

**PERUBAHAN KETERSEDIAAN DAN SERAPAN Cu-Zn OLEH RUMPUT  
GAJAH (*Pennisetum purpureum*) PADA TANAH TERCEMAR LOGAM  
BERAT DENGAN PERLAKUAN BERBAGAI JENIS BIOCHAR**

(Skripsi)

Oleh

**Kurnia Rahma Dani**

**1914181036**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### PERUBAHAN KETERSEDIAAN DAN SERAPAN Cu-Zn OLEH RUMPUT GAJAH (*Pennisetum purpureum*) PADA TANAH TERCEMAR LOGAM BERAT DENGAN PERLAKUAN BERBAGAI JENIS BIOCHAR

Oleh

**Kurnia Rahma Dani**

Limbah industri berupa logam berat seperti Cu dan Zn telah menjadi masalah pencemaran tanah yang merugikan bagi kesehatan manusia. Konsentrasi Cu dan Zn yang relatif tinggi dapat bersifat toksik untuk tanaman namun jika dalam jumlah tertentu akan menjadi esensial bagi tanaman. Penurunan ketersediaan logam berat dalam tanah dapat dilakukan dengan menggunakan tanaman seperti tanaman rumput gajah yang merupakan tanaman remediator. Selain itu, penambahan bahan organik berupa *biochar* berbagai jenis diharapkan dapat menurunkan konsentrasi logam berat dalam tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh tanaman rumput gajah dalam menyerap logam berat Cu dan Zn tersedia dan mempelajari pengaruh pemberian *biochar* berbagai jenis terhadap perubahan ketersediaan Cu dan Zn di tanah tercemar logam berat. Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Plastik Perguruan Tinggi Al-Madani, Rajabasa, Bandar Lampung. Analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini disusun secara faktorial menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah contoh tanah diperlakukan limbah industri: 0, 15 dan 60 Mg ha<sup>-1</sup> Faktor kedua adalah jenis *biochar*: sekam padi, batang singkong, tongkol jagung.

Hasil menunjukkan *biochar* tidak berpengaruh terhadap Cu dan Zn tersedia tanah tercemar logam berat. Terdapat kecenderungan serapan Cu dalam akar tanaman meningkat dengan Cu tersedia tanah dan serapan Zn dengan meningkatnya Zn tanah tersedia. Serapan Cu tertinggi diperlihatkan pada tanah dengan limbah industri  $60 \text{ Mg ha}^{-1}$  (tertinggi) dengan perlakuan *biochar* batang singkong. Serapan Cu pada limbah industri  $60 \text{ Mg ha}^{-1}$  terendah akibat perlakuan *biochar* sekam padi. Serapan Zn pada limbah industri  $60 \text{ Mg ha}^{-1}$  terendah akibat perlakuan *biochar* batang singkong.

**Kata kunci:** Batang Singkong, *Biochar* Limbah Industri, Rumput Gajah, Sekam Padi, Seng, Tembaga, Tongkol Jagung.

**PERUBAHAN KETERSEDIAAN DAN SERAPAN Cu-Zn OLEH RUMPUT  
GAJAH (*Pennisetum purpureum*) PADA TANAH TERCEMAR LOGAM  
BERAT DENGAN PERLAKUAN BERBAGAI JENIS BIOCHAR**

Oleh

**Kurnia Rahma Dani**

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 : **PERUBAHAN KETERSEDIAAN DAN SERAPAN  
Cu-Zn OLEH RUMPUT GAJAH (*Pennisetum  
purpureum*) PADA TANAH TERCEMAR LOGAM  
BERAT DENGAN PERLAKUAN BERBAGAI JENIS  
BIOCHAR**

Nama Mahasiswa : Kurnia Rahma Dani

NPM : 1914181036

Jurusan : Ilmu Tanah

Fakultas : Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing pertama

Pembimbing kedua

**Prof. Dr. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc.**  
NIP 196011091985031001

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

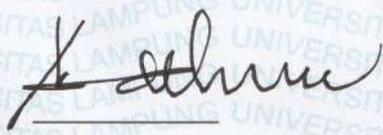
2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

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

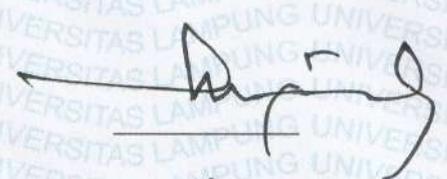
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

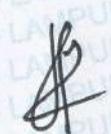
**Ketua : Prof. Dr. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc.**



**Sekretaris : Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.**



**Penguji : Dr. Supriatin, S.P., M.Sc.**

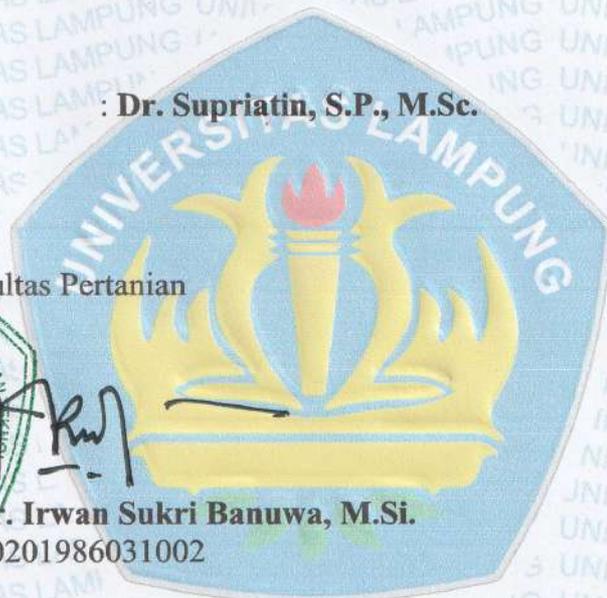


**2. Dekan Fakultas Pertanian**



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

**NIP 196110201986031002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 31 Agustus 2023**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Perubahan Ketersediaan dan Serapan Cu-Zn oleh Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*) pada Tanah Tercemar Logam Berat dengan Perlakuan Berbagai Jenis Biochar”** merupakan hasil karya saya sendiri bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian dosen Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang sumber dananya bersifat pribadi kepemilikannya, yaitu oleh Bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai kaidah, norma dan etika penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Jika di kemudian hari terbukti skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Agustus 2023

Penulis



**Kurnia Rahma Dani**  
NPM 1914181036

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Kota Metro pada tanggal 02 Desember 2000 merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Sugeng dan Almh. Ibu Mursini. Penulis memulai pendidikan di TK Aisyah Bustanul Athfal Margorejo, Kota Metro, pada tahun 2005-2006 kemudian melanjutkan pendidikan di sekolah dasar di SD Negeri 4 Metro Selatan tahun 2006-2012. Penulis melanjutkan pendidikannya di SMP Negeri 3 Metro pada tahun 2012-2015 dan kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Metro pada tahun 2015-2018.

Pada tahun 2019 penulis diterima menjadi mahasiswa pada Program Studi Ilmu Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi internal kampus, yaitu Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila menjadi anggota Bidang Kewirausahaan (2021-2022). Pada Januari – Februari 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Mulyosari, Kota Metro dan pada Juli - Agustus tahun 2022 penulis melaksanakan Praktik Umum di UPB Tanaman Buah Pekalongan, Lampung Timur.

## MOTTO

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”  
(QS Al-Baqarah: 286)*

*“I can bear any pain as long as it has meaning”  
(Haruki Murakami)*

*“Don't wait for everything to be perfect before you decide to enjoy life”  
(Joyce Meyer)*

*“Tiada awan di langit yang tetap selamanya. Tiada mungkin akan terus menerus tentang cuaca. Sehabis malam gelap gulita lahir pagi membawa keindahan. Kehidupan manusia serupa alam”  
(R.A. Kartini)*

## **PERSEMBAHAN**

*Bismillahirrahmanirrahim, atas izin Allah SWT,  
dengan bangga saya persembahkan karya ini kepada kedua orang tua saya  
Bapak Sugeng dan Almh. Ibu Mursini serta Kedua kakak kandungku Nurmala  
Santi dan Dewi Yuliana yang telah mendukung saya secara lahir dan batin.  
Terima kasih untuk segala dukungan, cinta dan kasih sayang semoga Allah selalu  
melindungi kita dan senantiasa bahagia selalu... Aamiin.*

*Serta Almamaterku Tercinta*

*“Universitas Lampung”*

## SANWACANA

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirobbilalamin, penulis memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat, nikmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perubahan Ketersediaan dan Serapan Cu-Zn oleh Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*) pada Tanah Tercemar Logam Berat dengan Perlakuan Berbagai Jenis Biochar” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana. Penulisan skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa bantuan dan arahan dari para dosen pembimbing, keluarga dan kerabat. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih setulus-tulusnya kepada pihak-pihak tersebut sebagai berikut.

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, sekaligus selaku pembimbing kedua yang telah memberikan motivasi dan bimbingan selama penyusunan skripsi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Kadir Salam M.Sc. selaku pembimbing utama yang telah memberikan saran, bimbingan dan dana analisis kimia selama penelitian serta penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Supriatin, S.P., M.Sc. selaku dosen penguji yang memberikan arahan, saran dan kritik yang membangun dalam penelitian dan penulisan skripsi.
5. Kedua orang tuaku, Bapak Sugeng yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan serta doa tulus dalam bentuk apapun dan kepada Almh. Ibu Mursini banyak hal yang penulis lalui tanpa sosok ibu, babak belur dihajar kenyataan yang terkadang tidak sejalan. Rasa iri dan rindu seringkali membuat penulis terjatuh tertampar realita, namun itu semua tidak mengurangi rasa bangga dan terimakasih telah memberikan kasih sayang dan doa yang tulus hingga akhir hayatmu.

6. Kedua kakak kandungku Nurmala Santi dan Dewi Yuliana yang selalu mendukung dan memberikan semangat positif dalam menyelesaikan studi.
  7. Sahabat-sahabat lama yang luar biasa Sherly Novalinda, Icha Putri dan Osa Desvy yang memberikan semangat dan dukungan serta membantu kapanpun dan dimanapun saat dibutuhkan.
  8. Teman-teman tim penelitian Al Adelia Mei Sandi, Maisyaroh dan Deva Maharani yang telah berjuang bersama selama 1 tahun ini dan bahu-membahu dalam seluruh kegiatan yang ada pada penelitian ini serta memberikan semangat, kerjasama dan dukungan yang luar biasa.
  9. Kawan-kawan Jurusan Ilmu Tanah 2019 seperjuangan yang namanya tidak bisa disebutkan satu-persatu.
  10. Semua pihak yang terlibat dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini.
- Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran bersifat membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini berguna untuk penelitian selanjutnya.

Bandar Lampung, Agustus 2023

Penulis,

Kurnia Rahma Dani

## DAFTAR ISI

### Halaman

|   |            |
|---|------------|
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>   | <b>iii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>   | <b>vi</b>  |
| <b>I. PENDAHULUAN.....</b>  | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang .....  | 1          |
| 1.2 Rumusan Masalah .....   | 3          |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....   | 3          |
| 1.4 Kerangka Pemikiran.....   | 5          |
| 1.5 Hipotesis .....   | 5          |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                   | <b>6</b>   |
| 2.1 Pencemaran Tanah oleh Logam Berat .....                         | 6          |
| 2.2 Serapan Logam berat dengan Fitoremediasi oleh Rumput Gajah..... | 7          |
| 2.3 Percepatan Fitoremediasi dengan <i>Biochar</i> .....            | 8          |
| 2.4 Pengaruh Berbagai Jenis <i>Biochar</i> .....                    | 9          |
| <b>III. METODE PENELITIAN .....</b>                                 | <b>12</b>  |
| 3.1 Waktu dan Tempat .....  | 12         |
| 3.2 Alat dan Bahan.....   | 12         |
| 3.3 Metode.....   | 12         |
| 3.4 Tata Letak Satuan Percobaan .....                               | 13         |
| 3.5 Pelaksanaan Percobaan .....                                     | 14         |
| 3.5.1 Pelaksanaan Percobaan .....                                   | 14         |
| 3.5.2 Pengujian Awal Media Tanam.....                               | 14         |
| 3.5.3 Proses Pembuatan <i>Biochar</i> .....                         | 14         |
| 3.5.4 Pengaplikasian <i>Biochar</i> .....                           | 15         |
| 3.5.5 Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman.....                       | 15         |
| 3.5.6 Panen .....   | 16         |
| 3.5.7 Analisis Tanah dan tanaman di Laboratorium .....              | 16         |
| 3.5.8 Analisis Data .....   | 16         |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>  | <b>17</b> |
| 4.1 Pertumbuhan dan Serapan Logam Berat Rumput Gajah pada Tanah<br>Tercemar Logam Berat yang diberi <i>Biochar</i> ..... | 17        |
| 4.2 Pengaruh Cu dan Zn Tersedia terhadap pertumbuhan Rumput<br>Gajah .....   | 23        |
| 4.3 Perubahan pH, KTK, Cu dan Zn Tanah Pasca perlakuan Limbah<br>Industri dan Berbagai Jenis <i>Biochar</i> .....        | 25        |
| <b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>  | <b>28</b> |
| 5.1 Simpulan .....   | 28        |
| 5.2 Saran.....   | 28        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>  | <b>29</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>   | <b>32</b> |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b>   | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| 1. Peubah analisis tanah dan tanaman yang digunakan.....   | 16             |
| 2. Pengaruh berbagai jenis <i>biochar</i> terhadap berat kering tanaman rumput gajah pada tanah tercemar logam berat.....      | 17             |
| 3. Pengaruh berbagai jenis <i>biochar</i> terhadap berat kering akar tanaman rumput gajah pada tanah tercemar logam berat..... | 18             |
| 4. Pengaruh <i>biochar</i> berbagai jenis terhadap serapan Cu tanaman rumput gajah ada tanah tercemar logam berat .....        | 20             |
| 5. Serapan Cu tajuk tanaman rumput gajah akibat perlakuan <i>biochar</i> pada tanah tercemar logam berat .....                 | 21             |
| 6. Pengaruh <i>biochar</i> berbagai jenis terhadap serapan Zn tanaman rumput gajah tanah tercemar logam berat.....             | 22             |
| 7. Pengaruh limbah industri dan berbagai jenis <i>biochar</i> terhadap perubahan pH, KTK, Cu dan Zn .....                      | 26             |
| 8. Perbedaan pH tanah akibat perlakuan limbah berlogam berat .....   | 26             |
| 9. Pengaruh perlakuan limbah industri terhadap Cu dan Zn tersedia.....   | 27             |
| 10. Pengaruh perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> terhadap bobot kering akar rumput gajah .....                  | 33             |
| 11. Sidik ragam pengaruh perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> terhadap bobot kering akar rumput gajah .....      | 33             |
| 12. Pengaruh perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> terhadap bobot kering tajuk rumput gajah .....                 | 34             |
| 13. Sidik ragam pengaruh perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> terhadap bobot kering tajuk rumput gajah .....     | 34             |
| 14. Pengaruh perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> terhadap bobot kering total rumput gajah .....                 | 35             |

|   |    |
|---|----|
| 15. Sidik ragam pengaruh perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> terhadap bobot kering total rumput gajah.....           | 35 |
| 16. Pengaruh serapan Cu pada akar tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....              | 36 |
| 17. Sidik ragam pengaruh serapan Cu pada akar tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....  | 36 |
| 18. Pengaruh serapan Cu pada tajuk tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....             | 37 |
| 19. Sidik ragam pengaruh serapan Cu pada tajuk tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> ..... | 37 |
| 20. Pengaruh serapan Cu total pada tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....             | 38 |
| 21. Sidik ragam pengaruh serapan Cu total pada tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> ..... | 38 |
| 22. Pengaruh serapan Zn pada akar tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....              | 39 |
| 23. Sidik ragam pengaruh serapan Zn pada akar tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....  | 39 |
| 24. Pengaruh serapan Zn pada tajuk tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....             | 40 |
| 25. Sidik ragam pengaruh serapan Zn pada tajuk tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> ..... | 40 |
| 26. Pengaruh serapan Zn total pada tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....             | 41 |
| 27. Sidik ragam pengaruh serapan Zn total pada tanaman rumput gajah akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> ..... | 41 |
| 28. Pengaruh pH tanah sebelum dan setelah diberi perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....                           | 42 |
| 29. Sidik ragam pengaruh pH tanah sebelum dan setelah diberi perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....               | 42 |
| 30. Pengaruh KTK akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....  | 43 |

|  |    |
|--|----|
| 31. Sidik ragam pengaruh KTK akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....         | 43 |
| 32. Pengaruh Cu tersedia akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....             | 44 |
| 33. Sidik ragam pengaruh Cu tersedia akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> ..... | 44 |
| 34. Zn tersedia akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> .....                      | 45 |
| 35. Sidik ragam pengaruh Zn tersedia akibat perlakuan limbah berlogam berat dan <i>biochar</i> ..... | 45 |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar   | Halaman |
|--|---------|
| 1. Kerangka pemikiran perubahan ketersediaan dan serapan Cu-Zn oleh rumput gajah .....                           | 5       |
| 2. Tata letak percobaan dengan rancangan acak lengka.....  | 13      |
| 3. Pengairan plot percobaan dengan metode air kapiler.....   | 15      |
| 4. Pengaruh jenis <i>biochar</i> terhadap berat kering rumput gajah pekan 4 pada tanah tercemar logam berat..... | 19      |
| 5. Tanaman rumput gajah perlakuan limbah industri dan <i>biochar</i> .....                                       | 19      |
| 6. Pengaruh jenis <i>biochar</i> terhadap serapan Cu rumput gajah pada tanah tercemar logam berat .....          | 21      |
| 7. Pengaruh jenis <i>biochar</i> terhadap serapan Zn rumput pada tanah tercemar logam berat .....                | 22      |
| 8. Hubungan Cu tersedia terhadap berat kering tanaman rumput gajah .....   | 23      |
| 9. Hubungan Zn tersedia terhadap berat kering tanaman rumput gajah .....   | 24      |
| 10. Hubungan serapan Cu dan Cu tersedia tanah tercemar logam berat.....  | 24      |
| 11. Hubungan serapan Zn dan Zn tersedia tanah tercemar logam berat .....   | 25      |

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pencemaran tanah antara lain dapat disebabkan oleh logam berat yang berasal dari limbah industri. Logam berat adalah logam dengan berat jenis lebih dari 5 g/cm<sup>3</sup>. Logam berat terbagi menjadi 2 yaitu logam berat esensial dan logam berat non-esensial bagi tanaman. Logam berat esensial akan membahayakan apabila konsentrasinya tinggi akan tetapi tidak beracun jika kadarnya rendah (Irhamni dkk., 2017).

Logam berat yang mencemari lingkungan, baik dalam udara, air, dan tanah berasal dari proses alami dan kegiatan industri. Proses alami dapat berasal dari bebatuan gunung berapi yang memberikan kontribusi ke lingkungan udara, air, dan tanah. Logam berat dengan kadar yang tinggi akan mengakibatkan pencemaran tanah. Unsur-unsur logam berat yang potensial menimbulkan pencemaran pada lingkungan antara lain adalah Fe, As, Cd, Pb, Hg, Mn, Ni, Cr, Zn dan Cu karena unsur ini lebih ekstensif penggunaannya dan demikian pula dengan tingkat toksisitasnya yang tinggi. Kelebihan logam berat dalam tanah bukan hanya meracuni tanaman dan organisme, tetapi akan berdampak juga pada pencemaran lingkungan. Selain yang beracun terdapat pula logam berat seperti Zn, Cu, Fe, Mn, Mo yang merupakan unsur hara mikro esensial bagi tanaman, yang bila jumlahnya terlalu besar juga akan menjadi racun bagi tanaman. Adanya racun pada tanah terutama bila logam tersebut telah terakumulasi dan telah melebihi batas aman dalam tanah (Irhamni dkk., 2017).

Logam berat Cu dan Zn merupakan golongan logam berat esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup yang dalam hal ini yaitu tanaman, tetapi dalam jumlah yang berlebihan dapat

menimbulkan efek racun. Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh manusia tidak akan dapat dihancurkan dan dapat menimbulkan efek buruk bagi kesehatan bagi manusia itu sendiri tergantung pada bagian mana logam berat tersebut dapat terikat dalam tubuh. Jika logam berat sudah terikat dalam tubuh manusia akan menjadi racun dalam tubuh manusia tersebut. Kadar logam berat dalam tanah dapat mencapai tingkat yang menyebabkan fitotoksisitas dan gangguan fungsional terhadap komponen lingkungan lainnya (Pratiwi, 2020).

Banyak cara dalam mengatasi kadar logam berat dalam tanah antara lain dengan fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan upaya penggunaan tanaman dan bagian-bagiannya untuk penyerapan zat kontaminan limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan (Ratnawati dan Fatmasari, 2018). Fitoremediasi dapat dilakukan dengan tanaman yang memiliki produktivitas biomassa yang tinggi, resisten terhadap hama dan penyakit, toleransi yang tinggi dan kapasitas akumulasi konsentrasi tinggi dari kontaminan agar dapat menyerap logam berat dengan baik (Raskin dkk., 1997). Rumput gajah sendiri dipilih karena merupakan salah satu tanaman hiperakumulator yang menunjukkan toleransi terhadap polutan yang lebih tinggi sehingga rumput gajah diyakini dapat meremediasi tanah tercemar logam berat. Tanaman rumput gajah memiliki perakaran yang luas sehingga proses penyerapan logam oleh akar pada tumbuhan hiperakumulator lebih cepat dibandingkan tumbuhan normal, translokasi unsur dari akar ke tajuk pada tumbuhan hiperakumulator lebih efisien dibandingkan tanaman normal (Razikin, 2015). Selain itu, penurunan logam berat tanah juga dapat dilakukan secara kimia, antara lain dengan penambahan biochar. Biochar adalah arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas atau tanpa oksigen. Biochar merupakan bahan organik yang memiliki sifat stabil dapat dijadikan pembenah tanah lahan kering (Tambunan dkk., 2014).

Biochar memiliki kapasitas adsorpsi yang relatif tinggi terhadap kation logam, kemampuan untuk meningkatkan pH tanah dan yang paling penting daya tahan dalam tanah relatif tinggi. Kandungan bahan organik yang tinggi dalam biochar dapat secara signifikan meningkatkan pH tanah, memperluas kapasitas tukar

kation tanah. Hal tersebut juga dapat menurunkan kelarutan tanah serta mobilitas dan ketersediaan logam berat di tanah (Salam dkk., 2021).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini :

1. Apakah terjadi perubahan ketersediaan kadar Cu dan Zn dalam tanah tercemar logam berat yang ditanami rumput gajah akibat perlakuan berbagai jenis *biochar*.
2. Apakah terjadi perubahan serapan Cu dan Zn oleh rumput gajah dari tanah tercemar logam berat akibat perlakuan berbagai jenis *biochar*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempelajari pengaruh pemberian *biochar* berbagai jenis terhadap perubahan ketersediaan Cu dan Zn di tanah tercemar logam berat.
2. Mempelajari pengaruh berbagai jenis *biochar* terhadap serapan logam berat Cu dan Zn oleh rumput gajah.

## 1.4 Kerangka Pemikiran

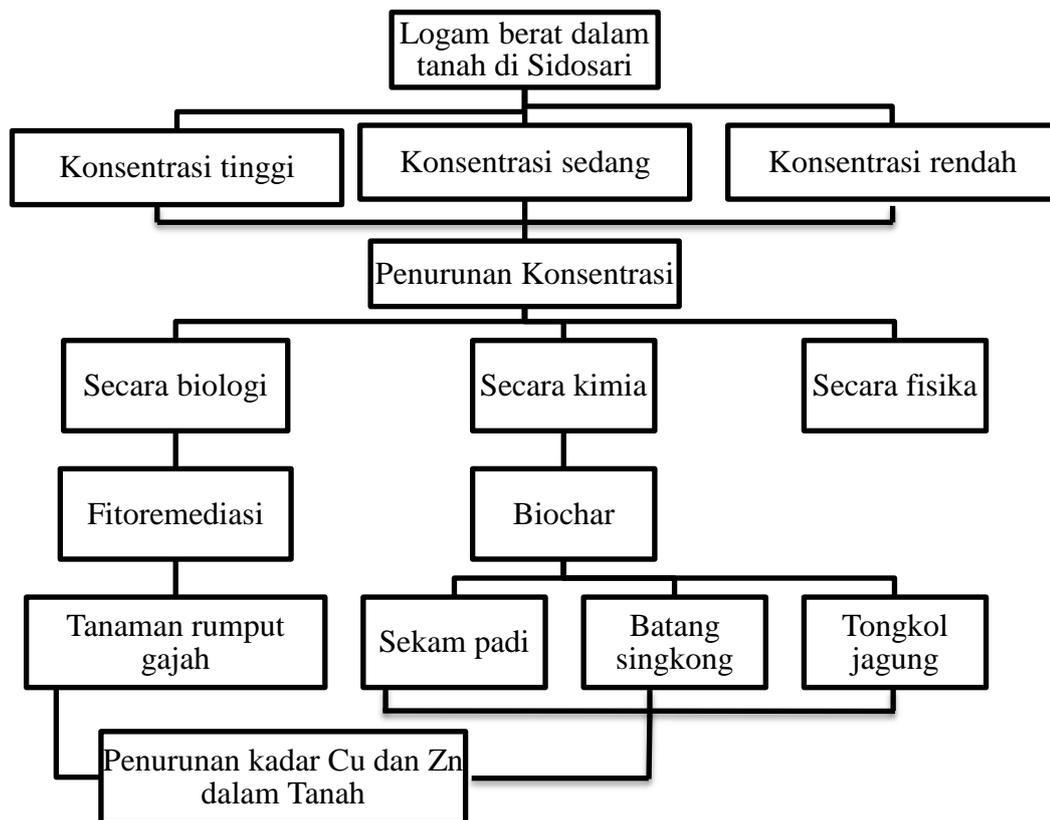
Logam berat Cu dan Zn merupakan 2 di antara logam berat yang dimanfaatkan dalam kehidupan manusia. Tembaga (Cu) dan seng (Zn) dalam konsentrasi tinggi dapat menumpuk di dalam tubuh dan akan meracuni tubuh makhluk hidup. Komoditas sayuran rentan terhadap kontaminasi Cu. Cemaran Cu terdapat pada sayuran dan buah-buahan yang disemprot dengan pestisida secara berlebihan. Penyemprotan pestisida banyak dilakukan untuk membasmi siput dan cacing pada tanaman sayur dan buah. Selain itu, garam Cu juga digunakan sebagai bahan dari larutan “*bordeaux*” yang mengandung 1-3% CuSO<sub>4</sub> untuk membasmi jamur pada sayur dan tanaman buah (Tarigan, 2014).

Teknologi untuk menangani pencemaran logam berat di antaranya adalah dengan metode remediasi, yaitu remediasi secara fisika, kimia, biologi atau kombinasi dari ketiga metode tersebut. Metode remediasi secara fisika antara lain adalah dengan melakukan reklamasi lahan. Adapun metode kimiawi sederhana yang saat ini sering dilakukan untuk remediasi lahan pertanian tercemar logam berat adalah dengan penambahan bahan/pupuk organik. Metode remediasi secara biologi, yang dikenal dengan istilah bioremediasi. Bioremediasi adalah penggunaan mikroorganisme atau sistem biologi lainnya untuk mendegradasi/transformasi pencemar. Selain itu, ada pula metode remediasi menggunakan tanaman yang dikenal dengan istilah fitoremediasi dengan menggunakan tanaman remediator dan bagian-bagiannya sebagai media penyerap zat kontaminan (Rosariastuti dkk., 2020) .

Mekanisme penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses yang berkaitan, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain dan lokalisasi logam pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut. Pembentukan reduktase di membran akar berfungsi mereduksi logam yang selanjutnya diangkut melalui kanal khusus di dalam membran akar. Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam harus diangkut melalui jaringan pengangkut, yaitu xylem dan floem ke bagian tumbuhan lain oleh molekul khelat (Dzakwan dan Ni'am, 2021). Pada rumput gajah, proses penyerapan logam berat sama halnya dengan mekanisme pada tanaman hiperakumulator lainnya, tanaman akan menarik zat kontaminan sehingga berakumulasi di sekitar akar, kemudian terjadi proses pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar, penempelan zat-zat kontaminan tertentu tidak akan diserap oleh batang namun akan diuraikan oleh aktivitas mikroba hingga menjadi bahan yang tidak berbahaya (Aghni, 2020).

Aplikasi *biochar* merupakan langkah yang efisien karena morfologi *biochar* yang sangat porous serta gugus fungsionalnya yang berpotensi untuk mengurangi bioavailabilitas dan pencucian logam berat melalui adsorpsi dan reaksi fisikokimia lainnya dan juga dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan perbaikan sifat sifat

tanah. *Biochar* merupakan bahan basa yang dapat meningkatkan pH tanah dan berkontribusi terhadap stabilisasi logam berat. Aplikasi *biochar* untuk perbaikan dari tanah yang tercemar logam berat dapat memberikan solusi untuk masalah polusi tanah oleh logam berat. Mekanisme pencemaran oleh logam berat dan usaha untuk mengatasinya disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran perubahan ketersediaan dan serapan Cu-Zn oleh rumput gajah.

## 1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah disajikan, maka hipotesis dari penelitian ini yaitu :

1. Terjadi perubahan kadar Cu dan Zn tersedia di tanah tercemar logam berat akibat perlakuan berbagai jenis *biochar*.
2. Terjadi perubahan serapan Cu dan Zn oleh rumput gajah di tanah tercemar logam berat akibat perlakuan berbagai jenis *biochar*.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pencemaran Tanah oleh Logam Berat**

Pencemaran tanah oleh logam berat sudah menjadi masalah umum yang banyak terjadi dengan meningkatnya proses industrialisasi, aktivitas pertambangan, penggunaan laboratorium, dan kegiatan sehari-hari. Pencemaran tanah oleh logam berat merupakan salah satu persoalan lingkungan yang sangat serius. Toksikannya yang sangat berbahaya umumnya berasal dari buangan industri, terutama yang melibatkan logam berat dalam proses produksinya (Adji dkk., 2008).

Logam berat dibagi menjadi dua yakni logam berat esensial dan logam berat non-esensial. Logam berat esensial merupakan logam berat yang dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh tubuh dan dapat bersifat racun jika dikonsumsi secara berlebihan. Adapun logam berat non-esensial merupakan logam berat yang belum diketahui manfaatnya bahkan juga bersifat racun (Irhamni dkk., 2017). Beberapa logam seperti Zn, Cu, dan Fe merupakan logam esensial yang dibutuhkan oleh tanaman dalam dosis tertentu dan dibutuhkan sebagai unsur nutrisi pada ternak untuk menjaga kesehatan dan produktivitasnya, sehingga seringkali ditambahkan pada pakan ternak yang diberikan (Syarifullah dkk., 2018).

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh logam berat dapat menurunkan kesehatan tanah, mempengaruhi kehidupan petani serta merusak ekosistem lokal dan akan berdampak merugikan kawasan pertanian, menurunkan kualitas dan produktivitas tanah. Logam berat yang mencemari tanah akan menyebabkan penurunan pH tanah sehingga membuat tanah menjadi asam. Logam berat yang ada di dalam tanah akan terserap dan terakumulasi oleh tanaman sehingga

tumbuhan yang mengandung logam berat tersebut akan berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia. Maka dari itu diperlukan perbaikan sifat fisika dan kimia tanah untuk mengurangi risiko terkait, meningkatkan produktivitas tanah dan meningkatkan ketahanan pangan (Khasanah dkk., 2021).

## **2.2 Serapan Logam Berat dengan Fitoremediasi oleh Rumput Gajah**

Fitoremediasi dapat didefinisikan sebagai pemanfaatan tumbuhan untuk membersihkan pencemaran di lingkungan. Tanaman dapat membantu membersihkan berbagai jenis polusi termasuk logam, pestisida, bahan peledak, minyak serta mobilitas atau toksisitas kontaminan dalam tanah, air tanah atau media terkontaminasi lainnya. Tanaman juga membantu mencegah angin, hujan, dan air tanah membawa polutan dari lokasi ke area lain (Aghni dkk., 2020) . Metode fitoremediasi telah terbukti efisien dalam menghilangkan dan menurunkan berbagai jenis kontaminan baik di air maupun tanah yang tercemar. Tanaman yang digunakan untuk fitoremediasi beraneka ragam, baik yang berwujud seperti rumput maupun yang lainnya (Yulyana dan Harmin, 2021).

Hiperakumulator yaitu tanaman yang memiliki daya adaptasi dan toleransi yang tinggi dan mampu memproduksi biomassa dan mengakumulasi logam berat pada jaringan tajuk tanaman dalam jumlah yang relatif besar. Menurut Peer dkk., dalam Balitbang Kehutanan (2011) mekanisme tanaman hiperakumulator menyerap logam berat agar dapat masuk ke dalam jaringan tanpa meracuni tanaman, logam berat harus diubah menjadi bentuk yang kurang toksik melalui reaksi kimiawi atau pembentukan kompleks dengan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman. Contoh tanaman hiperakulator yaitu tanaman rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) (Dzakwan & Ni'am, 2021).

Dalam melakukan fitoremediasi, tanaman rumput gajah memiliki keunggulan dalam sistem perakaran yang luas, biomassa yang besar, tumbuh dengan cepat, dapat tumbuh pada tanah yang luas. Selain itu, rumput gajah merupakan tanaman yang memiliki potensi pertumbuhan yang cepat dan bebas dari hama dan penyakit

serta mampu bersaing dengan jenis yang kurang diminati. Pertumbuhan akar tanaman sangat penting bagi rumput gajah untuk menyesuaikan diri dengan konsentrasi tinggi Cu dan Zn dan mungkin logam berat lainnya. Berat akar yang lebih tinggi dapat menyebabkan kapasitas tukar kation (KTK) akar yang lebih tinggi yang dapat menahan lebih banyak kation logam berat di permukaan akar tanaman sehingga logam berat yang lebih sedikit dapat berpindah ke pucuk tanaman. Kapasitas tukar kation tanah yang lebih tinggi dapat menurunkan rangsangan pada pertumbuhan akar tanaman kemudian KTK yang lebih tinggi dapat dicapai dengan meningkatkan pH tanah (Salam dkk., 2021).

### **2.3 Percepatan Fitoremediasi dengan *Biochar***

*Biochar* biasanya merupakan basa, bahan yang dapat meningkatkan pH tanah dan berkontribusi terhadap stabilisasi logam berat. Aplikasi *biochar* untuk perbaikan dari tanah yang tercemar dapat memberikan solusi untuk masalah polusi tanah khususnya oleh logam berat. Aplikasi *biochar* dapat mengurangi mobilitas logam berat di tanah yang tercemar sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman karena sudah tidak tersedia bagi tanaman. Pemanfaatan *biochar* pada tanah terkontaminasi adalah untuk menghilangkan keaktifan ion-ion logam berat, sehingga tidak masuk ke dalam sistem rantai makanan pada manusia dan tidak membahayakan karena akan segera tercuci dan mengendap. Hal ini sangat berhubungan dengan kualitas *biochar* yang dihasilkan. *Biochar* yang diproduksi dengan suhu yang tinggi ( $\geq 600^{\circ}\text{C}$ ) umumnya memiliki luas permukaan yang tinggi baik untuk penjerapan secara fisika, tetapi mempunyai sedikit gugus fungsional dan kandungan hara yang rendah, tetapi sebaliknya *biochar* yang dibentuk dengan suhu  $400\text{-}500^{\circ}\text{C}$  memiliki gugus fungsional yang beragam dan relatif mengandung hara (Zhen dkk., 2013).

Biochar dilaporkan memiliki kapasitas adsorpsi yang relatif tinggi terhadap kation logam, kemampuan untuk meningkatkan pH tanah, dan yang paling penting daya tahan di lingkungan tanah menyimpulkan bahwa biochar banyak digunakan untuk mengelola logam berat di lingkungan tanah. Hal ini disebabkan karena luas permukaan spesifik yang besar dan kandungan bahan organik yang tinggi

sehingga dapat meningkatkan pH tanah secara signifikan, meningkatkan kapasitas tukar kation tanah dan kemampuan tukar tanah. Seperti yang kita ketahui, pH tanah akan mempengaruhi stabilisasi logam berat tanah. Retensi logam berat tanah akan rendah pada pH rendah dan sebaliknya (Salam, 2017). Pada penelitian Ahmad (2014), biochar yang terbuat dari bahan kayu didapatkan pH sebesar 10,7, nilai pH yang dimiliki biochar bergantung kepada bahan dasar pembuatannya. Menurut Lahori (2017), karakteristik dari biochar dengan pH bersifat basa ini mampu menurunkan ketersediaan logam berat dalam tanah.

Penambahan biochar ke dalam sistem tanah dapat meningkatkan kapasitas tukar tanah. Peningkatan muatan negatif koloid tanah dapat meningkatkan situs adsorpsi logam berat dan menurunkan mobilitas dan bioavailabilitasnya sehingga menurunkan penyerapan tanaman pada logam berat dan meningkatkan pertumbuhan, perkembangan, dan produksi tanaman. Peningkatan pH tanah oleh biochar juga dapat secara simultan merangsang peningkatan adsorpsi logam berat oleh koloid tanah dan pertumbuhan, perkembangan dan produksi tanaman (Salam dkk., 2022).

#### **2.4 Pengaruh Berbagai Jenis *Biochar***

*Biochar* merupakan material padat yang mengandung banyak karbon, yang dihasilkan dari pembakaran bahan organik atau biomassa dengan sedikit atau tanpa oksigen (pirolisis). Tidak seperti bahan organik, bila bercampur dengan tanah, *biochar* mampu stabil selama ratusan atau ribuan tahun dan dapat mengikat karbon di dalam tanah (Fraser, 2010). Beberapa padatan yang telah terbukti dalam meningkatkan pH tanah dan kapasitas adsorpsi tanah adalah bahan organik tanah (Salam, 2017). Metode produksi dan sumber material adalah yang menentukan kualitas *biochar*. *Biochar* bisa diproduksi bersumber dari bahan yang banyak kandungan lignin-selulosa dari limbah tanaman seperti sekam padi, jerami padi, batang singkong dan tongkol jagung.

*Biochar* terdiri dari unsur-unsur seperti karbon, hidrogen, belerang, oksigen, dan nitrogen serta mineral dalam fraksi abu dan tidak terbakar pada proses pirolisis serta tidak mengandung unsur karbon. Pirolisis biomassa hingga berat konstan menghasilkan kadar abu *biochar* yang sebanding dengan kadar abu dalam biomassa. Menurut Setiawan dkk (2022), Pemberian *biochar* batang singkong mampu meningkatkan kadar N-total, kadar K-dd, KTK dan kadar C-organik pada tanah Ultisol.

*Biochar* sebagai bahan organik dapat meningkatkan mikroba heterotrofik yang berguna sebagai pengurai asam amino menjadi amonium melalui proses amonifikasi. Selain itu, peran dari mikroorganisme melalui proses nitrifikasi juga dapat mengubah amonium menjadi nitrat sehingga dapat diserap oleh tanaman. Setelah terjadi proses mineralisasi, senyawa N-organik akan berubah menjadi NH<sub>4</sub>-N dan NO<sub>3</sub>-N yang dapat digunakan oleh tanaman. Menurut Yuananto dkk (2018) dalam penelitiannya, *biochar* tongkol jagung diperkaya asam nitrat memberikan pengaruh positif antara C-Organik dengan Nitrogen Total dalam tanah yang mengakibatkan peningkatan unsur hara. Selain tergantung pada temperatur proses pembuatannya, sifat dan keefektifan *biochar* juga tergantung pada bahan dasarnya, misalnya pada sifat kimia dan fisika *biochar* yang ditentukan dari jenis bahan baku (kayu lunak, kayu keras, sekam padi dll) serta metode karbonasi (tipe alat pembakaran, temperatur) dan bentuk *biochar* (padat, serbuk, karbon aktif). Kemungkinan *biochar* dari bahan tertentu dapat menurunkan kadar Cu dan Zn tanah lebih efektif daripada bahan lainnya. Pembakaran dengan temperatur yang lebih tinggi akan menurunkan produksi *biochar* namun meningkatkan *fixed carbon*, proporsi abu *biochar* berpengaruh langsung terhadap nilai pH (Nurida, 2014).

*Biochar* diproduksi oleh termodekomposisi tidak lengkap dari beberapa bahan baku seperti kayu, daun, kotoran, jerami, sekam dan pupuk kandang dalam pasokan oksigen terbatas atau tidak ada yang disebut pirolisis atau *charring*. Oleh karena itu, *biochar* memiliki kandungan C yang jauh lebih tinggi sehingga lebih stabil dengan daya tahan yang tinggi di dalam tanah. Beberapa bahan baku yang

banyak tersedia di Indonesia adalah kayu, jerami jagung dan beras, ampas tebu dan kotoran sapi perah. Karena itu, penerapan *biochar* dapat memberikan metode berbiaya rendah untuk mengatasi masalah lingkungan. *Biochar* menunjukkan permukaan yang berpori sehingga dalam sistem tanah secara fisik dapat menyerap polutan seperti logam berat. Dikombinasikan dengan peningkatan kapasitas adsorpsi tanah, porositas *biochar* dapat secara signifikan meningkatkan retensi tanah pada kation logam berat di tanah yang diolah dengan *biochar* (Salam, 2022).

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Oktober 2022 - April 2023. Contoh tanah diambil dari petak percobaan logam berat yang terletak di Sidosari, Natar, Lampung Selatan. Penanaman dilakukan di rumah plastik Perguruan Tinggi Al-Madani. Analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Laboratorium Ilmu Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

#### **3.2 'Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu botol film, botol kocok, spatula, erlenmeyer, *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), gelas beker, gelas ukur, kertas label, kertas saring Whatman No. 42, pH meter, neraca analitik dan *shaker*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aquades, *biochar* yang berasal dari sekam padi, tongkol jagung dan batang singkong, bibit tanaman rumput gajah yang berukuran seragam, larutan pengekstrak 1 N HNO<sub>3</sub> dan sampel tanah tercemar logam berat dari petak percobaan logam berat di Sidosari, Natar, Lampung Selatan.

#### **3.3 Metode**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan melibatkan dua faktor dengan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah tanah yang diberi perlakuan berlimbah industri 25 tahun yang lalu dengan 3 taraf :

0 Mg ha<sup>-1</sup>, 15 Mg ha<sup>-1</sup> dan 60 Mg ha<sup>-1</sup> dan faktor kedua adalah dengan 3 jenis *biochar* berbeda yaitu *biochar* dari sekam padi, tongkol jagung dan batang singkong.

### 3.4 Tata Letak Satuan Percobaan

Tata letak satuan percobaan dalam penelitian disajikan pada Gambar 2. Setiap satuan percobaan berupa pot ditanami masing-masing 1 bibit tanaman rumput gajah. Seluruh perlakuan diacak dan diulang 3 kali. Sehingga terdapat  $3 \times 3 \times 3 = 27$  satuan percobaan.

|  |  |  |
|--|--|--|
| L <sub>1</sub> B <sub>1</sub> U <sub>1</sub> | L <sub>2</sub> B <sub>1</sub> U <sub>3</sub> | L <sub>1</sub> B <sub>3</sub> U <sub>1</sub> |
| L <sub>1</sub> B <sub>3</sub> U <sub>3</sub> | L <sub>1</sub> B <sub>1</sub> U <sub>3</sub> | L <sub>2</sub> B <sub>2</sub> U <sub>1</sub> |
| L <sub>2</sub> B <sub>1</sub> U <sub>2</sub> | L <sub>1</sub> B <sub>3</sub> U <sub>2</sub> | L <sub>1</sub> B <sub>1</sub> U <sub>2</sub> |
| L <sub>1</sub> B <sub>2</sub> U <sub>3</sub> | L <sub>1</sub> B <sub>2</sub> U <sub>1</sub> | L <sub>1</sub> B <sub>2</sub> U <sub>2</sub> |
| L <sub>2</sub> B <sub>3</sub> U <sub>1</sub> | L <sub>2</sub> B <sub>2</sub> U <sub>3</sub> | L <sub>2</sub> B <sub>2</sub> U <sub>1</sub> |
| L <sub>2</sub> B <sub>2</sub> U <sub>2</sub> | L <sub>2</sub> B <sub>3</sub> U <sub>2</sub> | L <sub>3</sub> B <sub>1</sub> U <sub>2</sub> |
| L <sub>3</sub> B <sub>1</sub> U <sub>3</sub> | L <sub>3</sub> B <sub>2</sub> U <sub>3</sub> | L <sub>2</sub> B <sub>3</sub> U <sub>3</sub> |
| L <sub>3</sub> B <sub>2</sub> U <sub>2</sub> | L <sub>3</sub> B <sub>1</sub> U <sub>1</sub> | L <sub>3</sub> B <sub>2</sub> U <sub>1</sub> |
| L <sub>3</sub> B <sub>3</sub> U <sub>3</sub> | L <sub>3</sub> B <sub>3</sub> U <sub>1</sub> | L <sub>3</sub> B <sub>2</sub> U <sub>2</sub> |

Gambar 2. Tata letak satuan percobaan dalam rancangan acak lengkap.

Keterangan:

L<sub>1</sub> : Tanah Sidosari dengan dosis limbah rendah (0 Mg ha<sup>-1</sup>)

L<sub>2</sub> : Tanah Sidosari dengan dosis limbah sedang (15 Mg ha<sup>-1</sup>)

L<sub>3</sub> : Tanah Sidosari dengan dosis limbah tinggi (60 Mg ha<sup>-1</sup>)

B<sub>1</sub> : *Biochar* Sekam Padi

U<sub>1</sub> : Ulangan 1

B<sub>2</sub> : *Biochar* Bonggol Jagung

U<sub>2</sub> : Ulangan 2

B<sub>3</sub> : *Biochar* Batang Singkong

U<sub>3</sub> : Ulangan 3

### **3.5. Pelaksanaan Percobaan**

#### **3.5.1 Persiapan Media Tanam**

Contoh tanah diambil dari lahan penelitian logam berat yang terletak di Desa Sidosari Kecamatan Natar, Lampung Selatan. Tanah pada lahan percobaan berordo Ultisol. Contoh tanah diambil secara komposit dari 3 blok atau perlakuan limbah industri 0, 15 dan 60 Mg ha<sup>-1</sup>, masing-masing blok terdiri atas 12 petak percobaan. Seluruh blok telah diaplikasikan limbah logam berat, kapur dan kompos daun singkong pada Juli 1998. Lahan diaplikasikan dengan limbah industri sendok logam yang berasal dari PT Star Metal Ware Industry, Jakarta. Contoh tanah hanya diambil dari perlakuan limbah industritanpa perlakuan kapur dan kompos. Contoh tanah diambil secara komposit dan diletakkan pada satuan percobaan. Kemudian contoh tanah dikering udarkan, dihaluskan dengan cara ditumbuk, lalu diaduk rata untuk kemudian diayak menggunakan ayakan 2 mm untuk menghilangkan kerikil dan sisa-sisa tanaman.

#### **3.5.2 Pengujian Awal Media Tanam**

Pengujian awal media tanam dilakukan untuk mengetahui kandungan logam berat Cu dan Zn tersedia, pH tanah dan KTK tanah sebelum ditanami. Pengujian contoh tanah ini dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Lampung.

#### **3.5.3 Proses Pembuatan *Biochar***

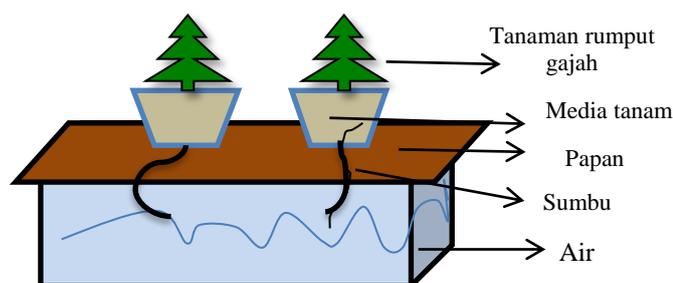
Sekam padi, tongkol jagung dan batang singkong disiapkan kemudian disiapkan juga cerobong berbahan kawat dengan diameter sekitar 20 cm. Cerobong berfungsi sebagai tempat menghidupkan bara api sekaligus tempat keluarnya asap pembakaran. Bahan dasar *biochar* diletakkan mengitari cerobong kemudian bara api dibuat dengan membakar ranting atau daun kering di dalam cerobong. Bara api dijaga agar api tetap menyala, pembalikan bahan *biochar* dilakukan secara beraturan agar terbakar merata. Jika arang *biochar* sudah berwarna hitam, disiram

dengan air secukupnya. Hal ini untuk memastikan proses pembakaran tidak berlanjut menjadi abu.

### 3.5.4 Pengaplikasian *Biochar*

*Biochar* sekam padi ( $B_1$ ), tongkol jagung ( $B_2$ ) dan batang singkong ( $B_3$ ) diaplikasikan pada tiap satuan percobaan yang berupa pot yang berisi tanah tercemar logam berat dengan konsentrasi. *Biochar* diaplikasikan ke dalam tanah tercemar logam berat dengan dosis  $10 \text{ Mg ha}^{-1}$  atau setara dengan 2,6 g (tanpa kadar air) dalam 400 g tanah yang berada dalam pot plastik dengan pencampuran merata di atas lembaran plastik bersih.

### 3.5.5 Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman



Gambar 3. Pengairan plot percobaan dengan metode air kapiler

Media tanam disiapkan dengan mencampur contoh tanah sebanyak 400 gr (setara berat kering oven  $105^\circ\text{C}$  selama 24 jam), lalu dimasukkan ke dalam pot plastik. Setelah itu, media tanam ditambah air sampai kadar air kapasitas lapang. Bibit tanaman rumput gajah dipilih dengan berat yang seragam, penanaman dilakukan dengan cara membenamkan 2 ruas batang rumput gajah ke dalam tanah dan membiarkan 2 ruas lainnya tersingkap di atas permukaan tanah. Kadar air kapasitas lapang dijaga dengan metode pengairan secara kapiler (Gambar 3) yaitu dengan naiknya air dari penampung air kemudian meresap melalui sumbu ke dalam tanah dan tertahan di antara butir tanah karena pengaruh gaya kapiler. Air dalam bak penampung diperiksa dan dipelihara setiap waktu untuk menjaga kapasitas lapang tanah.

### 3.5.6 Panen

Tanaman rumput gajah dipanen setelah berusia 4 pekan kemudian ditimbang. Pada saat pemanenan diambil juga contoh tanah untuk analisis akhir. Pengambilan sampel tanaman dilakukan dengan mengambil satu tanaman lengkap dengan akar dan tajuk pada setiap satuan percobaan (pot). Setelah itu, tanaman dibersihkan dengan mencucinya di dalam air untuk memastikan tidak ada tanah yang menempel pada akar atau daun. Tanaman yang telah dipisahkan akar dari tajuknya kemudian ditimbang. Setelah itu, sampel dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 60°C selama 3 hari. Setelah memastikan bahwa sampel benar-benar kering, maka sampel ditimbang dan berat kering dicatat.

### 3.5.7 Analisis tanah dan tanaman di laboratorium

Analisis tanah mencakup pH tanah, KTK tanah Cu dan Zn tersedia sedangkan analisis tanaman mencakup bobot akar dan tajuk tanaman serta serapan Cu dan Zn. Peubah analisis disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Peubah analisis tanah dan tanaman yang digunakan

| Parameter                           | Metode Analisis   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Analisis Tanah</b>               |   |
| Cu dan Zn tersedia                  | Pengekstrak 1 N HNO <sub>3</sub> , diukur menggunakan AAS |
| pH                                  | pH-meter  |
| KTK Tanah                           | 1 N NH <sub>4</sub> OAc pH 7                              |
| <b>Analisis Tanaman</b>             |   |
| Cu dan Zn                           | Pengabuan kering  |
| Bobot kering akar dan tajuk tanaman | Menggunakan neraca analitik                               |

### 3.5.8 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5% yang sebelumnya telah diuji Homogenitas ragam dengan uji Bartlett dan aditivitas dengan uji Tukey. Selanjutnya dilakukan uji korelasi antara kandungan logam berat di dalam tanah dengan berat kering tanaman dan serapan logam berat oleh tanaman.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

1. *Biochar* tidak berpengaruh terhadap Cu dan Zn tersedia tanah tercemar logam berat.
2. Terdapat kecenderungan serapan Cu dalam akar tanaman meningkat dengan Cu tersedia tanah dan serapan Zn dengan meningkatnya Zn tersedia.
3. Serapan Cu tertinggi diperlihatkan pada tanah dengan limbah industri 60 Mg ha<sup>-1</sup> (tertinggi) dengan perlakuan *biochar* batang singkong.
4. Serapan Cu pada limbah industri 60 Mg ha<sup>-1</sup> terendah akibat perlakuan *biochar* sekam padi.
5. Serapan Zn pada limbah industri 60 Mg ha<sup>-1</sup> terendah akibat perlakuan *biochar* batang singkong.

### 5.2 Saran

Penulis menyarankan dalam penelitian mendatang perlu dilakukan kajian lebih mendalam mengenai jenis tanaman dan *biochar* lainnya untuk mengetahui pengaruh terbaik yang dihasilkan guna meningkatkan kesuburan tanah tanah tercemar limbah industri sehingga dapat menjadi lahan yang bermanfaat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adji, S. S., Sunarsih, D., & Hamda, S. (2008). Pencemaran Logam Berat dalam Tanah dan Tanaman serta Upaya Mengurangnya. *Seminar Nasional Kimia XVIII*, 1–19. <http://repository.ut.ac.id/id/eprint/7289>
- Aghni, G., Sukono, B., Hikmawan, F. R., Satriawan, D., Pengendalian, T., Lingkungan, P., & Cilacap, P. N. (2020). *Mekanisme Fitoremediasi : Review*. 2(02).
- Dian Yuni Pratiwi. (2020). Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan Dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Akuatek*, 1(1), 59–65.
- Dzakwan, M. A., & Ni'am, A. C. (2021). Kajian Jenis Tanaman Rumput Untuk Teknologi Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, Dan Infrastruktur II FTSP ITATS*, 413–421.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati (Biochar) sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *IPTEK Tanaman Pangan*. 4 (1): 33- 48.
- Gunawan, G., Wijayanto, N., & Budi, S. W. (2019). Karakteristik Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah pada Agroforestri Tanaman Sayuran Berbasis Eucalyptus Sp. *Journal of Tropical Silviculture*, 10(2), 63–69. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.10.2.63-69>
- Irhamni, Setiaty, P., Edison, P., & Wirsal, H. (2017). Serapan logam berat esensial dan non esensial pada air lindi TPA Kota Banda Aceh dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan. *Serambi Engineering*, 2(3), 134–140.
- Khasanah, U., Mindari, W., Suryaminarsih, P., Studi, P., Agroteknologi, M., & Pertanian, F. (2021). *Assessment Of Heavy Metals Pollution On Rice Field In Sidoarjo Regency Industrial Area*. 15(2).
- Lonappan, L., Ruoissi., Das, R. K., Brar, S.K., Ramirez, A., Verma, M., Surampalli., dan Valero, J. R. 2016. Adsorption of Methylene Blue on Biochar Microparticle Derived form Different Waste Materials. *Elsevier*. 0956-053.

- Nurida, N. L. (2014). *Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia*. 57–68.
- Raskin, I., Smith, R. D., & Salt, D. E. 1997. *Phytoremediation of Metals: Using Plants to Remove Pollutants from the Environment*. *Current Opinion in Biotechnology*, 8, 221–226
- Ratnawati, R., & Fatmasari, R. D. (2018). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) Dan Jengger Ayam (*Celosia plumosa*). *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(2), 62–69.
- Razikin R.K. 2015. *Uji Tanaman Bayam (Amarantus tricolor) dan Rumput Gajah (Pennisetum purpureum) sebagai Agen Fitoremediasi pada Tanah Tercemar Logam Pb dan Cd*. Universitas Jember. Jember
- Rosariastuti, M. R., Supriyadi, S., & Widyastuti, W. (2020). Kabupaten Karanganyar Fitoremediation Technology For Heavy Metal Pollution Handling In Agricultural Land At Kebakkramat Sub-District Karanganyar City Mma . Retno Rosariastuti<sup>1</sup> , Supriyadi<sup>2</sup> , Wiwin Widiastuti<sup>3</sup> <sup>3</sup>Badan Perencanaan Pembangunan Penelitian dan. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 18, 25–36.
- Salam, A. K. 1995. Imobilisasi Logam Berat di dalam Tanah Selama 15 Tahun. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*. 3(1): 20-27.
- Salam, A.K. 2017. *Management of Heavy Metals in Tropical Soil Environment*. Global Madani Press. Bandar Lampung. 257 hlm.
- Salam, A.K dan Ginanjar K. 2017. Fraksi Labil Tanah Tropis Tembaga di Petak Percobaan ±Sepuluh Tahun Setelah Aplikasi Limbah Yang Mengandung Tembaga. *Jurnal Tanah Tropika*. Vol. 23, No. 1.
- Salam, A. K., Pakpahan, A. F., Susilowati, G., Fernando, N., Sriyani, N., Sarno, S., Novpriansyah, H., Yusnaini, S., dan Dermiyati, D. 2021. *The Residual Copper and Zinc in Tropical Soil over 21 Years after Amendment with Heavy Metal Cointaining Waste, Lime, and Compost*. Research Article : Applied and Enviromental Soil Science. 14 p.
- Salam, A. K., Hidayatullah, M. A., & Yusnaini, S. (2021). *The phytoextraction of Cu and Zn by elephant grass (Pennisetum purpureum) from tropical soil 21 years after amendment with industrial waste containing heavy metals* 1–8.
- Salam A.K. (2022). *The Potential Roles of Biochar in Restoring Heavy-Metal-Polluted Tropical Soils and Plant Growth*.
- Silva, Gianluigi and Aini, Septi Nurul and Buchari, Henrie and Salam, Abdul

Kadir (2021). *The Phytoextraction of Copper from Tropical Soil 21 Years after Amendment with Heavy-Metal Containing Waste*. *Journal of Tropical Soils*, 26 (1). pp. 11-18. ISSN 0852-257X

Syaifullah, M., Candra, Y. A., Soegianto, A., & Irawan, B. (2018). Kandungan Logam Non Esensial (Pb, Cd dan Hg) Dan Logam Esensial (Cu, Cr dan Zn) Pada Sedimen Di Perairan Tuban Gresik Dan Sampang Jawa Timur. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(1), 69. <https://doi.org/10.21107/jk.v11i1.4497>

Tambunan, S., Siswanto, B., & Handayanto, E. (2014). Pengaruh Aplikasi Bahan Organik Segar Dan Biochar Terhadap Ketersediaan P Dalam Tanah Di Lahan Kering Malang Selatan. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 1(1), 85–92. <http://jtsl.ub.ac.id>

Tarigan, M. (2014). *Studi Perbandingan Kadar Logam Berat (Fe , Mn , Zn , Pb , Cu , Al ) Dan Na Pada Debu Erupsi Gunung Sinabung Dan Tanah Sebelum Erupsi*. 1–81.

Terbuka, K. A. (2022). *Karakteristik pertumbuhan jagung yang ditingkatkan biochar ( Zea maysL .) di tanah tropis yang terkontaminasi logam berat berusia 22 tahun L .) di tanah tropis yang terkontaminasi logam berat berusia 22 tahun*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1034/1/012045>

Widyantika, S. D. dan Prijono, S. 2019. Pengaruh Biochar Sekam Padi Dosis Tinggi terhadap Sifat Fisik Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada *Typic Kanhapludult*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 6(1): 1157-1163.

Zulkarnain. 2014. Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Akibat Pemberian Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Dengan Metode Land Application. *Jurnal AGRIFOR Volume XIII Nomor 1, Maret 2014 ISSN : 1412 t 6885*