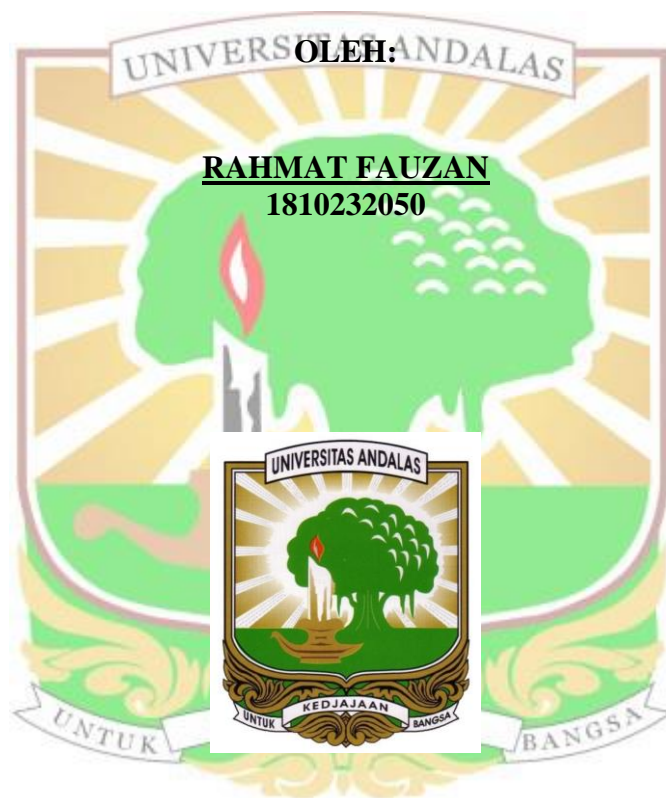


**PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH DAN REDUKSI Hg
PADA LAHAN BEKAS TAMBANG EMAS MELALUI
APLIKASI BIOKANAT TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN PRODUKSI BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus L.*)**

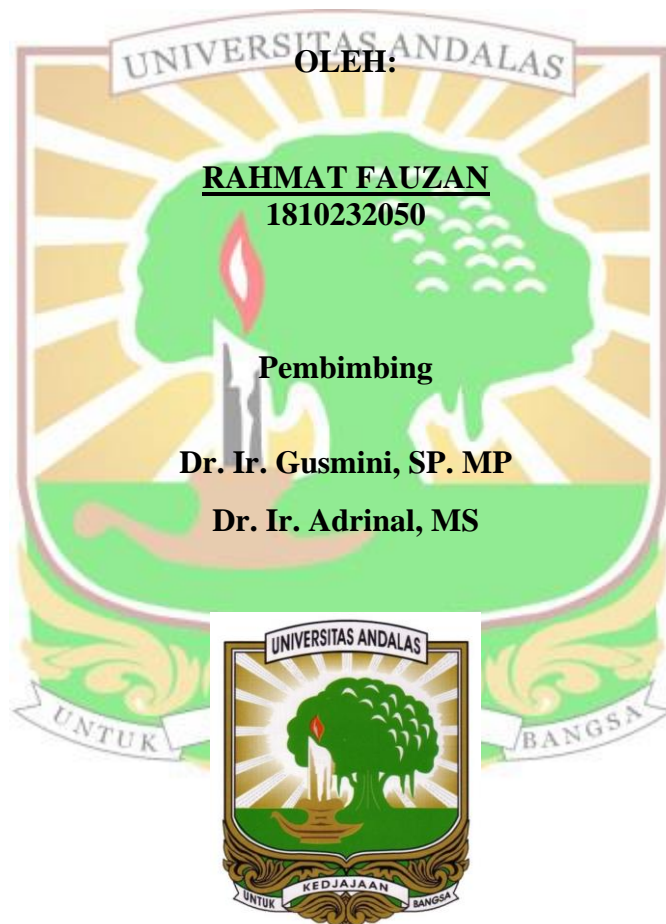
SKRIPSI



**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBER DAYA LAHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2022**

**PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH DAN REDUKSI Hg
PADA LAHAN BEKAS TAMBANG EMAS MELALUI
APLIKASI BIOKANAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
PRODUKSI BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus L.*)**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBER DAYA LAHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2022**

**PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH DAN REDUKSI Hg
PADA LAHAN BEKAS TAMBANG EMAS MELALUI
APLIKASI BIOKANAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
PRODUKSIBUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus L.*)**

SKRIPSI

OLEH:

RAHMAT FAUZAN
1810232050

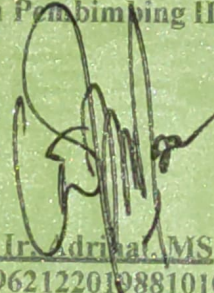
Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Gusmini, SP., MP
NIP. 197208052006042001

Dosen Pembimbing II

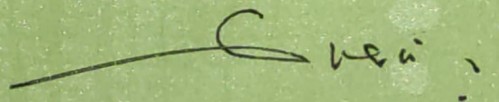


Dr. Ir. Adrial, MS
NIP. 196212201988101001

Mengetahui :

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**

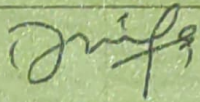
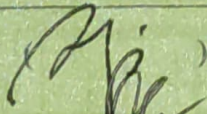
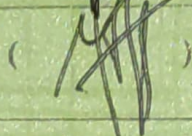
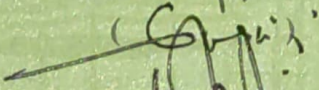
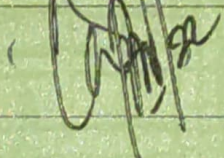
**Ketua Departemen Ilmu
Tanah dan Sumberdaya Lahan
Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**



Dr. Ir. Indra Dwipa, MS
NIP. 196502201989031003

Dr. Ir. Gusmini, SP., MP
NIP. 197208052006042001

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di Depan Sidang Panitia Ujian
Sarajana Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang 14 Oktober 2022

NO	NAMA	TANDA TANGAN	JABATAN
1.	Ir. Junaidi, MP		Ketua
2.	Ir. Irwan Darfis, MP		Sekretaris
3.	Dr. Mimien Harianti, SP., MP		Anggota
4.	Dr. Ir. Gusmini, SP., MP		Anggota
5.	Dr. Ir. Adrinal, MS		Anggota

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya mahasiswa Universitas Andalas yang bertanda tangan di bawah ini:

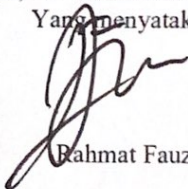
Nama Lengkap : Rahmat Fauzan
No.BP/NIM/NIDN : 1810232050
Program Studi : Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan
Fakultas : Pertanian
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Andalas hak atas publikasi online tugas akhir saya berjudul:

“Perbaikan Sifat Kimia Tanah dan Reduksi Hg pada Lahan Bekas Tambang Emas melalui Aplikasi Biokanat terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bunga Matahari (*Helianthus Annuus L.*)”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), Universitas Andalas juga berhak untuk menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola, merawat, dan mempublikasikan karya saya tersebut diatas selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Padang
Pada Tanggal, 23 Oktober 2022
Yang menyatakan


Rahmat Fauzan

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai dengan suatu pekerjaan, segeralah engkau kerjakan dengan sungguh- sungguh urusan lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.”

(Q.S Al Insyirah : 6-8)

Alhamdulillahil'alam

Puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga tercapai sudah langkah demi langkah cita-citaku, semua berkat Rahmat-Mu ya Rabb. Sujud syukur kepada-Mu ya Allah atas Rahman dan Rahim-Mu yang telah Engkau limpahkan kepadaku. Semoga keberhasilan ini menjadi langkah awal bagiku untuk mencapai kesuksesan.

Terima kasih untuk Ayah (Yunaldi) dan Ibu (Watri Gahelmi) atas Berkat limpahan kasih sayang dan dukungan mereka, karya kecil ini bisa tercipta. Terima kasih telah menjadi orang tua terbaik, yang senantiasa berjuang untukku serta mendoakan kapanpun dan dimanapun. Saya ingin melakukan yang terbaik untuk setiap kepercayaan yang diberikan. Saya akan tumbuh, untuk menjadi yang terbaik yang saya bisa. Pencapaian ini adalah persembahan istimewa saya untuk ayah dan ibu.

Terima kasih teruntuk kakak (Fadhil Ramadhani, S.Si) dan adek (Dinna Zahirah) saya yang selalu mendukung dan memberikan semangat, semoga selalu diridhoi Allah disetiap langkahnya. Terima kasih juga kepada semua orang yang sudah menyayangiku dan memberikan semangat dan motivasi sehingga aku bisa seperti sekarang ini.

Terima kasih banyak kepada dosen pembimbing Ibu Dr. Ir. Gusmini, SP. MP dan Bapak Dr. Ir. Adrinal, MS yang telah banyak membimbing dan memotivasi baik dalam menjalankan perkuliahan maupun dalam penyelesaian skripsi ini. Maafkan jika terlalu banyak kesalahan, hanya karya sederhana ini yang bisa dipersembahkan untuk Ibu-ibu dosen saya yang saya sayangi dan hormati. Segala ilmu yang Ibu-ibu berikan akan menjadi bekal bagiku untuk menggapai cita-cita dimasa yang akan datang. Terima kasih juga kepada seluruh dosen Universitas Andalas terutama dosen Ilmu Tanah yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan kepada saya. Semoga ilmu yang bapak ibu berikan bernilai ibadah dan dibalaskan oleh Allah SWT dengan berlipat ganda kebaikan beserta keberkahan. Amiin.

Terima kasih kepada diriku sendiri yang sudah berada sampai disini, perjalanan masih panjang harus tetap semangat dan yakin bisa melalui ini semua. Terima kasih kepada semua yang turut membantu dan memotivasi, Keluarga besar Ilmu Tanah 2018, Keluarga besar AgBC FP UNAND, Keluarga besar HMI Komisariat Pertanian UNAND dan rekan” AMBIGUNYA SIJUNJUANG (Panji Ramadhan, SP., MP, Aldo Aditya, SP, Zulkadesri, SP, Fauziah Lukman Hakim, SP, dan Putri Junia Lisa yang sedang berjuang memperoleh gelar sarjana) serta seluruh teman” saya dimanapun yang selalu membagikan semangat dan doa” terbaik untuk saya hingga sekarang, semoga kita bisa sama-sama sukses selalu kedepannya, Aamiin.

Biodata

Penulis dilahirkan di Kota Bukittinggi, Sumatera Barat pada tanggal 21 Mei 2000. Penulis merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara, dari pasangan bapak Yunaldi dan ibuk Watri Gahelmi. Jenjang pendidikan Sekolah Dasar ditempuh di SD Negeri 06 Parit Antang, Kecamatan Aur Birugo Tigo Baleh, Kota Bukittinggi (2006-2012). Pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 7 Kota Bukittinggi (2012-2015). Setelah lulus SMP melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 5 Kota Bukittinggi. Pada tahun 2018 Alhamdulillah diterima di Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Program Studi Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan melalui jalur Seleksi Bersama Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama berkuliah di Universitas Andalas penulis aktif mengikuti organisasi internal maupun eksternal kampus. Organisasi internal kampus yaitu Agriculture Bridge Club (AGBC) sebagai Kepala Departemen Inventarisasi (2019-2020) dan Organisasi eksternal kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) sebagai Ketua Umum Komisariat Pertanian (2020-2021).



Padang, Oktober 2022

R.F

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas berkat, rahmat dan karunia yang diberikan Allah SWT, sehingga penulis telah dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perbaikan Sifat Kimia Tanah dan Reduksi Hg pada Lahan Bekas Tambang Emas melalui Aplikasi Biokanat terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bunga Matahari (*Helianthus Annuus L.*)”**.

Penghormatan dan penghargaan penulis sampaikan kepada orang tua yang telah memberikan semangat, dorongan dan doa. Selanjutnya ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Ir. Gusmini, SP., MP. selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Adrinal, MS. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan serta nasehat kepada penulis dalam penulisan skripsi ini. Selanjutnya ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh dosen, karyawan, civitas akademika Jurusan Tanah, serta rekan-rekan yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis sadar mungkin masih ada terdapat kesalahan dan kekurangan serta jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritikan dan saran penulis harapkan agar menjadi lebih baik lagi sehingga menjadi pedoman dan bermanfaat dalam penelitian.

Padang, Oktober 2022

R.F

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR LAMPIRAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Karakteristik Lahan Bekas Tambang Emas	5
B. Peranan <i>Biochar</i> Sekam Padi, Pupuk Kandang dan Liat dalam Perbaikan Sifat Kimia Tanah.....	6
C. Syarat Tumbuh Bunga Matahari	8
BAB III. METODE PENELITIAN	10
A. Waktu dan Tempat Penelitian	10
B. Bahan dan Alat	10
C. Rancangan Percobaan	10
D. Pelaksanaan	10
E. Pengamatan	13
F. Analisis Data Hasil Penelitian	13
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
A. Sifat Kimia Tanah Lahan Bekas Tambang Emas Kab.Sijunjung	14
B. Sifat Kimia Bekas Tambang Emas Setelah Aplikasi Biokanat.....	15
C. Pengamatan Pertumbuhan Bunga Matahari	24
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	30
A. Kesimpulan.....	30
B. Saran	30
RINGKASAN	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat Kimia Tanah Bekas Tambang Emas Sebelum Pemberian Biokanat	14
2. Nilai pH H ₂ O Tanah Setelah Aplikasi Biokanat Pada Tanah Bekas Tambang Emas.....	16
3. Kadar C-Organik Tanah Setelah Aplikasi Biokanat Pada Tanah Bekas Tambang Emas.....	17
4. Kadar N-Total Tanah Setelah Aplikasi Biokanat Pada Tanah Bekas Tambang Emas.....	18
5. Kadar P-tersedia Tanah Setelah Aplikasi Biokanat Pada Tanah Bekas Tambang Emas.....	19
6. Nilai KTK dan Basa-Basa Tanah Setelah Inkubasi dengan Aplikasi Biokanat	21
7. Kadar Merkuri (Hg) Tanah Setelah Aplikasi Biokanat pada Tanah Bekas Tambang Emas	23
8. Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Lahan Bekas Tambang Emas Setelah Aplikasi Biokanat	25
9. Hasil Pengamatan Jumlah Daun Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Lahan Bekas Tambang Emas Setelah Aplikasi Biokanat	26
10. Produksi Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Lahan Bekas Tambang Emas Setelah Aplikasi Biokanat.....	27
11. Kadar Merkuri (Hg) Tanaman Bunga Matahari (<i>Helianthus annuus</i> . L) Pada Tanah Lahan Bekas Tambang Emas Setelah Aplikasi Biokanat	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	38
2. Deskripsi Bunga Matahari Varietas BM1 IPB	39
3. Alat yang Digunakan	41
4. Bahan yang Digunakan	42
5. Daerah Penempatan Satuan Percobaan Menurut Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3x Perlakuan 3 kelompok.....	43
6. Perhitungan Pupuk Organik Padat (Biokanat).....	44
7. Perhitungan Pupuk Dasar.....	45
8. Prosedur analisis Sampel Tanah di Laboratorium.....	46
9. Kriteria Sifat Kimia Tanah.....	51
10. Analisis Sidik Ragam.....	52



PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH DAN REDUKSI Hg PADA LAHAN BEKAS TAMBANG EMAS MELALUI APLIKASI BIOKANAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus L.*)

Abstrak

Lahan bekas tambang emas merupakan tanah yang memiliki tingkat kesuburan yang sangat rendah dan memiliki kandungan logam berat seperti merkuri (Hg). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peranan biokanat (*biochar*, pupuk kandang, dan liat) serta peranan bunga matahari dalam mengurangi kadar merkuri (Hg) terhadap pemulihan produktivitas lahan bekas tambang emas. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak kelompok dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari 0 ton/ha, 10 ton/ha, dan 20 ton/ha biokanat. Data yang diperoleh berupa analisis tanah sebelum dan sesudah inkubasi serta analisis tanaman. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh biokanat dalam memperbaiki sifat kimia tanah dan mampu mereduksi kadar merkuri pada tanah serta meningkatkan hasil produksi bunga matahari. Perlakuan terbaik terjadi pada dosis 20 ton/ha meningkatkan sifat kimia dengan nilai pH 6,12, P-tersedia 30,90 ppm, C-Organik 2,46%, N-total 0,15%, KTK 23,87 cmol.kg⁻¹, Ca-dd 1,77 cmol.kg⁻¹, K-dd 0,13 cmol.kg⁻¹, Mg-dd 0,25 cmol.kg⁻¹, Na-dd 0,12 cmol.kg⁻¹, Hg 19,75 ppm, produksi bunga matahari 4,14 g/100 biji dan bunga matahari mampu mengakumulasi merkuri pada batang 15,05 ppm dan pada akar 6,69 ppm.

Kata Kunci: Bunga Matahari, Biokanat, Lahan Bekas Tambang Emas, Merkuri



RESTORATION OF SOIL'S CHEMICAL PROPERTIES AND REDUCTION OF THE EX GOLD MINE LAND THROUGH BIOKANAT APPLICATION ON GROWTH AND PRODUCTION OF SUNFLOWER (*Helianthus annuus L.*)

Abstract

The ex gold mining land is a land having low fertility level and used to contained heavy metals such as mercury (Hg). The purpose of this research was to study the role of biokanat (*biochar*, manure, and clay), and sunflowers in reducing mercury (Hg) in ex gold mining land. This research was a field experiment having 3 treatments with 3 replicates analyzed were before and after incubation with (0 ton/ha, 10 ton/ha, and 20 ton/ha biokanat). Then observed the growth of sunflower. The result showed that the biokanat was able to reduce mercury levels in the soil and increase the production of sunflowers. The best treatment was found under 20 tons/ha biokanat application It increased soil pH into 6.12, P-available into 30.90 ppm, organic-C into 2.46%, total-N into 0.15%, CEC into 23.87 Cmol kg⁻¹, K-exch into 0.13 Cmol kg⁻¹, Mg-exch into 0.25 Cmol kg⁻¹, Na-exch into 0.12 Cmol kg⁻¹, Hg into 19.75 ppm, sunflower production into 4.14 g/100 seeds and sunflower was able to accumulate mercury in the trunk into 15.05 ppm and 6.69 ppm in the root.

Keyword: Biokanat, Ex- gold Mine Land, Mercury, Sunflower



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kegiatan penambangan emas tanpa izin (PETI) merupakan penambangan liar yang ilegal tanpa adanya perizinan dari pemerintah. Menurut Eryani (2019) menyatakan bahwa Kabupaten Sijunjung adalah kabupaten di Sumatera Barat, yang tidak lepas dari aktivitas penambangan emas tanpa izin atau ilegal. Sekitar 548 Ha hektar dari 313.040 Ha luasan Sijunjung rusak akibat penambangan emas ilegal tersebut. Kegiatan penambangan emas ini merupakan kegiatan yang banyak dilakukan oleh masyarakat di Kabupaten Sijunjung salah satunya di Kanagarian Padang Sibusuk penambangan emas banyak dilakukan di daerah-daerah aliran sungai.

Kegiatan Penambang Emas Tanpa Izin (PETI) berdampak negatif yang mengakibatkan kerusakan tanah baik secara fisik, kimia, dan biologi. Secara fisik dapat dilihat dari terbukanya lahan yang cukup luas menjadi lahan tandus berwujud padang pasir berisi *tailing*, secara kimia menyebabkan pencemaran air, tanah, dan vegetasi akibat dari penggunaan zat yang berbahaya seperti merkuri, sedangkan secara biologi dapat dilihat dari hilangnya vegetasi dan mikroorganisme tanah (Yudhistira, 2008).

Penambangan yang dilakukan dengan cara membolak-balikan tanah sehingga *top soil* (lapisan tanah atas) hilang yang mengakibatkan lapisan tanah atas dan lapisan tanah bawah tercampur sehingga terjadi oksidasi mineral bersulfur dengan melepaskan sulfat yang menyebabkan semakin rendahnya sifat kimia tanah. Bahan yang digunakan pada tambang emas adalah merkuri (Hg) dimana merupakan salah satu bahan pencemar lingkungan yang sangat beracun (Widyati, 2011). Kandungan merkuri (Hg) yang dapat ditoleransi yaitu 0,002 ppm yang diperuntukan untuk mengairi pertanaman (baku mutu PP No. 22 tahun 2021).

Untuk memperbaiki kembali kondisi lahan tanah bekas tambang emas agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk pertanian perlu adanya usaha dan inovasi teknologi yang dapat memperbaiki kualitas tanah, kualitas lingkungan, hingga kesehatan masyarakat sekitar dapat terpelihara. Pemberian bahan organik dan biochar, serta liat bisa menjadi salah satu solusi dalam perbaikan sifat-sifat tanah baik secara fisika, kimia, maupun biologi pada tanah yang terdegradasi

tersebut, serta mampu menyuplai hara tanah bagi pertumbuhan dan produksi tanaman.

Biochar sekam padi dapat memperbaiki sifat kimia tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman. Di sisi lain, penambahan biochar ke dalam tanah meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Dengan tersedianya hara dalam tanah, akar tanaman mampu meningkatkan penyerapan hara pada tanah. Menurut Rachman, *et al.*, (2015) biochar sekam padi menghasilkan kandungan 0,05% Nitrogen (N), 30,76% karbon (C), 0,06% kalium (K), 0,23% fosfor (P) serta menghasilkan derajat keasaman (pH) 8,3. Selain itu biochar juga ditambahkan pupuk kompos (pupuk kandang sapi + sampah kota) dan tanah liat.

Pupuk kompos (pupuk kandang sapi + sampah kota) yang merupakan pupuk organik. Tingginya kandungan N, P, dan K dalam pupuk kandang meningkatkan kesuburan tanah dan efisiensi penggunaan pupuk anorganik untuk mendorong pertumbuhan tanaman. Di sisi lain, sampah kota yang dihasilkan berupa sampah pasar yang mudah mengalami pelapukan. Dengan melimpahnya ketersediaan pupuk kandang dan sampah kota yang mudah diperoleh mengakibatkan harga yang dibutuhkan relatif murah, dan tanah liat memiliki muatan yang dapat mengikat ketersediaan unsur hara pada tanah disebabkan karena tanah bekas tambang emas memiliki tekstur pasir.

Tanah bekas tambang emas sebelumnya telah diremediasi melalui aplikasi *terra preta biochar* sekam padi (*tetadi*) didapatkan kandungan merkuri (Hg) 1,93 (ppm), pH 5,13, C-organik 3,47%, P-tersedia 6,19 ppm (Putri, 2021; Gusmini, *et al.*, 2021). Tetadi yang diaplikasikan ke dalam tanah bekas tambang emas dapat mengikat merkuri (Hg). Namun, hasilnya belum maksimal serta kesuburan haranya yang masih rendah.

Terra preta merupakan salah satu teknologi terbaru yang terdiri dari kombinasi bahan organik dan biochar yang biasa digunakan untuk memperbaiki tanah lahan bekas tambang emas. Biochar sekam padi, pupuk kandang sapi dan sampah organik yang direhabilitasi dengan bantuan dekomposer merupakan komposisi dari terra preta (Putri, E. L., *et al.*, 2021). Terra Preta memiliki kadar P, N, dan nutrisi dasar tinggi yang dibutuhkan oleh tanaman. Biochar dapat meningkatkan kelembaban dan kesuburan tanah, juga dapat digunakan sebagai

amelioran yang mampu bertahan ribuan tahun di dalam tanah. Namun Terra Preta tidak selalu memiliki ketersediaan semua nutrisi penting bagi pertumbuhan tanaman (Lehmann, *et.al.*,2006).

Oleh karena itu, perlunya tanah bekas tambang emas ini diberikan bahan pembenah yang lengkap tidak hanya bahan organik dan biochar. Akan tetapi perlu juga ditambahkan tanah liat. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan dengan pemberian berupa *biokanat* (*biochar*, pukan, dan tanah liat), di antara komposisinya ialah biochar, pupuk kandang, sampah kota, dan tanah liat. Dimana biokanat memiliki beberapa kelebihan seperti dapat menahan air, dapat mengikat logam berat, dan tanah liat memiliki muatan yang dapat mengikat ketersediaan unsur hara pada tanah lahan bekas tambang emas yang bertekstur pasir.

Teknologi remediasi berbasis tumbuhan yang dikenal dengan “fitoremediasi” adalah teknologi yang dikembangkan untuk menurunkan konsentrasi bahan pencemar pada tanah. Mekanisme proses fitoremediasi adalah tanaman menyerap logam dan mengakumulasi ke dalam biomassa tanaman, proses tersebut dinamakan dengan fitoekstraksi. Bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) merupakan salah satu tanaman yang mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat dengan kadar tinggi yang biasa dikenal dengan istilah tanaman hiperakumulator.

Tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) mampu tumbuh pada tanah bertekstur pasir hingga liat. Selain itu, tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dapat tumbuh dalam keadaan defisit air dalam waktu jangka pendek, tetapi pada kondisi 40% kapasitas lapang, terjadinya penurunan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan lain-lain. Tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus, L.*) juga mampu menyerap logam-logam berat yang ada di dalam tanah seperti pada lahan bekas tambang emas, sehingga tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus, L.*) toleran terhadap tanah yang mengalami kerusakan/degradasi (Kumalasari *et al.*, 2011).

Berdasarkan beberapa alasan diatas, maka penulis telah melakukan penelitian dengan judul **“Perbaikan Sifat Kimia Tanah dan Reduksi Hg pada Lahan Bekas Tambang Emas melalui Aplikasi Biokanat terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bunga Matahari (*Helianthus Annuus L.*)**.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peranan dari biokanat (*biochar*, pupuk kandang dan liat) terhadap pertumbuhan dan produksi bunga matahari dalam mengurangi kadar Merkuri (Hg) serta pemulihan produktivitas lahan bekas tambang emas di Kanagarian Padang Sibusuk, Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik Lahan Bekas Tambang Emas

Tanah Lahan bekas tambang emas adalah jenis tanah yang kualitasnya telah terganggu baik dari sifat fisik tanah, kimia tanah, maupun biologi tanah. Hal ini disebabkan karena horizon tanah sudah tidak teratur, lapisan hitam, dan lapisan-lapisan lainnya sudah terbolak-balik. Lapisan atas tanah (*top soil*) merupakan paling subur yang banyak mengandung bahan organik bercampur dengan lapisan bagian bawah tanah (*sub soil*) kurang subur karena mempunyai tekstur padat dan sedikit mengandung unsur hara. Hal ini menyebabkan daya dukung tanah lapisan bekas tambang untuk pertumbuhan tanaman menjadi rendah. Lahan bekas tambang dicirikan dengan didominasi tanah pasir yang suhu permukaan tanah tinggi, kemampuan retensi air rendah, pH tanah sangat masam, sehingga vegetasi dan unsur hara sangat minim (Oktabrina *et al.*, 2017).

Proses penambangan berdampak terhadap lingkungan yang berpengaruh pada keseimbangan ekosistem permukaan tanah, rendahnya produktivitas tanah serta mutu lingkungan, permukaan lahan menjadi tidak teratur, kesuburan tanah rendah, rawan erosi dan daya dukung tanah untuk tanaman menjadi rendah sehingga lahan bekas tambang tidak dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Kondisi lahan bekas tambang perlu diperhatikan agar bisa dimanfaatkan kembali secara berkelanjutan (Ningrum dan Ardy, 2015).

Pada lahan bekas tambang emas mengalami kerusakan fisik, kimia, dan biologi. Secara fisik, kerusakan terjadi karena pengerukan, penimbunan, dan pemadatan yang menggunakan alat berat maka tekstur tanah menjadi rusak, sistem tata air menjadi rusak dan aerasinya terganggu, infiltrasi lambat, dan erosi meningkat. Secara kimia, tanah bekas tambang mengakibatkan kandungan hara makro yang sangat rendah, terutama kandungan N, P, K, Na, dan Ca, serta tingkat kemasaman tanah (pH) dan kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah, sedangkan tingkat kelarutan logam berat menjadi meningkat. Secara biologi tanah bekas tambang emas mengalami penurunan populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah yang berfungsi sebagai stabilisasi struktur tanah, penyumbang mineral-mineral inorganik dan juga sebagai zat pengatur pertumbuhan (Hetrick *et al.*, 1994).

Tailing merupakan hasil sisa-sisa pengolahan bahan tambang menghasilkan residu yang berasal dari pengolahan bijih setelah mineral utama yang dipisahkan dengan bermacam ukuran butir, terdiri dari fraksi berukuran pasir, lanau, dan lempung. Pada tailing terdapat bermacam-macam mineral seperti silika, silikat besi, magnesium, natrium, kalium, sulfida, dan merkuri. Mineral-mineral yang dihasilkan memiliki sisi aktif secara kimiawi dan jika bersentuhan dengan udara akan membentuk garam-garam bersifat masam dan mengandung beberapa logam beracun sehingga dapat mencemari lingkungan seperti As, Hg, Pb, dan Cd (Sandrasari, 2010). Adanya tailing mengakibatkan terganggunya suatu ekosistem pada lingkungan sehingga dapat menurunnya kualitas dan produktivitas dari lingkungan tersebut (Wasis dan Agustina 2011).

Proses penambangan emas mengakibatkan turunnya kualitas tanah dan jumlah jenis vegetasi alami (Sitorus *et al.*, 2008). Sifat kimia tanah bekas tambang juga mengalami penurunan kualitas yang sangat signifikan seperti pH tanah sebelum ditambang yaitu 4,4 dan setelah ditambang pH tanah menjadi 3,6. N total tanah sebelum ditambang yaitu 0,13 % turun menjadi 0,02 %. K tersedia tanah dari 24,2 ppm sebelum ditambang menjadi 4,9 ppm pasca ditambang. Kandungan c-organik tanah tergolong rendah yaitu 0,8%-1,17% (Juhaeti dan Naiola, 1997; Mirdat *et al.*, 2013; Zulfikah *et al.*, 2014). Kadar C-organik yang rendah sangat berpengaruh terhadap tersedianya merkuri pada tanah disebabkan karena bahan organik yang dapat mengikat dan menonaktifkan merkuri terdapat pada tanah serta penyebaran merkuri yang bersifat meracuni kehidupan. Kandungan merkuri pada lahan bekas tambang emas menurut hasil penelitian Mirdat *et al* mendapatkan hasil 8,19 ppm Hg, sedangkan pada penelitian Zulfikah *et al*, mendapatkan hasil yang lebih tinggi sebesar 621,37 ppm Hg (Mirdat *et al.*, 2013; Zulfikah *et al.*, 2014). Hal ini sangat berbahaya terhadap kehidupan karena melampaui ambang batas standar yaitu 0,002 ppm.

B. Peranan Biochar Sekam Padi, Pupuk Kandang, dan Liat dalam Perbaikan Sifat Kimia Tanah

Biochar merupakan arang hasil pembakaran tidak sempurna dengan oksigen terbatas ataupun tanpa oksigen. Biochar berasal dari limbah yang berpotensi mencemari lingkungan, namun juga berpotensi sebagai media untuk memperbaiki

kualitas kesuburan tanah jika diolah lebih lanjut seperti biochar. Sekam padi merupakan salah satu limbah pertanian yang berpotensi untuk diolah lebih lanjut menjadi biochar yang bisa diaplikasikan pada tanah (Salawati *et al.*, 2016). Biochar juga bisa dijadikan sebagai amelioran tanah yang biasa dikenal sebagai biomassa charcoal. Amelioran merupakan bahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas kesuburan tanah baik melalui perbaikan sifat fisika, sifat kimia, maupun biologi tanah (Kartikawati dan Setyanto, 2011). Biochar bisa dijadikan sebagai habitat bagi mikroba-mikroba yang terdapat dalam tanah dan umumnya biochar yang diaplikasikan resisten terhadap tanah sehingga dapat bertahan sangat lama hingga beberapa tahun kedepan. Biochar dapat diaplikasikan bersama pupuk organik ataupun anorganik sebagai pembenah tanah sehingga dapat meningkatkan daya retensi dan ketersediaan hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Gani, 2009).

Limbah pertanian, perkebunan, peternakan, kehutanan maupun rumah tangga merupakan bahan dasar dari biochar yang jumlahnya sangat melimpah. Sekam padi merupakan salah satu limbah hasil pertanian, dalam 1 ha sawah dengan produksi rata-rata 7 ton dapat menghasilkan limbah sekam padi sekitar 1,54 ton per musim panen (Gani, 2009). Berdasarkan hasil penelitian (Salawati *et al.*, 2016) pengaruh pengaplikasian *biochar* sekam padi sebanyak 15 ton/ha dengan kehalusan 60 mesh pada tanah alkalis bisa menurunkan tingkat kemasaman tanah hingga 5,19% serta dapat meningkatkan P tersedia hingga 277,08 ppm, peningkatan C organik tanah menjadi 34,94%, dan KTK menjadi 32,92%. *Biochar* dapat menjaga kelembaban tanah sehingga kapasitas menahan air menjadi tinggi (Endriani *et al.*, 2013) dan dapat meremediasi tanah yang tercemar logam berat seperti (Pb, Cu, Cd, dan Ni) (Ippolito *et al.*, 2012). Pemberian *biochar* pada tanah berdampak akan meningkatnya pertumbuhan dan serapan hara pada tanaman (Satriawan dan Handyanto, 2015).

Kompos adalah bahan organik yang bersumber dari sisa-sisa tanaman, hewan, maupun sampah kota yang terdiri dari sampah sayuran-sayuran yang telah mengalami pelapukan. Menurut Djajakirana (2002), kompos merupakan campuran pupuk dari bahan organik yang berasal dari tanaman atau hewan atau campuran keduanya yang telah mengalami proses pelapukan dan berisi senyawa-senyawa lain seperti abu, kapur, dan bahan kimia lainnya sebagai bahan tambahan. Bahan dasar

dari pupuk organik yang dikomposkan sangat mempengaruhi kualitas pupuk organik, oleh sebab itu penting untuk menyeleksi dan membuat kriteria terhadap bahan-bahan dasar kompos untuk menjaga kualitasnya (Setyorini *et al.*, 2006).

Pada proses pengomposan, bahan organik mengalami penguraian secara biologis, terutama mikroba yang dapat memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi (Indriani, 2003). Pupuk kandang merupakan pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan yang berasal dari sapi. Pengaplikasian pupuk kandang ke dalam tanah akan mempengaruhi kualitas tanah. Menurut Sitorus (2008) pupuk kandang mampu memperbaiki sifat kimia tanah seperti mampu meningkatkan KTK tanah, pH tanah, kejenuhan basa serta unsur hara mikro maupun unsur hara makro. Sumber kotoran yang digunakan akan mempengaruhi zat hara yang terkandung didalamnya (Neltriana, 2019). Pupuk kandang sapi mengandung unsur hara karbon (C) senilai 24,57%, nitrogen (N) 1,63%, fosfor (P) 0,26%, kalium (K) 2,80% (Sudarsono, *et al.*, 2013).

Tanah liat memiliki daya serap karena memiliki diameter pori yang besar, tingkat porositas yang tinggi dan ketersediaannya di alam yang relatif murah. Untuk meningkatkan kemampuan daya serap tanah liat perlu dilakukan aktivasi yang bertujuan untuk memperbesar pori dengan cara memutus ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga dapat mengubah sifat kimia dan fisika tanah. Gugus silanol (Si-OH) pada tanah liat berperan menyerap bahan-bahan organik dan lain, dimana semakin banyak silanol pada permukaan adsorben maka tingkat adsorpsinya semakin tinggi karena lapisan *interlayer clay* dengan ion H^+ dari asam yang diikuti dengan pelarutan ion Al^{3+} dan ion logam lainnya (Widodo *et al.*, 2020).

C. Syarat Tumbuh Bunga Matahari

Bunga matahari memiliki nama latin *Helianthus annuus L.* yang termasuk dalam famili *Asteraceae*. Bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) merupakan tanaman tahunan yang tegak, kokoh, dan kasar, dan memiliki tinggi mencapai 1-3 meter. Tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dapat toleran terhadap suhu sekitar 6-280°C dan toleran terhadap suhu minimum mencapai suhu -2°C (Juniarti dan Herdiana, 2017).

Bunga matahari (*Helianthus annuus*.L) dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian hingga 1500 mdpl, dengan suhu 23-27°C dan kelembaban yang relatif kering. Bunga ini biasanya ditanam di pekarangan rumah sebagai tanaman hias. Bunga matahari paling subur tumbuh di daerah pegunungan yang memiliki kelembaban udara cukup dan terkena sinar matahari langsung. Tanah yang cocok untuk pertumbuhan bunga matahari ialah tanah berpasir hingga tanah liat, dengan drainase yang baik dan pH yang berkisar antara 6,5 sampai 7,5 (Franzen, 2007).

Bunga matahari (*Helianthus annuus*.L) memiliki ciri-ciri pada bunganya yang berwarna kuning terang, dan diameter kepala bunga besar bisa mencapai 30 cm serta ciri khas bunga matahari adalah bunganya akan selalu menghadap ke arah sinar matahari sehingga dapat digunakan sebagai tanaman hias (Herwati *et al.*, 2011). Bunga ini merupakan tanaman cepat tumbuh dengan produksi biomassa yang banyak dan merupakan tanaman fitoremediasi (penyerapan) logam-logam beracun yang terkontaminasi pada tanah (Noviardi dan Damanhuri, 2015).

Upaya penggunaan tanaman hijau untuk penyerapan polutan di dalam tanah, maupun air, dan dapat mengakumulasi atau menetralkan arsenik dan uranium disebut sebagai fitoremediasi (Widyati, 2009). Tingkat keberhasilan fitoremediasi tergantung pada tingkat toleransi tanaman terhadap logam berat, ukuran biomassa tanaman serta kemampuan metabolisme maupun imobilisasi tanaman dalam meremediasi logam berat yang terdapat pada tanah, (Sunitha, 2013). Menurut Asmadi dan Suharno (2012), logam berat adalah logam-logam yang memiliki unsur logam (BM) yang berat molekulnya tinggi. Logam berat dengan kadar rendah pada umumnya sudah termasuk beracun bagi tumbuhan, hewan, dan manusia. Beberapa jenis logam berat yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan seperti merkuri (Hg), krom (Cr), kadmium (Cd), timbal (Pb), dan arsen (As) yang dikenal dengan timah. Fitoremediasi termasuk salah satu cara untuk mengatasi pencemaran lingkungan dari logam-logam berat. Bunga matahari termasuk tanaman yang dapat menyerap logam-logam berat dari lingkungan ataupun tanah yang terkontaminasi (Rohana *et al.*, 2020).

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Januari 2022 sampai Mei 2022 di lahan bekas tambang emas di Jorong Ladang Kapeh, Nagari Padang Sibusuk, Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat. Analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang. Jadwal pelaksanaan penelitian selengkapnya pada Lampiran 1.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu mesin pencacah, ayakan, ember, cangkul, sekop, *erlenmeyer*, pipet tetes, gelas piala, dan lain-lain. Alat selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2. Bahan yang digunakan adalah lahan tanah bekas tambang emas, kotoran sapi, *biochar* sekam padi, sampah kota, tanah liat, bioaktivator, pupuk Urea, SP-36, KCl, dan Bunga Matahari. Bahan selengkapnya pada Lampiran 3.

C. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri dari 3 perlakuan dan 3 kelompok sehingga terdapat 9 satuan percobaan. Setiap petakan diberi biokanat sebagai perlakuan yang tanaman bunga matahari berdasarkan rekomendasi penelitian yang terdiri dari 3 perlakuan masing-masing:

M_0 = Tanpa Biokanat

M_{10} = Biokanat 10 ton/ha

M_{20} = Biokanat 20 ton/ha

D. Pelaksanaan

Berikut ini merupakan tahapan pelaksanaan yang dilakukan untuk mengukur capaian indikator penelitian.

1. Pembuatan Biokanat

Bahan dasar biokanat antara lain *biochar* sekam padi, kotoran sapi dan sampah kota dengan perbandingan 2:2:1 dalam satuan kg. *Biochar* sekam padi

dibuat dengan metoda pirolisis sehingga menghasilkan berupa arang, sedangkan kotoran sapi yang sudah kering angin dan sampah kota dicacah menggunakan mesin pencacah. Bahan dasar ditumpuk secara merata, selanjutnya dilakukan penambahan kapur dolomit sebanyak 1/20 dari berat kotoran sapi, ditambahkan bioaktivator *Trichoderma sp.* secara merata. Selanjutnya bahan tersebut diaduk secara merata menggunakan mesin pengaduk. Setelah itu, dilakukan fermentasi selama ≥ 4 minggu. Kompos yang telah matang ditandai dengan warnanya telah berubah menyerupai tanah, suhu mendekati suhu ruangan 25-30⁰C dan C/N < 15.

Setelah kompos matang, selanjutnya dikering anginkan dan diayak. Setelah itu, ditambahkan tanah liat sebagai penambah koloid anorganik dengan perbandingan kompos dan tanah liat sebesar 1:1 dalam satuan kg. Bahan tersebut diaduk secara merata. Pembuatan biokanat dilakukan di Laboratorium pupuk organik jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas.

2. Percobaan lapangan menggunakan plot-plot

Lahan yang digunakan adalah tanah bekas tambang emas yang berlokasi di Jorong Ladang Kapeh, Nagari Padang Sibusuk, Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat. Tanah yang diolah untuk media tanam adalah sebanyak sembilan plot dengan ukuran dua kali tiga meter dan dianalisis tanah awal di laboratorium. Lahan bekas tambang emas dicampurkan dengan biokanat sesuai dengan dosis masing-masing perlakuan kemudian diaduk hingga merata. selanjutnya diinkubasi dan diambil sampel setelah inkubasi untuk dianalisis di laboratorium.

3. Penyemaian Benih Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*)

Benih direndam selama 24 jam. Disiapkan media tanam berupa tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 diaduk secara merata. Media tanam tersebut dimasukkan ke dalam polybag. Biji bunga matahari disemai pada polybag dan diletakkan pada tempat yang tidak terpapar sinar matahari langsung. Disiram dan dipelihara hingga 4 minggu setelah semai. Benih mulai berkecambah dalam 7 hari sejak disemai.

4. Penanaman Bunga Matahari

Bibit bunga matahari yang telah tumbuh di media penyemaian selanjutnya dipindahkan ke lahan yang telah disiapkan dengan jarak tanam 25 cm x 75 cm. Bibit dipilih merupakan bibit yang berkualitas baik. Pindahan tanaman disusun sesuai dengan denah satuan percobaan yang dapat dilihat pada Lampiran 4.

5. Pemupukan

Pemupukan dilakukan pada saat tanaman bunga matahari setelah 2 MST (Minggu Setelah Tanam). Dosis pupuk yang diberikan adalah urea sebesar 250 kg/ha, SP-36 sebesar 175 kg/ha dan KCI sebesar 175 kg/ha.

6. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman yang dilakukan berupa Penyiraman yang dilakukan setiap hari sesuai dengan kebutuhan tanaman dengan cara menggunakan ember atau gembor. Penyiangan gulma dilakukan dengan cara manual yaitu gulma dicabut jika tumbuh pada media tanam. Penyiangan dilakukan sebulan sekali bertujuan supaya gulma yang tumbuh tidak terlalu banyak.

Pada umur 2 MST (Minggu Setelah Tanam) terjadi penyerangan hama ulat bulu (*Vanessa cardui*) menyerang, penanggulangan yang dilakukan adalah secara manual yaitu membunuh ulat bulu yang berada di sekitar tanaman. Serangan hama belalang (*Valanga nigricornis*) dan ulat daun (*Plutella xylostella* L.) yang menyebabkan beberapa tanaman daunnya berlubang, pengendalian yang dilakukan adalah dengan melakukan penyemprotan pestisida decis dengan dosis 1 ml/L.

Penyakit yang menyerang tanaman bunga matahari adalah layu fusarium, tanaman yang terserang penyakit ini adalah tanaman yang berada di bagian pinggir percobaan. Untuk menghindari serangan hama dan penyakit lebih lanjut, dilakukan upaya preventif, yaitu memberikan insektisida dengan dosis rendah seminggu sekali, serta fungisida pada tanaman, dan memusnahkan tanaman yang telah terserang penyakit.

7. Pemanenan

Pemanenan dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pada umur 70 HST (Hari Setelah Tanam) pada masa vegetatif maksimum untuk dianalisis serapan haranya,

dan pada umur 110 HST (Hari Setelah Tanam) pada masa generatif maksimum untuk diambil bijinya.

E. Pengamatan

Berikut ini merupakan tahapan pengamatan yang dilakukan untuk mengukur capaian indikator penelitian.

1. Analisis Tanah

Analisis tanah awal sebelum inkubasi dan setelah inkubasi yang dilakukan di laboratorium yaitu sifat kimia tanah bekas tambang emas. Parameter yang diuji adalah pH tanah, N-total, P-tersedia, C-organik, Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Na-dd, , KTK, dan Hg tanah.

2. Analisis Tanaman

Pada masa vegetatif maksimum dilakukan pengamatan pada tinggi tanaman dan jumlah daun. Selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kadar serapan Hg pada tanaman.

Pada masa generatif maksimum dihitung jumlah produksinya dengan cara bunga dikeringkan dibawah sinar matahari untuk diambil bijinya lalu dihitung jumlah biji yang dihasilkan.

F. Analisis Data Hasil Penelitian

Data yang diperoleh berupa analisis tanah awal, analisis tanah akhir dan analisis tanaman dibandingkan dengan penilaian tabel kriteria. Data hasil tanah dan tanaman setelah perlakuan dianalisis secara statistik, ragam dan jika berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut DNMRT pada taraf 5% menggunakan aplikasi SPSS.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Kimia Tanah Lahan Bekas Tambang Emas Kab. Sijunjung

Penelitian ini dilakukan pada lahan bekas tambang emas yang berada di Jorong Ladang Kapeh, Nagari Padang Sibusuk, Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat. Hasil dari penelitian ini disajikan pada Tabel 1, menggambarkan bahwa tanah pasca tambang emas mengalami degradasi berat menyebabkan unsur hara menjadi sangat rendah sehingga berdampak pada produktivitas tanah dan ekosistem sekitar.

Tabel 1. Sifat Kimia Tanah Bekas Tambang Emas Sebelum Aplikasi Biokanat

Parameter	Nilai	Kriteria *)
pH Tanah	3,9	Sangat Masam
C-organik (%)	0,39	Sangat Rendah
P Tersedia (ppm)	2,85	Sangat Rendah
N total (%)	0,04	Sangat Rendah
KTK (cmol.kg ⁻¹)	7,14	Rendah
K-dd (cmol.kg ⁻¹)	0,05	Sangat Rendah
Ca-dd (cmol.kg ⁻¹)	0,19	Sangat Rendah
Mg-dd (cmol.kg ⁻¹)	0,08	Sangat Rendah
Na-dd (cmol.kg ⁻¹)	0,01	Sangat Rendah
Hg Tanah (ppm)	32,5	Sangat Tinggi

*Sumber: Balai Penelitian Tanah, 2009

Proses penambangan emas di lokasi penelitian dilakukan dengan cara tradisional dengan cara membolak-balikkan tanah, sehingga lapisan tanah bagian atas (*Top soil*) dan tanah bagian bawah (*Sub soil*) menjadi tercampur, dan terjadi oksidasi mineral bersulfur yang sangat berpengaruh pada sifat kimia tanah yang mengalami perubahan atau tanah menjadi terdegradasi sehingga tingkat kesuburan tanah rendah. Jenis tanah pada lokasi bekas tambang di Nagari Padang Sibusuk, Kabupaten Sijunjung berordo Ultisol berdasarkan hasil penelitian Anderson (2018). Sub soil tanah Ultisol merupakan tanah yang memiliki kandungan unsur hara rendah dan tingkat kesuburan yang rendah, ditandai dengan pH rendah, KTK rendah, N-Total rendah, C-Organik rendah dan nilai Al-dd yang tinggi (Hidayat, 2017).

Hasil analisis tanah awal di lokasi penelitian ini didapatkan pH awal tanah aktual sebesar 3,9 dengan kriteria sangat masam. Berdasarkan hasil penelitian Allo

et al., (2016) ketersediaan unsur hara makro dan mikro bagi pertumbuhan tanaman mempengaruhi reaksi pH tanah karena terjadi pertukaran ion pada koloid tanah dan larutan tanah yang sangat dipengaruhi oleh derajat kemasaman tanah. Hasil analisis lain yang didapat berupa C-organik sebesar 0,39%, P tersedia sebesar 2,85 ppm, N-total sebesar 0,04%, K-dd sebesar 0,05 cmol.kg⁻¹, Ca-dd sebesar 0,19 cmol.kg⁻¹, Mg-dd sebesar 0,08 cmol.kg⁻¹, Na-dd sebesar 0,01 cmol.kg⁻¹, dengan kriteria sangat rendah menyebabkan kesuburan tanah sangat rendah.

Kapasitas Tukar Kation (KTK) adalah kemampuan tanah untuk memegang dan melepaskan unsur hara yang diserap oleh tanah. Hasil yang didapatkan KTK sebesar 7,14 cmol.kg⁻¹ yang termasuk kategori rendah, mengakibatkan unsur hara mudah hilang melalui proses pencucian (*leaching*) oleh air ke lapisan tanah bagian bawah dengan proses infiltrasi dan perkolasi.

Logam berat seperti Merkuri (Hg) akan mudah terakumulasi dalam tanah bekas tambang. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan memperoleh hasil 32,5 ppm dengan kategori sangat tinggi. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 22 Tahun 2021, tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Baku mutu yang ditetapkan untuk merkuri adalah 0,002 ppm. Menurut hasil analisis didapatkan bahwa nilai merkuri (Hg) yang diperoleh melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini menyebabkan bahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan, bahkan dapat terakumulasi dalam tubuh manusia jika masuk ke rantai makanan.

B. Sifat Kimia Tanah Bekas Tambang Emas Setelah Aplikasi Biokanat

Hasil analisis tanah terhadap sifat kimia tanah lahan bekas tambang emas di Jorong Ladang Kapeh, Nagari Padang Sibusuk, Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat yang telah diaplikasikan biokanat sebagai berikut.

1. pH H₂O (aktual)

Hasil pengukuran nilai pH (H₂O) tanah setelah pengaplikasian biokanat disajikan pada Tabel 2 dengan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 10.

Tabel 2. Nilai pH H₂O Tanah Setelah Aplikasi Biokanat Pada Tanah Bekas Tambang Emas

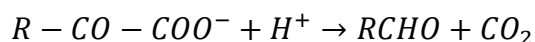
Biokanat (ton/ha)	pH Tanah (unit)
0	4,39 c
10	5,88 b
20	6,12 a
KK (%)	1,40

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Berdasarkan Tabel 2, nilai pH (H₂O) terendah terdapat pada pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol) dengan nilai 4,39 unit. Pada pengaplikasian 10 ton/ha biokanat nilai pH (H₂O) tanah meningkat sebesar 1,49 unit dari pengaplikasian kontrol, berbeda sangat nyata dengan pengaplikasian 0 ton/ha dan 20 ton/ha. Dosis 20 ton/ha biokanat mampu meningkatkan nilai pH (H₂O) menjadi 6,12 unit yang berbeda sangat nyata dengan pengaplikasian 0 ton/ha dan 10 ton/ha. Hal tersebut senada dengan penelitian Gusnidar *et al.* (2019) yang melakukan penelitian kompos Jerami dan tithonia pada tanah Regosol dengan dosis 7,5 ton/ha mampu meningkatkan pH tanah sebesar 0,78 unit.

Peningkat pH tanah dapat disebabkan karena Biokanat yang telah terdekomposisi menghasilkan hasil-hasil organik dan mampu mengikat Al sehingga berkurangnya konsentrasi kemasaman tanah dan meningkatkan pH H₂O tanah. Berdasarkan penelitian Anwar *et al.* (2006) kompos mengandung asam-asam organik yang dapat mengkhelat ion Al yang merupakan sumber kemasaman tanah sehingga dengan adanya pengkhelatan Al nilai pH H₂O meningkat.

Selain itu peningkatan pH juga terjadi karena oksidasi asam organik yang menggunakan ion H⁺ dan menghasilkan OH⁻ pada proses dekomposisi bahan organik. Dekarboksilasi asam organik yang menggunakan proton dan melepaskan karbon. Adapun reaksinya adalah sebagai berikut.



2. Kadar C-Organik

Hasil analisis kadar C-Organik pada tanah lahan bekas tambang emas setelah pengaplikasian biokanat disajikan pada Tabel 3 dengan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 10.

Tabel 3. Kadar C-Organik Tanah Setelah Aplikasi Biokanat Pada Tanah Bekas Tambang Emas

Biokanat (ton/ha)	C-Organik (%)
0	0,47 c
10	1,26 b
20	2,46 a
KK (%)	6,80

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat nilai Persentase kadar C-Organik paling tinggi terdapat pada pengaplikasian 20 ton/ha biokanat sebesar 2,46%, pada pengaplikasian 10 ton/ha biokanat nilai persentase kadar C-Organik turun menjadi 1,26%, sedangkan pada pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol) kadar C-Organik yang diperoleh hanya 0,47%, dilihat dari hasil analisis statistik DNMRT pada setiap pengaplikasian berpengaruh berbeda sangat nyata pada setiap aplikasi yang diberikan.

Kadar C-Organik pada lahan bekas tambang di lokasi penelitian ini tergolong sangat rendah. Tinggi rendahnya kadar C-Organik dalam tanah sangat berpengaruh dalam mengikat logam berat seperti merkuri (Hg). Rendahnya kadar C-Organik pada lokasi lahan bekas tambang emas ini dikarenakan memiliki vegetasi sangat sedikit dan merupakan daerah berlangsungnya proses pembuangan amalgamasi yang terdiri dari batuan kerikil, pasir dan Merkuri. Kadar bahan organik yang rendah menyebabkan konsentrasi merkuri yang sangat tinggi pada tanah. Hal ini disebabkan bahan organik mampu mengikat maupun menghentikan penyebaran merkuri (Hg) pada tanah (Mirdat, 2013). Hal ini senada dengan penelitian Stevenson (1982), menyatakan bahwa logam berat yang terdapat pada lahan bekas tambang mampu dikhelat oleh bahan organik, karena bahan organik berperan sebagai *buffer* yang meningkatkan nilai pH sebagai sumber unsur hara sehingga mampu mengkhelat Merkuri.

Pengaplikasian biokanat berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan kadar C-Organik dalam tanah. Menurut hasil penelitian Syukur dan Indah (2006) mengatakan bahwa pemberian kompos dan pupuk kandang dapat meningkatkan kadar C-Organik dalam tanah. Dalam hal ini dikatakan bahwa semakin banyak

pupuk kandang yang diaplikasikan pada tanah, maka akan berbanding lurus dengan C-Organik yang juga akan semakin tinggi peningkatan kadar C-Organik pada tanah.

Penambahan biochar sebagai amelioran pada tanah meningkatkan fungsi tanah, karena biochar mampu menahan unsur hara agar tidak hilang pada tanah sehingga bisa diserap oleh tanaman (Gani, 2009). Dalam jangka waktu yang lama biochar mampu bertahan pada tanah karena biochar merupakan salah satu senyawa yang sangat stabil sehingga sukar terurai oleh proses perombakan oleh mikroba di dalam tanah, namun dalam jangka waktu yang singkat peranan biochar tidak terlalu berpengaruh terhadap tanah dibandingkan dengan kompos pupuk kandang yang berpengaruh nyata dalam jangka waktu yang pendek. Menurut Hammond *et al.* (2007) menyimpulkan bahwa biochar adalah salah satu bahan amelioran pada tanah yang mengandung senyawa aromatik yang bersifat rekalsitran sehingga mampu mempertahankan stabilitas karbon pada tanah dalam jangka waktu lama.

3. Kadar N-Total

Hasil analisis kadar N-total pada lahan bekas tambang emas setelah aplikasi biokanat disajikan pada Tabel 4 dengan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 10.

Tabel 4. Kadar N-Total Tanah Setelah Aplikasi Biokanat Pada Tanah Bekas Tambang Emas

Biokanat (ton/ha)	N Total (%)
0	0,06 c
10	0,09 b
20	0,15 a
KK (%)	3,96

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat pada pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol) didapatkan persentase terendah dengan nilai persentase N-Total sebesar 0,06% berbeda sangat nyata dengan pengaplikasian 10 ton/ha biokanat dan 20 ton/ha biokanat. Pada pengaplikasian 10 ton/ha biokanat diperoleh persentase hasil analisis sebesar yaitu 0,09% terjadi peningkatan nilai persentase sebanyak 0,03% dari pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol). Peningkatan nilai persentase tertinggi sebanyak 0,09% dari pengaplikasian kontrol terjadi pada pengaplikasian 20 ton/ha

biokanat diperoleh nilai persentase N-Total sebesar 0,15%. Berdasarkan hasil yang diperoleh terjadi interaksi berbeda sangat nyata pada setiap pengaplikasian yang diberikan.

Pada setiap pengaplikasian terjadi peningkatan nilai persentase N-total tanah, hal ini disebabkan karena pengaruh pengapliasian dosis biokanat yang diberikan mengandung unsur hara yang tinggi seperti pupuk kandang, biochar, dan sampah kota yang terdiri dari sayur sayuran. Menurut hasil penelitian Prasetya (2016) peningkatan kadar N-Total tanah akan semakin tinggi jika persentase kompos pupuk kandang yang diberikan juga tinggi. Kandungan N, P, K, dan S pada kompos pupuk kandang yang mengalami dekomposisi akan menghasilkan protein dan asam-asam amino yang terurai menjadi amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^+) sebagai penyumbang nitrogen dalam tanah.

Kadar nitrogen yang meningkat pada tanah disebabkan oleh biochar pada biokanat yang mampu meretensi nitrogen dan mengurangi pencucian nitrogen pada tanah. Hal ini didukung oleh penelitian Major *et al.* (2012) mengatakan bahwa pengaruh pemberian biochar mampu meningkatkan retensi nitrogen di dalam tanah dan mengurangi pencucian nitrogen pada tanah. Senada dengan penelitian Ippolito *et al.*, (2012) mengatakan bahwa peningkatan kadar nitrogen pada tanah akibat pemberian biochar sekam padi yang mampu mempercepat proses mineralisasi nitrogen pada tanah yang disebabkan aktivitas mikroba yang tinggi.

4. Kadar P-Tersedia

Hasil analisis nilai P-tersedia pada lahan bekas tambang emas setelah pengaplikasian biokanat disajikan pada Tabel 5 dengan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 10.

Tabel 5. Kadar P-tersedia Tanah Setelah Aplikasi Biokanat Pada Tanah Bekas Tambang Emas

Biokanat (ton/ha)	P Tersedia (ppm)
0	4,70 c
10	17,93 b
20	30,90 a
KK (%)	7,33

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Berdasarkan hasil analisis yang tertera pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa setiap pengaplikasian memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap ketersediaan unsur P bagi tanaman pada lahan bekas tambang emas. Hasil uji lanjut DNMRD didapatkan bahwa masing-masing dosis perlakuan memberikan perbedaan sangat nyata terhadap kadar P-tersedia pada masing-masing pengaplikasian. Pada pengaplikasian 20 ton/ha biokanat diperoleh nilai paling tinggi dibanding pengaplikasian lainnya yakni 30,90 ppm. Pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol) dengan nilai paling rendah yakni 4,70 ppm berbeda sangat nyata dengan pengaplikasian lainnya. Pengaplikasian 10 ton/ha biokanat memiliki kandungan nilai P-tersedia sebesar 17,93 ppm terjadi peningkatan sebanyak 13,23 ppm dari pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol).

Terjadinya peningkatan kadar P-tersedia pada tanah lahan bekas tambang disebabkan pemberian pupuk kandang yang terdekomposisi yang menghasilkan CO₂ dan asam-asam organik. Senyawa CO₂ yang berbentuk gas akan larut dalam air sehingga membentuk asam karbonat. Asam karbonat yang dihasilkan melalui proses tersebut akan menyebabkan meningkatnya ketersediaan unsur P pada tanah (Amijaya *et al.*, 2016). Penambahan biochar sekam padi juga dapat meningkatkan ketersediaan unsur P dan retensi P pada tanah masam, penambahan biochar mampu menurunkan kadar Fe dan Al pada tanah masam mengakibatkan tersedianya unsur P pada tanah (Eduah *et al.*, 2019).

Pada pupuk kandang yang mengandung unsur N, P, dan S dapat meningkatkan ketersediaan unsur P dalam tanah. Pengaplikasian pupuk kandang pada tanah dapat meningkatkan aktivitas dan populasi mikroorganisme tanah yang berperan sebagai dekomposisi sehingga mampu meningkatkan unsur P dalam tanah (Fikdalillah *et al.*, 2016).

5. Nilai Kapasitas Tukar Kation dan Basa-Basa dapat Dipertukarkan (Ca-dd, Mg-dd, Na-dd dan K-dd)

Kapasitas tukar kation (KTK) dan basa basa yang dapat dipertukarkan (Ca-dd, Mg-dd, Na-dd dan K-dd) pada tanah lahan bekas tambang yang telah diaplikasikan biokanat disajikan pada Tabel 6 dengan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 10. Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kapasitas tukar kation (KTK) yang diakibatkan oleh pengaplikasian biokanat pada

tanah. Sama halnya dengan basa-basa yang dapat dipertukarkan juga diakibatkan oleh pengaplikasian biokanat yang mengandung bahan organik yang menentukan peningkatan nilai kation basa-basa.

Tabel 6. Nilai KTK dan Basa-Basa Tanah Setelah Aplikasi Biokanat Pada Tanah Bekas Tambang Emas

Biokanat (ton/ha)	Ca-dd	Mg-dd	Na-dd	K-dd	KTK
 (cmol.kg ⁻¹).....				
0	0,29 c	0,08 b	0,01 c	0,06 c	7,65 c
10	0,98 b	0,11 b	0,07 b	0,09 b	17,11 b
20	1,77 a	0,25 a	0,12 a	0,13 a	23,87 a
KK(%)	2,37	10,70	6,00	4,01	2,24

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Dari Tabel 6, dapat dilihat bahwa kation basa dengan parameter Ca-dd mengalami peningkatan tertinggi pada pengaplikasian 20 ton/ha biokanat sebesar 1,77 cmol.kg⁻¹ berbeda sangat nyata dengan pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol) dengan nilai 0,29 cmol.kg⁻¹ sama halnya dengan pengaplikasian 10 ton/ha biokanat juga terjadi peningkatan dengan nilai 0,98 cmol.kg⁻¹ berbeda sangat nyata dengan pengaplikasian kontrol namun tidak setinggi peningkatan pada pengaplikasian 20 ton/ha biokanat. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi dosis biokanat maka akan semakin tinggi unsur Ca yang akan yang tersedia pada tanah.

Kation basa dengan parameter Mg-dd terjadi peningkatan pada setiap pengaplikasian didapatkan hasil analisis statistik berbeda sangat nyata, pada pengaplikasian 10 ton/ha biokanat didapatkan nilai unsur Mg pada tanah sebesar 0,11 cmol.kg⁻¹ terjadi peningkatan unsur Mg yang tidak signifikan sebesar 0,03 cmol.kg⁻¹ dari pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol) dengan nilai Mg sebesar 0,08 cmol.kg⁻¹. Peningkatan paling tinggi terjadi pada pengaplikasian 20 ton/ha biokanat dengan nilai 0,25 cmol.kg⁻¹. Peningkatan ini dipengaruhi oleh pengaplikasian biokanat dengan formulasi biochar, pupuk kandang, sampah kota dan tanah liat, dimana pupuk kandang yang sangat mempengaruhi ketersediaan Mg pada tanah bekas tambang.

Kadar unsur natrium (Na) terjadi peningkatan yang dapat dilihat pada Tabel 6, peningkatan unsur Na pada tanah disebabkan oleh pengaplikasian biokanat dimana terjadi peningkatan tertinggi terjadi pada pengaplikasian 20 ton/ha biokanat

dengan nilai sebesar $0,12 \text{ cmol.kg}^{-1}$ berbeda sangat nyata dengan pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol) dan 10 ton/ha biokanat. Pada pengaplikasian 10 ton/ha biokanat juga mengalami peningkatan unsur Na menjadi $0,07 \text{ cmol.kg}^{-1}$ meningkat sebesar $0,06 \text{ cmol.kg}^{-1}$ dari pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol) dengan nilai $0,01 \text{ cmol.kg}^{-1}$.

Unsur kalium (K) merupakan kation basa yang dapat dipertukarkan, berdasarkan Tabel 6, pemberian pengaplikasian biokanat berpengaruh dan berbeda sangat nyata pada masing-masing pengaplikasian dalam penyediaan unsur K pada tanah bekas tambang. Pada pengaplikasian 10 ton/ha biokanat didapatkan hasil analisis laboratorium sebesar $0,09 \text{ cmol.kg}^{-1}$ mampu meningkatkan kadar unsur K sebesar $0,03 \text{ cmol.kg}^{-1}$ dari pengaplikasian kontrol 0 ton/ha yaitu $0,06 \text{ cmol.kg}^{-1}$. Pengaplikasian 20 ton/ha biokanat didapatkan kadar unsur K sebesar $0,13 \text{ cmol.kg}^{-1}$, merupakan peningkatan kadar unsur K tertinggi dengan peningkatan kadar unsur K sebesar $0,07 \text{ cmol.kg}^{-1}$ dari pengaplikasian kontrol.

Proses dekomposisi pupuk kandang pada biokanat yang menghasilkan asam- asam organik yang menyebabkan peningkatan unsur Ca, Mg, K, dan Na pada tanah. Proses dekomposisi ini akan menghasilkan kelarutan kation basa sehingga kadar unsur Ca, Mg, K, dan Na terjadi peningkatan dan tersedia bagi tanaman. Biochar yang terkandung dalam biokanat mempunyai peran mempertahankan unsur-unsur kation basa dalam tanah dan daya serap yang tinggi karena memiliki permukaan yang sangat luas dan memiliki pori makro yang tinggi (Wibowo *et al.*, 2016). Hal ini sejalan dengan penelitian Rafael *et al.* (2019) yang mengatakan bahwa pemberian pupuk kandang dan biochar mampu meningkatkan kadar P-tersedia, KTK, Ca-dd, Mg-dd dan K-dd pada tanah yang signifikan.

Dilihat dari Tabel 6 Kapasitas Tukar Kation (KTK) terjadi interaksi berbeda sangat nyata pada masing-masing pengaplikasian. Pada pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol) diperoleh hasil sebesar $7,65 \text{ cmol.kg}^{-1}$. Peningkatan nilai KTK tertinggi terjadi pada pengaplikasian 20 ton/ha biokanat menjadi $23,87 \text{ cmol.kg}^{-1}$. Sedangkan pada pengaplikasian 10 ton/ha biokanat juga terjadi peningkatan nilai KTK menjadi $17,11 \text{ cmol.kg}^{-1}$ berdasarkan peningkatan nilai yang terjadi terlihat bahwa biokanat berpengaruh sangat nyata terhadap nilai KTK pada tanah. Peningkatan nilai KTK ini disebabkan karena pengaplikasian Biokanat dan karakteristik tanah yang saling mempengaruhi yang menyebabkan interaksi setelah pengaplikasian biokanat.

Formulasi biokanat yang terdiri dari biochar sekam padi, pupuk kandang dan sampah sayur serta tanah liat yang mampu meningkatkan nilai KTK pada tanah.

Peningkatan nilai KTK terjadi karena bertambahnya muatan negatif pada tanah berasal dari gugus karboksil (COO^-) dan Hidroksil (OH^-) yang berasal dari pupuk kandang dan sampah sayur-sayuran. Biochar sekam padi yang terdekomposisi pada biokanat juga mampu meningkatkan nilai KTK tanah karena mempunyai permukaan yang seluas $330 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ dan lubang pori $2\text{-}5 \text{ }\mu\text{m}$ sehingga kation-kation pada tanah terjebak dan KTK tanah meningkat. Tanah liat pada biokanat mampu meningkatkan nilai KTK tanah dikarenakan tanah liat memiliki koloid anorganik yang memiliki muatan negatif.

6. Kadar Merkuri (Hg) Tanah

Kadar Merkuri (Hg) Tanah pada tanah lahan bekas tambang yang telah diaplikasikan biokanat disajikan pada Tabel 7, dengan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 10. Berdasarkan Tabel 7, memaparkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi Hg pada tanah lahan bekas tambang setelah diaplikasikan biokanat. Namun, konsentrasi Hg masih tinggi melewati batas baku mutu maksimum yang dikeluarkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 dengan nilai $0,002 \text{ ppm}$.

Tabel 7. Kadar Merkuri (Hg) Tanah Setelah Aplikasi Biokanat Pada Tanah Bekas Tambang Emas

Biokanat (ton/ha)	Hg Tanah (ppm)
0	32,01 a
10	24,81 b
20	19,75 c
KK (%)	2,01

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMR.

Berdasarkan Tabel 7, dapat dilihat bahwa pengaplikasian biokanat dapat memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada setiap pengaplikasian. Pada pengaplikasian 20 ton/ha biokanat didapatkan nilai Hg sebesar $19,75 \text{ ppm}$ mampu mengurangi konsentrasi Hg yang paling tinggi dibandingkan pengaplikasian lainnya yakni sebesar $12,26 \text{ ppm}$ atau $38,3\%$ dari pengaplikasian kontrol 0 ton/ha sebesar $32,01 \text{ ppm}$. Pada pengaplikasian 10 ton/ha didapatkan nilai $24,81 \text{ ppm}$

mampu mengurangi konsentrasi Hg sebesar 7,2 ppm atau 22,5% dari 32,01 ppm pada pengaplikasian 0 ton/ha (kontrol).

Berdasarkan hasil analisis statistik setelah pengaplikasian biokanat mampu mengurangi konsentrasi Hg pada tanah. Pengurangan konsentrasi Hg disebabkan adanya adsorpsi pertukaran ion dan Hg yang teradsorpsi melalui permukaan biochar melalui kompleksasi logam Hg oleh gugus fungsional dari biochar. Mekanisme penyerapan Hg oleh biochar terjadi akibat kompleksasi gugus karboksilat dan fenolik (Dong *et al.*, 2013). Bahan Organik yang terkandung dalam biokanat mampu membentuk senyawa kompleks logam berat sehingga kelarutan logam akan berkurang. Rendahnya ketersediaan bahan organik pada tanah bekas tambang mengakibatkan tingginya kadar merkuri pada tanah, hal ini disebabkan karena bahan organik mampu mengikat dan menonaktifkan merkuri pada tanah yang meracun. Tanpa adanya bahan organik menyebabkan merkuri akan bertahan lebih lama pada koloid tanah karena diikat dan dijerap kuat (Aryanti *et al.*, 2019).

C. Pengamatan Pertumbuhan Bunga Matahari

Adapun pengamatan tanaman yang diamati selama delapan sampai dua belas minggu masa tanam yaitu tinggi tanaman, jumlah daun dan produksi tanaman serta analisis kadar Hg pada tanaman bunga matahari.

1. Tinggi Tanaman

Pertumbuhan tinggi tanaman merupakan aspek utama untuk memaksimalkan hasil produksi tanaman, proses pertumbuhan tinggi tanaman disebabkan oleh proses fisiologis, biokimia, dan biofisik yang melibatkan *genotype* berinteraksi pada tubuh tanaman dengan berbagai faktor lingkungan. Pemberian biokanat berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus.L*). Hasil pengamatan tinggi tanaman dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Lahan Bekas Tambang Emas Setelah Aplikasi Biokanat

Biokanat (ton/ha)	Tinggi Tanaman (cm)
0	116 c
10	126 b
20	165 a
KK (%)	2,03

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Dari Tabel 8, dapat dilihat bahwa pemberian biokanat pada tanah lahan bekas tambang emas memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap masing-masing pertumbuhan tinggi tanaman. Pada pengaplikasian kontrol 0 ton/ha (kontrol) tinggi tanaman hanya mampu mencapai 116 cm, setelah pemberian biokanat terjadi peningkatan tinggi tanaman signifikan pada pengaplikasian 20 ton/ha biokanat sebesar 165 cm dengan selisih 49 cm dengan pengaplikasian kontrol. Pada pengaplikasian 10 ton/ha biokanat tinggi tanaman mampu mencapai 125 cm juga berbeda sangat nyata dengan pengaplikasian kontrol 0 ton/ha dan 20 ton/ha.

Bunga matahari mampu tumbuh dalam keadaan defisit air dalam jangka waktu pendek dan mampu bertahan hidup pada kondisi tercemar serta toleran terhadap tanah yang mengalami kerusakan/degradasi karena bunga matahari merupakan tanaman hiperakumulator. Pemberian biokanat yang kaya akan unsur hara yang berpengaruh sangat nyata menyebabkan semakin bagusnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semakin meningkatnya kandungan unsur hara maka pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan semakin baik, karena ketersediaan hara pada tanah erat kaitannya dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

2. Jumlah Daun

Berdasarkan hasil pengamatan Jumlah daun pada tanaman bunga matahari yang telah diaplikasikan biokanat disajikan pada Tabel 9. Pengaplikasian biokanat mengakibatkan meningkatnya jumlah daun yang karena bertambahnya kandungan unsur hara pada tanah yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga tanaman mampu tumbuh dan berkembang secara maksimal.

Tabel 9. Hasil Pengamatan Jumlah Daun Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Lahan Bekas Tambang Emas Setelah Aplikasi Biokanat

Biokanat (ton/ha)	Jumlah Daun (lembar)
0	104 c
10	116 b
20	163 a
KK (%)	3,16

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Dari Tabel 9, dapat dilihat bahwa pengamatan jumlah daun tanaman pada pengaplikasian 10 ton/ha biokanat dengan jumlah daun 116 lembar dengan notasi berbeda sangat nyata dengan pengaplikasian 0 ton/ha dan 20 ton/ha. Pada pengaplikasian 20 ton/ha biokanat terjadi penambahan jumlah daun yang signifikan terhadap pengaplikasian kontrol dengan jumlah daun 163 lembar berbeda sangat nyata dengan pengaplikasian 0 ton/ha dan 10 ton/ha, terjadi penambahan sebanyak 59 lembar dari pengaplikasian kontrol 0 ton/ha sebanyak 104 lembar. Dilihat dari hasil pengamatan jumlah daun tanaman, semakin tinggi dosis biokanat yang diaplikasikan, maka jumlah daun tanaman akan lebih banyak dibandingkan pengaplikasian biokanat yang lebih sedikit. Hal tersebut senada dengan hasil penelitian Suwarniati (2014) menyatakan bahwa pemakaian pupuk kompos mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman.

Ketersediaan unsur hara dan lingkungan mempengaruhi jumlah daun pada tanaman. Nurmayulis *et al.* (2014) menyatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan daun tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya matahari yang sangat berperan dalam proses fotosintesis tanaman. Faktor lingkungan lainnya seperti serangan hama akan mempengaruhi perkembangan dan peningkatan jumlah daun tanaman. Selain itu unsur nitrogen dan Mg juga berpengaruh pada perkembangan dan peningkatan jumlah daun tanaman, unsur tersebut sangat berpengaruh dalam pembentukan klorofil daun.

3. Produksi Tanaman Bunga Matahari

Produksi tanaman bunga matahari pada lahan bekas tambang berdasarkan pengukuran berat kering 100 biji yang diaplikasikan biokanat disajikan pada Tabel 10 dengan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 10.

Tabel 10. Produksi Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Lahan Bekas Tambang Emas Setelah Aplikasi Biokanat

Biokanat (ton/ha)	Berat (g/100 biji)
0	2,59 b
10	3,72 a
20	4,14 a
KK (%)	5,67

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa pengaplikasian biokanat mampu meningkatkan produksi tanaman bunga matahari secara nyata. Peningkatan produksi tanaman setelah pengaplikasian 10 ton/ha biokanat dan 20 ton/ha biokanat didapatkan hasil masing-masing mencapai nilai 3,72 g/100 biji dan 4,14 g/100 biji, sedangkan pada pengaplikasian kontrol 0 ton/ha hasilnya senilai 2,59 g/100 biji berdasarkan hasil analisis statistik berpengaruh berbeda sangat nyata dengan pengaplikasian 10 ton/ha dan 20 ton/ha. Pengaplikasian 20 ton/ha biokanat pada lahan bekas tambang emas didapat produksinya mencapai 4,14 g/100 biji setara dengan hasil produksi pada deskripsi tanaman bunga matahari dengan rentang nilai 3,99-4,36 g/100 biji (Lampiran 2).

Pengaplikasian biokanat berpengaruh terhadap semua parameter yang telah diamati pada pertumbuhan dan perkembangan serta produksi tanaman bunga matahari. Hal ini disebabkan oleh biokanat yang mampu menyediakan unsur hara dan bahan organik yang dibutuhkan oleh tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Noviard (2013) yang mengatakan bahwa bunga matahari yang ditanam pada media yang memenuhi kebutuhan unsur hara dan bahan organik akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal. Tersedianya unsur hara yang cukup mempengaruhi hasil bunga matahari pada bobot kering, jumlah dan bobot biji, maupun rendemen. Menurut Sumarni *et al.* (2012) mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi produksi bunga matahari diantaranya adalah kondisi lingkungan, jarak tanam, ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan berimbang seperti unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang sangat berpengaruh.

Biokanat mampu menyediakan bahan organik dan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dapat mengoptimalkan pertumbuhan dan hasil produksi

bunga matahari. Biokanat yang terdiri dari biochar, pupuk kandang, sayur-sayuran dan liat mampu memenuhi kebutuhan akan bahan organik dan pemberian pupuk NPK untuk memaksimalkan kebutuhan hara. Penambahan pupuk NPK dapat membantu pertumbuhan dan meningkatkan produksi bunga matahari.

4. Kadar Hg Tanaman

Tanaman bunga matahari yang telah dipanen dilakukan analisis kadar Hg tanaman. Analisis kadar Hg tanaman bunga matahari dilakukan pada bagian akar dan bagian batang tanaman. Hasil analisis kadar Hg pada tanaman disajikan Tabel 11 dengan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 10.

Tabel 11. Kadar Merkuri (Hg) Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Lahan Bekas Tambang Emas Setelah Aplikasi Biokanat

Biokanat (ton/ha)	Hg (ppm)	
	Akar	Batang
0	13,48 a	21,88 a
10	9,89 b	16,95 b
20	6,69 c	15,05 c
KK(%)	1,76	2,05

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Berdasarkan Tabel 11, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan kadar Hg pada akar tanaman pada masing-masing pengaplikasian biokanat memberikan pengaruh berbeda sangat nyata yang relevan dengan kandungan Hg pada tanah. Pada pengaplikasian kontrol 0 ton/ha pada bagian akar didapatkan kadar Hg senilai 13,48 ppm. Pada pengaplikasian 20 ton/ha mampu menurunkan kadar Hg menjadi 6,69 ppm terjadi penurunan senilai 6,79 ppm dari perlakuan kontrol. Sedangkan pada pengaplikasian 10 ton/ha juga terjadi penurunan kadar Hg menjadi 9,89 ppm selisih 3,59 ppm dengan perlakuan kontrol 0 ton/ha.

Penurunan Hg Pada bagian batang tanaman setelah pengaplikasian 0 ton/ha, 10 ton/ha dan 20 ton/ha biokanat memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada setiap pengaplikasian. Dilihat pada pengaplikasian kontrol didapat kadar Hg senilai 21,88 ppm. Pengaplikasian 10 ton/ha mampu mengurangi kandungan Hg senilai 4,93 ppm berbeda sangat nyata dengan perlakuan kontrol 0 ton/ha dan 20 ton/ha. Pada pengaplikasian 20 ton/ha terjadi penurunan kadar Hg menjadi 15,05 ppm selisih 6,83 ppm dengan perlakuan kontrol 0 ton/ha.

Kadar Hg pada batang tanaman lebih tinggi dibandingkan kadar Hg pada akar tanaman. Hal ini terjadi karena bunga matahari merupakan tanaman hiperakumulator yang mampu menyerap Hg ke dalam jaringan tanaman dengan mengubah merkuri menjadi metil merkuri. Penyerapan Hg oleh tanaman melalui proses fitoremediasi berawal dari stimulasi bioaktivitas mikroorganisme di areal akar tanaman mampu merubah bentuk menjadi $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ dan (CH_3Hg^+) . Jaringan pada tanaman mengeluarkan enzim yang dapat mengikat logam-logam berat dan mendegradasi senyawa organik, sehingga akar tanaman menyerap dan memecah senyawa organik yang disebut *phytostabilization* atau *in situ stabilization*. Terjadinya akumulasi logam berat pada bunga matahari, yang mana tanaman mampu mengakumulasi dengan kadar tinggi dikenal dengan istilah hiperakumulator. (Borolla *et al.*, 2019).

Berdasarkan hasil analisis yang telah dipaparkan pada Tabel 11, kadar Hg pada tanaman bunga matahari masih berada diatas baku mutu yang telah ditetapkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup yang mengeluarkan standar baku mutu maksimum Hg sebesar 0,002 ppm. Berdasarkan peraturan tersebut, bunga matahari tergolong ke dalam batas kritis sehingga hasil produksi tanaman bunga matahari tidak bisa digunakan sebagai bahan kebutuhan makhluk hidup yang berdampak pada kesehatan manusia. Hal ini perlu diwaspadai karena logam berat Hg sangat berbahaya bagi kehidupan manusia karena dapat menyebabkan berbagai macam penyakit seperti cacat maupun kerusakan saraf.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh pengaplikasian biokanat dalam memperbaiki sifat kimia tanah dan reduksi hg pada lahan bekas tambang emas serta pertumbuhan dan produksi tanaman bunga matahari maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengaplikasian biokanat mampu memperbaiki sifat kimia tanah bekas tambang emas. Pengaplikasian terbaik terjadi pada dosis 20 ton/ha meningkatkan pH tanah sebesar 1,73 unit, P-tersedia sebesar 26,6 ppm, C-Organik sebesar 1,99 %, N-total sebesar 0,09%, KTK sebesar 16,22 cmol.kg^{-1} , Ca-dd sebesar 1,48 cmol.kg^{-1} , K-dd sebesar 0,07 cmol.kg^{-1} , Mg-dd sebesar 0,17 cmol.kg^{-1} , Na-dd sebesar 0,11 cmol.kg^{-1} .
2. Pengaplikasian biokanat 20 ton/ha juga mampu mengurangi konsentrasi Hg pada tanah sehingga Hg yang tersisa menjadi 19,75 ppm. Bunga matahari sebagai tanaman hiperakumulator juga terbukti mampu menyerap Hg, penyerapan pada akar terjadi sebanyak 6,69 ppm dan penyerapan pada batang sebanyak 15,05 ppm.
3. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman bunga matahari yang optimal terjadi pada pengaplikasian biokanat pada perlakuan 20 ton/ha. Peningkatan tinggi tanaman mampu mencapai 165 cm, jumlah daun mampu meningkat menjadi 163 lembar, dan bunga matahari mampu memproduksi menjadi 4,14 g/100 biji.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka disarankan pemberian apikasi biokanat dosis 20 ton/ha dapat memperbaiki sifat kimia tanah, dan mereduksi Hg pada lahan bekas tambang emas serta mampu meningkatkan pertumbuhan serta produksi tanaman bunga matahari.

RINGKASAN

Kegiatan penambangan emas tanpa izin (PETI) merupakan penambangan liar yang ilegal tanpa adanya perizinan dari pemerintah. Menurut Eryani (2019) menyatakan bahwa Kabupaten Sijunjung adalah kabupaten di Sumatera Barat, yang tidak lepas dari aktivitas penambangan emas tanpa izin atau ilegal. Sekitar 548 Ha hektar dari 313.040 Ha luasan Sijunjung rusak akibat penambangan emas ilegal tersebut. Kegiatan penambangan emas ini merupakan kegiatan yang banyak dilakukan oleh masyarakat di Kabupaten Sijunjung salah satunya di Kanagarian Padang Sibusuk penambangan emas banyak dilakukan di daerah-daerah aliran sungai menyebabkan pencemaran air, tanah, dan vegetasi akibat dari penggunaan zat yang berbahaya seperti merkuri, serta hilangnya vegetasi dan mikroorganisme pada tanah.

Teknologi remediasi berbasis tumbuhan yang dikenal dengan “fitoremediasi” adalah teknologi yang dikembangkan untuk menurunkan konsentrasi bahan pencemar pada tanah. Mekanisme proses fitoremediasi adalah tanaman menyerap logam dan mengakumulasi ke dalam biomassa tanaman, proses tersebut dinamakan dengan fitoekstraksi. Bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) merupakan salah satu tanaman yang mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat dengan kadar tinggi yang biasa dikenal dengan istilah tanaman hiperakumulator.

Untuk memperbaiki kembali kondisi lahan tanah bekas tambang emas agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk pertanian perlu adanya usaha dan inovasi teknologi yang dapat memperbaiki kualitas tanah, kualitas lingkungan, hingga kesehatan masyarakat sekitar dapat terpelihara. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan dengan pemberian berupa *biokanat* (*biochar*, pukan, dan tanah liat), di antara komposisinya ialah *biochar*, pupuk kandang, sampah kota, dan tanah liat. Dimana biokanat memiliki beberapa kelebihan seperti dapat menahan air, dapat mengikat logam berat, dan tanah liat memiliki muatan yang dapat mengikat ketersediaan unsur hara pada tanah lahan bekas tambang emas yang bertekstur pasir. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian dengan judul **“Perbaikan Sifat Kimia Tanah dan Reduksi Hg pada Lahan Bekas Tambang Emas melalui**

Aplikasi Biokanat terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bunga Matahari (*Helianthus Annuus L.*)”.

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Januari 2022 sampai Mei 2022 di lahan bekas tambang emas di Jorong Ladang Kapeh, Nagari *Padang Sibusuk*, Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat. Analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 3 perlakuan dan 3 kelompok, sehingga diperoleh 9 plot percobaan. Dosis perlakuan terdiri dari 0 ton/ha, 10 ton/ha, dan 20 ton/ha. Data yang diperoleh berupa analisis tanah awal, analisis tanah akhir dan analisis tanaman dibandingkan dengan penilaian tabel kriteria. Data hasil tanah dan tanaman setelah perlakuan dianalisis secara statistik, ragam dan jika berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut DNMRT pada taraf 5% menggunakan aplikasi SPSS.

Pengaplikasian biokanat mampu memperbaiki sifat kimia tanah pada lahan bekas tambang emas. Pengaplikasian terbaik terjadi pada dosis 20 ton/ha meningkatkan pH tanah sebesar 1,73 unit, P-tersedia sebesar 26,6 ppm, C-Organik sebesar 1,99 %, N-total sebesar 0,09%, KTK sebesar 16,22 cmol.kg⁻¹, Ca-dd sebesar 1,48 cmol.kg⁻¹, K-dd sebesar 0,07 cmol.kg⁻¹, Mg-dd sebesar 0,17 cmol.kg⁻¹, Na-dd sebesar 0,11 cmol.kg⁻¹. Peningkatan tinggi tanaman mampu mencapai 165 cm, jumlah daun mampu meningkat menjadi 163 lembar, dan bunga matahari mampu memproduksi sebanyak 4,14 g/100 biji. Pada tanah mampu mereduksi Hg sehingga Hg yang tersisa menjadi 19,75 ppm. Bunga matahari sebagai tanaman hiperakumulator mampu menyerap Hg pada akar terjadi sebanyak 6,69 ppm dan penyerapan pada batang sebanyak 15,05 ppm jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Allo, M.K. 2016. Kondisi Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikkel serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni. *Jurnal Hutan Tropis*. Vol. 4, No. 2. Hal. 2017-217
- Amijaya, M., Dunga, Y.P, dan Thaha, A.R. 2015. Pengaruh Pupuk Kandang Sapi terhadap Serapan Fosfor dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicun L.*) Varietas Lembah Palu di Entisol Sidera. *e-J Agrotekbis*. Vol. 2. No. 3. Hal. 187-197
- Anderson, F. 2018. *Konversi Lahan Pertanian menjadi Lahan Pertambangan terhadap Lingkungan dengan GIS (Geographic Information System) di Nagari Padang Sibusuk Kabupaten Sijunjung*. Skripsi Universitas Andalas. Padang.
- Aryanti, E. dan Hera, N. 2019 Sifat Kimia Tanah Area Pasca Tambang Emas: (study Kasus Pertambangan Emas Tanpa Izin di Kenegerian kari Kecamatan Kuantan Tengah, Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal agroteknologi*. Vol. 9, No. 2. Hal 21-26
- Asmadi, S., Si, M., Suharno, S. K. M., & Kes, M. (2012). *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk Edisi 2. Kepala Balai Penelitian Tanah. Kementerian Pertanian. 7-25 Hal.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Borolla, S.M., Mariwy, A. dan Manuhuttu, J. 2019. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Merkuri (Hg) Menggunakan Tumbuhan Kersen (*Muntingia calabua L.*) dengan Sistem Reaktor. *MJoCE*. Vol. 9. No. 2. Hal. 78-89
- Djajakirana, G. 2002. *Proses Pembuatan, Pemanfaatan dan Pemasaran Vermikompos untuk Pertanian di Indonesia*. Makalah disampaikan pada Seminar "Pemanfaatan Teknologi Aplikatif Pertanian dalam Mencapai Suatu Pertanian Berkelanjutan", Planologi-A Plus 2002. Bogor. 12 Mei 2002.
- Dong, X., Ma, L. Q., Zhu, Y., Li, Y., and Gu, B. 2013. Mechanism Investigation of Mercury Sorption by Brazilian Pepper *Biochar* of Different Pyrolytic Temperatures Based on X-ray Photoelectron Spectroscopy and Flow Calorimetry. *Environ. Sci. Technol.* 47(21). 12156-12164.
- Endriani, Sunarti dan Ajidirman. 2013. *Pemanfaatan Biochar Cangkang Kelapa Sawit sebagai Soil Amandement Ultisol Sungai Bahar Jambi*. *J. Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 15(1): 39-46.
- Eryani, N. D. 2019. Kebijakan Pemerintah Daerah Dalam Pengelolaan Kerusakan Lingkungan Hidup di Kabupaten Sijunjung dan Kabupaten

- Dharmasraya.[Skripsi]. Padang. Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik.153 Hal.
- Fikdalillah, Basir, M. dan Wahyudi, I. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi terhadap Serapan Fosfor dan Hasil Tanaman Sawi Putih (*Brassica pekinensis*) pada Entisol Sidera. *e-J Agrotekbis*. Vol. 4. No. 5. Hal. 491-499
- Franzen, D. 2007. *Hybrid Selection and Production Practices*. Di dalam. Berglund DR, editor. Sunflower Production. Fargo: North Dakota State University.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati “Biochar” sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan*. Vol. 4. No. 1. Hal. 33-48
- Gusnidar, G., Fitria, F., Maira, L., and Yulnafatmawita, Y. 2019. Role of compost derived from rice straw and tithonia in improving chemical fertility of Regosol on onion cultivation. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 347, No. 1, p. 012095). IOP Publishing.
- Hammond, D., Stage 3, H., dan Van der Borg, K. 2007. Upland Soil Charcoal in The West Tropical Forest of Central Guyana. *Biotropica*. 39(2): 153-160.
- Herwati, A., R. D. Purwati, dan T. D. A. Anggraini. 2011. Penampilan Karakter Kualitatif pada Plasma Nutfah Tanaman Bunga Matahari. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Perkebunan*. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. Hal. 24-45.
- Hetrick BAD, and Wilson GWT., F. D. 1994. The Influence of Mycorrhizal Symbiosis and fertilizers Amendments on Establishment of Vegetation In Heavy Metal Mine Spoil. *Environmental Pollution*, 15(1), 171–179.
- Hidayat, Y. S. 2017. *Reklamasi Lahan Bekas Tambang Emas. Makalah Reklamasi*. Universitas Brawijaya.
- Indriani, H.Y. 2003. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ippolito, J. A., D. A. Laird dan W. J. Busscher. 2012. *Environmental Benefits of Biochar*. *J. Environ. Qual.* 41(4): 967–972.
- Juhaeti, T. dan Naiola, B. P. 1997. Pengaruh Penambahan Emas Tradisional terhadap Status Hara Lahan Hutan Primer Bojong Pari, Sukabumi. *Berita Biologi*. 4(1)
- Juniarti, R. dan Y. Herdiana. 2017. Aktivitas Ekstrak (*Helianthus Annuus*). *Jurnal Farmaka*. 15(2) : 195-199.
- Kartikawati, R. dan P . Setyanto. 2011. Ameliorasi Tanah Gambut Meningkatkan Produksi Padi dan Menekan Emisi Gas Rumah Kaca. Sinar Tani, 2 Maret 2011.
- Kumalasari, F.A., A.S. Noor, dan L. Soetopo. 2011. *Pengaruh Cekaman Kekeringan pada 10 Aksesi Bunga Matahari*. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 7 hal.
- Lehmann, J. dan M. Rondon. 2006. *Bio-char Soil Management on Highly-Weathered Soils in The Humid Tropics*. In: N. Uphoff (ed.), Biological

Approaches to Sustainable Soil System, Boca Raton, CRC Press. P.517-530. Taylor and Francis Group.

- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S.J., and Lehmann, J. 2012. Nutrient Leaching in a Colombian Savanna Oxisol Amended With Biochar. *Environ. Qual.* 41: 1076-1086.
- Mirdat, Patadungan, Y. S. dan Isrun. 2013. Status Logam Berat Merkuri (Hg) dalam Tanah pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas di Kelurahan Poboya, Kota Palu. *E-Jurnal Agrotekbis.* 2 (1). Hal. 127-137
- Neltriana, N. 2019. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Kotoran Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Ubi Jalar. *Skripsi.* Universitas Andalas.
- Ningrum, L. P. dan A. M. Navastara. 2015. Pemanfaatan Lahan pada Lokasi Bekas Tambang Tanah Urug Di Kecamatan Ngoro, Mojokerto. *Jurnal Teknik ITS.* Vol.4, No.1:2337-3539.
- Noviardi R dan Tri Padmi Damanhuri. 2015. Penyerapan Logam Timbal (Pb) Pada Tanaman Bunga Matahari. *Jurnal Ecolab.* 9(2): 104 – 147
- Noviardi, R. 2013. Limbah Batubara Sebagai Pembenh Tanah dan Sumber Nutrisi : Studi Kasus Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus Annuus*). *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan.* 23 (1) : 61 – 72.
- Nurmayulis, Fatmawati, A.A., dan Andini, D. 2014. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Buncis Tegak (*Phaseolus vulgaris L.*) Akibat Pemberian Pupuk Kotoran Hewan dan Beberapa Pupuk Organik Cair. *Agrologia.* Vol. 3, No. 2. Hal. 91-96
- Oktabriana, Giska, R. Syofianni, Gusmini, dan Aprisal. 2017. *Revegetasi dan Reklamasi Lahan Bekas Tambang Emas dengan Pemberian Pupuk Organik In Situ terhadap Sifat dan Produktivitas Tanah di Kabupaten Sijunjung.* Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Sawahlunto Sijunjung. Sijunjung.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentng Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Prasetya, D., Wahyudi, I., dan Baharudin. 2016. Pengaruh Jenis dan Komposisi Pupuk Kandang ayam dan Pupuk NPK terhadap Serapan Nitrogen dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) Varietas Lembah Palu di Entisol Sidera. *e-J Agrotekbis.* Vol. 4. No. 4. Hal 384-393
- Putri, L. E. 2021. Karakteristik berbagai Sawah Bekas Tambang Emas yang Tercemar Merkuri dan Upaya Pemulihan Dengan Aplikasi Biochar yang Diperkaya Bahan Organik di Kabupaten Sijunjung. *Tesis.* Universitas Andalas.
- Putri, L. E. and Panji, R. 2021. Improvement of nutrient status in ex-gold mining land with the application of rice terra preta biochar technology. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 741, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.

- Rachman, A. Nurida, N., L. dan Sutono, S. 2015. *Biochar* Pembenh Tanah yang Potensial. *Indonesia Agency for Agericultural Research and Development (IAARD) Press*. Bogor.
- Rafael, R. B. A., Maria, L. F. M., Stafenia, C., Maria, L. R., Flavio, F., and Giuseppe, C. 2019. Bebefits of Biochars and NPK Fertilizers for Soil Quality and Growth of Cowpen (*Vigna unguiculata* L. Walp.) in a Acid Arenosol. *Pedosphere*. 20(3): 311-333.
- Rohana, P.D., Sartini, dan Karim, A. 2020. Pengaruh Antara Waktu Penyerapan Terhadap Konsentrasi Cemarkan Pb pada Daun Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus Annuus* L). *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JI BIOMA)*, 2(1). Hal 46-50.
- Salawati. Basir, M., Kadekoh, I. dan Thaha. A.R. 2016 Potensi *Biochar* Sekam Padi Terhadap Perubahan pH, KTK, C-organik, dan P Tersedia pada Tanah sawah Inceptisol. *J. Agroland*. Vol. 23, No. 23. Hal 101-109
- Sandrasari, A. 2010. *Pengaruh Pemberian Pupuk NPK dan Pupuk Kompos Terhadap Pertumbuhan Semai Mahoni (Swietenia macrophylla King.)*. [Skripsi]. Bogor. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. 61 Hal.
- Satriawan, B. D and E. Handayanto. 2015. *Effects of Biochar and Crop Residues Application on Chemical Properties of a Degraded Soil of South Malang, and P Uptake by Maize*. *Journal of Degraded Andmining Lands*, 2(2): 271 – 281.
- Setyorini, D., Saraswati, R., dan EK. Anwar. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Penelitian Badan Litbang Pertanian. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Sitorus, S. R. P., Kusumastuti, E., dan Baori L. N. 2008. Karakteristik dan Teknik Rehabilitasi Lahan Pasca Penambangan Timah di Pulau Bangka dan Singkep. *Jurnal Tanah dan Iklim*. No. 27. Hal 57-74
- Stevenson, F. J., 1982. *Humus Chemistry: Genesis, composition And Reaction*. 2nd (ed). John Wiley & Sons. New York.
- Sudarsono, W., A., Melati, M., dan Aziz, S., A. 2013. Pertumbuhan, Serapan Hara dan Hasil Kedelai Organik melalui Aplikasi Pupuk Kandang Sapi. *Jurnal Argon Indonesia*. 41 (3): 202-208.
- Sumarni, N., R. Rosliani, dan Suwandi. 2012. Optimasi Jarak Tanam dan Dosis Pupuk NPK untuk Produksi Bawang Merah dari Benih Umbi Mini di Dataran Tinggi. *J. Hort*, 22 (2) : 147 – 154.
- Sunitha, M. S. L., Prashant, S., Kumar, S. A., Rao, S., Narasu, M. L., and Kishor, B. K. 2013. Cellular and molecular mechanisms of heavy metal tolerance in plants: a brief overview of transgenic plants over- expressing phytochelatin synthase and metallothionein gens. *Plant Cell Biotechnology and Molecular biology*. 14(2): 33-48.
- Suwarniati. 2014. Pengaruh FMA dan pupuk organik terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) pada lahan kritis. *Jurnal Biotik*. 2 (1): 1-76.

- Syukur, A. dan N. Indah. 2006. Kajian Pengaruh Pemberian Macam Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Caisin di Tanah Pasir Pantai. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 5(1). 61-68.
- Wasis, B. dan A. Sandrasari. 2011. Pengaruh Pemberian Pupuk Kompos terhadap Pertumbuhan Semai Mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) pada Media Tanah Bekas Tambang Emas. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 3(1): 109-112.
- Wibowo, W.A., Hariyono, B., dan Kusuma, Z. 2016. Pengaruh Biochar, Abu Ketel dan Pupuk Kandang terhadap Pencucian Nitrogen Tanah Berpasir Asembagus, Situbondo. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol. 3. No. 1. Hal. 269-278
- Widodo, L. U., Najah, S., and Istiqomah, C. 2020. Pembuatan Adsorben Berbahan Baku Tanah Liat Dari Limbah Industri Pencucian Pasir Silika Dengan Perbedaan Konsentrasi Hcl Dan Waktu Aktivasi. *Journal Of Research And Technology*, 6(1), 10-15.
- Widyati, E. 2009. Kajian Fitoremediasi Sebagai Salah Satu Upaya Menurunkan Akumulasi Logam Akibat Air Asam Tambang pada Lahan Bekas Tambang Batubara. *Jurnal Tekno Hutan Tanaman*. Vol. 2, No. 2. Hal 67-75
- Widyati, E. 2011. Potensi Tumbuhan Bawah Sebagai Akumulator Logam Berat untuk Membantu Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang. *Mitra Hutan Tanaman*. Vol. 6 No. 2. Hal 47-56
- Yudhistira.2008. *Kajian Dampak Kerusakan Lingkungan Akibat Kegiatan Penambangan Pasir di Daerah Kawasan Gunung Merapi*. Tesis Universitas Diponegoro. Semarang.
- Zulfikah, M. B. dan Isrun. 2014. Konsentrasi Merkuri (Hg) dalam Tanah dan Jaringan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans*) yang diberi Bokhasi Kirinyu (*Chromolaena odorata* L.) pada Limbah Tailing Penambangan Emas Poboya Kota Palu. *E-Jurnal Agrotekbis*. 6 (2). Hal. 587-595



LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	2022				
		Januari	Februari	Maret	April	Mei
1.	Persiapan alat dan bahan	■				
2.	Pembuatan bahan perlakuan	■				
3.	Pengambilan tanah untuk analisis tanah awal		■			
4.	Pemberian perlakuan dan inkubasi		■			
5.	Pengambilan sampel tanah setelah inkubasi		■			
6.	Penyemaian		■			
5.	Penanaman dan pemeliharaan			■	■	■
6.	Analisis tanah dan tanaman				■	
7.	Panen vegetatif dan generatif					■
8.	Pengolahan data				■	■
9.	Pembuatan Skripsi					■

Lampiran 2. Deskripsi Bunga Matahari Varietas BM 1 IPB

Asal	: Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB
Silsilah	: Varietas yang dihasilkan dari seleksi ear to row modifikasi dari populasi bersegregasi koleksi bunga matahari dengan no koleksi IPB HA001
Batang	: Antosianin pada hipokotil tidak ada
Tinggi tanaman	: 171-200 cm (tergolong sedang)
Diameter batang	: 3,8-4,7 cm
Warna batang	: Hijau muda (yellow green 145 group-strong yellow green A)
Bentuk daun	: Cordate
Bentuk Pangkal daun	: Auriculate
Tepi daun	: Bergerigi
Warna daun	: Bagian atas hijau (RHS green group-NN 137B grayish olive green)
Bentuk sudut tulang daun	: Right angle or nearly right angle
Posisi Jarak antara ujung - daun dengan tangkai daun	: Berukuran medium (15 cm-8 cm)
Bulu Pada batang	: Banyak
Panjang buku	: 4,5-10 cm
Panjang daun	: 19,5-25 cm
Lebar daun	: 19,3-26 cm
Panjang tangkai daun	: 11-24 cm
Diameter tangkai daun	: 0,6-0,9 cm
Warna tangkai daun	: Hijau kekuningan (RHS yellow green group-145C light yellow green)
Posisi bunga utama	: Tegak (900C)
Warna tangkai bunga	: Hijau kekuningan (yellow green 145 group-strong yellow green A)
Diameter bunga utama	: 17-20 cm (sedang)
Permukaan bunga utama	: Saat tua concave



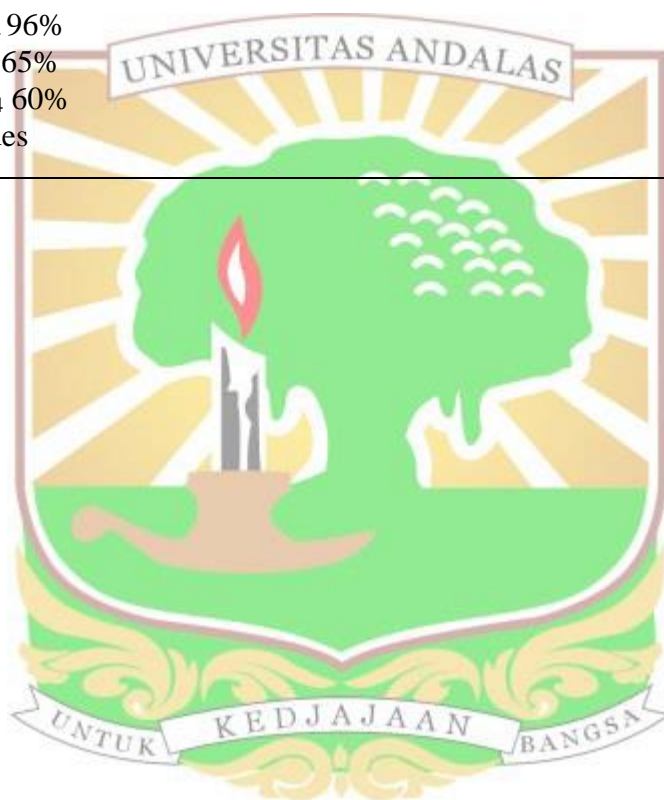
Tipe percabangan	: Banyak cabang dengan satu bunga utama
Jumlah bunga utama	: 1 bunga
Jumlah bunga di cabang	: 18-22
Warna kelopak bunga utama	: Hijau (RHS 137B)
Bentuk kelopak bunga utama	: Triangular
Warna rayflower	: Kuning (RHS 14A)
Jumlah rayflower	: 27-35 helai
Bentuk rayflower	: Elongated
Warna mahkota bunga	: Kuning (RHS14A)
Warna kepala sari	: Hitam (RHS 203A)
Warna kepala putik	: Kuning (RHS 14A)
Warna tangkai sari	: Hitam (RHS 203A)
Warna tangkai putik	: Putih (RHS 155B)
Warna kelopak bunga	: Kuning kehijauan (RHS 151 B)
Warna bakal biji	: Putih (white group NN 155D)
Umur bunga kuncup	: 60-70 HST
Umur bunga mekar	: 70-75 HST
Potensi bobot biji	: 64 kg/ha
Umur panen biji	: 80-83 HST
Warna biji	: belang hitam dan cream
Berat 100 biji	: 3,99-4,36 g
Jumlah biji per head flower	: 836-1074 biji
Kebutuhan benih perhektar	: 600-750 g/h
Sifat-sifat khusus	: 1. Warna bagian tengah head flower saat mekar berwarna hijau kekuningan 2. Bunga berukuran sedang 3. Biji berwarna keabuan strip krem 4. Toleran dataran rendah 5. Cocok digunakan untuk tanaman hias dan pakan binatang hamster

Lampiran 3. Alat yang Digunakan

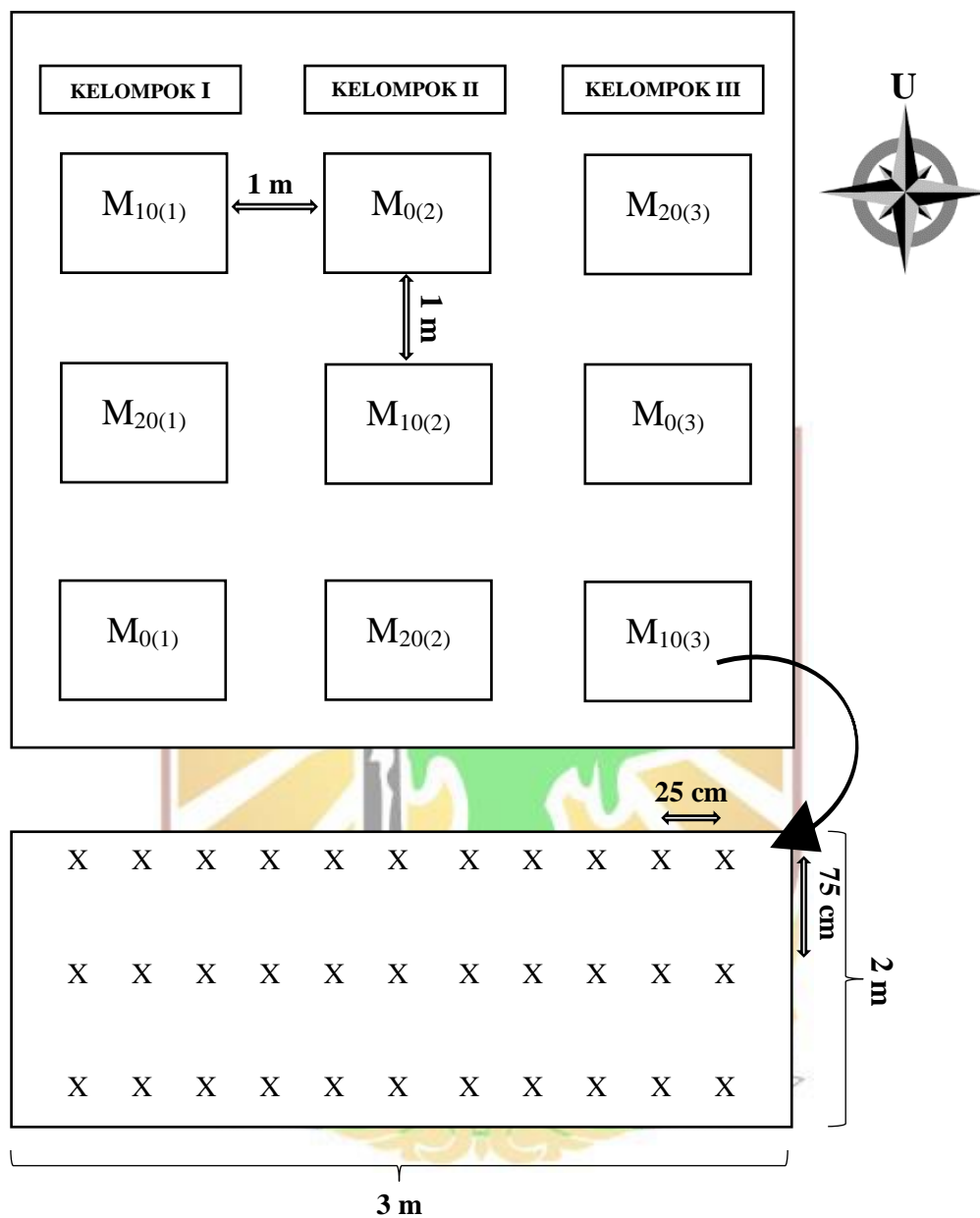
No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Cangkul	4 unit
2.	Parang	4 unit
3.	Pisau komando	1 unit
4.	GPS	1 unit
5.	Meteran	1 unit
6.	Alat pirolisis sederhana	1 unit
7.	Alat tulis	1 set
8.	Terpal	2 set
9.	Ember	24 unit
10.	Timbangan analitik	1 unit
11.	Cawan alumunium	12 unit
12.	Gelas Ukur 1000 mL	1 unit
13.	Ayakan	1 set
14.	Botol semprot	1 unit
15.	Erlenmeyer 250 mL	12 unit
16.	Gelas Piala 250 mL	5 unit
17.	Oven	1 unit
18.	Pengaduk gelas	1 unit
19.	pH Meter	1 unit
20.	Alat titrasi	1 unit
21.	Desikator	1 unit
22.	Alat destilasi	1 set
23.	Mesin pengocok	1 unit
24.	Spektrofotometer	1 unit
25.	AAS	1 unit
26.	Mesin grinder	1 unit
27.	Alat destruksi	1 unit
28.	Labu Ukur 50 mL	12 unit
29.	Labu Ukur 100 mL	12 unit
30.	Labu Ukur 250 mL	12 unit
31.	Labu kjeldahl	12 unit
32.	Corong	12 unit
33.	Hot Plate	1 unit
34.	Pipet gondok	1 unit

Lampiran 4. Bahan yang Digunakan

No	Nama Bahan	Jumlah
1.	Pengukuran Basa-basa (K, Ca, Mg, Na)	18 sampel
2.	Pengukuran Hg	18 sampel
3.	KCl	67 gram
4.	H ₃ BO ₃	4 gram
5.	NaOH 40%	144 gram
6.	Serbuk selen	18 gram
7.	NH ₄ -Asetat	69 gram
8.	K ₂ Cr ₂ O ₇	9 gram
9.	Pewarna P	180 mL
10.	Larutan P-A	450 mL
11.	H ₂ SO ₄ 96%	1 botol (2,5 L)
12.	HNO ₃ 65%	1 botol (2,5 L)
13.	HClO ₄ 60%	180 mL
14..	Aquades	20L



Lampiran 5. Denah Penempatan Satuan Percobaan Menurut Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3x Perlakuan 3 Kelompok.



Keterangan:

Luas bedengan = $2\text{ m} \times 3\text{ m}$

Jarak tanam = $75\text{ cm} \times 25\text{ cm}$

Jarak antar tepian petakan dengan tanaman = 25 cm

Keterangan:

M_0 = Tanpa Biokanat

M_{10} = Biokanat takaran 10 ton/ha

M_{20} = Biokanat takaran 20 ton/ha

Lampiran 6. Perhitungan Pupuk Organik Padat (*Biokanat*)

$$\text{Luas bedengan} = 2 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 1 ha lahan} = 10.000 \text{ m}^2$$

a. 0 ton/ha

$$\text{Dosis Biokanat} = 0 \text{ ton/ha}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis Biokanat untuk satu tanaman} &= \frac{\text{luas bedengan}}{\text{luas 1 ha lahan}} \\ &= \frac{6\text{m}^2}{10.000 \text{ m}^2} \times 0 \text{ kg/ha} \\ &= 0 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

b. 10 ton/ha

$$\begin{aligned} \text{Dosis Biokanat untuk satu tanaman} &= \frac{\text{luas bedengan}}{\text{luas 1 ha lahan}} \\ &= \frac{6\text{m}^2}{10.000 \text{ m}^2} \times 10.000 \text{ kg/ha} \\ &= 6 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

c. 20 ton/ha

$$\begin{aligned} \text{Dosis Biokanat untuk satu tanaman} &= \frac{\text{luas bedengan}}{\text{luas 1 ha lahan}} \\ &= \frac{6\text{m}^2}{10.000 \text{ m}^2} \times 20.000 \text{ kg/ha} \\ &= 12 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$



Lampiran 7. Perhitungan Pupuk Dasar

$$\text{Luas 1 ha lahan} = 10.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Jarak tanaman} = 75 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} = 1.875 \text{ cm}^2$$

$$= 0,1875 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah populasi tanaman} = \frac{\text{luas lahan}}{\text{jarak tanam}}$$

$$= \frac{10.000 \text{ m}^2}{0,1875 \text{ m}^2} = 53.333 \text{ tanaman}$$

- Kebutuhan pupuk dasar per tanaman

a. Urea

$$\text{Kebutuhan Urea} = 250 \text{ kg/ha} = 250.000 \text{ g/ha}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis Urea untuk satu tanaman} &= \frac{\text{kebutuhan pupuk}}{\text{populasi tanaman}} \\ &= \frac{250.000 \text{ g}}{53.333 \text{ tanaman}} = 4,7 \text{ g/tanaman} \end{aligned}$$

b. SP-36

$$\text{Kebutuhan SP-36} = 175 \text{ kg/ha} = 175.000 \text{ g/ha}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis SP-36 untuk satu tanaman} &= \frac{\text{kebutuhan pupuk}}{\text{populasi tanaman}} \\ &= \frac{175.000 \text{ g}}{53.333 \text{ tanaman}} = 3,3 \text{ g/tanaman} \end{aligned}$$

c. KCl

$$\text{Kebutuhan KCl} = 175 \text{ kg/ha} = 175.000 \text{ g/ha}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis KCl untuk satu tanaman} &= \frac{\text{kebutuhan pupuk}}{\text{populasi tanaman}} \\ &= \frac{175.000 \text{ g}}{53.333 \text{ tanaman}} = 3,3 \text{ g/tanaman} \end{aligned}$$



Lampiran 8. Prosedur Analisis Sampel Tanah di Laboratorium

1. Penetapan pH (H₂O) dengan metode elektrometri (Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, 2012)

Pereaksi: Aquades, larutan Buffer pH 4 dan pH 7

Cara kerja:

Ditimbang 10 g tanah kering angin sebanyak satu kali, masing-masing dimasukkan ke dalam botol kocok dan ditambahkan 10 ml aquades (pH H₂O) setelah itu kocok selama 30 menit dengan mesin pengocok. Suspensi tanah diukur dengan pH meter yang telah dikalibrasikan menggunakan larutan sangga pH 7,0 dan pH 4,0. Kemudian laporkan nilai pH dalam bentuk desimal.

2. Penetapan P- tersedia dengan Metode Bray I (Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, 2012)

Alat utama: Spectrophotometer

Pereaksi: HCl 5 N, pereaksi pewarna P dan standar induk 1000 ppm PO₄ (Titrisol), standar induk 100 ppm PO₄ dan deret standar PO₄ (0-20 ppm).

Cara Kerja:s

Ditimbang 2,5 gram contoh tanah, ditambah pengekstrak Bray dan Kurt I sebanyak 25 ml, kemudian dikocok selama 5 menit dan disaring. Pipet 2 ml ekstrak jernih ke dalam tabung reaksi, masing-masing contoh ditambah pereaksi pewarna fosfat sebanyak 10 ml, dikocok dan dibiarkan 30 menit. Diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 889 nm.

Perhitungan :

Kadar P₂O₅ Tersedia (ppm)

= ppm kurva x ml ekstrak/1000 ml x 1000 g (contoh)-1 x fp x 142/190 x fk

Keterangan :

ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara

kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikoreksi

blanko

fp = faktor pengenceran (jika ada)

142/190 = faktor konversi bentuk PO₄ menjadi P₂O₅

fk = faktor koreksi kadar air = 100 / (100 - %kadar air)

3. Penetapan C-organik tanah dengan metoda Walkley and Black (Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, 2012)

Alat utama : Spectrophotometer

Pereaksi : H_2SO_4 Pekat, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1 N, Larutan sukrosa baku.

Cara Kerja :

Larutan Sakarosa baku dibuat dengan menimbang 29,68 gram sakarosa yang telah kering tanur, dilarutkan dengan air suling dalam labu ukur 250 mL. Dilakukan pemipetan berturut-turut 5, 10, 15, 20, dan 25 mL larutan sakarosa baku dan dimasukkan kedalam 5 buah labu ukur 100 mL. Diencerkan hingga 100 mL dengan air suling. Dipipet masing-masing larutan yang telah diencerkan tersebut sebanyak 2 mL dan dimasukkan kedalam 5 buah erlenmeyer. Erlenmeyer ini berturut turut mengandung 5, 10, 15, 20 dan 25 mg C. Dilakukan penimbangan tanah kering angin sebanyak 0,5 gram lolos ayakan <0,5 mm kemudian ditambahkan 5 mL 1 N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan 7,5 mL H_2SO_4 96% tercampur dan dibiarkan selama 30 menit. Setelah 30 menit ditambahkan cukupkan hingga 100 mL dengan air bebas ion. Didiamkan selama 1 malam hingga jernih dipindahkan larutan ke tabung reaksi baru ke kuvet dan diukur pada spektrofotometer pada panjang gelombang 645 μm kuning menunjukkan kadar C rendah, sedangkan warna hijau sampai biru menunjukkan kadar C tinggi.

Perhitungan : % C-organik = $\frac{\text{absorbansi}}{\text{absorbansi standar}} \times 100\% \times \text{KKA}$

% BO = $1,72 \times \text{C-organik}$

4. Penetapan N-Total dengan Metode Kjeldahl (Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, 2012)

Pereaksi : Asam sulfat pekat (95-97%), Campuran selen p.a, Asam borat 1 %,

Natrium Hidroksida 40%, Indikator Conway, H_2SO_4 4 N

Cara kerja :

- Destruksi Contoh

Ditimbang 0,5 g contoh tanah ukuran < 0,5 mm, dimasukkan ke dalam tabung film. Ditambahkan 1 g campuran selen dan 5 mL asam sulfat pekat. Didestruksi hingga suhu 350oC (3-4 jam). Destruksi selesai bila keluar uap putih dan didapat ekstrak jernih (sekitar 4 jam). Tabung diangkat dan kemudian ekstrak

diencerkan dengan air bebas ion hingga 50 mL. Dikocok sampai homogen, dibiarkan semalam agar partikel mengendap.

- Pengukuran N

Dipindahkan seluruh ekstrak ke dalam labu didih. Ditambahkan serbuk didih dan aquades hingga setengah volume labu. Disiapkan penampung untuk NH₃, yaitu yang berisi 10 mL asam borat 4% dan ditambah 3 tetes indikator Conway hingga berwarna merah dan dihubungkan dengan alat destilasi. Ditambahkan NaOH 40% sebanyak 20 mL ke labu didih yang berisi ekstrak dan segera ditutup. Destilasi hingga volume penampung mencapai 50-75 mL (berwarna hijau). Kemudian dititrasi dengan H₂SO₄ 0,05 N hingga warna merah muda, Dicatat volume titar contoh (Vc) dan blanko (Vb).

Perhitungan:

$$N (\%) = (Vc - Vb) \times N \times 14 \times 100 / 500 \text{ mg} \times fk$$

Keterangan: Vc,b = mL titar contoh dan blanko

N = normalitas larutan baku H₂SO₄

14 = bobot atom nitrogen

100 = konversi ke %

Fk = faktor koreksi kadar air = 100 / (100 - % kadar air)

5. Penetapan KTK tanah dengan metoda pencucian Amonium Asetat pH 7 (Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, 2012)

Pereaksi : Amonium asetat pH 7 1N, alkohol 40%, indikator Conway, NaOH 40%, H₂SO₄ 0,1N dan asam borat 4%.

Cara kerja :

10 gram tanah kering angin dimasukkan kedalam gelas piala 250 mL, lalu ditambahkan 50 mL larutan ammonium asetat, dikocok dengan spatula dan dibiarkan semalam. Setelah itu larutan disaring dengan kertas saring dan ditampung dengan labu ukur 250 mL, sisa tanah di kertas saring pada gelas piala dicuci dengan 20-30 mL amonium asetat dan diulang sampai beberapa kali. dipindahkan tanah pada kertas saring ke dalam labu Kjeldahl dan ditambahkan 250 mL aquades serta 20 mL NaOH 40 %. Kemudian dihubungkan dengan alat destilasi. Hasil destilasi ditampung dengan Erlenmeyer dengan asam borat (H₃BO₃) 15 mL yang telah diberi

tetes indikator conway. Destilasi dihentikan setelah destilat mencapai 100 mL. Hasil destilat dititrasi dengan asam sulfat 0,1N sehingga warna biru berubah menjadi merah muda. Dengan cara yang sama juga dilakukan untuk blanko.

Perhitungan :

$$\text{KTK (cmol/kg)} = \text{mL H}_2\text{SO}_4 (\text{contoh} - \text{blanko}) \times \text{N} \times \text{KKA}$$

Keterangan : W= Berat contoh tanah (gram)

N = Normalitas H₂SO₄

6. Penetapan K, Ca, dan Mg dengan metoda pencucian Amonium asetat 1 N pH 7 (Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, 2012)

Pereaksi: NH₄OAc pH 7 1N

Cara Kerja :

5 g tanah lolos ayakan 2 mm ditimbang dan diperkolasi dengan 1 N NH₄OAc pH 5 sebanyak 100 mL ke dalam labu ukur 100 mL, didiamkan semalam kemudian disaring sampai volume 100 mL. Untuk penetapan K, Ca dan Mg dilakukan pengenceran 10 kali (5 kali menjadi 50 mL), kemudian diukur dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) yang telah distandarkan menurut jenis analisis yang dilakukan.

$$\text{Perhitungan : K-dd (cmol/kg)} = \frac{100/5 \times 50/5 \times \text{ppm K} \times \text{KKA}}{10 \times \text{BE K}}$$

$$\text{Perhitungan : Ca-dd (cmol/kg)} = \frac{100/5 \times 50/5 \times \text{ppm Ca} \times \text{KKA}}{10 \times \text{BE Ca}}$$

$$\text{Perhitungan : Mg-dd (cmol/kg)} = \frac{100/5 \times 50/5 \times \text{ppm Mg} \times \text{KKA}}{10 \times \text{BE Mg}}$$

7. Penetapan Raksa dengan Cara Uap Dingin (SSA) (Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, 2012)

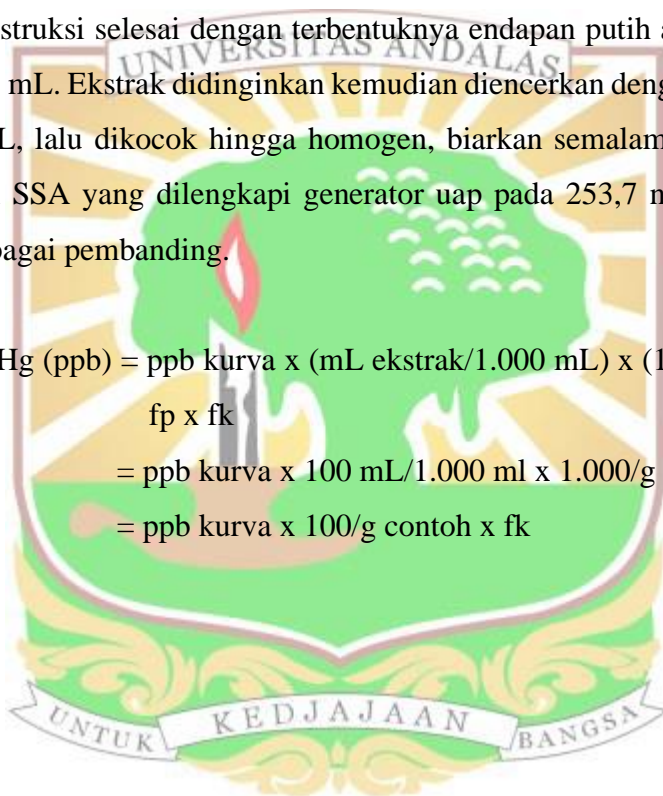
Pereaksi : HNO₃ pekat (65%) p.a, HClO₄ pekat (60%) p.a, H₂SO₄ pekat (95-97%) p.a., Aquadest, standar pokok 1.000 ppm Hg (Titrisol), standar 0 (larutan HClO₄ 1 %, standar 1 ppm Hg, deret standar Hg: 0; 10; 20; dan 30 ppb Hg, larutan SnCl₂ 0,1 % dalam H₂SO₄ encer dan larutan H₂SO₄ encer.

Cara kerja:

Ditimbang teliti 2,500 g contoh tanah halus < 0,5 mm ke dalam tabung digest, ditambahkan 5 mL asam nitrat p.a, didiamkan satu malam. Esoknya dipanaskan pada suhu 100 °C selama 1 jam 30 menit, dinginkan dan ditambahkan lagi 5 mL asam nitrat p.a. dan 1 mL asam perklorat p.a. Kemudian dipanaskan hingga 130 °C selama 1 jam, suhu ditingkatkan lagi menjadi 150 °C selama 2 jam 30 menit (sampai uap kuning habis, bila masih ada uap kuning waktu pemanasan ditambah lagi), setelah uap kuning habis suhu ditingkatkan menjadi 170 °C selama 1 jam, kemudian suhu ditingkatkan menjadi 200 °C selama 1 jam (hingga terbentuk uap putih). Destruksi selesai dengan terbentuknya endapan putih atau sisa larutan jernih sekitar 1 mL. Ekstrak didinginkan kemudian diencerkan dengan air bebas ion menjadi 25 mL, lalu dikocok hingga homogen, biarkan semalam. Ekstrak jernih diukur dengan SSA yang dilengkapi generator uap pada 253,7 nm dengan deret standar Hg sebagai pembanding.

Perhitungan:

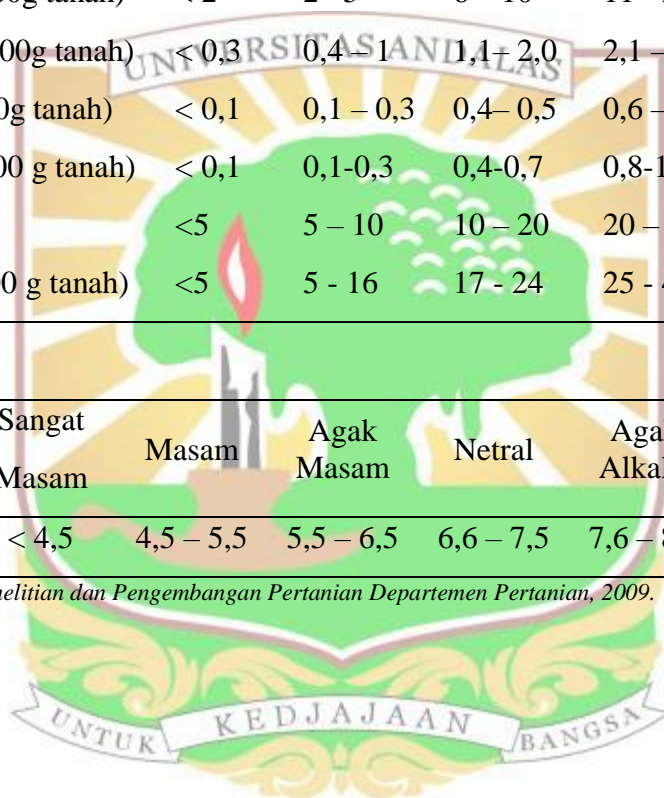
$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Hg (ppb)} &= \text{ppb kurva} \times (\text{mL ekstrak}/1.000 \text{ mL}) \times (1.000/\text{g contoh}) \times \\
 &\quad \text{fp} \times \text{fk} \\
 &= \text{ppb kurva} \times 100 \text{ mL}/1.000 \text{ ml} \times 1.000/\text{g contoh} \times \text{fp} \times \text{fk} \\
 &= \text{ppb kurva} \times 100/\text{g contoh} \times \text{fk}
 \end{aligned}$$



Lampiran 9. Kriteria Sifat Kimia Tanah

Sifat Kimia Tanah	Nilai					
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	
N (%)	< 0,1	0,1 – 0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75	
C (%)	< 1	1 – 2	2-3	3- 5	>5	
P-tersedia (ppm)	< 5	5 - 14	15 - 39	40 - 60	> 60	
Ca-dd (me/100g tanah)	< 2	2– 5	6 – 10	11 - 20	> 20	
Mg-dd (me/100g tanah)	< 0,3	0,4 – 1	1,1 – 2,0	2,1 – 8,0	>8	
K-dd (me/100g tanah)	< 0,1	0,1 – 0,3	0,4– 0,5	0,6 – 1,0	>1	
Na-dd (me/100 g tanah)	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1	
Kej Al (%)	<5	5 – 10	10 – 20	20 – 40	>40	
KTK (me/ 100 g tanah)	<5	5 - 16	17 - 24	25 - 40	> 40	
	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH	< 4,5	4,5 – 5,5	5,5 – 6,5	6,6 – 7,5	7,6 – 8,5	> 8,5

Sumber : Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, 2009.



Lampiran 10. Analisis Sidik Ragam

1. pH tanah

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1 %	
Kelompok	2	0,0005	0,0002	0,04	<i>tn</i>	6,94	18,00	0,961
Perlakuan	2	5,3005	2,6502	451,74	* *	6,94	18,00	0,000
Galat	4	0,0235	0,0059	KK = 1,40%				
Total	8	5,3244						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

2. C-Organik

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1 %	
Kelompok	2	0.02	0.01	0.85	<i>tn</i>	6.94	18.00	0.493
Perlakuan	2	6.02	3.01	335.06	* *	6.94	18.00	0.000
Galat	4	0.04	0.01	KK = 6.80%				
Total	8	6.07						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata)

3. P-Tersedia

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1 %	
Kelompok	2	0.20	0.10	0.06	<i>tn</i>	6.94	18.00	0.943
Perlakuan	2	1029.09	514.55	300.62	* *	6.94	18.00	0.000
Galat	4	6.85	1.71	KK = 7.33%				
Total	8	1036.14						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

4. N-total

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1 %	
Kelompok	2	0,00005	0,00003	1,67	<i>tn</i>	6,94	18,00	0,297
Perlakuan	2	0,01158	0,00579	383,24	* *	6,94	18,00	0,000
Galat	4	0,00006	0,00002	KK = 3,96%				
Total	8	0,01169						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

5. KTK

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Kelompok	2	0.13	0.07	0.50	<i>tn</i>	6.94	18.00	0.641
Perlakuan	2	398.38	199.19	1507.17	* *	6.94	18.00	0.000
Galat	4	0.53	0.13	KK = 2.24%				
Total	8	399.04						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

6. K-dd

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Kelompok	2	0,00005	0,00002	1,84	<i>tn</i>	6,94	18,00	0,271
Perlakuan	2	0,00866	0,00433	326,66	* *	6,94	18,00	0,000
Galat	4	0,00005	0,00001	KK = 4,01%				
Total	8	0,00876						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

7. Ca-dd

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Kelompok	2	0,01	0,004	6,14	<i>tn</i>	6,94	18,00	0,060
Perlakuan	2	3,29	1,646	2842,19	* *	6,94	18,00	0,000
Galat	4	0,00	0,001	KK = 2,37%				
Total	8	3,30						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

8. Mg-dd

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Kelompok	2	0,001	0,0005	2,00	<i>tn</i>	6,94	18,00	0,250
Perlakuan	2	0,050	0,0251	97,25	* *	6,94	18,00	0,000
Galat	4	0,001	0,0003	KK = 10,70%				
Total	8	0,052						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

9. Na-dd

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Kelompok	2	0,00001	0,000003	0,17	<i>tn</i>	6,94	18,00	0,847
Perlakuan	2	0,01751	0,008753	597,04	* *	6,94	18,00	0,000
Galat	4	0,00006	0,000015	KK = 6,00%				
Total	8	0,01757						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

10. Hg tanah

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Kelompok	2	1.31	0.65	2.50	<i>tn</i>	6.94	18.00	0.198
Perlakuan	2	227.72	113.86	434.52	* *	6.94	18.00	0.000
Galat	4	1.05	0.26	KK = 2.01%				
Total	8	230.08						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

11. Jumlah Daun

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Kelompok	2	159.10	79.55	4.88	<i>tn</i>	6.94	18.00	0.084
Perlakuan	2	5768.70	2884.35	176.98	* *	6.94	18.00	0.000
Galat	4	65.19	16.30	KK = 3.16%				
Total	8	5993.00						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

12. Tinggi Tanaman

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Kelompok	2	15.64	7.82	1.04	<i>tn</i>	6.94	18.00	0.434
Perlakuan	2	3994.70	1997.35	264.74	* *	6.94	18.00	0.000
Galat	4	30.18	7.54	KK = 2.03%				
Total	8	4040.52						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

13. Hasil Produksi

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Kelompok	2	0.17	0.09	2.19	<i>tn</i>	6.94	18.00	0.228
Perlakuan	2	3.90	1.95	50.00	**	6.94	18.00	0.001
Galat	4	0.16	0.04	KK = 5.67%				
Total	8	4.23						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata).

14. Hg pada akar

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Kelompok	2	0.10	0.05	1.67	<i>tn</i>	6.94	18.00	0.297
Perlakuan	2	69.29	34.64	1111.64	**	6.94	18.00	0.000
Galat	4	0.12	0.03	KK = 1.76%				
Total	8	69.51						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata)

15. Hg pada batang

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Kelompok	2	0.47	0.24	1.74	<i>tn</i>	6.94	18.00	0.286
Perlakuan	2	74.64	37.32	274.48	**	6.94	18.00	0.000
Galat	4	0.54	0.14	KK = 2.05%				
Total	8	75.65						

Keterangan: *(berbeda nyata). **(berbeda sangat nyata), *tn* (tidak berbeda nyata)

