

**APLIKASI BERBAGAI JENIS *BIOCHAR* DAN PEMUPUKAN FOSFOR  
TERHADAP LAJU RESPIRASI TANAH PADA  
PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**BENI IRAWAN  
1914181001**



**JURUSAN ILMU TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### **APLIKASI BERBAGAI JENIS *BIOCHAR* DAN PEMUPUKAN FOSFOR TERHADAP LAJU RESPIRASI TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

Oleh

**Beni Irawan**

Budidaya Jagung (*Zea mays* L.) pada tanah marginal seperti tanah Ultisol akan memiliki produktivitas yang rendah. Hal tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti rendahnya kandungan hara, bahan organik, dan aktivitas mikroorganisme. Aktivitas mikroorganisme di dalam tanah dapat dilihat melalui laju respirasi tanah dimana kadar CO<sub>2</sub> yang dilepaskan oleh mikroorganisme tanah tersebut diukur. Penelitian ini bertujuan untuk melihat laju respirasi tanah pada Tanaman Jagung akibat aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan fosfor. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu (LTPD), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Maret 2022 sampai dengan Desember 2023. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama terdiri dari empat taraf yaitu B<sub>0</sub>: tanpa *biochar* (0 Mg ha<sup>-1</sup>); B<sub>1</sub>: *biochar* sekam padi (10 Mg ha<sup>-1</sup>); B<sub>2</sub>: *biochar* tongkol jagung (10 Mg ha<sup>-1</sup>); B<sub>3</sub>: *biochar* batang singkong (10 Mg Mg ha<sup>-1</sup>). Faktor kedua terdiri dari dua taraf yaitu P<sub>0</sub>: tanpa pupuk fosfor (0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>); P<sub>1</sub>: pupuk fosfor (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>). Hasil penelitian menunjukkan bahwa respirasi tanah dengan perlakuan berbagai jenis *biochar* lebih tinggi dari pada perlakuan tanpa *biochar* pada pengamatan 106 HST. Sedangkan pemupukan fosfor lebih tinggi dari pada perlakuan tanpa pemupukan fosfor pada pengamatan 52 dan 106 HST. Aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan fosfor tidak terdapat interaksi terhadap respirasi tanah pada semua pengamatan.

---

Kata kunci: *Biochar*, pemupukan fosfor, dan respirasi tanah

## **ABSTRACT**

### **APPLICATION OF VARIOUS TYPES OF BIOCHAR AND PHOSPHORUS FERTILIZATION ON SOIL RESPIRATION RATE IN CORN CROPPING (*Zea Mays L.*)**

**By**

**Beni Irawan**

*Corn cultivation (*Zea mays L.*) in marginal soils such as Ultisols will have low productivity. It is influenced by various factors such as low nutrient content, organic matter, and microorganisms activity. The activity of microorganisms in the soil can be seen through the soil respiration rate where the CO<sub>2</sub> released by the soil microorganisms is measured. This study aims to look at the rate of soil respiration in corn plants due to the application of various types of biochar and phosphorus fertilization. This research was conducted at the Integrated Field Laboratory (LTPD), Faculty of Agriculture, University of Lampung from March 2022 to December 2023. This research was conducted using a Randomized Block Design (RAK) which was arranged factorially with two treatment factors. The first factor consisted of four levels, namely B<sub>0</sub>: without biochar (0 Mg ha<sup>-1</sup>); B<sub>1</sub>: rice husk biochar (10 Mg ha<sup>-1</sup>); B<sub>2</sub>: corn cob biochar (10 Mg ha<sup>-1</sup>); B<sub>3</sub>: cassava stem biochar (10 Mg Mg ha<sup>-1</sup>). The second factor consisted of two levels, namely P<sub>0</sub>: without phosphorus fertilizer (0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>); P<sub>1</sub>: phosphorus fertilizer (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>). The results showed that soil respiration treated with various types of biochar was higher than the treatment without biochar at 106 DAP observations. While phosphorus fertilization was higher than the treatment without phosphorus fertilization at 52 and 106 DAP observations. The application of various types of biochar and phosphorus fertilization did not have an interaction with soil respiration in all observations.*

---

*Key words: biochar, phosphorus fertilization, and soil respiration.*

**APLIKASI BERBAGAI JENIS *BIOCHAR* DAN PEMUPUKAN FOSFOR  
TERHADAP LAJU RESPIRASI TANAH PADA  
PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

Oleh

**Beni Irawan**

**Skripsi**

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

Pada

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



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **APLIKASI BERBAGAI JENIS *BIOCHAR* DAN PEMUPUKAN FOSFOR TERHADAP LAJU RESPIRASI TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

Nama Mahasiswa : **Beni Irawan**


NPM : **1914181001**


Program Study : **Ilmu Tanah**

Fakultas : **Pertanian**




1. Komisi Pembimbing

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

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

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

  
Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.  
NIP 196611151990101001

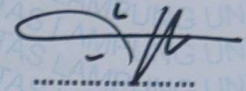
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

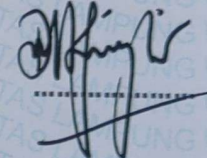
**Ketua : Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**



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



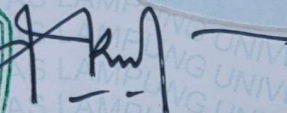
**Penguji  
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



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



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 04 Agustus 2023**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Aplikasi Berbagai Jenis *Biochar* dan Pemupukan Fosfor terhadap Laju Respirasi Tanah pada Pertanaman Jagung (*Zea Mays L.*)”** merupakan hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian dosen, yaitu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., Prof. Dr. Ir. Jamalam Lumbanraja, M.Sc. dan Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si. dengan sumber dana DIPA Fakultas Pertanian, Universitas Lampung T.A 2021. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini ditemukan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 4 Agustus 2023  
Yang membuat pernyataan



Beni Irawan  
1914181001

## RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Transpram pada tanggal 06 Oktober 1999, sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak Supingi dan Ibu Mai Munah. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di SDN Rajabasa Lama II pada tahun 2013, SMP N 1 Labuhan Ratu pada tahun 2016, dan SMA N 1 Way Jepara pada tahun 2019.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Pelatihan Pertanian Lampung, Lampung Selatan pada bulan Juli 2022. Penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Labuhan Ratu VI, Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung Timur pada bulan Februari tahun 2022. Selama masa perkuliahan, penulis pernah menjadi Asisten dosen praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Biologi Tanah, dan Kesuburan Tanah. Selain itu, penulis pernah menjadi tutor Forum Ilmiah Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung (FILMA FP Unila) pada tahun 2020/2021, anggota bidang 2 Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila (GAMATALA) pada tahun 2020/2021. Ketua Forum Ilmiah Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung (FILMA FP Unila) pada tahun 2021/2022, Bendahara Forum Mahasiswa Islam (FMI) Bandar Lampung pada tahun 2022/2023. Selain itu, penulis memiliki beberapa prestasi diantaranya pendanaan Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) Universitas Lampung pada tahun 2022, Juara 2 Lomba *Soil Judging Contest* (SJC) tingkat nasional pada tahun 2022, juara 2 Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional pada tahun 2022, dan Juara 1 Lomba Teknologi dan Inovasi Bappeda Lampung Timur pada tahun 2022.



## **PERSEMBAHAN**

*Bismillahirrohmanirrohim*

*Alhamdulillah rabbi 'alamin*

Skripsi ini merupakan bagian dari ibadahku kepada Allah SWT, karena kepada-Nyalah kami menyembah dan kepada-Nyalah kami mohon pertolongan. Saya persembahkan karya kecil ini dengan kesungguhan cinta kepada:

Dua orang paling berharga bagi hidup saya, Bapak Supingi dan Ibu Mai Munah yang selalu mendukung tindakan dalam bentuk apapun untuk hidup saya serta mengiringi saya dengan doa yang selalu bapak dan ibu panjatkan setiap saat sehingga langkah saya selalu dimudahkan hingga saat ini;

Kakakku Bayu Suseno, Samudra, Eka Wahyuni, Maya, dan ponakanku Faris, Fairus, Fardan, dan Farid, beserta seluruh keluarga besar yang selalu mendukung dan memotivasi selama saya menempuh pendidikan hingga sampai tahap ini;

Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., dan Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si., yang telah membimbing selama di bangku perkuliahan, serta bapak ibu dosen yang telah menjadi orang tua kedua selama saya menempuh pendidikan di kampus yang tak jemu mengajarkan dan membimbing dengan tulus dan ikhlas hingga saya berhasil mencapai gelar sarjana;

Teman-Teman seperjuangan yang telah berjuang bersama dari awal sampai saat ini dan selalu menjaga silaturahmi dimanapun saya berada.

## MOTTO

Allah tidak akan merubah nasib (seseorang) suatu kaum apabila ia tidak ingin atau mau merubah nasibnya sendiri.

(QS. Ar-Ra'd : 11).

Barang siapa yang hendak menginginkan dunia, maka hendaklah ia menguasai ilmu. Barangsiapa menginginkan akhirat hendaklah ia menguasai ilmu, dan barangsiapa yang menginginkan keduanya (dunia dan akhirat) hendaklah ia menguasai ilmu.

(HR Ahmad).

Yakinlah usaha kerasmu saat ini akan berbuah manis di masa depan

(Penulis)

Sarjana yang mubaligh, mubaligh yang sarjana

(Penulis)

Ilmu adalah kehidupan bagi pikiran

(Abu bakar)

Rahasia kesuksesan adalah melakukan hal yang biasa secara tak terbiasa

(John D. Rockefeller Jr.)

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan rahmat-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Aplikasi Berbagai Jenis *Biochar* dan Pemupukan Fosfor terhadap Laju Respirasi Tanah pada Pertanaman Jagung (*Zea Mays L.*)”. Penulis juga menyampaikan terima kasih dengan penuh rasa hormat dan kerendahan hati atas dukungan dari berbagai pihak baik secara materil maupun moril sehingga penyusunan skripsi ini selesai tepat pada waktunya, yaitu kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Utama, yang telah membimbing, memberikan saran dan memotivasi selama proses penulisan skripsi ini.
4. Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang telah membimbing, memberikan masukan, saran, serta memotivasi saya dalam proses perkuliahan sampai penulisan skripsi ini.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc. selaku Dosen Penguji, yang telah membimbing dan memberikan saran dan masukan selama proses penulisan skripsi ini.
6. Orang tuaku Ayahanda Supingi dan Ibunda Mai Munah yang senantiasa memberikan pengorbanan, motivasi, doa, cinta dan kasih sayang serta dukungan dan semangat kepada penulis selama penyusunan skripsi.

7. Untuk kakak-kakakku, Bayu Suseno dan Samudra yang selalu memberikan semangat, serta mendengarkan berbagai keluh kesah penulis selama penyusunan skripsi.
8. Untuk mb iparku, Eka dan Maya yang selalu memberikan semangat, serta mendengarkan berbagai keluh kesah penulis selama penyusunan skripsi.
9. Untuk ponakanku, Faris, Fairus, Fardan, dan Farid yang selalu memberikan keceriaan, dan semangat selama penyusunan skripsi.
10. Dimas, Nuki, Desva, Anisa, Annida, Fina, Tri, Wulan, Galuh, dan Dian yang membantu penulis dalam analisis laboratorium, menulis skripsi, berbagi keluh-kesah, dan tempat berdiskusi.
11. Teman-teman seperjuangan PPM'19 Rosyid, Restu, Andi, Fragil, David, Melka, Rara, Ayuk, Sita, Iis, Sofi, Selfy, Desty, Ines, Annis, Anggit, Prize, Salisa yang membantu penulis dalam menulis skripsi, memberikan motivasi, dan tempat berdiskusi.
12. Teman-teman seperjuangan Penelitian berbagai jenis *biochar* dan pemupukan kak Fairus, bang Gede, bang Juanda, Aci, Alfina, Annur, Tri, Wulan, yang telah membantu, bekerja sama, dan memahami karakter satu sama lain sehingga kegiatan tersebut terlewati dengan baik.
13. Teman-teman seperjuangan Praktik Umum di BPP Lampung Annida, Selfy, dan Teva yang telah membantu, bekerja sama, dan memahami karakter satu sama lain sehingga kegiatan tersebut terlewati dengan baik.
14. Teman-teman seperjuangan kos-kosan mas Rian, mas Ari, mas Sholeh, mas Faizal, mas Falah, mas Andika, mas Husen, Rosyid Fadli, Jamus, Bima, Wahyu, Rozak, Zaki, Alfian, Restu, Sabili yang membantu penulis dalam menulis skripsi, berbagi keluh-kesah, dan tempat berdiskusi.
15. Teman-teman seperjuangan KKN Lady, Endri, Sovi, Aul, dan Sherly yang membantu penulis dalam menulis skripsi, memberikan motivasi, dan tempat berdiskusi.
16. Teman-teman seperjuangan FILMA Dwi, Hikmah, dan Rara yang membantu penulis dalam menulis skripsi, memberikan motivasi, dan tempat berdiskusi.

17. Teman-teman seperjuangan Donat Siger Endri, Dewi, Vina, dan Jihan yang membantu penulis dalam menulis skripsi, memberikan motivasi, dan tempat berdiskusi.
18. Teman-teman seperjuangan Ilmu Tanah 2019 Dimas Arianto, Desva Melia Sari, Diah Safitri Handayani, Muhammad Frayoga Janata, Abdi Fawwaz Pasya, Anisa Ari Fitriani, Jessica Amarastha Hayu Panjerratri, Teva Agnes Arianti, Zakiyya Nabeela Albajili, Galih Setiawan, Annur Mutiatul Khomsah, Rizki Abdillah, Al Adelia Mei Sandi, Marcelin Dinata, Deva Maharani Wirakrama, Muhammad Sofyan Syah, Tri Lestari, Reka Tiana, Rachelia Novia Amanda, Ade Putri Aisyah, Galuh Novrillia Puspita, Wulandari, Dinda Adelia Pramesti, Erwin Hidayah, Mella Rose Wijayanti, Reki Ramadhani, Maisyaroh, Selfy Nursyifa, Desi Lestari, Danang Arjuana, Muhammad Rizki, Kurnia Rahma Dani, Tazkia Assyifa Nur, Annida, Alfina Dwiyantri, Indra Riswanto, Ezta Kharisma Wijayanti, Nuki Aisah, Andika Ferdiansyah, Mahadma YD, Meidita Husnulia Pubian Turi, Cindy Fidia Salsabila, Ersa Julia Ananda, Dian Estuning Passawane, dan Muhammad Andri Saputra yang saling membantu, memberikan motivasi, tempat saling bertukar cerita, menyemangati dari awal perkuliahan hingga penulis menyelesaikan studi S1-nya di Universitas Lampung.
19. *Thanks for myself* yang tetap kuat dan semangat dalam menghadapi berbagai lika-liku dan pendramaan dalam bentuk apapun sehingga saya mampu berada di tahap akhir bangku perkuliahan dalam menempuh gelar sarjana.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi penulis dan pembacanya. Dengan mengucapkan Alhamdulillah, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Bandar Lampung, 4 Agustus 2023  
Penulis,

**Beni Irawan**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	5
1.5 Hipotesis .....	8
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>9</b>
2.1 Tanaman Jagung .....	9
2.2 Tanah Ultisol.....	11
2.3 <i>Biochar</i> .....	12
2.4 Unsur Hara Fosfor.....	14
2.5 Respirasi Tanah.....	15
<b>III. BAHAN DAN METODE</b> .....	<b>18</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	18
3.2 Bahan dan Alat.....	18
3.3 Metode Penelitian .....	18
3.4 Sejarah Lahan.....	20
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.5.1 Pembuatan <i>Biochar</i> .....	20
3.5.2 Persiapan Lahan .....	21
3.5.3 Pembuatan Petakan Percobaan .....	21
3.5.4 Aplikasi <i>Biochar</i> .....	21
3.5.5 Penanaman .....	22

3.5.6 Pemupukan.....	22
3.5.7 Pengamatan.....	22
3.5.8 Pemeliharaan Tanaman.....	23
3.5.9 Panen.....	23
3.5.10 Analisis Tanah.....	23
3.6 Variabel Pengamatan.....	24
3.6.1 Variabel Utama.....	24
3.6.2 Variabel Pendukung.....	26
3.7 Analisis Data.....	28
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
4.1 Hasil dan Pembahasan.....	30
4.1.1 Sifat Kimia Tanah dan Karakteristik <i>Biochar</i> .....	30
4.1.2 Dinamika Respirasi Tanah pada Tanaman Jagung.....	33
4.1.3 Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah pada Pertanaman Jagung.....	35
4.1.4 Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH, Kadar Air, C-organik, Suhu Tanah, dan Produksi Tanaman Jagung, serta P-Tersedia.....	38
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>53</b>
5.1 Simpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Analisis Tanah Awal Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung.....	30
2. Karakteristik Berbagai Jenis <i>Biochar</i> .....	31
3. Ringkasan Analisis Ragam Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 0, 7, 52, dan 106 HST.....	35
4. Pengaruh Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST dan 106 HST.....	37
5. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> terhadap Respirasi Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST.....	38
6. Ringkasan Analisis Ragam Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 0, 7, 52, dan 106 HST.....	39
7. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	40
8. Ringkasan Analisis Ragam Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 0, 7, 52, dan 106 HST. ....	41
9. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> terhadap Kadar Air Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST.....	42
10. Ringkasan Analisis Ragam Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap C-organik Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	43



11. Ringkasan Analisis Ragam Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 0, 7, 52, dan 106 HST.....	44
12. Ringkasan Analisis Ragam Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Produksi Jagung pada Tanaman Jagung Saat 110 HST.....	45
13. Pengaruh Aplikasi Pemupukan Fosfor terhadap Produksi Jagung pada Tanaman Jagung Saat 110 HST. ....	46
14. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap P-Tersedia Tanah pada Tanaman Jagung Saat 110 HST. ....	47
15. Uji Korelasi antara pH Tanah, Kadar Air Tanah, C-organik Tanah, dan Suhu Tanah dengan Respirasi Tanah dan Uji Korelasi antara Respirasi Tanah dengan Produksi Jagung.....	49
16. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah ( $C-CO_2$ mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	65
17. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah ( $C-CO_2$ mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST.....	65
18. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah ( $C-CO_2$ mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST.....	66
19. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah ( $C-CO_2$ mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	66
20. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah ( $C-CO_2$ mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST.....	67
21. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah ( $C-CO_2$ mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST.....	67
22. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah ( $C-CO_2$ mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	68

23. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST.....	68
24. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST.....	69
25. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	69
26. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST.....	70
27. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST.....	70
28. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	71
29. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	71
30. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	72
31. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	72
32. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	73
33. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	73
34. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	74
35. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	74

36. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	75
37. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	75
38. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	76
39. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap pH Tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	76
40. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	77
41. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	77
42. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	78
43. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	78
44. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	79
45. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	79
46. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	80
47. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	80

48. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	81
49. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	81
50. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	82
51. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Kadar Air Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	82
52. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap C-organik Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	83
53. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap C-organik Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	83
54. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap C-organik Tanah (%) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	84
55. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah (°C) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	84
56. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah (°C) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	85
57. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah (°C) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	85
58. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah (°C) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	86
59. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah (°C) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	86

60. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	87
61. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	87
62. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	88
63. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	88
64. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	89
65. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	89
66. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Suhu Tanah ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada Tanaman Jagung Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	90
67. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Produksi Jagung ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	90
68. Uji Homogenitas Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Produksi Jagung ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	91
69. Analisis Ragam Hasil Aplikasi Berbagai Jenis <i>Biochar</i> dan Pemupukan Fosfor terhadap Produksi Jagung ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	91
70. Hasil Uji Korelasi antara pH Tanah dengan Respirasi Tanah ( $\text{C-CO}_2 \text{ mg jam}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	92
71. Hasil Uji Korelasi antara pH Tanah dengan Respirasi Tanah ( $\text{C-CO}_2 \text{ mg jam}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	92
72. Hasil Uji Korelasi antara pH Tanah dengan Respirasi Tanah ( $\text{C-CO}_2 \text{ mg jam}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	92

73. Hasil Uji Korelasi antara pH Tanah dengan Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST..	92
74. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air Tanah (%) dengan Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	93
75. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air Tanah (%) dengan Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	93
76. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air Tanah (%) dengan Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	93
77. Hasil Uji Korelasi antara Kadar Air Tanah (%) dengan Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST .....	93
78. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah (%) dengan respirasi tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST .....	94
79. Hasil Uji Korelasi antara Suhu Tanah (°C) dengan Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 0 HST. ....	94
80. Hasil Uji Korelasi antara Suhu Tanah (°C) dengan Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 7 HST. ....	94
81. Hasil Uji Korelasi antara Suhu Tanah (°C) dengan Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 52 HST. ....	94
82. Hasil Uji Korelasi antara Suhu Tanah (°C) dengan Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST. ....	95
83. Hasil Uji Korelasi antara Respirasi Tanah (C-CO <sub>2</sub> mg jam <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) dengan produksi jagung (Mg ha <sup>-1</sup> ) pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST .....	95

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir kerangka pemikiran.....	8
2. Tata letak percobaan. ....	19
3. Sketsa Pengukuran respirasi tanah di lapang. kiri: kontrol (a) ; kanan: .....	24
4. Dinamika respirasi tanah dengan aplikasi berbagai jenis <i>biochar</i> dan pemupukan fosfor pada tanaman jagung pengamatan SOT, 0, 7, 52, dan 106 HST. (SOT= sebelum olah tanah; HST= hari setelah tanam; B <sub>0</sub> = tanpa <i>biochar</i> ; B <sub>1</sub> = <i>biochar</i> sekam padi 10 Mg ha <sup>-1</sup> ; B <sub>2</sub> = <i>biochar</i> tongkol jagung 10 Mg ha <sup>-1</sup> ; B <sub>3</sub> = <i>biochar</i> batang singkong 10 Mg ha <sup>-1</sup> ; P <sub>0</sub> = tanpa pemupukan fosfor; P <sub>1</sub> = pemupukan fosfor 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> ).....	33
5. Korelasi antara kadar air tanah dengan respirasi tanah (A) pengamatan saat 52 HST dan (B) pengamatan 106 HST. ....	50
6. Korelasi antara suhu tanah dengan respirasi tanah pada Tanaman Jagung Pengamatan 106 HST.....	50
7. Korelasi antara respirasi tanah dengan produksi jagung pada tanaman jagung pengamatan 106 HST .....	51

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman Jagung (*Zea mays* L) banyak dibudidayakan di Indonesia karena bermanfaat sebagai sumber bahan pangan berkarbohidrat tinggi yang dapat digunakan sebagai sumber makanan pokok setelah padi (Lukmansyah, 2020). Selain sebagai sumber karbohidrat jagung juga ditanam sebagai bahan baku industri (Prahasta, 2009). Menurut Kementerian Pertanian (2021) impor jagung Indonesia pada tahun 2018 sebesar 1,15 juta Mg, kemudian pada tahun 2019 meningkat menjadi 1,44 juta Mg, dan pada tahun 2020 sebesar 1,24 juta Mg. Hal ini menunjukkan bahwa produksi jagung saat ini belum memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Menurut Kementerian Pertanian (2020) produktivitas jagung di Lampung pada tahun 2017-2019 terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2017 produktivitasnya sebesar 5,21 Mg ha<sup>-1</sup>, kemudian pada tahun 2018 meningkat menjadi 5,85 Mg ha<sup>-1</sup>, dan pada tahun 2019 meningkat menjadi 6,94 Mg ha<sup>-1</sup>. Namun, menurut Susilowati dan Kusumo (2018) produktivitas jagung 6,94 Mg ha<sup>-1</sup> masih belum optimal karena produktivitas jagung dapat ditingkatkan sampai 12 Mg ha<sup>-1</sup> dengan cara pengolahan tanah dan pemupukan yang tepat.

Produktivitas jagung yang belum optimal di Provinsi Lampung salah satunya disebabkan mayoritas jenis tanahnya adalah Ultisol. Tanah Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia. Sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti di Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha),



dan Nusa Tenggara (53.000 ha) (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Menurut Banuwa dkk. (2011) jenis tanah di Laboratorium Lapang Terpadu Unila umumnya seragam yaitu jenis tanah Ultisol dengan beberapa perubahan sifat kimia akibat aplikasi perlakuan secara berkelanjutan. Menurut Fahrussyah dkk. (2021) tanah Ultisol memiliki ciri kandungan hara dan C-organik rendah. Selain itu, menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006) Ultisol mengandung Fe dan Al yang tinggi, ion Al dan Fe yang terlarut dapat menyebabkan P terfiksasi membentuk ikatan Al-P dan Fe-P sehingga P menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Selain itu, miskin kandungan hara makro terutama P, K, Ca, dan Mg sehingga dalam penggunaan untuk lahan pertanian terutama lahan pangan dapat menghambat pertumbuhan tanaman jika tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, perlu pengelolaan tanah ultisol yang tepat agar kualitas tanah Ultisol meningkat. Menurut Putriani dkk. (2022) pengelolaan tanah ultisol dengan menggunakan *biochar* batang singkong 10 Mg ha<sup>-1</sup> sebagai bahan pembenah tanah lebih tinggi meningkatkan P-terdapat yaitu sebesar 12,73 ppm sedangkan tanpa *biochar* yaitu sebesar 9,94 ppm.

*Biochar* adalah produk kaya karbon yang diperoleh dari bahan organik dengan metode pirolisis. Pirolisis adalah proses dekomposisi biomassa bahan organik padat melalui pemanasan pada kondisi rendah oksigen atau tanpa oksigen (Febriyanti dkk., 2019). Bahan baku *biochar* berasal dari limbah pertanian ber C/N tinggi, seperti residu kayu-kayuan, sekam padi, tongkol jagung, batang singkong atau sumber bahan organik lainnya yang mempunyai karakter sulit didekomposisi. *Biochar* merupakan bahan organik yang memiliki sifat stabil dan menjadi pilihan cara pengaplikasian limbah pertanian ber C/N tinggi ke dalam tanah untuk tujuan pemulihan dan peningkatan kualitas kesuburan tanah yang terdegradasi karena aplikasi *biochar* ke tanah dapat membenahi beberapa sifat tanah diantaranya memperbaiki struktur tanah, meningkatkan total ruang pori, kapasitas menahan air, pH tanah, KTK tanah, dan meningkatkan kapasitas retensi nutrisi (Kumar dk., 2022). Selain itu, *biochar* juga menyediakan habitat yang baik bagi mikroorganisme tanah, sehingga memacu aktivitas mikroorganisme tanah dalam menyuburkan tanah dan memperbaiki pertumbuhan tanaman (Arifin

dkk., 2022) . Potensi bahan baku *biochar* di Provinsi Lampung tergolong tinggi karena dapat dibuat dari berbagai jenis limbah sisa pertanian yang banyak ditemukan diantaranya sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong (Aini dkk., 2022).

Selain menambahkan *biochar* sebagai pembenah tanah, upaya untuk memperbaiki sifat-sifat tanah Ultisol terhadap rendahnya kandungan ketersediaan P dapat dilakukan dengan cara pemupukan fosfor. Unsur hara fosfor merupakan salah satu faktor pembatas pertumbuhan tanaman di tanah Ultisol, sehingga pemberian pupuk fosfor diharapkan mampu direspon dengan baik oleh tanah dan tanaman sehingga kesuburan tanah dapat meningkat dan pertumbuhan tanaman serta produksi tanaman dapat optimal (Aswiguna dkk., 2022). Ketersediaan fosfor bagi tanaman menjadi sangat penting karena perannya dalam merangsang pertumbuhan akar terutama pada awal pertumbuhan, pembelahan sel, mempercepat proses pematangan buah, pembentukan bunga, perbaikan kualitas tanaman, dan sebagai pengangkut energi hasil metabolisme dalam tanaman (Mandalika, 2014)

Aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan fosfor akan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Salah satu sifat biologi tanah yang dapat dijadikan sebagai indikator kesuburan tanah adalah respirasi tanah. Respirasi tanah adalah CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari aktivitas mikroorganisme dan akar tanaman (Putri dkk., 2020). Dengan meningkatnya laju respirasi maka meningkat pula laju dekomposisi bahan organik, proses metabolisme yang menghasilkan produk sisa berupa CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, serta pelepasan energi oleh biota tanah (Jauhiainen dkk., 2012). Menurut Berutu dkk. (2019) *biochar* dapat meningkatkan respirasi tanah dengan cara menyediakan ruang pori tanah yang dapat menjadi habitat yang baik bagi mikroorganisme dan menurut Septiana dkk. (2023) unsur hara fosfor (P) meningkatkan respirasi tanah dengan merangsang tanaman untuk menghasilkan eksudat akar. Mikroorganisme akan memanfaatkan eksudat akar sebagai sumber karbon dan energi sehingga eksudat yang meningkat akan meningkatkan respirasi tanah. Selain itu, unsur hara fosfor (P) memiliki peran meningkatkan

perkembangan akar menjadi lebih baik dan luas. Perakaran yang luas akan meningkatkan CO<sub>2</sub> (respirasi tanah).

Berdasarkan uraian di atas, pengaruh penggunaan *biochar* dan pemupukan fosfor berpotensi meningkatkan laju respirasi tanah yang akan mengakibatkan meningkatnya kesuburan tanah dan produksi tanaman jagung. Penggunaan berbagai jenis *biochar* dan pemupukan Fosfor terhadap laju respirasi tanah yang diaplikasikan terhadap tanaman jagung belum banyak dilakukan, masih diperlukan penelitian untuk mendukung hal ini. Oleh sebab itu, maka diperlukan penelitian untuk mengetahui akibat aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan Fosfor terhadap laju respirasi pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah aplikasi berbagai jenis *biochar* berpengaruh terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung?
2. Apakah pemupukan fosfor berpengaruh terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung?
3. Apakah terdapat interaksi antara aplikasi berbagai jenis *biochar* dengan pemupukan Fosfor terhadap respirasi tanah pada tanaman jagung?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah adalah:

1. Mempelajari pengaruh aplikasi berbagai jenis *biochar* terhadap respirasi tanah pada tanaman jagung.
2. Mempelajari pengaruh pemupukan Fosfor terhadap respirasi tanah pada tanaman jagung.
3. Mempelajari pengaruh interaksi antara aplikasi berbagai jenis *biochar* dengan pemupukan Fosfor terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung.

#### 1.4 Kerangka Pemikiran

Tanah Ultisol termasuk jenis tanah yang kurang subur untuk pertumbuhan tanaman pangan seperti jagung. Sebab menurut Fitriatin dkk. (2014) tanah Ultisol mengandung bahan organik, unsur hara makro, dan ketersediaan P yang sangat rendah. Oleh sebab itu, perlu dilakukan peningkatan produktivitas tanah Ultisol dengan aplikasi pembenah tanah dan pemupukan. Pembenah tanah yang diberikan yaitu *biochar* (sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong).

Aplikasi *biochar* ke dalam tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan meningkatkan air dan kapasitas memegang nutrisi, meningkatkan kapasitas tukar kation, menjaga pH tanah, dan menjadikan tanah sebagai habitat yang lebih baik untuk mikroorganisme tanah (Lehmann dkk., 2006). Hal ini didukung dari hasil penelitian Mindari dkk. (2018) menunjukkan aplikasi *biochar* ke dalam tanah meningkatkan kemantapan agregat, nilai pH, C-organik, serta kandungan NPK tanah-tanah marginal. Selain itu, dari hasil penelitian Berutu dkk. (2019) menunjukkan *biochar* memiliki ruang pori makro dan mikro yang dapat berfungsi sebagai habitat yang baik bagi mikroorganisme tanah. Sedangkan menurut Agviolita dkk. (2021) ruang pori pada *biochar* dapat dapat memaksimalkan penyerapan air dan pengikatan unsur hara. Semakin besar ruang pori *biochar* maka semakin tinggi kemampuan *biochar* dalam meretensi unsur hara.

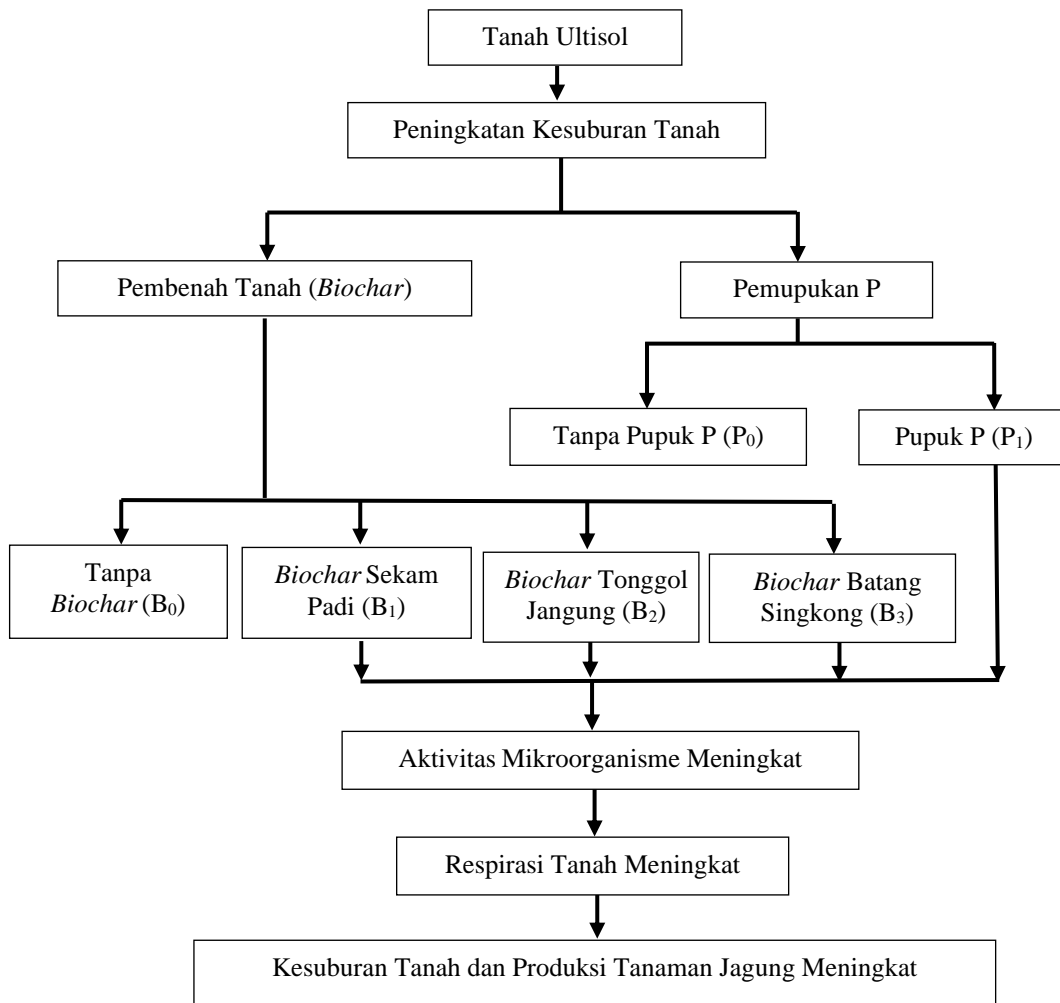
Berdasarkan hasil penelitian Niswati dkk. (2018) aplikasi *biochar* sekam padi dengan dosis 5% dari polybag yang berisi 5 kg tanah Ultisol sudah dapat meningkatkan laju respirasi tanah. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme meningkat dan membuat tanah menjadi lebih subur. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Arifin dkk. (2022) yang menyatakan *biochar* dapat menyediakan habitat yang baik untuk mikroorganisme tanah dan menurut Gani (2009) *biochar* tidak dikonsumsi oleh mikroorganisme seperti bahan organik lain tetapi *biochar* menyediakan habitat yang baik di dalam ruang porinya.

Kualitas *biochar* sebagai bahan pembenah tanah akan tergantung dari asal bahan dan cara pembuatannya, seperti sekam padi mengandung unsur Carbon 29,38 %, N-total 0,28 %, C/N 104,93, pH 6,92 (Aini dkk., 2022) P 0,6%, K 2,60% (Mateus, dkk. 2017). *Biochar* tongkol jagung mengandung unsur Carbon 54,58 %, N-total 0,66 %, C/N 82,70; pH 9,39 (Aini dkk., 2022), P 0,18%, dan K 0,78% (Suhartarto dkk., 2019). *Biochar* batang singkong mengandung unsur Carbon 58,53 %, N-total 0,52 %, C/N 112,56, pH 10,16 (Aini dkk., 2022), unsur P 0,21% dan K 0,94% (Islami, 2012). Berdasarkan data karakteristik masing-masing *biochar*. *Biochar* tongkol jagung berpotensi lebih tinggi dalam meningkatkan respirasi tanah. *Biochar* tongkol jagung memiliki C/N yaitu sebesar 82,70 lebih rendah dibandingkan dengan *biochar* sekam padi yaitu sebesar 104,93 dan *biochar* batang singkong yaitu sebesar 112,52. Tinggi rendahnya kandungan C/N *biochar* akan berdampak pada cepat lambatnya peningkatan kesuburan tanah dan resisten *biochar*. Menurut Arthawididya dkk. (2017) semakin rendah C/N rasio suatu bahan organik maka respon dalam mempengaruhi kesuburan tanah akan semakin cepat dibandingkan C/N rasio yang lebih besar. Selain itu, pH *biochar* tongkol jagung yang lebih besar dibandingkan *biochar* sekam padi dan tidak terlalu berbeda jauh dengan pH *biochar* batang singkong. pH tanah yang meningkat mendekati netral akan berkorelasi positif dalam peningkatan kesuburan tanah dan respirasi tanah. Oleh sebab itu, *biochar* tongkol jagung berpotensi lebih cepat dalam meningkatkan kesuburan tanah dan respirasi tanah.

Selain aplikasi *biochar* sebagai pembenah tanah, pemupukan fosfor juga dapat meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan ketersediaan P. Menurut Prasetyo dkk. (2022) Pemupukan fosfor 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> mampu meningkatkan kandungan P tersedia pada tanah Ultisol di Laboratorium Lapang Terpadu Universitas Lampung pada saat fase panen di tanaman jagung sebesar 1,82 ppm dibandingkan dengan tanpa pupuk P yang memiliki P tersedia sebesar 0,8 ppm. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian Santika (2022) pemupukan fosfor 154 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> mampu meningkatkan respirasi tanah pada tanah Ultisol di Natar, Lampung Selatan pada tanaman jagung manis yang berumur 77 hari setelah tanam sebesar 37,24 C-CO<sub>2</sub> mg jam<sup>-1</sup>m<sup>-2</sup> dibandingkan dengan tanpa pupuk P yang

memiliki respirasi sebesar  $28,79 \text{ C-CO}_2 \text{ mg jam}^{-1}\text{m}^{-2}$ . Hal ini sejalan dengan pendapat Septiana dkk. (2023) fosfor (P) akan mempengaruhi tanaman untuk mengeluarkan eksudat akar sebagai sumber karbon dan energi bagi mikroorganisme di dalam tanah sehingga eksudat yang meningkat akan meningkatkan respirasi tanah.

Berdasarkan hasil penelitian Santika (2022) perlakuan berbagai jenis *biochar* dan pemupukan fosfor di tanah Ultisol pada tanaman jagung manis menunjukkan respirasi yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal. Hal ini, menunjukkan adanya interaksi antara aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan Fosfor terhadap respirasi tanah karena *biochar* memiliki ruang pori tanah yang menjadi habitat yang baik bagi mikroorganisme (Berutu dkk., 2019) dan *biochar* memiliki gugus fungsional fenolik, karboksil, dan hidroksil yang bereaksi dengan ion  $\text{H}^+$  dalam tanah sehingga mengurangi konsentrasi  $\text{H}^+$  dilarutan dan menurunkan adsorpsi sebagian anion fosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) oleh oksida-hidrat Al dan Fe sehingga akan meningkatkan pH tanah dan meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah (Cha dkk., 2016). Selain itu, pemupukan fosfor juga akan meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah yang dapat mempengaruhi tanaman untuk menghasilkan eksudat sehingga meningkatkan respirasi tanah (Septiana dkk., 2023). Respirasi tanah yang tinggi menggambarkan kesuburan tanah baik yang akan menyebabkan produksi tanaman jagung meningkat (Wicaksono dkk., 2021). Alur kerangka pemikiran pada penelitian ini digambarkan pada diagram di bawah ini :



Gambar 1. Diagram alir kerangka pemikiran.

### 1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan dapat diambil hipotesis sebagai berikut:

1. Aplikasi *biochar* tongkol jagung meningkatkan respirasi tanah lebih tinggi dibandingkan *biochar* sekam padi dan *biochar* batang singkong pada pertanaman jagung.
2. Pemupukan fosfor dapat meningkatkan respirasi tanah lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemupukan fosfor pada pertanaman jagung.
3. Terdapat interaksi antara aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan Fosfor terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Jagung

Tanaman jagung adalah tergolong salah satu jenis tanaman pangan dari keluarga rumput-rumputan yang kuat, sedikit berumpun dengan batang kasar, memiliki tinggi berkisar 0,6-3 m, dan berbiji tunggal (monokotil) (Seleman dkk., 2019), serta termasuk tanaman tipe C4 yang sangat membutuhkan penyinaran dengan dengan intensitas yang cukup tinggi (Herlina dan Fitriani, 2017). Tanaman jagung memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	: Monocotyledone (berkeping satu)
Ordo	: Graminae (rumput-rumputan)
Famili	: Graminaceae
Genus	: <i>Zea</i>
Spesies	: <i>Zea mays</i> L. (Muhadjir, 2018).

Tanaman jagung juga merupakan salah satu tanaman pangan yang menempati posisi penting untuk mendukung perekonomian nasional. Hal tersebut dikarenakan tanaman jagung yang juga menjadi sumber karbohidrat dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan, pakan, ternak unggas, dan ternak ikan (Reavindo dan Bangun, 2016).

Tanaman jagung memiliki beberapa bagian utama seperti akar, batang, daun, bunga, dan buah. Akar jagung terdapat 3 macam yaitu



(a) akar seminal (akar yang berkembang dari radikula dan embrio), (b) akar adventif (akar yang berkembang dari buku di ujuang mesokotil), dan (c). Akar kait atau penyangga (akar adventif yang muncul pada dua atau lebih buku di atas permukaan tanah. Batang jagung memiliki ciri yang tegak, tidak bercabang, beruas, dan umumnya memiliki tinggi berkisar antara 60-300 cm sesuai dengan varietasnya. Daun jagung memiliki ciri yang memanjang, ujung daun runcing (*acutus*), dan tepi daun rata (*integer*) (Subekti dkk., 2007). Bunga jagung dapat dibedakan menjadi 2 menurut jenis kelaminnya yaitu jagung bunga jantan dan jagung bunga betina yang terpisah dalam satu tanaman (*monoecious*). Bunga jantan terbentuk pada ujung batang, sedangkan bunga betina terbentuk pada pertengahan batang. Umumnya, bunga jantan tumbuh 1-2 hari sebelum munculnya rambut pada bunga betina (*protandy*) sehingga jagung termasuk memiliki sifat penyerbukan silang (Muhadjir, 2018). Buah jagung tersusun atas kelobot jagung yang berfungsi untuk melindungi biji jagung, rambut jagung berfungsi untuk menjebak serbuk sari saat penyerbukan, tongkol jagung yang berfungsi sebagai cadangan makanan biji, dan biji jagung berfungsi sebagai alat perkembang biakan (Wulandari dan Botoro, 2016).

Tanaman jagung dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang memiliki iklim sedang atau subtropik hingga tropis yang basah yaitu di daerah yang terletak antara 50<sup>0</sup> LU hingga 0-40<sup>0</sup> LS dengan penyinaran matahari yang penuh dan dapat tumbuh di suhu antara 21<sup>0</sup>C-34<sup>0</sup>C. Namun, tanaman jagung akan tumbuh optimal pada suhu berkisar antara 23<sup>0</sup>C-27<sup>0</sup>C (Tim Karya Tani, 2010). Selain itu, tanaman jagung akan tumbuh baik pada daerah dengan curah hujan berkisar antara 200 mm-300 mm per bulan atau 800-1200 mm per tahun, pH tanah berkisar antara 5,6-6,2, dan drainase yang baik serta ketersediaan air yang cukup (Riwandi dkk., 2014). Menurut Dibia dan Suryarto (2017) menyatakan semua jenis tanah pertanian dapat digunakan untuk budidaya tanaman jagung. Namun, tanaman jagung pertumbuhannya lebih baik pada jenis tanah lempung, lempung berpasir, lempung berdebu, lempung berliat, dan lempung liat berdebu.

## 2.2 Tanah Ultisol

Tanah Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia. Sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti di Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha). Tanah ini dapat dijumpai pada berbagai relief, mulai dari datar hingga bergunung (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Tanah Ultisol adalah tanah masam yang mempunyai kejenuhan basa rendah dan terjadi akumulasi liat di bawah horizon. Epipedon penciri pada tanah Ultisol adalah okrir atau umbrik dan di horizon bawah dijumpai argilik atau kandik yang lebih masam daripada horizon atas. Tanah Ultisol memiliki kesuburan alami yang relatif rendah, berwarna kekuningan atau kemerahan akibat pembentukan Fe oksida (Fiantis, 2018). Tanah Ultisol mempunyai pH rata-rata  $< 4,50$ , kejenuhan Al tinggi, fiksasi P tinggi, miskin kandungan unsur hara makro terutama P, K, Ca, Mg, dan KTK rendah serta kandungan bahan organik yang rendah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Selain itu, menurut Mulyani dkk. (2010) curah hujan yang tinggi di beberapa wilayah Indonesia menyebabkan tingkat pencucian hara terutama basa-basa sehingga tanah menjadi beraksi masam dengan kejenuhan basa rendah.

Rendahnya ketersediaan P di Tanah Ultisol dipengaruhi oleh tingkat kemasaman yang tinggi (pH rata-rata  $< 4,5$ ), kandungan bahan organik yang rendah, Al dan Fe yang tinggi, dan kandungan hara makro terutama P rendah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Menurut Lisdiyanti dkk. (2018) ketersediaan P di tanah Ultisol dapat ditingkatkan dengan pemupukan fosfor. Kenaikan P-tersedia tanah disebabkan oleh pengaruh langsung dari pupuk P sebab pemupukan fosfat meningkatkan kadar P-tersedia dalam tanah atau melalui mekanisme pelepasan P dari kompleks adsorpsi. Selain itu, menurut Ch'ng dkk. (2014) P-tersedia dapat ditingkatkan dengan aplikasi *biochar* karena *biochar* dapat secara efektif memfiksasi Al dan Fe, sehingga menurunkan Al-dd dan Fe-dd.

### 2.3 Biochar

*biochar* merupakan arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas atau tanpa oksigen. *Biochar* juga merupakan bahan organik yang memiliki sifat stabil dapat dijadikan pembenah tanah lahan kering. Pemilihan bahan baku *biochar* ini didasarkan pada produksi sisa tanaman yang melimpah dan belum termanfaatkan (Verdiana, 2016).

*Biochar* memiliki karakteristik antara lain memiliki area permukaan yang luas, volume besar, pori-pori mikro, kerapatan isi, pori-pori makro, serta mengikat kapasitas air yang tinggi (Liang dkk., 2008). Karakteristik tersebut menyebabkan *biochar* mampu memasok karbon. *Biochar* juga dapat mengurangi CO<sub>2</sub> dari atmosfer dengan cara mengikatnya ke dalam tanah (Musnoi, 2017). Kandungan karbon yang tinggi pada *biochar* akan memaksimalkan penyimpanan jumlah karbon yang dipakai sebagai sumber energi atau sebagai adsorpsi polutan pada tanah (Puspita dkk., 2021). Struktur *biochar* dengan luas permukaan yang tinggi memberikan perlindungan bagi bakteri, dan mempengaruhi pengikatan kation dan anion nutrisi yang penting (Rawat dkk., 2019).

Pemanfaatan *biochar* dalam bidang pertanian berkaitan dengan unsur hara dan persistensinya yang tinggi. *Biochar* juga menyediakan habitat yang baik bagi mikroorganisme tanah misalnya bakteri yang membantu dalam perombakan unsur hara agar unsur hara tersebut dapat diserap oleh tanaman, dalam jangka panjang *biochar* tidak mengganggu keseimbangan karbon dan nitrogen bahkan mampu menahan air dan nutrisi menjadi lebih tersedia bagi tanaman (Berutu dkk., 2019). Menurut Widowati (2012) *biochar* memiliki karakteristik stabilitas yang lebih tinggi terhadap dekomposisi dan mampu menyerap ion dengan baik dibandingkan bahan organik lainnya karena luas permukaan yang lebih besar, permukaan negatif, dan kerapatan. Sialian itu, menurut Cha dkk. (2016) yang menyatakan bahwa *biochar* memiliki gugus fungsional fenolik, karboksil, dan hidroksil yang bereaksi dengan ion H<sup>+</sup> dalam tanah sehingga mengurangi konsentrasi H<sup>+</sup> dilarutan dan meningkatkan pH tanah. Menurut Suharyatun dkk. (2021) *biochar* bukan merupakan pupuk organik karena tidak dapat menambah unsur hara, tetapi

kapasitas tukar kation (KTK) pada *biochar* tinggi sehingga mampu mengikat kation-kation tanah yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman.

*Biochar* diproduksi dari bahan-bahan organik yang sulit terdekomposisi, yang dibakar secara tidak sempurna (*pyrolysis*) atau tanpa oksigen pada suhu yang tinggi (Safitri dkk., 2018). Pirolisis adalah proses termokimia dengan perombakan yang merubah struktur rantai karbon panjang menjadi rantai karbon pendek (Susanto dkk., 2019). Pirolisis biomassa dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain komposisi masing-masing komponen lignoselulosa, ukuran, laju pemanasan dan sebagainya (Febriyanti dkk., 2019).

Pirolisis dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu pirolisis lambat (*slow pyrolysis*) dan pirolisis cepat (*fast pyrolysis*). Kategori tersebut bergantung pada laju pemanasan dan temperaturnya. *Slow pyrolysis* memiliki laju pemanasan di bawah 80 °C/menit dengan kisaran temperatur sebesar 300 °C. Sedangkan, *Fast pyrolysis* memiliki laju pemanasan di atas 100 °C/ menit dan temperatur antara 450-550 °C. (Bridgwater, 2012). Pirolisis cepat menghasilkan *biochar* yang lebih sedikit dibandingkan pirolisis lambat dikarenakan kadar abu yang dihasilkan lebih tinggi (Puspita dkk., 2021). Ketika temperatur pada zona pirolisis rendah, maka akan dihasilkan banyak arang dan sedikit cairan (air, hidrokarbon, dan tar), sebaliknya apabila temperatur pirolisis tinggi maka arang yang dihasilkan sedikit tetapi banyak mengandung cairan (Mesa-Pérez dkk., 2013). Menurut Puspita dkk. (2021) meningkatnya nilai pH erat kaitannya dengan temperatur pembakaran, semakin tinggi temperatur pembakaran maka semakin tinggi pH *biochar* yang didapatkan. Tingginya temperatur akan berpengaruh juga pada kadar volatil yang dihasilkan, semakin tinggi suhu maka semakin rendah zat menguap/volatile matter pada *biochar* (Taufik dan Umi, 2017). Berhubungan dengan pendapat Sukmawati (2020) yaitu pirolisis suhu rendah, dicirikan oleh kadar volatil yang tinggi dengan kandungan substrat yang mudah terurai, sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman, sedangkan pirolisis menggunakan suhu tinggi menghasilkan *biochar* dengan luas permukaan dan kandungan aromatik karbon yang tinggi. Hal ini meningkatkan kemampuan serapan dan bersifat rekalsitran yang sesuai untuk bioremediasi dan penyerapan karbon.

## 2.4 Unsur Hara Fosfor

Fosfor (P) merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang besar. Ketersediaan P bagi tanaman menjadi sangat penting karena perannya dalam merangsang pertumbuhan akar terutama pada awal pertumbuhan, pembelahan sel, mempercepat proses pematangan buah, pembentukan bunga, perbaikan kualitas tanaman, dan sebagai pengangkut energi hasil metabolisme dalam tanaman (Mandalika, 2014). Ketersediaan P di dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: pH tanah, Fe, Al dan Mn terlarut, kadar bahan organik, aktivitas mikroorganisme, temperatur, dan lama kontak antara akar tanah (Azmul dkk., 2016).

Unsur fosfor (P) adalah unsur esensial kedua setelah N yang berperan penting dalam fotosintesis dan perkembangan akar. Ketersediaan P dalam tanah jarang yang melebihi 0,01 % dari total P. Sebagian besar bentuk P terikat oleh koloid tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Tanah dengan kandungan organik rendah seperti Oxisols dan Ultisols yang banyak terdapat di Indonesia kandungan P dalam organik bervariasi dari 20-80%, bahkan bisa kurang dari 20% tergantung tempatnya. Pada tanah masam, P bersenyawa dalam bentuk-bentuk Al-P dan Fe-P, sedangkan pada tanah alkali (basa) P akan membentuk senyawa Ca-P dengan kalsium membentuk senyawa kompleks yang sukar larut (Simanungkalit dkk., 2006).

Fosfor total pada tanah masam memiliki konsentrasi yang tinggi namun ketersediaannya terbatas untuk diserap oleh tanaman (Sugianto, 2019). Fosfor pada tanah dapat membantu tanaman dengan menerima dan mengubah energi sinar matahari menjadi zat yang dapat diurai bagi tanaman (Riwat dkk., 2020). Unsur hara fosfor pada tanah terbagi menjadi 2 bagian yaitu fosfor anorganik dan fosfor organik yang digunakan sebagai sumber hara penting bagi tanah, tanaman dan mikroorganisme lainnya (Sonia dkk., 2022).

Fosfor anorganik merupakan bentuk fosfor yang berasal dari mineral fosfat (apatit), jerapan P pada partikel liat dan kompleks fosfat Al dan Fe. Fosfor dalam bentuk organik merupakan fosfor yang berasal dari bahan organik atau sisa-sisa

tanaman, hewan dan mikroorganisme (Handayanto dkk., 2017). Secara umum unsur hara fosfor yang bentuknya organik tidak dapat tersedia bagi tanaman serta dalam proses ketersediaannya fosfor organik perlu diubah melalui proses mineralisasi sehingga menjadi fosfor anorganik (Anand dkk., 2016).

Fosfor diserap tanaman dalam bentuk ion orthofosfat primer ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), ion orthofosfat sekunder ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) dan dalam jumlah sedikit yaitu pirofosfat dan metafosfat serta bentuk senyawa fosfor organik yang larut air, misalnya asam nukleat dan phitin. Fosfor yang diserap dalam bentuk ion anorganik cepat berubah menjadi senyawa fosfor organik. Fosfor ini mobil atau mudah bergerak antara jaringan tanaman. Kadar optimal P dalam tanaman pada saat pertumbuhan vegetatif adalah 0,3-0,5% dari berat kering tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

## **2.5 Respirasi Tanah**

Respirasi tanah merupakan indikator penting pada suatu ekosistem, meliputi seluruh aktivitas yang berkenaan dengan proses metabolisme di dalam tanah dan dekomposisi sisa tanaman dalam tanah. Respirasi tanah menggambarkan aktivitas mikroorganisme tanah seperti bakteri, fungi, alga, dan protozoa. Respirasi tanah adalah proses hilangnya  $\text{CO}_2$  dari tanah ke atmosfer, terutama yang dihasilkan oleh mikroorganisme tanah dan akar tanaman (Wicaksono dkk., 2021). Menurut Utomo dkk. (2012) respirasi tanah adalah proses ekosistem yang berkaitan erat dengan produktivitas ekosistem, kesuburan tanah, siklus karbon, perubahan iklim, perdagangan karbon dan kebijakan lingkungan. Menurut Saraswati dkk. (2007) dengan mengetahui aktivitas mikroorganisme di dalam suatu tanah dapat menjadi indikasi kesuburan tanah tersebut karena respirasi tanah yang tinggi menunjukkan adanya bahan organik yang cukup, suhu yang sesuai, ketersediaan air yang cukup, dan kondisi ekologi tanah yang mendukung sehingga respirasi yang rendah memberikan pengetahuan untuk lebih memperbaiki kondisi ekologi pada tanah tersebut.

Respirasi tanah diukur sebagai fluks CO<sub>2</sub> dari tanah, dan berasal dari respirasi autotrofik dan heterotrofik. CO<sub>2</sub> dalam respirasi autotrofik misalnya dari respirasi akar dan mikoriza yang terkait erat dengan laju fotosintesis sedangkan CO<sub>2</sub> dalam respirasi heterotrofik berasal dari metabolisme mikroorganisme tanah dan fauna tanah (Vicca dkk., 2010). Pengukuran respirasi tanah juga memiliki korelasi yang baik dengan parameter yang berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme tanah seperti kandungan organik tanah, transformasi N, pH, dan jumlah rata-rata mikroorganisme tanah (Anas, 1998). Menurut Utomo dkk. (2012) Pengukuran respirasi (mikroorganisme) tanah merupakan cara yang pertama kali digunakan untuk menentukan tingkat aktivitas mikroorganisme tanah. Penetapan respirasi tanah dapat dilakukan dengan cara pengukuran CO<sub>2</sub> dalam sistem tertutup, pengukuran CO<sub>2</sub> dengan proses aerasi secara kontinyu, dan pengukuran secara kontinyu penggunaan oksigen dengan menggunakan respirator Saproamat. Penentuan CO<sub>2</sub> dalam sistem tertutup dapat dilakukan dengan mengabsorpsi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan selama respirasi tanah pada sistem tertutup (Fitri, 2002).

Pengukuran respirasi dapat dilakukan pada tanah tidak terganggu (*undisturbed soil sample*) di lapangan maupun dari contoh tanah yang terganggu (*disturbed soil sample*). Pengukuran respirasi di lapangan dilakukan memompa udara tanah atau dengan menutup permukaan tanah dengan yang volumenya diketahui. Selain itu, bisa juga dengan membenamkan untuk mengambil contoh udara di dalam tanah. Pengukuran di laboratorium meliputi penetapan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari sejumlah contoh tanah kemudian diinkubasi dalam jangka waktu tertentu. Penggunaan larutan KOH dalam pengukuran respirasi tanah berfungsi sebagai penangkap CO<sub>2</sub> yang dilepaskan dari tanah ke atmosfer dan HCl yang digunakan saat titrasi setara dengan CO<sub>2</sub> yang dilepaskan (Saraswati dkk., 2007).

Dalam proses pengukuran respirasi tanah terdapat beberapa faktor yang mempengaruhinya. Menurut Pangestuning dkk. (2017) respirasi tanah dipengaruhi oleh faktor biologis (vegetasi, mikro-organisme), faktor lingkungan (antara lain suhu, kelembaban, pH), dan faktor buatan manusia. Voroney and Heck (2015) menjelaskan bahwa laju respirasi akan menjadi rendah pada suhu yang rendah dan meningkat pada suhu yang optimal. Aktivitas mikroorganisme

di dalam tanah optimal pada kisaran suhu 30°C dan aktivitas mikroorganisme pada suhu dingin akan lebih lambat dari pada suhu yang hangat. Menurut Lay (1994) faktor pH tanah mempunyai peranan penting bagi aktivitas mikroorganisme di tanah. Bakteri dan mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik pada pH sekitar 7 (netral) meskipun dapat tumbuh kisaran pH 5-8. Semakin netral pH maka mikroorganisme akan tumbuh dengan baik dan semakin tinggi aktivitas mikroorganisme. Faktor penting lainnya yang mempengaruhi adalah kelembaban tanah. Keluaran CO<sub>2</sub> tanah biasanya rendah dalam kondisi kering karena rendahnya akar dan aktivitas mikroorganisme dan meningkatkan kelembaban dengan tanah sampai batas tertentu (Linn dan Doran, 1984). Selain itu, menurut Widdiana (1995) bahan organik mampu meningkatkan aktivitas, mempengaruhi jumlah dan jenis mikroorganisme tanah. Pengaruh akar-akar tanaman pada fase generatif diduga juga mampu memberikan sumbangan terhadap peningkatan karbon di dalam tanah.



### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu (LTPD), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Maret 2022 sampai dengan Desember 2023. Pembuatan *biochar* sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu (LTPD), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis respirasi tanah dan sampel tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

#### 3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih jagung, berbagai jenis *biochar* (sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong), sampel tanah, KOH 0,1 N, penolptalin, aquades, HCl 0,1 N, metil orange, aquades, dan bahan-bahan yang digunakan untuk analisis di Laboratorium. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cangkul, sabit, botol film, timbangan, plastik, erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, selotip, kertas label, buret, corong, penyungkup (toples), dan alat-alat yang digunakan untuk analisis di Laboratorium.

#### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama berupa pemberian berbagai jenis *biochar* (B), yang terdiri dari empat taraf:

B<sub>0</sub> : tanpa *biochar* (0 Mg ha<sup>-1</sup>)

B<sub>1</sub> : *biochar* sekam padi (10 Mg ha<sup>-1</sup>)

- B<sub>2</sub> : *biochar* tongkol jagung (10 Mg ha<sup>-1</sup>)  
 B<sub>3</sub> : *biochar* batang singkong (10 Mg Mg ha<sup>-1</sup>)

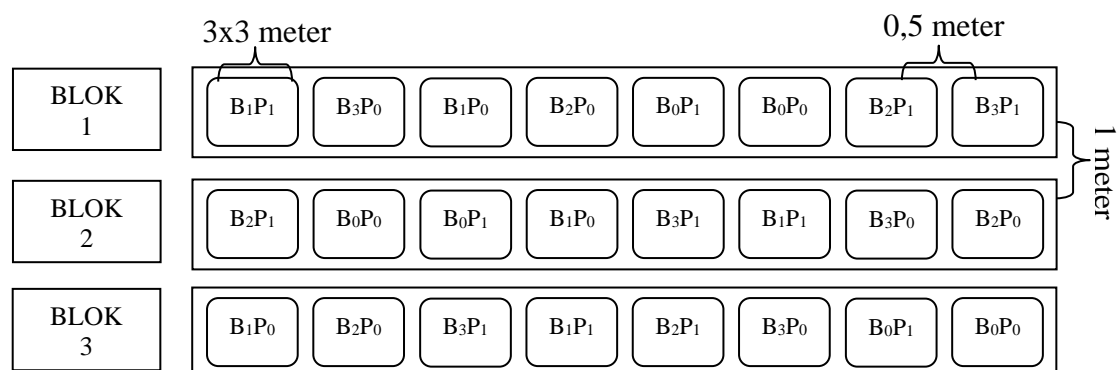
Faktor kedua yaitu perlakuan pupuk fosfor (P), yang terdiri dari dua taraf:

- P<sub>0</sub> : tanpa pupuk fosfor (0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)  
 P<sub>1</sub> : pupuk fosfor (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)

Berdasarkan kedua faktor perlakuan, maka diperoleh delapan kombinasi perlakuan yaitu sebagai berikut:

- B<sub>0</sub>P<sub>0</sub> : *biochar* (0 Mg ha<sup>-1</sup>) + tanpa pupuk fosfor (0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)  
 B<sub>1</sub>P<sub>0</sub> : *biochar* sekam padi (10 Mg ha<sup>-1</sup>) + tanpa pupuk fosfor (0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)  
 B<sub>2</sub>P<sub>0</sub> : *biochar* tongkol jagung (10 Mg ha<sup>-1</sup>) + tanpa pupuk fosfor (0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)  
 B<sub>3</sub>P<sub>0</sub> : *biochar* batang singkong (10 Mg ha<sup>-1</sup>) + tanpa pupuk fosfor (0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)  
 B<sub>0</sub>P<sub>1</sub> : *biochar* (0 Mg ha<sup>-1</sup>) + pupuk fosfor (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)  
 B<sub>1</sub>P<sub>1</sub> : *biochar* sekam padi (10 Mg ha<sup>-1</sup>) + pupuk fosfor (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)  
 B<sub>2</sub>P<sub>1</sub> : *biochar* tongkol jagung (10 Mg ha<sup>-1</sup>) + pupuk fosfor (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)  
 B<sub>3</sub>P<sub>1</sub> : *biochar* batang singkong (10 Mg ha<sup>-1</sup>) + pupuk fosfor (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)

Setiap perlakuan di atas diulang sebanyak 3 kali dan total satuan percobaan 4 x 2 x 3 sehingga diperoleh 24 satuan percobaan (Gambar 2).



Gambar 2. Tata letak percobaan.

### 3.4 Sejarah Lahan

Lahan penelitian ini berlokasi di Laboratorium Lapang Terpadu (LTPD), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Lahan penelitian ini mengalami beberapa penggunaan sepanjang beberapa tahun tertentu. Lahan penelitian ini digunakan untuk penelitian dengan perlakuan pupuk organonitrofos dan pupuk NPK pada tahun 2015-2017 dengan tanaman tebu. Kemudian lahan penelitian ini digunakan kembali untuk penelitian yang berbeda dengan perlakuan *biochar* sekam padi dan pemupukan fosfor pada tahun 2017-2018 dengan tanaman jagung. Setelah itu, lahan penelitian ini tidak digunakan sampai tahun 2021. Lahan penelitian ini digunakan kembali dengan perlakuan berbagai jenis *biochar* dan pemupukan fosfor pada tahun 2022 dengan tanaman jagung.

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Pembuatan *Biochar*

Pembuatan *biochar* dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pembuatan berbagai jenis *biochar* menggunakan limbah pertanian seperti sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong yang sudah tidak digunakan oleh petani. Pembuatan *biochar* sekam padi, tongkol jagung, dan batang singkong dilakukan menggunakan cara tradisional dimana menggunakan alat yang sederhana yaitu kawat kasa dengan ukuran lubang 1cm x 1cm, tinggi 1,5 m, dan lebar 1 m yang dibentuk seperti tabung sebagai alat pembakaran. Namun, untuk tongkol jagung dan batang singkong dihancurkan terlebih dahulu menggunakan alat penghancur rabakong. Kemudian sekam padi/tongkol jagung/batang singkong dibuat gundukan mengelilingi kawat pembakaran yang berada pada posisi tengah, dimasukkan bahan bakar seperti arang kayu, kertas, plastik, serasah kering tumbuhan sekitar, dan sebagainya ke dalam kawat pembakaran kemudian dibakar menggunakan korek api, ditunggu selama  $\pm$  20-30 menit atau saat puncak gundukan menghitam lalu naikan sekam/tongkol jagung/batang singkong yang masih berwarna coklat dibawah ke puncak gundukan yang sudah hitam, lakukan terus hingga semua bahan menghitam, disiram gundukan dengan air saat sudah hitam merata untuk

menghentikan proses pembakaran sehingga bahan *biochar* tidak menjadi abu, dan dibongkar gundukan *biochar* sekam/tongkol jagung/batang singkong yang sudah jadi dan keringkan di bawah sinar matahari.

### **3.5.2 Persiapan Lahan**

Persiapan lahan dilakukan dengan mengukur terlebih dahulu luas lahan yang dibutuhkan menggunakan meteran, dalam penelitian ini digunakan lahan seluas 11 m x 30 m yang ditandai dengan memberi penanda dari bambu dan tali rafia. Lalu, gulma yang menutupi lahan pertanaman dipotong menggunakan alat mesin pemotong rumput agar lahan mudah diolah. Setelah itu, dilakukan pembakaran pada serasah gulma yang sudah dipotong sambil tetap dijaga agar api tidak merambat ke tempat yang tidak seharusnya. Pembakaran tersebut dilakukan agar gulma yang masih ada karena tidak terpotong oleh pemotong rumput bisa ikut terbakar dan mati.

### **3.5.3 Pembuatan Petakan Percobaan**

Petak percobaan dibuat dengan diukur terlebih dahulu sesuai yang dibutuhkan yaitu seluas 3 m x 3 m menggunakan meteran. Kemudian diberi tanda pada setiap petak percobaan menggunakan bambu dan tali rafia sebagai penanda. Saat petak percobaan sudah ditentukan, selanjutnya diolah tanah pada tiap-tiap petak percobaan menggunakan cangkul agar tanah untuk Tanaman Jagung menjadi gembur.

### **3.5.4 Aplikasi *Biochar***

Pengaplikasian *biochar* sebagai perlakuan dilakukan pada saat 1 minggu sebelum tanam dengan takaran yang dibutuhkan yaitu 10 Mg ha<sup>-1</sup>. Aplikasi *biochar* dilakukan dengan cara *biochar* dimasukkan ke dalam setiap baris tanaman di masing-masing petak percobaan. Setiap petak percobaan terdapat 5 baris tanaman. Petak percobaan yang diaplikasikan *biochar* sebanyak 18 petak dari 24 petak percobaan. Kemudian baris tanaman yang mengaplikasikan *biochar* diaduk

menggunakan cangkul agar *biochar* tercampur rata dengan tanah dan baris tanaman ditutup dengan tanah untuk mengurangi hilangnya *biochar* akibat terbawa air hujan.

### 3.5.5 Penanaman

Penanaman dilakukan 1 minggu setelah aplikasi *biochar* dengan jarak tanam 75 cm x 25 cm. Berdasarkan luas petakan dan jarak tanam yang sudah diketahui, maka dapat dihitung jumlah lubang tanam di setiap petakan yaitu sebanyak 60 lubang tanam. Tiap lubang tanam memiliki kedalaman sekitar 15 – 20 cm yang diisi 2 benih di setiap lubang. Lubang tanam dibuat dengan cara ditugal menggunakan kayu penugal.

### 3.5.6 Pemupukan

Pemupukan yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari 2 macam, yang pertama yaitu pemupukan fosfor sebagai perlakuan dan yang kedua yaitu nitrogen dan kalium sebagai pupuk dasar. Pemupukan fosfor menggunakan pupuk TSP dengan dosis 217 ha<sup>-1</sup>. Sedangkan pemupukan nitrogen menggunakan pupuk urea dengan dosis 435 ha<sup>-1</sup> dan pemupukan kalium menggunakan pupuk KCl dengan dosis 200 ha<sup>-1</sup>. Pemupukan TSP dan KCl diaplikasikan saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam. Sedangkan Urea diaplikasikan sebanyak 2 kali, yaitu 217,5 ha<sup>-1</sup> pada saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam dan 217,5 ha<sup>-1</sup> saat tanaman jagung berumur 40 hari setelah tanam. Aplikasi pupuk dilakukan di pagi hari dengan cara ditugal di dekat perakaran tanaman jagung dengan jarak ± 5 cm dari akar tanaman.

### 3.5.7 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada tanaman jagung meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh aplikasi beberapa jenis *biochar* dan pemupukan Fosfor terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Pengamatan dilakukan terhadap 6 sampel tanaman jagung di

setiap masing-masing petak percobaan, sehingga terdapat total 144 sampel pengamatan yang dilakukan sejak 1 minggu setelah tanam. Sampel pengamatan yang diambil adalah tanaman yang berada di baris 2, 3, dan 4 yang mana setiap baris diambil 2 tanaman secara acak karena lebih optimal mendapat perlakuan dan tidak terpengaruh oleh keadaan lingkungan di luar petakan.

### **3.5.8 Pemeliharaan Tanaman**

Pemeliharaan tanaman jagung dilakukan meliputi beberapa kegiatan yaitu penyiraman dilakukan pada pagi atau sore hari, penyiangan gulma dilakukan setiap ada gulma yang muncul, penyulaman dilakukan apabila ada bibit jagung yang tidak tumbuh atau mengalami kerusakan, pembumbunan untuk memperkokoh tanaman, dan pengendalian hama penyakit jagung dilakukan hanya saat dibutuhkan.

### **3.5.9 Panen**

Jagung dipanen pada umur sekitar 110 hari setelah tanam dengan tanda-tanda seperti biji sudah matang, daun, dan klobot sudah mulai mengering (daun sudah dapat dibakar). Pemanenan dilakukan dengan alat parang dengan cara memotong batang, kemudian dikumpulkan dan diambil buahnya. Setelah itu, memisahkan bagian isi dengan klobot dan kemudian jagung dijemur (Khalil dan Anwar, 2006).

### **3.5.10 Analisis Tanah**

Analisis tanah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu C-organik, pH, kadar air, P-tersedia dan suhu tanah. C-organik, pH tanah, kadar air tanah, dan P-tersedia tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis C-organik menggunakan metode *Walkley and Black*, pH tanah menggunakan metode Elektrometrik, dan kadar air menggunakan metode Gravimetrik. Sedangkan pengukuran suhu tanah tidak dilakukan di Laboratorium tetapi dilakukan di lahan percobaan dengan menggunakan alat bantu termometer tanah.

### 3.6 Variabel Pengamatan

#### 3.6.1 Variabel Utama

Variabel utama yang diamati pada penelitian ini adalah respirasi tanah (produksi CO<sub>2</sub>). Pengukuran respirasi tanah akan menggunakan metode *Verstraete*. Pengambilan sampel respirasi tanah dilakukan pada saat SOT, 0, 7, 52, dan 106 HST.

##### 3.6.1.1 Pengamatan Respirasi Tanah

Pengukuran respirasi tanah di lapang dilakukan sebanyak 5 kali yaitu SOT, 0, 7, 52, dan 106 HST. Respirasi tanah diukur dengan menggunakan metode *Verstraete* (Anas, 1989), yaitu dengan menutup permukaan tanah menggunakan toples yang didalamnya telah diberikan botol film yang berisi 10 ml KOH 0,1 N.

Pengambilan sampel respirasi tanah dilakukan diantara baris tanaman kedua dengan baris ketiga atau baris ketiga dengan baris keempat. Pada pengambilan sampel perlakuan, agar tidak terjadi kebocoran, toples dibenamkan ke dalam tanah 2-3 cm dan pinggir toples di bumbun dengan tanah. Untuk pengambilan sampel kontrol hampir sama dengan perlakuan. Namun, untuk kontrol permukaan tanah ditutup dengan plastik sehingga KOH tidak dapat menangkap CO<sub>2</sub> yang keluar dari tanah. Pengambilan sampel ini dilakukan sebanyak 2 kali pada hari yang sama, yaitu pada pukul 07.00 – 09.00 WIB dan pada pukul 15.00 – 17.00 WIB.



(a)

(b)

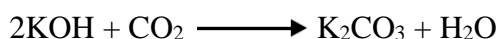
Dilapisi plastik

Tanpa plastik

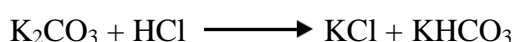
Gambar 3. Sketsa Pengukuran respirasi tanah di lapang. kiri: kontrol (a) ; kanan: perlakuan (b).

KOH hasil yang didapat dari pengukuran di lapangan kemudian dititrasi dengan HCl 0,1 N untuk menentukan kuantitas C-CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Titrasi dilakukan dengan cara memindahkan KOH hasil pengukuran ke dalam gelas erlenmeyer dan ditambahkan 2 tetes *phenolphthalein*, sehingga warna berubah menjadi merah muda dan kemudian dititrasi lagi dengan HCl sampai warna merah muda hilang (larutan berwarna bening), volume HCl yang diperlukan dicatat. Kemudian ditambahkan 2 tetes *metil orange* ke dalam larutan sehingga larutan berwarna jingga dan larutan dititrasi kembali dengan HCl hingga warna jingga berubah menjadi warna merah muda. HCl yang digunakan berhubungan langsung dengan jumlah CO<sub>2</sub> yang difiksasi. Pada kontrol juga dilakukan hal yang sama. Reaksi yang terjadi dalam analisis:

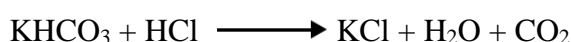
1. Reaksi pengikatan CO<sub>2</sub>



2. Perubahan warna menjadi tidak berwarna (*phenolphthalein*)



3. Perubahan warna kuning menjadi merah muda (*metil orange*)



1 me HCl setara 1 me CO<sub>2</sub>

Jumlah CO<sub>2</sub> dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{C-CO}_2 &= \frac{(a-b) \times t \times 12}{T \times \pi \times r^2} \\ &= \frac{(a-b) \text{ (ml)} \times t \text{ (mol/l)} \times 12 \text{ (Da)}}{T \text{ (jam)} \times \pi \times r^2 \text{ (m}^2\text{)}} \\ &= \text{mg jam}^{-1} \text{ m}^{-2} \end{aligned}$$

Keterangan :

$$\text{C-CO}_2 = \text{mg jam}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

a = ml HCl untuk contoh tanah (setelah ditambahkan *metil orange*)

b = ml HCl untuk kontrol (setelah ditambahkan *metil orange*)

t = Normalitas HCl (Molaritas = Normalitas HCl)

12 = massa atom C

T = waktu pengukuran (jam)



$r$  = jari-jari tabung toples (m)

$\pi$  = 3,14

(Wicaksono dkk., 2021; Anas, 1989).

### 3.6.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung diamati bersamaan dengan pengukuran respirasi tanah.

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 5 kali yaitu SOT, 0 HST, 7 HST, 52

HST, dan saat 106 HST. Adapun variabel pendukung dalam penelitian ini yaitu :

#### 1. pH tanah (Metode Elektrometrik)

Nilai pH tanah dihitung dengan metode Elektrometrik yaitu menggunakan pH meter di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pengukuran pH dilakukan dengan alat pH meter, perbandingan tanah dan aquades = 1:2,5. Tanah yang digunakan yaitu tanah kering udara yang lolos ayakan 2 mm. Adapun tahapan yaitu ditimbang tanah sebanyak 5 gram lalu dimasukkan ke dalam botol sampel dan ditambah dengan 12,5 ml air destilata (larutan pereaksi), kemudian dikocok selama 30 menit menggunakan mesin pengocok (*shaker*), lalu didiamkan sebentar dan diukur dengan pH meter (Novia dan Fajriani, 2021).

#### 2. Kadar air tanah (Metode Gravimetrik)

Kadar air tanah diperoleh dengan cara mengeringkan tanah basah yang diambil langsung dari lahan menggunakan oven selama 24 jam pada suhu 105°C. Alat yang digunakan seperti oven, sendok, dan alumunium foil. Metode yang digunakan adalah Metode Gravimetrik.

Perhitungan :

Bobot air = Bobot botol berisi tanah kering udara – bobot botol berisi tanah kering oven.

Bobot tanah kering 105°C = Bobot botol berisi tanah kering 105°C – Bobot botol.

$$\% \text{ Kadar air tanah} = \frac{\text{Bobot air}}{\text{Bobot tanah kering } 105^{\circ}\text{C}} \times 100 \%$$

### 3. C-organik (%) (Metode *Walkley and Black*)

Analisis C-organik dilakukan berdasarkan bahan organik yang mudah teroksidasi dengan Metode *Walkley and Black* yaitu menimbang 0,5 g tanah kering udara kemudian tempatkan dalam Erlenmeyer 500 ml, lalu ditambahkan 5 ml  $K_2Cr_2O_7$  1 N dengan pipet sambil menggoyangkan erlenmeyer perlahan-lahan agar berlangsung pencampuran dengan tanah, kemudian ditambahkan 10 ml  $H_2SO_4$  pekat dengan gelas ukur di ruang asap sambil digoyang cepat hingga tercampur rata, biarkan campuran tersebut di ruang asap selama 30 menit hingga dingin, diencerkan dengan dengan 100 ml air destilata, ditambahkan 5 ml asam fosfat pekat, 2,5 ml larutan NaF 4% dan 5 tetes indikator difenil amin, selanjutnya dititrasi dengan larutan  $((NH_4)_2Fe(SO_4)_2)$  0,5 N hingga warna larutan berubah dari coklat kehijauan menjadi biru keruh. Lalu titrasi hingga mencapai titik akhir, yaitu saat warna berubah menjadi hijau terang dan Penetapan blanko dilakukan sama seperti cara kerja di atas, tetapi tanpa menggunakan contoh tanah.

Perhitungan:

$$\% \text{ C-organik} = \frac{\text{ml } K_2Cr_2O_7 \times (1 - VS/VB)}{\text{Berat sampel tanah}} \times 0,3886 \%$$

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

Keterangan:

VB = ml titrasi blanko

VS = ml titrasi sampel

### 4. Suhu Tanah ( $^{\circ}C$ ) (Termometer tanah)

Pengamatan suhu tanah dilakukan di lahan setiap pagi dan sore hari dengan menggunakan termometer tanah. Adapun cara yaitu termometer tanah ditusukkan ke dalam tanah petak yang diamati. Kemudian tunggu sampai perubahan tetap dan dicatat hasilnya.

### 5. Produksi Tanaman Jagung

Produksi tanaman jagung yang diukur adalah berat kering pipilan yang berdasarkan luas petak percobaan yang dikonversi ke luas Ha tanaman. Setiap

petak diambil 2 sampel buah yang dipilih secara acak. Setelah itu, dipipil dan diukur berat basah dan berat kering biji setiap buah. Berat basah diukur dengan menimbang biji yang sudah dipipil dan berat kering ditimbang setelah pipilan di oven dengan suhu 60°C selama 2- 3 hari.

#### 6. P-Tersedia Tanah (Metode Bray-1)

Timbang 2 g contoh tanah <2 mm kering udara. Kemudian tambahkan pengekstrak Bray dan Kurt I (larutan 0,025 N HCl + NH<sub>4</sub>F 0,03 N) sebanyak 20 ml. Kocok selama 10 menit. Saring dan bila larutan keruh dikembalikan ke atas saringan semula (proses penyaringan maksimum 5 menit). Buat deret standar, dengan memipet 0; 1; 2; 3; 4; 5 larutan standar 25 ppm, masukkan dalam labu ukur 50 ml dan tambahkan air destilata hingga tanda tera.

Kemudian pipet 5 ml larutan standar dan contoh, masukkan ke dalam tabung reaksi. Tambahkan 10 ml larutan kerja dan aduk. Setelah 30 menit ukur transmitannya (T) pada spectrophotometer dengan panjang gelombang 800 nm. Gunakan blangko untuk menstandarkan 100 % transmittan.

Perhitungan:

Buat kurva larutan standar dan persamaan regresinya dengan menggunakan excel, sehingga diperoleh nilai a dan b, yang digunakan untuk menghitung kadar ppm P dalam larutan.

ppm P dalam larutan = (Absorbans - a) / b

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

Keterangan:

20 = ml larutan pengekstrak tanah (Bray 1)

2 = jumlah (g) contoh tanah yang digunakan

10 = ml larutan kerja yang digunakan

5 = ml ekstrak sampel

### 3.7 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan.

Data yang diperoleh diuji homogenitas ragamnya dengan menggunakan uji

*Bartlett*, lalu data diuji aditivitas dengan menggunakan uji *Tukey*. Jika asumsi terpenuhi (dengan antara perlakuan homogen dan data bersifat menambah) maka data dapat diolah dengan analisis ragam. Rata-rata nilai tengah yang nyata dilanjutkan dengan BNT (Uji Beda Nyata) pada taraf 5%. Selain itu, data akan diuji korelasi antara variabel pendukung (pH tanah, kadar air, C-organik, dan suhu tanah) dengan variabel utama (respirasi tanah).

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Respirasi tanah dengan perlakuan berbagai jenis *biochar* lebih tinggi dari pada perlakuan tanpa *biochar* pada pengamatan 106 HST.
2. Respirasi tanah dengan perlakuan pemupukan fosfor lebih tinggi dari pada perlakuan tanpa pemupukan fosfor pada pengamatan 52 dan 106 HST.
3. Tidak terdapat interaksi antara aplikasi berbagai jenis *biochar* dan pemupukan fosfor terhadap respirasi tanah pada semua pengamatan.

### 5.2 Saran

Penulis menyarankan untuk memberikan *biochar* dari sekam padi atau tongkol jagung atau batang singkong sebanyak 10 Mg ha<sup>-1</sup> untuk meningkatkan respirasi tanah sehingga dapat memperbaiki kesuburan biologi tanah. Selain itu, pupuk fosfor 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> juga diberikan untuk meningkatkan produksi tanaman jagung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agviolita, P., Yushardi, Y., dan Anggraeni, F.K.A. 2021. Pengaruh perbedaan biochar terhadap kemampuan menjaga retensi pada tanah. *Jurnal Fisika Unand*. 10(2): 267-273.
- Ahmad, F., Hendarto, K., dan Yusnaini, S. 2019. Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati terhadap Kemantapan Agregat Tanah dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) di Bukit Kemiling Permai, Bandar Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 1(1): 137-144.
- Anand, K., Kumari, B., and Mallick, M.A. 2016. Phosphate solubilizing microbes: an effective and alternative approach as biofertilizers. *Int J Pharm Sci*. 8(2): 37-40.
- Anas, I. 1989. *Biologi Tanah dalam Praktek*. Dapartemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antara Universitas Bioteknologi. 161 hlm.
- Andelia, P., Yusnaini, S., Buchari, H., dan Niswati, A. 2020. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan terhadap Respirasi Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Laboratorium Lapang Terpadu. Universitas Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(2): 286-293.
- Anetasia, M., Afandi, Novpriansyah, H., Manik, K.E.S., dan Cahyono, P. 2013. Perubahan Kadar Air dan Suhu Tanah akibat Pemberian Mulsa Organik pada Pertanaman Nanas PT Great Giant Pineapple, Terbanggi Besar, Lampung Tengah. *Jurnal Agrotek Tropika*. 1(2): 213-218.
- Aini, S.N., Setiawan, R., Lumbaraja, J., Sarno., dan Septiana, L.M. 2022. Produksi, Hara N dan P Terangkut akibat Aplikasi Berbagai Jenis *Biochar* dan Pupuk P pada Tanaman JagungManis (*Zea Mays Saccharata* Sturt.) di Lahan Tanah Ultisol Natar Lampung Selatan. *Jurnal Agrotek Tropika*. 4(1): 18-38.
- Arifin, Z., Ma'shum, M., Susilowati, L.E., dan Bustan. 2022. Aplikasi *Biochar* dalam Mempengaruhi Aktivitas Mikrobia Tanah pada Tanaman Jagung yang Menerapkan Pola Pemupukan Terpadu. *Prosiding SAINTEK*. NTB: 23-24 November 2021. 207-217 hlm.

- Arthawidya, J., Sutrisno, E., dan Sumiyati, S. 2017. Analisis Komposisi Terbaik dari Variasi C/N Rasio Menggunakan Limbah Kulit Buah Pisang, Sayuran dan Kotoran Sapi dengan Parameter C-Organik, N-Total, Phospor, Kalium dan C/N Rasio Menggunakan Metode Vermikomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(3): 1-2.
- Aswiguna, S., Sarno., Afrianti, N.A., dan Supriatin, S. 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.
- Azmul, Yusran, dan Irmasari. 2016. Sifat Kimia Tanah pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Sekitar Taman Nasional Lore Lindu (Studi Kasus Desa Toro Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah). *Warta Rimba*. 4(2): 24-31.
- Azizah, R., Subagiyo, S., dan Rosanti, E. 2007. Pengaruh Kadar Air Terhadap Laju Respirasi Tanah Tambak pada Penggunaan Katul Padi Sebagai Priming Agent. *Journal of Marine Sciences*. 12(2): 67-72.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Petunjuk Teknis Edisi 2*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 246 hlm.
- Banuwa, S.I., Syam, T., dan Wiharso, D. 2011. Karakteristik Lahan Laboratorium Terpadu FP Unila. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 3 hlm.
- Berutu, R.K., Aziz, R., dan Hutapea, S., 2019. Pengaruh Pemberian Berbagai Sumber *Biochar* dan Berbagai Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Produksi jagung hitam (*Zea mays L.*). *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 1(1): 16-25
- Boyd, C.E., and Pippopinyo, S. 1994. Factors affecting respiration in dry pond bottom soils. *Aquaculture*. 120(4): 283-293.
- Bridgwater, A.V. 2012. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. *Biomass and Bioenergy*. (38): 68-94.
- Ceunfin, S., Neonbeni, E.Y., Nino, J., Agu, Y.P., Pareira, M.S., Seran, Metkono, J., dan Biannasi, M.Y. 2020. Pengaruh *Biochar* dan Residunya serta Umur Defoliiasi Daun Jagung terhadap Keuntungan Hasil Jagung dan Beberapa Jenis Kacang Tipe Tegak Secara Salome di Lahan Kering. *Savana Cendana*. 5(1): 9-14.
- Cha, J.S., Park, S.H., Jung, S.C., Ryu, C., Jeon, J.K., Shin, M.C., and Park, Y.K. 2016. Production and Utilization of *Biochar* : A Review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 40 : 1-5.
- Dharmayanti, N.K.S., Supadma, A.N., dan Arthagama, I.D.M. 2013. Pengaruh Pemberian Biourine dan Dosis Pupuk Anorganik (N, P, K) terhadap

- Beberapa Sifat Kimia Tanah Pegok dan Hasil Tanaman Bayam (*Amaranthus sp.*). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 2(3): 165-174.
- Dwiyanti, A. 2023. Perlakuan Jerapan Fosfor (Langmuir), Fosfor, Kalium Terangkut dan Produksi Jagung akibat Perlakuan Biochar dan Pemupukan Fosfor di Tanah Ultisol. *Skripsi*. Universitas Lampung. 180 hlm. (Unpublish).
- Fiantis, D. 2018. *Morfologi dan Klasifikasi Tanah*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK). Universitas Andalas. Sumatera Barat. 272 hlm.
- Fahrunsyah, Mulyadi, Sarjono, A., dan Darma, S. 2021. Peningkatan Efisiensi Pemupukan Fosfor pada Ultisol dengan Menggunakan Abu Terbang Batubara. *J. Tanah Sumberdaya Lahan*. 8(1): 189-202.
- Fitri, F.M. 2002. Hubungan Respirasi Mikrob dengan Aktivitas Fotomonoesterase dan Karboksimetilselulase Tanah pada Berbagai Tingkat Kebakaran Hutan. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA IPB. 64 hlm.
- Fitriatin, B.N., Yuniarti A., Turmuktini, T., and Ruswandi, F.K. 2014. The Effect of Phosphate Solubilizing Microbe Producing Growth Regulators on Soil Phosphate, Growth and Yield of Maize and Fertilizer Efficiency on Ultisol. *Eurasian Journal of Soil Science*. 3: 101-107.
- Febriyanti, F., Fadila, N., Sanjaya, A.S., Bindar, Y., dan Irawan, A. 2019. Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit menjadi Bio-Char, Bio-Oil dan Gas dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Chemurgy*. 3(2): 12-17.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati *Biochar* Sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan*. 4(1): 33-48.
- Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 360 hlm.
- Handayanto, E., Muddarisna, N., dan Fiqri, A. 2017. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Universitas Brawijaya Press. Malang. 198 hlm.
- Haney, R.L., Brinton, W.H., and Evans, E., 2008. Estimating Soil Carbon, Nitrogen dan Phosphorus Mineralization from Short-term Carbon dioxide Respiration. *Communications in Soil Scinence and Plant Analysis*. 39:2706-2720.
- Harini, N.V.A., Niswati, A., dan Yusnaini, S. 2014. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa Bagas pada Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum L.*) terhadap Populasi Mikroorganisme Pelarut Fosfat di PT. GMP Lampung Tengah. *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(2): 328-333.



- Haura, U., Razi, F., dan Milina, H. 2017. Karakterisasi Adsorben dari Kulit Manggis dan Kinerjanya pada Adsorpsi Logam pb (II) dan cr (VI). *Jurnal Biopropal*. 8(1): 47- 54.
- Herlina, N., dan Fitriani, W. 2017. Pengaruh Persentase Pemangkasan Daun dan Bunga Jantan Terhadap Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Biodjati*. 2(2): 115-125.
- Hidayat, B., Rauf, A., Sabrina, T., and Jamil, A. 2018. Potential of several biomass as biochar for heavy metal adsorbent. *Journal of Asian Scientific Research*. 8(11): 293-300.
- Islami, T. 2012. Pengaruh Residu Bahan Organik pada Tanaman Jagung Sebagai Tanaman Sela dan Pertanaman Ubi Kayu. *Buana Sains*. 12(1) : 131-136.
- Jamieson, T., Sager, E., and Guéguen, C. 2014. Characterization of biochar-derived dissolved organic matter using UV–visible absorption and excitation–emission fluorescence spectroscopies. *Chemosphere*. 103: 197-204.
- Jauhiainen, J., Hooijer, A, and Page, S.E. 2012. Carbon Dioxide Emissions from an Acacia Plantation on Peatland Sumatra, Indonesia. *Jurnal Biogeosciences*. 9(2): 617– 630.
- Kementerian Pertanian. 2020. *Outlook Jagung Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Jakarta. 78 hlm.
- Kementerian Pertanian. 2021. *Analisis Kinerja Perdagangan Jagung*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Jakarta. 57 hlm.
- Khalil dan Anwar, S. 2006. Penanganan Pasca106 HST dan Kualitas Jagung sebagai Bahan Pakan di Kabupaten Pasaman Barat. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 11(1): 36-45.
- Khoiriyah, A.N., Prayogo, C., dan Widiyanto, W. 2016. Kajian Residu *Biochar* Sekam Padi, Kayu D dan Tempurung Kelapa terhadap Ketersediaan Air pada Tanah Lempung Berliat. *Jurnal tanah dan sumberdaya lahan*. 3(1): 252-260.
- Kumar, A., Bhattacharya, T., Mukherjee, S., dan Sarkar, B. 2022. A Perspective on *Biochar* for Repairing Damages in The Soil–Plant System Caused by Climate Change-Driven Extreme Weather Events. *Biochar*. 4(1): 1-23.
- Lay, B.W. 1994. *Analisis Mikroba di laboratorium*. Rineka Cipta. Jakarta. 118 hlm.

- Lehmann, J., Gaunt, J., and Rondon, M. 2006. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems—a review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 11(2): 403-427.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Sohi, S., Thies, J.E., Skjemstad, J.O., dan Wirick, S. 2008. Stability of biomass-derived black carbon in soils. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 72(24): 6069-6078.
- Linn, D dan Doran, J.W. 1984. Tillage Effects on Carbon Sequestration and Microbial Biomass in Reclaimed Farmland Soils of Southwestern Indiana. *Soil Sci. Society*. 48: 1267-1272
- Lisdiyanti, M., Sarifuddin, dan Guchi, H. 2018. Pengaruh Pemberian Bahan Organik dan Pupuk SP-36 untuk Meningkatkan Ketersediaan Fosfor pada Tanah Ultisol. *Jurnal Pertanian Tropika*. 5(2): 192-198.
- Lukmansyah, A., Niswati, A., Buchari, H., dan Salam, A.K. 2020. Pengaruh Asam Humat dan Pemupukan P Terhadap Respirasi Tanah pada Tanaman Jagung di Tanah Ultisols. *Jurnal Agrotek Tropika*. 8(3): 528-535.
- Mandalika, V.S. 2014. Perubahan Fraksi Fosfor Lambat Tersedia pada Tanah Tergenang yang Diameliorasi Bahan Organik. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 33 hlm.
- Mateus, R., Kantur, D., dan Moy, L.M. 2017. Pemanfaatan *Biochar* Limbah Pertanian sebagai Pembenh Tanah untuk Perbaikan Kualitas Tanah dan Hasil Jagung di Lahan Kering. *Jurnal Agrotrop*. 7(2): 99-108.
- Mateus, R., Lenny, M., and Kantur D. 2017. Utilization of corn stover and pruned *Gliricidia sepium* *Biochars* as soil conditioner to improve carbon sequestration, soil nutrients and maize production at dry land farming in timor, indonesia. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*. (IJAAR) 10(4): 1-8.
- Mesa-Pérez, J.M., Rocha, J.D., Barbosa-Cortez, L.A., Penedo-Medina, M., Luengo, C.A., and Cascarosa, E. 2013. Fast Oxidative Pyrolysis of Sugar Cane Straw in a Fluidized Bed Reactor. *Applied Thermal Engineering*. 56(1–2): 167–175.
- Mindari, W., Sassongko, P.E., Khasanah, U., dan Pujiono. 2018. Rasionalisasi Peran *Biochar* dan Humat Terhadap Ciri Fisik-Kimia Tanah. *Jurnal Folium*. 1(2): 34-42.
- Mirwan, M. 2015. Optimasi Pengomposan Sampah Kebun dengan Variasi Aerasi dan Penambahan Kotoran Sapi sebagai Bioaktivator. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 4 (6): 61-66.

- Muhadjir, F. 2018. *Karakteristik Tanaman Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Bogor. 16 hlm.
- Musnoi, A., Hutapea, S., dan Aziz, R. 2017. Pengaruh Pemberian *Biochar* dan Pupuk Bregadium Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa var. parachinensis* L). *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*. 1(2): 160-174.
- Moru, M.K. 2021. Kajian Beberapa Sifat Fisik Tanah Entisol yang Mengandung Residu *Biochar* dan Kompos pada Tumpang Sari Jagung (*Zea mays* L.) dan Kacang Nasi (*Vigna angularis* L.). *Jurnal Savana Cendana*. 6(3): 54-56.
- Nasution, N.A.P., Yusnaini, S., dan Niswati, A. 2015. Respirasi Tanah pada Sebagian Lokasi di Hutan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS). *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(3): 427-433.
- Niswati, A., Taisa, R., dan Suryani, M. 2018. Peningkatan Respirasi Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung Akibat Residu *Biochar* pada Top Soil dan Sub Soil Tanah Ultisols. *Prosiding Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia 378 (FKPTPI)*. Banda Aceh, 10 Febuari 2018. 384 hlm.
- Novia, W., dan Fajriani. 2021. Analisis Perbandingan Kadar Keasaman (pH) Tanah Sawah Menggunakan Metode Kalorimeter dan Elektrometer di Desa Matang Setui. *Jurnal Hadron*. 3(1): 10-12.
- Nurida, N. L. 2014. Potensi Pemanfaatan *Biochar* untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*. 8(3): 57–68.
- Nurida, N. L., Dariah, A., dan Sutono. 2015. Pembena Tanah Alternatif untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah dan Tanaman Kedelai di Lahan Kering Masam. *Jurnal tanah dan Iklim*. 39(2); 99-109.
- Pasya, A.F. 2023. Respirasi Tanah pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Ultisol pada Musim Tanam Ke-3 Akibat Aplikasi *Biochar* dan Pupuk Kandang Ayam. *Skripsi*. Universitas Lampung. 115 hlm. (Unpublish).
- Pangestuning, E., Yusnaini, S., Niswati, A., dan Buchori, H. 2017. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Herbisida Terhadap Respirasi Tanah pada Lahan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Musim Tanam Ketiga. *Jurnal Agrotek Tropika*. 5(2): 113-118.
- Prahasta, Arief. 2009. *Agribisnis Jagung*. Pustaka Grafika. Bandung. 172 hlm.
- Prasetyo, B.H dan Suriadikarta, D.A. 2006. Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25(2): 39-47.

- Prasetyo, D., Fajarindo, F., Sarno, Suprihatin, dan Syam, T. 2022. Aplikasi *Biochar* Batang Singkong dan Pemupukan Fosfat pada Tanah Ultisol Terhadap P Tersedia, Pertumbuhan, dan Produksi Jagung (*Zea Mays L.*). *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(2): 330-337
- Pujawan, M., Afandi, A., Novpriansyah, H., dan Manik, K.E. 2016. Kemantapan Agregat Tanah pada Lahan Produksi Rendah dan Tinggi di PT Great Giant Pineapple. *Jurnal Agrotek Tropika*. 4(1): 112-115.
- Purwanto, S., 2008. *Perkembangan Produksi dan Kebijakan dalam Peningkatan Produksi Jagung*. Direktorat Budi Daya Serealia, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Bogor. 461 hlm.
- Puspita, V., Syakur., dan Darusman. 2021. Karakteristik *Biochar* Sekam Padi pada Dua Temperatur Pirolisis. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(4): 732-739.
- Putri, A.P., Yusnaini, S., Utomo, M., dan Aini, N. 2020. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang Terhadap Respirasi Tanah pada Pertanaman Kedelai (*Glycine Max L.*) di Lahan Politeknik Negeri Lampung Tahun Ke-29. *Jurnal Agrotek Tropika*. 8(3): 587-95.
- Putri, N.A.R., Niswati, A., Yusnaini, S., dan Buchari, H. 2017. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa Bagas Terhadap Respirasi Tanah pada Pertanaman Tebu (*Saccharum Officinarum L*) Ratoon Ke-1 Periode 2 di PT Gunung Madu Plantations. *Jurnal Agrotek Tropika*. 5(2):110-112.
- Putriani, S.S., Yusnaini, S., Septiana, L.M., dan Dermiyati. 2022. Aplikasi *Biochar* dan Pupuk P Terhadap Ketersediaan dan Serapan P pada Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Sturt.*) di Tanah Ultisol. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(4): 616-626.
- Rafika, A., Zuraida, Z., dan Muyassir, M. 2022. Aplikasi Kompos Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Kandungan Hara Tanaman Jagung pada Lahan Kering Inceptisol Krueng Raya, Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 7(2): 665-670
- Rawat, J., Saxena, J., and Sanwal, P. 2019. *Biochar: a Sustainable Approach for Improving Plant Growth and Soil Properties*. *Biochar-an imperative amendment for soil and the environment*. 1-17.
- Rawat, P., Das, S., Shankhdhar, D., and Shankhdhar, S.C. 2020. Phospahte Solubilizing Microorganisms Mechanism and Their Role in Phosphate Sulubilization and Uptake. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 21(1): 49-68.

- Reavindo, Q., dan Bangun, R.H.B. 2016. Pengaruh Luas 106 HST dan Harga Produksi Terhadap Produksi Tanaman Jagung Kabupaten Karo. *Jurnal Agrica*. 9(1): 74–79.
- Riwandi, M., Handajaningsih, dan Hasanudin. 2014. *Teknik Budidaya Jagung Dengan Sistem Organik di Lahan Marjinal*. UNIB Pres. Bengkulu. 56 hlm.
- Rosmarkam, A., dan Yuwono, N.W., 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 299 hlm.
- Safitri, I.N., Tricandra, S., dan Cahyoadi, B. 2018. *Biochar dan Kompos untuk Peningkatan Sifat Fisika Tanah dan Efisiensi Penggunaan Air*. *Jurnal Penelitian*. 7(1): 116-127.
- Santika, N. 2022. Pemberian Berbagai Jenis *Biochar* dan Pupuk Fosfor terhadap Respirasi Tanah pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata Sturt.*) di Tanah Ultisol Natar, Lampung Selatan. *Skripsi*. Universitas Lampung. 71 hlm.
- Saraswati, R., Husen, E., dan Simanungkalit, R.D.M. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 271 hlm.
- Sarwono, R. 2016. *Biochar* Sebagai Penyimpan Karbon, Perbaikan Sifat, Tanah, dan Mencegah Pemanasan Global. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*. 18(1): 79-90.
- Septiana, L.M., Santika, N., Yusnaini, S., Buchari, H., Prasetyo, D., Arif, M.S., dan Niswati, A. 2023. Laju Respirasi Tanah pada Pertanian Jagung manis (*Zea mays Saccharata Sturt.*) akibat Pemberian *Biochar* dan Pupuk Fosfor di Tanah Ultisol. *Jurnal Agrotek Tropika*. 11(2): 299-307.
- Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D., dan Hartatik, W. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor. 312 hlm.
- Sismiyanti, S., Hermansah, H., dan Yulnafatmawita, Y. 2018. Klasifikasi beberapa sumber bahan organik dan optimalisasi pemanfaatannya sebagai *Biochar*. *Jurnal Solum*. 15(1): 8-16.
- Subekti, N.A., Efendi, R., dan Sunarti, S. 2007. *Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. 28 hlm.
- Suhartarto, A., Zulfita, D., dan Maulidi. 2019. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah terhadap Berbagai Dosis *Biochar* Tongkol Jagung pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*. 8(1): 82-94.

- Suharyatun, S., Waji., Haryanto, A., dan Anam K. 2021. Pengaruh Kombinasi *Biochar* Sekam Padi dan Pupuk Organik Berbasis Mikroba Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Sayuran. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*. 15(1): 21-26.
- Suleman, R., Kandowanko, N.Y., dan Abdul, A. 2019. Karakterisasi Morfologi dan Analisis Proksimat Jagung (*Zea mays* L.) Varietas Momala Gorontalo. *Jombura Edu Biosfer Journal*. 1(2): 72–81.
- Sugiono, S., dan Purwanti, E.W. 2019. Efektifitas Pupuk Fosfat Alam pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Penelitian Terapan Bidang Pertanian*. 18(1): 8-16.
- Sugianto, S.K., Shovitri, M., dan Hidayat, A. 2019. Potensi Rhizobakteri Sebagai Pelarut Fosfat. *Jurnal sains dan seni ITS*. 7(2): 71-74.
- Susanto, Iskandar, T., dan Anggraini, S.P.A. 2019. Pra Rancang Bangun Pabrik Pupuk *Biochar* dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Kapasitas 11.000 Ton/Tahun Menggunakan Alat Utama Rotary Kiln. *Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil dan Teknik Kimia*. 3(2): 245-250.
- Susilowati, L.E., dan Kusumo, B.H. 2018. Peningkatan Kompetensi Petani Dalam Pengelolaan Hara pada Tanaman Jagung Berbasis Pemupukan Berimbang di Kabupaten Dompu. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*. 1: 1905-1915.
- Sutedjo, M.M., Kartasaputra A.G., dan Sastroatmodjo, R.S. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta. 447 hlm.
- Sonia, A.V., dan Setiawati, T.C. 2022. Aktivitas bakteri pelarut fosfat terhadap peningkatan ketersediaan fosfat pada tanah masam. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 15(1): 44-53.
- Taufik, I., dan Umi, R., 2017. Karakteristik *Biochar* Berdasarkan Jenis Biomassa dan Parameter Proses Pyrolysis. *Jurnal Teknik Kimia*. 12(1): 28-35.
- Tim Karya Tani Mandiri, 2010. *Pedoman Bertanam Jagung*. Nuansa Aulia. Bandung. 208 hlm.
- Utomo, M., Buchari, H., dan Banuwa, I.S. 2012. *Olah Tanah Konservasi : Teknologi Mitigasi Gas Rumah Kaca Pertanian Tanaman Pangan*. Lembaga Penelitian Unuversitas Lampung. Lampung. 94 hlm.
- Verdiana, M.A., Sebayang, H.T., dan Sumarni, T. 2017. Pengaruh Berbagai Dosis *Biochar* Sekam Padi dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(8): 611-616.

- Voroney, R.P., and Heck, R.J. 2015. *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry, Fourth Edition*. Academic Press, Elsevier. USA. 33 hlm.
- Wardoyo, S., dan Anwar, T. 2021. Perbedaan Penggunaan Komposter An-Aerob dan Aerob Terhadap Laju Proses Pengomposan Sampah Organik. *Jurnal Ilmu Kesehatan*. 15(3): 251-255.
- Wicaksono, A.T., Niswati, A., Arif, M.A.S., dan Utomo, M. 2021. Pengaruh Dua Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Herbisida Terhadap Respirasi Tanah pada Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*) Musim Tanam Ke-5. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(1): 75–83.
- Widowati, Asna, dan Sutoyo. 2012. Pengaruh Penggunaan *Biochar* dan Pupuk Kalium Terhadap Pencucian dan Serapan Kalium pada Tanaman Jagung. *Jurnal Buana Sains*. 12(1): 83-90.
- Widdiana, G.N. 1995. *Peranan Efektif Mikroorganisme dalam Meningkatkan Kesuburan dan Produktivitas Tanah*. Indonesia Kyusei Farming Societes. Jakarta. 17 Hlm.
- Wulandari, F., dan Batoro, J. 2016. Etnobotani Jagung (*Zea mays L.*) pada Masyarakat Lokal di Desa Pandansari Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. *Jurnal Biotropika*. 4(1): 17–24.
- Yanti, I., dan Kusuma, Y.R. 2021. Pengaruh Kadar Air dalam Tanah Terhadap Kadar C-Organik dan Keasaman (pH) Tanah. *Indonesian Journal Of Chemical Research (IJCR)*, 6(2): 92-97.