo *Acarina* (tungau) merupakan ordo yang dapat ditemukan di setiap perlakuan. Ordo *Acarina* merupakan mesofauna yang paling melimpah diseluruh dunia, persebarannya luas, dan dapat ditemui di berbagai macam habitat. Nilai pH yang terlalu rendah dan terlalu tinggi tidak disukai *Acarina*. Nilai pH tanah yang optimum untuk *Acarina* yaitu 6,2 (Kusumastuti dkk., 2022). Menurut Purwanto dkk. (2020), faktor lingkungan yang paling mempengaruhi keberadaan *Acarina* yaitu suhu dan kelembaban, *Acarina* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Mesofauna tanah jenis *Acarina*, (Andri, 2024).

B. *Collembola*

Collembola dikenal sebagai organisme tanah yang berfungsi merombak bahan organik tanah serta meningkatkan kesuburan tanah (Muzani, 2023). *Collembola*

memiliki ciri tubuh yang kecil, tidak bersayap, berukuran panjang $\pm 0,1-2$ mm, dengan permukaan berambut atau licin. *Collembola* mempunyai antena 4-6 ruas, dapat lebih pendek dari kepala atau lebih panjang dari seluruh tubuh dan memiliki saraf internal yang mampu menggerakkan tiap segmen. Ordo *Collembola* sebagian besar hidup di dalam tanah, permukaan tanah, dan serasah yang telah membusuk dengan memakan tumbuhan yang telah hancur, jamur, sisa-sisa hewan, dan humus (Kusumastuti dkk., 2022). *Collembola* disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Mesofauna tanah jenis *Collembola* (Bano dan Roy, 2016).

C. Protura

Protura merupakan kelas heksapoda kecil yang mendiami habitat tanah yang lembab dan beradaptasi dengan baik pada habitat tersebut (Galli dan Rellini, 2020). Sangat sedikit yang diketahui tentang autoekologi mereka, tetapi tidak diragukan bahwa mereka memiliki kemampuan penyebaran aktif yang rendah, *Protura* disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Mesofauna tanah jenis *Protura* (Galli dan Rellini, 2020).

D. Diplura

Diplura merupakan kelompok mesofauna tanah yang digolongkan kelompok yang paling mendekati serangga/insecta yang hampir hadir pada setiap tanah di dunia (Utomo dkk., 2020). *Diplura* termasuk heksapoda, memiliki 3 bagian tubuh yaitu

kepala, toraks, dan badan. Terdapat dua antena besar di bagian kepala, tidak memiliki sayap dan pada bagian akhir abdomennya terhadap dua ekor besar. *Diplura* menyukai tempat yang lembab dikarenakan tubuhnya yang lunak. *Diplura* umumnya menempati lapisan tanah atas, sisa kayu yang mati, dan lapisan lumut. *Diplura* memainkan peran yang beragam pada rantai makanan dalam tanah. *Diplura* disajikan pada Gambar 5.



Gambar 4. Mesofauna tanah jenis *Diplura* (Andri, 2024).

E. Symphyla

Symphyla merupakan salah satu golongan hewan arthropoda yang sebagian besar dikenal sebagai perombak bahan organik dan sebagian lainnya dikenal sebagai hama. Kelas *Symphyla* sendiri merupakan bagian dari filum *Arthropoda* subfilum *Atelocerata* (Myriapoda) terdiri dari sekitar 160 spesies *symphyla* (Jannah dan Salbiah, 2020). *Shymphyla* disajikan pada Gambar 6.



Gambar 5. Mesofauna tanah jenis *Symphyla* (Burden, 2024).

F. Pseudoscorpion

Pseudoscorpion merupakan hewan kecil berbentuk mirip kalajengking. Biasanya hewan ini bermanfaat bagi manusia karena memangsa larva ngengat pakaian, larva kumbang dalam famili semut, tungau, dan lalat kecil. *Pseudoscorpion*

berukuran kecil sehingga jarang terlihat meski umum di banyak lingkungan, *Pseudoscorpion* disajikan pada Gambar 7.



Gambar 6. Mesofauna tanah jenis *Pseudoscorpion* (Mahnert, 2011).

2.5 Tanaman Jagung Manis

Tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman pangan yang penting, selain gandum dan padi. Tanaman jagung manis berasal dari Amerika yang tersebar ke Asia dan Afrika, melalui kegiatan bisnis orang Eropa ke Amerika. Pada abad ke-16 orang Portugal menyebar luaskannya ke Asia termasuk Indonesia, Klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuh - tumbuhan)
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Kelas	: <i>Monocotyledonae</i> (berkeping satu)
Ordo	: <i>Gaminales</i> (berbunga)
Famili	: <i>Gaminaceae</i> (rumput – rumput)
Genus	: <i>Zea</i>
Spesies	: <i>Zea mays saccharata</i> Sturt.

Jagung manis mempunyai ciri-ciri yaitu biji yang masih muda bercahaya dan berwarna jernih seperti kaca, sedangkan biji yang telah masak dan kering akan menjadi kering dan berkeriput. Kandungan protein dan lemak di dalam biji jagung manis lebih tinggi daripada jagung biasa. Untuk membedakan jagung manis dan jagung biasa, pada umumnya jagung manis berambut putih sedangkan jagung

biasa berambut merah. Menurut Rinanti dkk. (2021), umur jagung manis antara 60-70 hari, namun pada dataran tinggi yaitu 400 meter di atas permukaan laut atau lebih, biasanya bisa mencapai 80 hari. Tanaman jagung manis agak pendek, Secara fisik atau morfologi bunga jantan berwarna putih, mengandung kadar gula lebih banyak dalam endospermnya. Umur tanaman lebih pendek dan memiliki tongkol yang lebih kecil serta dapat dipanen umur 60-70 hari. Jagung manis dapat tumbuh pada semua jenis tanah dengan syarat drainase baik serta persediaan humus dan pupuk tercukupi. Keasaman tanah yang baik untuk pertumbuhan 5,5-7,0.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni 2024 – Mei 2025. Penanaman jagung manis (*Zea mays saccharate* Sturt.) di laksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan analisis mesofauna serta sifat-sifat tanah di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Sejarah Lahan

Lahan penelitian ini sudah dijadikan tempat budidaya tanaman sejak musim tanam ke-1 sampai dengan ke-5 dengan sistem rotasi tanam. Rotasi tanaman dilakukan untuk memutus siklus hama dan penyakit tanaman. Sejarah lahan dengan masing-masing perlakuan tanah pada musim tanam ke-1 sampai dengan ke-5 disajikan pada Tabel 1. yang menunjukan bahwa pada musim tanam ke-1 sampai dengan musim tanam ke-5 pH tanah mengalami peningkatan yang disebabkan pengaplikasian biochar dan kotoran ayam. Sejarah lahan dengan perlakuan pada musim tanam ke-1 sampai musim tanam ke-5 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sejarah lahan dengan perlakuan tanah pada musim tanam ke-1 sampai dengan ke-5

Komoditas	Perlakuan	pH Tanah
Ke 1 Jagung (<i>Zea mays</i> L)	B ₀ = Kontrol	6,05-6,51
	B ₁ = Biochar 10 ton ha ⁻¹	
	B ₂ = Kotoran ayam 10 ton ha ⁻¹	
	B ₃ = Biochar 10 ton ha ⁻¹ + kotoran ayam 10 ton ha ⁻¹	
Ke 2 Padi Gogo (<i>Oryza sativa</i> L),	B ₀ = Kontrol	6,22-6,71
	B ₁ = Biochar 5 ton ha ⁻¹	
	B ₂ = Kotoran ayam 5 ton ha ⁻¹	
	B ₃ = Biochar 5 ton ha ⁻¹ + kotoran ayam 5 ton ha ⁻¹	
Ke 3 Jagung (<i>Zea mays</i> L)	B ₀ = Kontrol	6,21-6,81
	B ₁ = Biochar 5 ton ha ⁻¹	
	B ₂ = Kotoran ayam 5 ton ha ⁻¹	
	B ₃ = Biochar 5 ton ha ⁻¹ + kotoran ayam 5 ton ha ⁻¹	
Ke 4 Kedelai (<i>Glycine max</i>)	B ₀ = Kontrol	5,76-6,87
	B ₁ = Biochar 5 ton ha ⁻¹	
	B ₂ = Kotoran ayam 5 ton ha ⁻¹	
	B ₃ = Biochar 5 ton ha ⁻¹ + kotoran ayam 5 ton ha ⁻¹	
Ke 5 Jagung manis (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt.)*	B ₀ = Kontrol	5,79-6,56
	B ₁ = Residu aplikasi biochar 5 ton ha ⁻¹	
	B ₂ = Residu aplikasi kotoran ayam 5 ton ha ⁻¹	
	B ₃ = Residu aplikasi biochar 5 ton ha ⁻¹ + Kotoran ayam 5 ton ha	

Keterangan: (*)= Penelitian (Juni 2024-Mei 2025).

3.3. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ring sampel, sekop, cawan petri, mikroskop stereo, botol film 100 ml, gelas beker, *berlase/tullgren*, pipet tetes, botol semprot, plastik sampel, kertas label, kamera, pH meter, *shaker*, *sentrifugator*, botol kocok, palu, lampu 5 watt, corong, kertas saring dan alat tulis.

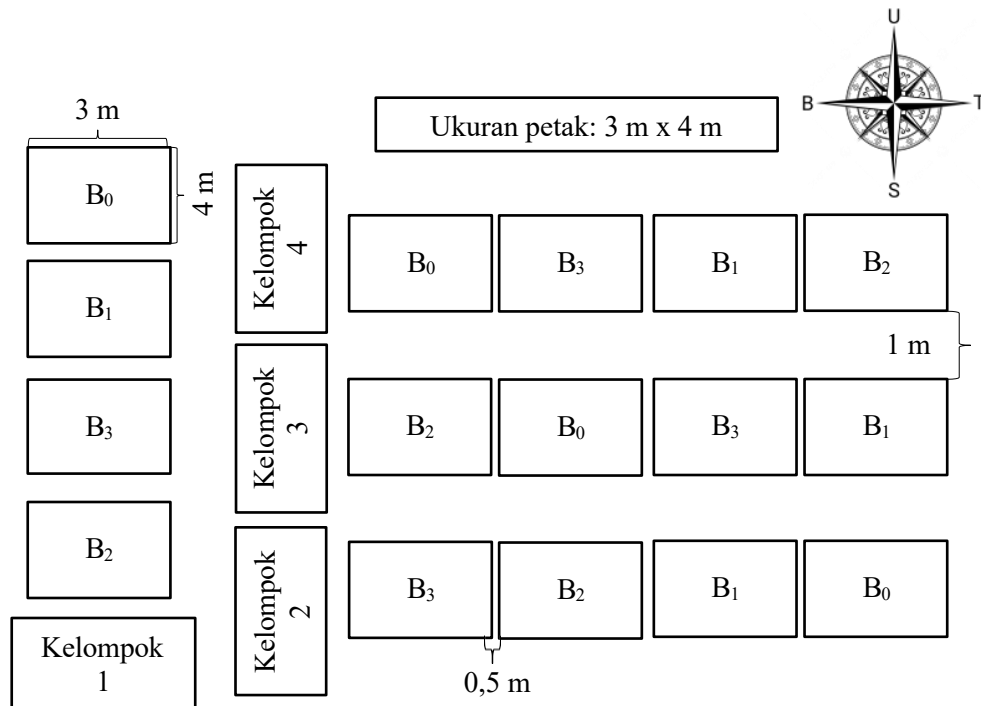
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, benih jagung manis Exsotic, biochar sekam padi, kotoran ayam, pupuk urea, pupuk NPK, sampel tanah, aquades, KCl 1M, alkohol 70 %, asam sulfat pekat (H₂SO₄), asam fosfat pekat

(H_2PO_4), kalium bikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), NaF 4%, indikator difenilamin, dan amonium sulfat besi.

3.4. Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 4 kelompok yaitu sebagai berikut :

1. B_0 = Kontrol
2. B_1 = Residu aplikasi biochar 5 ton ha^{-1} setelah 4 musim tanam
3. B_2 = Residu aplikasi kotoran ayam 5 ton ha^{-1} setelah 4 musim tanam
4. B_3 = Residu aplikasi biochar 5 ton ha^{-1} + kotoran ayam 5 ton ha^{-1} setelah 4 musim tanam



Gambar 8..Tata letak lahan penelitian populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah pada pertanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) setelah 4 musim tanam.

3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Persiapan Lahan

Penelitian ini diawali dengan proses penyiapan lahan yang terdiri dari pembersihan lahan untuk rumput dengan sabit dan mesin pemotong rumput. Pengolahan lahan dilakukan sebanyak dua kali menggunakan cangkul yang berfungsi untuk menggemburan tanah sehingga mempermudah proses penanaman.

3.5.2. Penanaman

Penanaman benih jagung manis dilakukan dengan sistem tugal dengan kedalaman 3-5 cm, setiap lubang ditanami dengan 1 benih jagung. Benih yang digunakan adalah benih jagung manis Exsotic. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 25 x 60 cm untuk setiap lubangnya, sehingga pada setiap petak percobaan terdapat 75 lubang tanam.

3.5.3. Pemupukan

Pemupukan pada penelitian ini menggunakan pupuk NPK dan urea. Dalam perhitungan dosis mengikuti rekomendasi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2020) yaitu perbandingan 15:15:15 dengan dosis NPK sebesar 300 kg/ha dan Urea sebesar 250 kg/ha. Pengaplikasian ke lahan dengan luas per petak 12 m² dengan dosis per petak yaitu NPK sebesar 360 g/petak dan Urea sebesar 300 g/petak. Pemupukan dilakukan pada 10-14 HST dan 21-25 HST. Pemupukan dilakukan dengan mencampurkan semua jenis pupuk yang diberikan pada waktu yang bersamaan dan diaplikasikan dengan cara ditugal dekat dengan baris atau lubang tanam, dan pupuk dibenamkan ke dalam tanah.

3.5.4. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman jagung manis meliputi penyulaman, pemupukan, penyiraman, serta penyiangan gulma. Penyulaman dilakukan pada lubang tanam yang tidak tumbuh benih jagung manis dan dilaksanakan satu minggu setelah

tanam. Penyiangan gulma dilakukan dengan mencabut dan menggorek gulma yang tumbuh dalam petak percobaan, kemudian dibuang jauh dari lahan. Penyiraman dilakukan pagi dan sore hari menggunakan selang.

3.5.5. Pengambilan Sampel Tanah

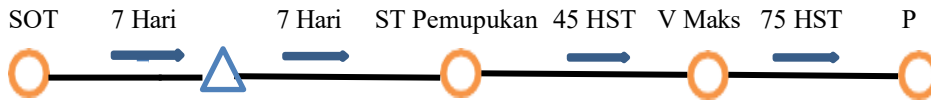
Pengambilan sampel dilakukan pada pertanaman dimulai saat SOT, 14 HST, 45 HST dan 75 HST. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan ring sampel.

3.5.6. Pemanenan

Jagung manis dapat dipanen pada umur 75 hari setelah tanam, ditandai dengan warna rambut jagung manis coklat kehitaman dan kering. Rambut jagung ini juga lengket dan tidak bisa diurai. Selain itu, bagian ujung tongkol sudah terisi penuh dengan biji jagung dan warna biji jagung pun sudah kuning mengilat




3.6. Variabel Pengamatan

Pengamatan variabel utama dan variabel pendukung penelitian ini dilakukan pada 4 fase yaitu, Sebelum Olah Tanah (SOT) saat lahan belum digemburkan dan dibersihkan dari semak belukar, Kemudian 7 hari setelah pengamatan pertama, dilakukan pengolahan dan aplikasi perlakuan terhadap lahan penelitian. Kemudian, setelah 7 hari aplikasi perlakuan, lahan penelitian diinkubasi terlebih dahulu selama 7 hari sebelum ditanami benih jagung. Setelah 14 hari aplikasi perlakuan (Pemupukan) dan inkubasi tanah lahan penelitian, dilakukanlah pengamatan ke-2 yaitu setelah pemupukan, sedangkan pengamatan ke-3 dilakukan saat tanaman jagung memasuki fase vegetatif maksimum (45 HST) dan pengamatan ke-4 dilakukan saat sebelum panen (75 HST). Berikut rentang waktu pengamatan pada (Gambar 9).



Gambar 7. Rentang waktu pengamatan sampel populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah setelah 4 musim tanam pada pertanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.).

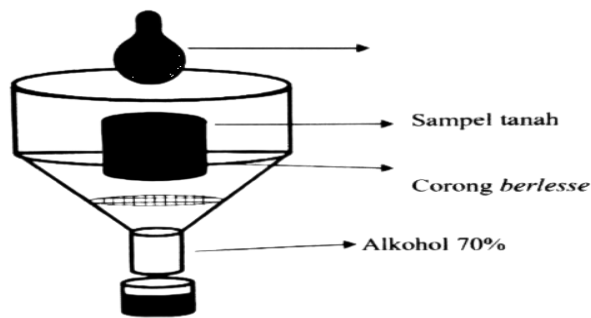
Keterangan :

SOT	: Sebelum Olah Tanah
HST	: Hari Setelah Tanam
ST Pemupukan	: Setelah Pemupukan
V maks	: Vegetataif Maksimal
P	: Panen
	: Setelah Olah Tanah
	: Pengambilan Sampel
	: Interval Waktu

3.6.1. Variabel Utama

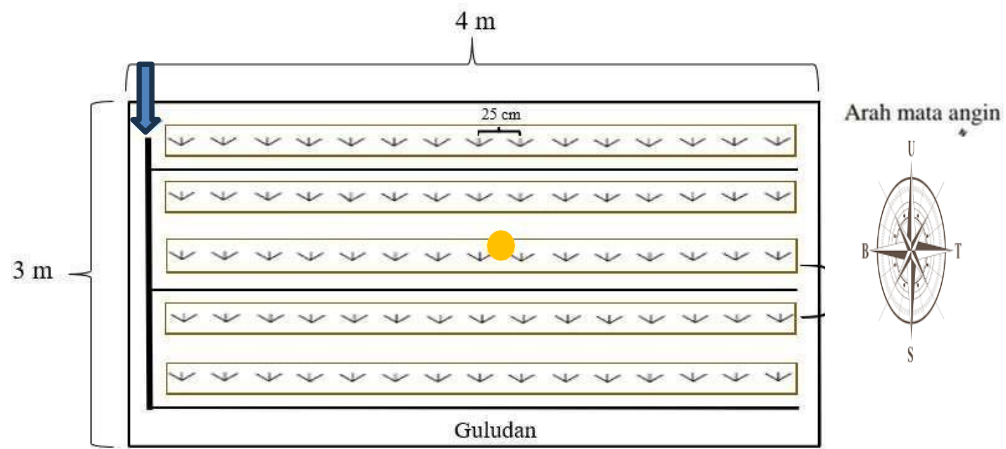
A. Populasi dan Keanekaragaman Mesofauna Tanah

Variabel utama pada penelitian ini adalah populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah ditentukan dengan metode ekstraksi pemisahan mesofauna dari tanah dengan alat *Barlese/Tullgren* (Bruckner, 2024). (Gambar 10). Sampel tanah yang berasal dari lahan penelitian diambil menggunakan ring sampel dengan ukuran diameter 8,1 cm dan tinggi 5 cm. Sampel tanah dipindahkan ke dalam plastik sampel dan dibawa ke laboratorium ilmu tanah untuk dilakukan proses ekstraksi dengan alat *Barlese/Tullgren*. Bahan perangkap nya adalah Alkohol 70% yang diletakkan di bawah *Barlesse/Tulgren* menggunakan botol film 50 ml. Lalu ditunggu sampai 48 jam supaya mesofauna yang ada pada sampel tanah yang diamati turun ke bawah Alkohol 70% tersebut. Kemudian dilakukan analisis populasi dan keanekaragaman mesofauana tanah dengan menggunakan alat *mikroskop stereo*.



Gambar 8. Skema ekstraksi mesofauna dengan metode Barlesse Tulgren.

Berikut ini adalah letak pengambilan sampel pada saat penelitian ditunjukkan pada (Gambar 11).



Gambar 9. Tata letak pengambilan sampel pada penelitian populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah pada pertanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) setelah 4 musim tanam

Keterangan :

- ↓ : Tanaman jagung
- : Tempat pengambilan sampel mesofauna tanah
- : Selang irigasi
- : Jarak baris pertanaman jagung manis
- ↓ : Sumber air

Total populasi mesofauna tanah ditentukan berdasarkan pada jumlah mesofauna yang ditemukan pada setiap sampel. Total populasi mesofauna tanah dapat

dihitung dengan rumus:

$$\text{Total populasi mesofauna tanah} = \frac{\text{Jumlah individu yang ditemukan}}{\text{Volume ring sampel (dm}^3\text{)}}$$

Indeks keanekaragaman mesofauna tanah ditentukan berdasarkan keanekaragaman jenis mesofauna yang ditemukan pada jumlah total individu. Indeks keanekaragaman mesofauna dapat dihitung dengan rumus :

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

Keterangan :

H' = indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*

n_i = jumlah individu jenis ke- i ;

N = jumlah total individu semua jenis,

\ln = logaritma natural

Kriteria indeks Keanekaragaman *shannon-wiener* :

$H' < 1$ = Keanekaragaman Rendah

$1 < H' < 3$ = Keanekaragaman Sedang

$H' > 3$ = Keanekaragaman Tinggi

Indeks dominansi mesofauna tanah ditentukan berdasarkan dominansi jenis mesofauna yang ditemukan pada jumlah total individu. Indeks dominansi mesofauna dapat dihitung dengan rumus :

$$C = \sum (n_i/N)^2 \quad i=1$$

Keterangan:

C = Indeks dominansi Simpson,

n_i = Jumlah individu tiap spesies,

N = Jumlah individu seluruh spesies

Adapun keterangan menurut Odum (1993), menyatakan bahwa terdapat kriteria dominansi adalah jika nilai C mendekati 0 ($< 0,5$), maka tidak ada spesies yang mendominasi. Jika nilai C mendekati 1 ($> 0,5$), maka ada spesies yang mendominasi.

3.6.2. Variabel Pendukung

A. Kemasaman Tanah (pH Tanah)

Pengukuran pH tanah dilakukan menggunakan pH meter. Metode menggunakan pH meter merupakan metode pengukuran yang paling akurat dan paling mudah, pH tanah yang diukur adalah pH aktual. Pengukuran pH dilakukan dengan alat pH meter. Perbandingan tanah dan aquades 1:5. Tanah yang digunakan untuk mengukur pH tanah yaitu tanah kering udara yang lolos ayakan 2 mm. Cara kerja pengukuran pH tanah yaitu menimbang 10 g sampel tanah sebanyak dua kali, masing-masing dimasukkan ke dalam botol kocok, kemudian ditambahkan 50 ml aquades ke botol kocok satu dan 50 ml KCl 1 M ke dalam botol kocok lainnya. Sampel dikocok hingga homogen selama 30 menit menggunakan shaker. Kemudian sampel disentrifius selama kurang lebih 7 menit. Sampel yang telah disentrifius selanjutnya disaring menggunakan kertas saring *Whatman* untuk memisahkan larutan dan endapannya. Kemudian larutan sampel hasil penyaringan diukur tingkat keasaman atau kebasaannya dengan pH meter.

B. C-organik

Analisis C-organik dilakukan menggunakan metode *Walkley and Black*. Metode ini merupakan pengukuran kandungan bahan organik tanah berdasarkan jumlah organik yang mudah teroksidasi akan mereduksi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ yang diberikan secara berlebihan. Reaksi ini terjadi karena adanya energi yang dihasilkan oleh reaksi asam sulfat pekat (H_2SO_4) dan kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), C-organik dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ C-organik} = \frac{\text{ml K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times (1 - \text{VS}/\text{VB})}{\text{Berat sampel tanah}} \times 0,3886 \%$$

$$\% \text{ Bahan Organik} = \% \text{ C-organik} \times 1,724$$

Keterangan :

VB = ml titrasi blanko VS = ml titrasi sampel

Tabel 2. Kelas klasifikasi analisis kadar C-organik (Balai Penelitian Tanah, 2009).

C-organik	Nilai
<1	Sangat Rendah
1-2	Rendah
2-3	Sedang
3-5	Tinggi
>5	Sangat tinggi

C. Suhu

Pengukuran suhu tanah dilakukan dengan pengamatan secara langsung di lapang, Alat yang digunakan yaitu thermometer tanah. Adapun cara penggunaannya yakni menancapkan thermometer ke dalam tanah, kemudian tunggu beberapa menit, lalu nilai suhu akan keluar dan dicatat.

D. Kadar Air

Metode yang digunakan untuk mengukur kadar air yaitu metode gravimetrik (Suryani, 2019). Metode ini memiliki prinsip kerja yaitu dengan menimbang contoh tanah sebelum dan sesudah dikeringkan. Kadar air tanah diperoleh dengan 10 gram sampel tanah dioven pada suhu 105°C selama 24 jam. Rumus kadar air yaitu :

$$\text{Kadar air (\%)} = \text{Bobot air} / \text{Bobot tanah kering oven} \times 100\%$$

E. Produksi Tanaman Jagung Manis

Produksi tanaman jagung manis dihitung dengan cara mengambil 5 sampel tanaman secara acak dari setiap petak yang terletak di bagian tengah. Pengamatan produksi meliputi:

1. Berat tongkol beserta kelobotnya di timbang menggunakan timbangan digital, tongkol jagung manis diambil sesuai dengan sampel yang telah ditentukan per petak kemudian tongkol jagung manis dikumpulkan untuk ditimbang per petak dan dihitung rata-ratanya.

2. Panjang tongkol diukur menggunakan meteran dan diameter tongkol menggunakan jangka sorong, dengan cara mengukur lingkaran jagung pada bagian lingkaran yang besar.
3. Brangkasan kering di oven selama 72 jam dengan suhu 60°C dan ditimbang kembali.

F. Analisis Data

Data diuji homogenitas ragamnya dengan uji Barlett dan kemenambahan data diuji Tukey. Apabila ragam data dinyatakan homogen dan aditif maka dilanjutkan dengan uji anava, selanjutnya apabila terdapat pengaruh nyata data diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Uji korelasi dilakukan untuk melihat hubungan antara respirasi tanah dengan suhu, kadar air, pH, dan C-organik tanah, serta uji korelasi antara populasi dan keanekaragaman mesofauna terhadap produksi jagung, panjang dan diameter tongkol jagung.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Residu biochar, kotoran ayam, dan kombinasi keduanya pada pertanaman jagung manis tidak berpengaruh pada SOT, 14 HST dan 45 HST, tetapi berpengaruh pada 75 HST terhadap populasi mesofauna tanah. Sedangkan terhadap keanekaragaman mesofauna tanah tidak ada yang berpengaruh.
2. Terdapat korelasi positif antara kadar air dan populasi mesofauna tanah pada waktu pengamatan 75 HST, dan terdapat korelasi negatif antara C-organik dan populasi mesofauna tanah pada waktu 14 HST, 45 HST, dan 75 HST. Nilai suhu dan pH tanah tidak berkorelasi.
3. Tidak terdapat korelasi antara populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah dan panjang jagung, brangkasan kering, berat jagung (g tanaman^{-1}), dan berat jagung (ton ha^{-1}).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa residu biochar dan kotoran ayam selama empat musim tanam kurang dapat mempengaruhi populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah. Oleh karena itu, penulis menyarankan untuk melanjutkan penggunaan biochar dan kotoran ayam secara berkelanjutan. Tujuannya untuk meningkatkan populasi dan keanekaragaman meofauna tanah, memperbaiki kesuburan tanah serta meningkatkan produktifitas tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, J., Wati, R. dan Handayani, T. 2023. Peningkatan Kapasitas Tukar Kation Tanah Melalui Residu Biochar dan Perannya dalam Retensi Hara diLahan Kering. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 25(2): 112-120.
- Amelia, D. dan Wardati, R. 2021. Pengaruh Residu Biochar Sekam Padi terhadap Sifat Fisik Tanah dan Ketersediaan Air pada Inceptisol. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Basah*, 10(1): 1-10.
- Amir, N., Paridawati, I., Sofian, A. dan Susanto. 2023. Potensi peningkatan hasil bawang merah (*allium ascalonicum* L) melalui komposisi media tanam dan pupuk organik cair di polybag. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agoteknologi*. 18(1): 6-11.
- Andri, M. 2024. *Populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah akibat aplikasi ameliabiochar dan kotoran ayam pada pertanaman jagung (Zea mays L,) musim tanam ke-3* (Skripsi, Universitas Lampung). Repositori Digital Universitas Lampung. Halaman 40.
- Badri, D.V., dan Vivanco, J. 2009. *Regulation and Function of Root Exudates. Plants, Cells and Evironment*. 32:666-681.
- Bahri, S. M., Merismon. dan Sutejo, S. 2020. Pemanfaatan Biochar dan Pupuk Kandang Ayam pada Pertanaman Jagung Hibrida di Tanah Ultisol. *Journal Galung Tropika*. 9(2) : 115–123.
- Bano, R. dan Roy, S. 2016. Extraction of soil microarthropoda: A low cost berlese tullgren funnels extractor. *Journal of Fauna and Biological Studies*. 3(2), 14- 17.
- Banuwa, I. S., Syam, T. dan Wiharso, D. 2011. Karakteristik Lahan Laboratorium Terpadu FP Unila. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 3 hal.
- BPS. 2023. *Produksi Jagung Manis*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.

- Bruckner, A. 2024. *Methods for the extraction of microarthropods from soil: A bibliography and guide (1905–2023)*. Soil Organisms, 96(1): 1–40.
- Castanho, C. T., Lorenzo, L. dan Oliveira, A. 2012. The importance of mesofauna and decomposition environment on leaf decomposition in three forests in southeastern Brazil. *Plant Ecology*, 213: 1303–1313.
- Da Silva, L. F., Kesumadewi, A A. I. dan Atmaja, I. W. D. 2023. Hubungan Keanekaragaman Mesofauna Tanah dengan Kadar Bahan Organik dan Kadar Air Tanah pada Ekosistem Hutan di Bali. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*. 13(3): 466–475.
- Fitriani, N., Mukti, A. dan Kusumo, B. 2022. Stabilitas pH Tanah dan Ketersediaan Fosfat akibat Residu Biochar dan Pupuk Organik. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(3): 190-199.
- Galli, L. dan Rellini, I. 2020. The Geographic Distribution of Protura (Arthropoda: Hexapoda). *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography*. 35: 51-69.
- Hartono, S., Mubarak, S. dan Lestari, A. 2021. Evaluasi Kinerja Biochar dan Pupuk Kandang Ayam pada Musim Tanam Kedua terhadap Produksi Jagung. *Jurnal Agroteknologi*, 15(2): 98-105.
- Haryono, S. 2020. *Pengaruh aplikasi biochar terhadap keanekaragaman mesofauna tanah pada lahan pertanian di Kabupaten Sleman*. Skripsi. Universitas Gadjah Mada.
- Hasibuan, R., Ginting, B. dan Tarigan, M. 2021. Keanekaragaman Mesofauna Tanah pada Perkebunan Kelapa Sawit dengan Pemberian Kompos Jangka Panjang. *Jurnal Ekologi Indonesia*, 29(2): 160-170.
- Hendarto, B. 2024. *Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt.)*. Skripsi. Universitas Lampung. Halaman 45.
- Herlina, R. dan Rahmatullah, A. 2024. Evaluasi dampak pemberian biochar terhadap populasi mesofauna tanah di lahan pertanian organik. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 45(2): 123–135.
- Husamah, F., Rohman, F. dan Sutomo, I. 2015. Pengaruh C-Organik dan Kadar Air Tanah terhadap Jumlah Jenis dan Jumlah Individu Collembola Sepanjang Daerah Aliran Sungai Brantas Kota Batu. *Prosiding Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS*.

- Islami, M., Suryani, D. dan Hidayati, N. 2024. Interaksi biochar dan pupuk organik terhadap keanekaragaman mesofauna tanah di lahan pertanian berkelanjutan. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. 12(1): 45–58.
- Ismail, A. dan Kurniawan, B. 2024. Pengelolaan Kesuburan Tanah yang Berkelanjutan untuk Peningkatan Produktivitas Jagung Manis. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 24(1): 45-55.
- Jannah, S. dan Salbiah, N. 2020. Peran biochar dalam meningkatkan aktivitas mesofauna tanah pada sistem pertanian agroforestri. *Jurnal Agroforestri Indonesia*. 8(3): 234–245.
- Janu, Y. F. dan Mutiara, C. 2021. Pengaruh Biochar Sekam Padi Terhadap Sifat Fisik Tanah dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea Mays*) Di Kelurahan Lape Kecamatan Aesesa. *AGRICA*. 14(1): 67-82.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2020. *Analisis Kinerja Perdagangan Jagung manis*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. Vol 10 No. 1B. 57 hal.
- Khan, S., Irshad, S. dan Mehmood, K. 2024. Biochar production and characteristics, its impacts on soil health, crop production, and yield enhancement: *Plants*, 13(2): 166.
- 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. *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*. 6(2): 145-162.
- Lehmann, J. dan Joseph, S. 2015. *Biochar for environmental management: Science, technology and implementation* (2nd ed.). Routledge.
- Lesthyana, F., Santi, R. dan Apriyanti, R. 2023. Pengaruh C-organik terhadap keanekaragaman mesofauna di areal perkebunan karet (*hevea brasiliensis*) desa Kemuja Bangka. *Jurnal Tani Indonesia*. 2(3): 29-40.
- Liang, W., Roger, A., Julie, C. dan Skreiberg. 2023. Production and characterization of biochar from biomasses. *Environmental Science & Technology*, 57(31): 11357–11372.
- Lubis, R. A., Mariana, Z. T. dan Aidawati. N. 2024. Pengaruh Biochar Tongkol Jagung dan Kotoran Sapi terhadap Sifat Kimia dan Total Populasi Bakteri pada Tanah Ultisol. *Agroekotek View*. 7(2): 1–13.

- Madej, G. J. dan Kozub, M. 2014. Possibilities of using soil microarthropods, with emphasis on mites (Arachnida, Acari, Mesostigmata), in assessment of successional stages in a reclaimed coal mine dump (Pszów, S Poland). *Biological Letters*, 51(1): 19–36.
- Mahnert, V. 2011. Pseudoscorpiones, In Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., dan Giribet, G, (Eds.). *Harvestmen: The Biology of Opiliones* 186–195.
- Mansyur, A., Swardana, A. dan Nafi'ah, H. 2022. Keberadaan dan Peran Mesofauna Tanah di Perkebunan Jeruk Siam (*Citrus nobilis*) di Kecamatan Bayongbong, Garut. *JAGROS: Jurnal Agroteknologi dan Sains*. 6(2): 98-34.
- Marlina, N., Aminah, R. I. S., Rosmiah. dan Setel, R. L. 2014. Aplikasi pupuk kandang kotoran ayam pada tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). Biosaintifika: *Journal of Biology & Biology Education*, 7(2).
- Mulyadi, A. dan Hidayat, S. 2020. Kualitas Habitat Mikro Tanah yang diperbaiki oleh Aplikasi Biochar terhadap Kesehatan Tanah. *Jurnal Biosains dan Lingkungan*, 7(1): 30-38.
- Nasution, A. R., Hafifah, N. dan Lubis, R. 2021. Efektivitas biochar limbah pertanian dalam memperbaiki pH dan C-organik tanah ultisol. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 6(2): 98–106.
- Niati, W., Oklima, A. M. dan Ayu, I. W. 2025. Pengaruh pemberian biochar tongkol jagung dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di lahan kering Desa Usar Mapin Kecamatan Alas Barat. *Jurnal Agroteknologi Universitas Samawa*. 5(1): 10–18.
- Nurida, N. 2022. Indikator dan Tingkat Kerentanan Degradasi Lahan Pertanian di Indonesia. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 44(3): 115-125.
- Nurida, N. L. dan Rachman, A. 2018. Potensi pembenah tanah biochar dalam pemulihan sifat tanah terdegradasi dan peningkatan hasil jagung pada Typic Kanhapludults Lampung. *Buana Sains*. 12(1): 1–9.
- Omkas, F. N., Rahim, I. dan Harsani. 2020. Keanekaragaman Mesofauna dan Makrofauna Tanah di Bawah Tegakan Lada Yang Diberikan Tabung Hara Biochar dan Jamur Mikoriza. *Prosiding Seminar Nasional SMIPT 2020 Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. 3(1): 167-172.

- Pranoto, E., Dewi, S. dan Puspita, R. 2022. Sifat Rekalsitran Biochar dan Potensinya sebagai Sekuestrasi Karbon Jangka Panjang. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 23(1): 1-10.
- Prasetyo, B. H., Yuwono, S. B. dan Putra, A. P. 2022. Pengaruh aplikasi biochar terhadap suhu dan kelembaban tanah pada lahan kering. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 24(1): 25–32.
- Purwanto, S., Gani, R. A. dan Suryani, E. 2020. Characteristics of Ultisols derived from basaltic andesite materials and their association with old volcanic landforms in Indonesia Sains Tanah . *Journal of Soil Science and Agroclimatology*. 17(2): 135–143.
- Putri, W. N., Nelvia, N. dan Idwar, I. 2023. Pengaruh biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max L, Merril*) serta makrofauna tanah di gawangan tanaman kelapa sawit. *Jurnal Agoteknologi*. 10(1): 23–32.
- Ritonga, N. M., Aisyah, S., Rambe, J. dan Wahyuni, S. 2022. Pengolahan kotoran ayam menjadi pupuk organik ramah lingkungan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 1(2): 1-29.
- Salsavira, K. 2024. Analisa kandungan C-organik tanah dan total populasi mikroorganisme tanah sebelum dan setelah aplikasi pupuk organik blotong pada lahan tebu PTPN XI di Kebun Mrawan dan Kebun RVO Tapen. *Jurnal Ilmu Tanah*. 1(1): 1-11.
- Santi, R., Gusmaini, G. dan Sarwendah, M. 2020. Identifikasi dan toleransi kemasaman mesofauna indigenous tanaman lada untuk pertumbuhan bibit lada (*piper nigrum L*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 4(2): 51-68.
- Setiawan, Y., Sugiyarto. dan Wiryanto. 2003. Hubungan populasi makrofauna dan mesofauna tanah dengan kandungan C, N, dan Polifenol, serta rasio C/N, dan Polifenol/N bahan organik tanaman. *Jurnal Biosmart*, 5(2): 134-137.
- Silalahi, Y., Kesumadewi, A. A. I. dan Atmaja, I. W. D. 2023. Keanekaragaman mesofauna tanah pada lahan pertanian sayuran konvensional dan organik di Kecamatan Baturiti. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*. 13(3).
- Simamora, B., Marbun, T. dan Hutagalung, M. 2021. Perubahan Sifat Fisik Tanah akibat Residu Biochar dan Dampak terhadap Struktur Agregat. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 26(4): 310-318.

- Siregar, F. A. dan Hanum, C. 2020. Pengaruh residu pupuk organik terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 22(2): 89–96.
- Sulastri, L. dan Ardiansyah, A. 2021. Pengaruh kombinasi biochar dan pupuk kandang terhadap perubahan sifat kimia tanah Ultisol. *Jurnal Tanah Tropika*, 26(1): 45–53.
- Suparman, S., Bachtiar, T. dan Nugroho, D. 2020. Keragaman Mesofauna Tanah sebagai Indikator Kesehatan Ekosistem Lahan Kering. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 17(3): 150-160.
- Suryani, T. 2019. Penentuan kadar air tanah dengan metode gravimetri pada berbagai kedalaman tanah Ultisol. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 8(1): 45–52.
- Susilawati, S. dan Roslina, R. 2023. Efek Residu Pupuk Organik terhadap Produktivitas Tanaman dan Kualitas Tanah Selama Dua Tahun. *Jurnal Tanah Tropika*, 28(1): 50-60.
- Sutiono, Y., Prasetya, B. dan Sulastri, E. 2020. Karakteristik biochar arang sekam padi dan pengaruhnya terhadap sifat fisik tanah. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 22(1): 1–10.
- Thamrin, T. N. dan Hama, S. 2020. Pengaruh pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan vegetative tanaman jagung (*zea mays* L). *Jurnal Sains dan Teknologi*. 1(4): 66-70.
- Triana, V., Lukiwati, D. R. dan Yafizham. 2019. Pengaruh pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays Saccharata*) di Jepara. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(2): 262-269.
- Utami, S. R., Suriadikarta, D. A. dan Sutarta, E. S. 2020. Respon keanekaragaman fauna tanah terhadap parameter lingkungan tanah pada sistem pertanian berkelanjutan. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 22(1): 17–24.
- Van Groenigen, J. W. dan Lubbers, I. M. 2018. Soil mineral nitrogen content is increased by soil mesofauna and nematodes – a meta-analysis. *Soil Organisms*. 95(2): 123–138.

- Wahyuni, S., Kadarwati, S dan Aprilial, R. 2022. *Biofertilizer berbasis biochar untuk remediasi lahan pertanian Indonesia*. Dalam Konservasi Alam Jilid 2 (hlm, 145–170). Universitas Negeri Semarang.
- Widyastuti, R. dan Supriyadi, S. 2019. Pengaruh kondisi tanah terhadap keanekaragaman mesofauna pada berbagai penggunaan lahan. *Jurnal Agroekologi*. 11(2): 87–95.
- Wulandari, R. dan Sutanto, A. 2023. Hubungan Kandungan Bahan Organik dengan Kepadatan Populasi Mesofauna di Lahan Sayuran. *Jurnal Biodiversitas*, 24(5): 2300-2308.