

SKRIPSI

KANDUNGAN KROMIUM (Cr) PADA TANAH ANDISOL DI PERKEBUNAN TEH (*Camellia sinnensis* L.) PTPN VII UNIT PAGAR ALAM

CHROMIUM (Cr) CONTENT IN ANDISOL SOILS IN TEA PLANTATIONS (*Camellia sinensis* L.) PTPN VII UNIT PAGAR ALAM



**Irma Yanti
(05101382025084)**

**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SUMMARY

IRMA YANTI *Chromium (Cr) Content In Andisol Soils In Teaplantations (Camellia Sinensis L.) PTPN VII Unitpagar Alam* (Supervised by **DEDIK BUDIANTA**).

Pollution by heavy metals is one of the X important causes of decreased soil function and productivity. Cr toxicity affects plant growth and inhibits important metabolic processes. Typically Cr toxicity reduces plant growth by inducing ultrastructural modifications of cell membranes and chloroplasts, causing chlorosis in leaves. damaging cell roots reducing pigment content, disrupting the relationship of water and mineral nutrients, affecting nitrogen transpiration and assimilation and by altering different enzymatic activities. This study aims to determine the heavy metal content of chromium (Cr) in andisol soil and several objectives of soil chemical physical properties in PTPN VII Tea Plantation Pagaralam Unit. This study used a detailed survey method using a scale of 1:20.000. The area of tea plantations of PTPN VII Pagaralam Unit with a total area of 1,522.69 hectares. The method used in this sampling is the stratified sampling method. Soil sampling is divided based on age ranges, namely, ages 5 - 15 years. 16 - 25 years, 26 - 35 years and 36 - 45 years, where each age range is carried out 3 repeat samples. Each location took 5 soil drilling sample points with a depth of 0 - 30 cm, then 5 drilling points were composite into one sample. So each location has 4 age ranges in soil samples with a total of 12 soil samples for chromium (Cr) heavy metal analysis. The data obtained were tested by multiple regression linear. Based on the results of research, the heavy metal chromium in andisol soil amounted to 0.027 - 0.057 mg kg⁻¹ with an average of 0.38 mg kg⁻¹. The conclusion of the results of the study is that the heavy metal chromium in andisol soil is still below the threshold 2,5 mg kg⁻¹.

Key words: Andisol, Chromium, Heavy Metals, Tea.

RINGKASAN

IRMA YANTI. Kandungan Kromium (Cr) Pada Tanah Andisol Di Perkebunan Teh (*Camellia Sinenensis* L.) PTPN VII Unit Pagar Alam (Dibimbing oleh **DEDIK BUDIANTA**).

Pencemaran oleh logam berat merupakan salah satu penyebab penting menurunnya fungsi dan produktifitas tanah. Salah satu logam berat yang mencemari tanah yaitu kromium, Toksisitas Cr mengurangi pertumbuhan tanaman dengan menginduksi ultrastruktural modifikasi membran sel dan kloroplas, menyebabkan klorosis pada daun, merusak akar sel, mengurangi kandungan pigmen, mengganggu hubungan air dan nutrisi mineral, mempengaruhi transpirasi dan asimilasi nitrogen dan dengan mengubah aktivitas enzimatik yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat kromium (Cr) pada tanah andisol dan beberapa tujuan sifat fisik kimia tanah di Perkebunan Teh PTPN VII Unit Pagaralam. Penelitian ini menggunakan metode survey detail dengan menggunakan skala 1:20.000. Luas perkebunan teh PTPN VII Unit Pagaralam dengan seluas keseluruhan 1.522,69 Hektar. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel ini adalah metode stratified sampling. pengambilan sampel tanah dibagi berdasarkan rentang umur yaitu, umur 5 - 15 tahun, 16 - 25 tahun, 26 - 35 tahun dan 36 - 45 tahun, yang dimana tiap masing-masing rentang umur dilakukan 3 sampel ulangan. Setiap lokasi diambil 5 titik sampel pengeboran tanah dengan kedalam 0 - 30 cm, kemudian 5 titik pengeboran dikompositkan menjadi satu sampel. Jadi setiap lokasi terdapat 4 Rentang umur pada sampel tanah dengan total ada 12 sampel tanah untuk untuk dianalisis logam berat kromium (Cr). Data yang diperoleh diuji dengan linier regresi berganda. Berdasarkan hasil penelitian yaitu logam berat kromium pada Tanah Andisol sebesar 0,027 - 0,057 mg kg⁻¹ dengan rata-rata 0,041 ± 0,011 mg kg⁻¹. Kesimpulan dari hasil penelitian diketahui bahwa logam berat kromium pada tanah andisol masih di bawah ambang batas 2,5 mg kg⁻¹.

Kata kunci : Andisol, Kromium, Logam Berat, Teh.

SKRIPSI

KANDUNGAN KROMIUM (Cr) PADA TANAH ANDISOL DI PERKEBUNAN TEH (*Camellia sinensis* L.) PTPN VII UNIT PAGAR ALAM

Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian Pada Fakultas
Pertanian Universitas Sriwijaya



Irma Yanti

(05101382025084)

**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**KANDUNGAN KROMIUM (Cr) PADA TANAH ANDISOL DI
PERKEBUNAN TEH (*Camellia sinensis* L.) PTPN VII UNIT
PAGAR ALAM**

SKRIPSI

Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian Pada Fakultas
Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Irma Yanti
(05101382025084)

Indralaya, Maret 2024
Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Dedik Budianta, M. S.
NIP: 196306141989031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian UNSRI



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.
NIP.196412291990011001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Irma Yanti

NIM : 05101382025084

Judul : Kandungan Kromium (Cr) Pada Tanah Andisol di Perkebunan Teh
(*Camellia Sinensis L.*) PTPN VII Unit Pagar Alam.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dibuat di dalam skripsi ini merupakan hasil pengamatan saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Maret 2024



Irma Yanti

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Irma Yanti, lahir pada tanggal 08 september 2002 di Betung Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Penulis merupakan anak Terakhir dari Empat bersaudara yang merupakan anak dari pasangan Bapak Hasan Basri dan Ibu Cik Masmuna. Ayah dari penulis bekerja sebagai Petani dan Ibu sebagai Ibu Rumah Tangga. Penulis memiliki dua saudara laki-laki bernama Agus Setiawan, dan Bambang Irawan dan Satu Saudari Perempuan bernama Epi Kurnia.

Penulis bersekolah di SD Negeri 19 Betung lulus pada tahun 2014. Kemudian penulis melanjutkan pendidikannya di MTS Negeri 1 Betung. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikannya di SMA Negeri 1 Betung dan lulus pada tahun 2020.

Penulis pada saat ini sedang melanjutkan masa studinya sebagai mahasiswa program studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penulis aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HIMILTA) Universitas Sriwijaya dan menjabat sebagai anggota Departemen HUMAS 2021-2022.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Swt. atas ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Adapun judul skripsi yang penulis ajukan adalah “Kandungan Kromium (Cr) Pada Tanah Andisol di Perkebunan Teh (*Camellia Sinensis* L.) PTPN VII Unit Pagar Alam”.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Skripsi di Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha yang keras dalam penyelesaian pengerjaan skripsi ini. Namun, karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta di sekeliling yang mendukung dan membantu.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapat berkah dari Allah Swt. dan akhirnya penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang saya miliki. Untuk itu penulis dengan kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi membangun laporan penelitian ini.

Indralaya, Maret 2024

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam, dengan telah diselesaikannya skripsi ini penulis mempersembahkan kepada :

1. Terimakasih kepada orang tua saya yaitu bapak Hasan Basri dan Ibu Cik Masmuna yang selalu memberi dukungan dan do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Terimakasih kepada dosen pembimbing Prof. Dr. Ir. Dedik Budianta, M.S. yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan serta saran selama penyusunan skripsi ini.
3. Terimakasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. H. A. Muslim, M. Agr. Selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
4. Terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T. selaku Ketua Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
5. Terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. A. Napoleon, M.P. selaku Sekretaris Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
6. Terimakasih kepada Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan serta pengalaman yang bermanfaat.
7. Terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Muh. Bambang Prayitno, M. Agr. Sc. selaku dosen penguji serta telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama mengajar mata kuliah.
8. Terimakasih kepada analis beserta staff Laboratorium Kimia, Biologi dan Kesuburan Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian dan analis Laboratorium Kimia Dasar, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya yang telah membantu dalam kegiatan analisis di laboratorium.
9. Terimakasih kepada Bapak Sivana Yoga, S.P. Askep Tanaman PTPN VII Unit Pagaralam yang telah bersedia memberikan data dan informasi sebagai data penunjang dalam skripsi ini.
10. Terimakasih kepada semua asisten afdeling PTPN VII Unit Pagaralam yang telah membantu dalam kegiatan di Lapangan.
11. Terimakasih kepada saudara dan saudari saya Agus Setiawan, Resi Pratiwi, Epi Kurnia, Febuanto, Bambang Irawan, dan Messi yang telah memberikan

dukungan dan semangat yang telah diberikan.

12. Terimakasih kepada teman sepenelitian saya Ibrahim Dwi Sakti, Rizky Nugraha, Dea Adinda, Ratih Wuandari, Annisa Putri, Siti Tri Pebriani Daulay, Tri Utami, Marcelina Andriana Putri, dan Ine Amalia Putri yang telah membantu dalam kegiatan di lapangan dan di laboratorium serta dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.
13. Terima kasih kepada Maulana Farhan yang membantu, memberikan dukungan, memberikan support sytem semangat yang tiada tara serta do'a kepada penulis hingga tahap skripsi ini selesai.
14. Terima kasih kepada teman-teman “ Grub Cecan 17 Tahun lebih Muda” yang telah kebersamai dan sama-sama berjuang dalam menempuh masa perkuliahan seperti melakukan kegiatan organisasi serta mengerjakan tugas bersama.
15. Terima kasih kepada BTS, Kim Namjoon, Kim Seokjin, Min Yoongi, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung, dan Jeon Jungkook yang selalu memberikan hiburan dan menjadi moodbooster di saat peneliti lelah, serta menjadi inspirasi saat peneliti mengerjakan skripsi.
16. Terimakasih kepada teman-teman seperjuangan di Program Studi Ilmu Tanah angkatan 2020 yang telah memberikan do'a dan semangat.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tanah Andisol.....	5
2.2. Tanaman Teh (<i>Camellia sinensis</i> L.).....	6
2.3. Bahaya Yang Disebabkan Kromium	6
2.4. Faktor Yang Mempengaruhi Kelarutan Kromium.....	7
2.4.1. Reaksi (pH) Tanah.....	7
2.4.2. Kapasitas Tukar Kation (KTK).....	8
2.4.3. C-Organik	9
2.5. Kandungan Kromium pada Tanah	10
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	11
3.1. Tempat dan Waktu	11
3.2. Alat dan Bahan	11
3.3. Metode Penelitian.	12
3.4. Cara Kerja	13
3.4.1. Persiapan.....	13
3.4.2. Kegiatan Lapangan.	13
3.5. Analisis Laboratorium.....	13
3.6. Peubah Yang Diamati	14
3.7. Analisis Data.	14

	Halaman
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1. Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	15
4.1.1. Keadaan Iklim Lokasi Penelitian.....	15
4.1.2. Sejarah Pemupukkan	16
4.2. Karakteristik Sifat Kimia Pada Tanah Andisol.....	17
4.2.1. Reaksi pH Tanah.....	17
4.2.2. KTK Tanah	19
4.2.3. C-Organik.	20
4.2.4. Reaksi (pH) NaF.....	21
4.3. Kandungan Logam Berat Kromium (Cr) Pada Tanah Andisol	22
4.4. Kandungan Kromium (Cr) Pada Pupuk NPK dan Pupuk Daun	24
4.5. Pengaruh Antara Sifat Kimia Tanah Terhadap Umur Tanaman.	24
4.6. Uji Regresi Linier Berganda	25
BAB 5. KESIMPULAN	27
5.1. Kesimpulan	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian	11
Gambar 4.1. Peta Grafik Rata - rata Curah Hujan	16

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Pengambilan Sampel Tanah Andisol Berdasarkan Umur Tanaman	12
Tabel 4.1. Hasil Analisis pH Tanah.....	17
Tabel 4.2. Hasil Analisis KTK Tanah.....	19
Tabel 4.3. Hasil Analisis C-Organik	20
Tabel 4.4. Hasil Analisis pH NaF.....	22
Tabel 4.5. Hasil Analisis Kromium Pada Tanah Andisol	23
Tabel 4.6. Nilai Kandungan Kromium Pada Pupuk NPK Dan Daun	24
Tabel 4.7. Hasil Uji Anova Sifat Kimia Tanah Terhadap Rentang Umur	25

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Titik Koordinat Pengambilan Sampel Tanah	34
Lampiran 2. Data Curah Hujan	37
Lampiran 3. Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah	38
Lampiran 4. Hasil Analisis Uji Anova	38
Lampiran 5. Hasil Analisis Regresi Linear Berganda	39
Lampiran 6. Peta Lokasi Penelitian.....	40
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	44

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki keanekaragaman jenis tanah dan flora, meliputi tanaman yang berumur satu musim dan yang berlanjutan lebih dari satu tahun, hingga disebut sebagai negara agraris (Widodo *et al.*, 2018). Manusia sangat bergantung pada tanah sebagai salah satu dari banyaknya sumber daya alam yang berperan sebagai landasan produksi dalam sektor hortikultura, perkebunan, dan pertanian. Produktivitas dan kesuburan tanah ini terbatas. Merevitalisasi produktivitas tanah menjadi suatu tantangan tersendiri, terutama jika telah mengalami penurunan atau kerusakan yang besar. Oleh karena itu, pengelolaan dan pemeliharaan tanah menjadi hal yang penting untuk memastikan kelangsungan produktivitasnya (Nasution dan Yusfaneti, 2022).

Tanah sangat berperan penting selain sebagai ruang kehidupan, tanah menyediakan mineral dan nutrisi bagi tanaman, apabila tanah kehilangan unsur nutrisi, pertumbuhan tanaman dapat terhambat. Tanah miskin nutrisi tidak dapat menyediakan makanan baik bagi hewan darat atau manusia, dan tanah juga berperan sebagai penyimpanan air dan menahan air, jika peran tanah tersebut menurun atau rusak maka dapat menyebabkan bencana seperti banjir dan longsor (Edwin *et al.*, 2023).

Andisol adalah jenis tanah mineral yang memiliki struktur yang tebal dan perkembangan yang baik, dengan lapisan bawah yang cenderung berwarna coklat hingga kuning keabu-abuan dan lapisan atas yang berwarna hitam (Sutiyono *et al.*, 2022). Andisol yang mengalami epifit hestis atau kondisi jenuh dan reduksi, seperti yang tercermin dari keberadaan satu atau lebih ciri-ciri, dapat ditemukan pada lapisan organik bagian atas dengan sifat tanah Andisol yang dangkal, atau berada pada kedalaman permukaan hingga 50 cm dari tanah mineral (Kelley, 1973).

Dikarenakan kandungan nutrisi yang melimpah, tanah Andisol merupakan lingkungan yang ideal untuk penanaman tanaman. Tanah Andisol memiliki kisaran pH antara 5 hingga 7 dan mengandung sekitar 2 hingga 5% karbon organik. Tanah Andisol sangat efektif untuk penanaman teh. Sebagian besar tanaman teh tumbuh

subur di tanah Andisol, yang banyak dijumpai di dataran tinggi, pegunungan, serta daerah perbukitan yang kaya akan materi organik dan sering menerima curah hujan yang cukup tinggi (Wulansari dan Pranoto, 2019).

Salah satu komoditas pertanian yang mendapat banyak peminat di masyarakat adalah teh. Ragam manfaat yang dimiliki teh dalam bidang kesehatan, kuliner, dan kecantikan menjadi faktor utama yang menjadikannya banyak diminati orang-orang (Azurianti *et al.*, 2022). Dikarenakan sifatnya yang bersifat tahunan dan berasal dari daerah subtropis, tanaman teh menjadi sangat sesuai untuk penanaman di daerah perbukitan di Indonesia. Faktor-faktor iklim dan tanah menjadi elemen fisik yang paling berperan dalam pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman teh (Hindersah *et al.*, 2016). Mayoritas area penanaman teh di Indonesia, kira-kira antara 52 hingga 55%, terletak di dataran tinggi yang didominasi oleh jenis tanah Andisol. Penggunaan tanah vulkanik untuk menanam teh tersebar luas karena sifat fisiknya yang hampir secara luas sangat baik (Setiawati dan Pranoto, 2015). Andisol adalah tanah yang dominan untuk ditanami tanaman teh yaitu andisol yang berada di dataran tinggi dan pegunungan.

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi penurunan fungsi dan produktivitas tanah adalah adanya pencemaran oleh logam berat. Produk pertanian harus mematuhi standar kualitas yang ketat dan aman untuk dikonsumsi. Produktivitas pertanian dapat terganggu apabila terjadi akumulasi logam berat dalam tanah (Alamsyah dan Arief, 2021). Salah satu unsur komponen alami bumi yang tidak dapat terurai atau dihancurkan adalah logam berat. Baik makanan, minuman, maupun udara dapat mengandung sejumlah kecil logam berat yang mungkin dapat diserap oleh tubuh manusia (Kristianto *et al.*, 2017).

Mengonsumsi makanan ataupun olahan dari tanaman yang tercemar logam berat dapat menyebabkan manusia terpapar logam-logam tersebut dalam kadar yang berpotensi berbahaya. Bahan-bahan polutan tersebut dapat terakumulasi dan menjadi racun bagi tanaman, atau diabsorpsi oleh tanaman dan selanjutnya dikonsumsi oleh hewan atau manusia, yang pada akhirnya dapat menjadi racun bagi hewan dan manusia tersebut (Boymau, 2023). Kromium adalah jenis logam yang dapat menjadi sumber pencemaran. Logam berat yang bersifat toksik, termasuk kromium (Cr), dapat menyebabkan keracunan baik dalam bentuk akut maupun

kronis akibat karakteristik berbahaya yang dimilikinya (Listiana, 2013).

Ketika logam berat seperti kromium (Cr) terakumulasi dalam tubuh organisme dalam jumlah yang berpotensi besar, keberadaannya menjadi berpotensi berbahaya dan bersifat toksik (Azis *et al.*, 2018). Menurut Malik *et al.*, (2016) tanaman pangan atau tanaman konsumsi sebaiknya tidak ditanam untuk tujuan fitoakumulasi logam kromium (Cr), karena senyawa logam tersebut dapat menumpuk di dalam jaringan tanaman. Jika terjadi penumpukan logam kromium dalam jumlah yang besar, dapat berakibat fatal dan mematikan bagi tanaman tersebut.

Berdasarkan penelitian Sharma *et al.*,(2020) toksisitas Cr dilaporkan mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan menghambatnya proses metabolisme penting. Biasanya, toksisitas Cr mengurangi pertumbuhan tanaman dengan menginduksi ultrastruktural modifikasi membran sel dan kloroplas, menyebabkan klorosis pada daun, merusak akar sel, mengurangi kandungan pigmen, mengganggu hubungan air dan nutrisi mineral, mempengaruhi transpirasi dan asimilasi nitrogen dan dengan mengubah aktivitas enzimatik yang berbeda.

PT Perkebunan Nusantara VII unit Pagar Alam merupakan lembaga yang menjalankan fungsi sebagai institusi bisnis yang berorientasi kepada keuntungan dan sekaligus mempunyai tugas sebagai agen pembangunan menjalankan fungsifungsi pembangunan di tengah masyarakat. Industri teh di wilayah tersebut dioperasikan oleh PT Perkebunan Nusantara VII unit Pagaralam yang memiliki lahan perkebunan teh yang cukup luas serta fasilitas pabrik pengolahan teh sendiri. Perusahaan ini awalnya didirikan oleh perusahaan Belanda pada tahun 1929 dan dijalankan hingga tahun 1945 ketika wilayah tersebut dikuasai oleh Jepang selama Perang Dunia II. Setelah berakhirnya perang, Departemen Pertanian mengambil alih pengelolaan perusahaan tersebut dari tahun 1945 hingga 1949. Pada periode tersebut, perusahaan ini termasuk dalam kategori kelas dua dan termasuk dalam aset kebun teh Belanda serta industri teh Gunung Dempo yang kemudian dibakar.

Sebuah perusahaan Belanda bernama Culture NV. Soerabaja kemudian melakukan rekonstruksi terhadap perkebunan dan industri antara tahun 1951 hingga 1958. Setelah proses nasionalisasi, PPN Baru Sumatera Selatan mengawasi operasional bisnis ini mulai tahun 1958 hingga 1963. Kemudian, BPN Antan VII

Bandung mengelola perusahaan dari tahun 1963 hingga 1968. Dari tahun 1980 hingga 1996, PT Perkebunan X (Persero) mengelola bisnis tersebut. Manajemen bisnis diatur oleh PT Perkebunan Nusantara VII, yang terbentuk melalui penggabungan PTP XI, XXIII, dan XXXI pada tahun 1996. Provinsi Bengkulu, Lampung, dan Sumatera Selatan merupakan bagian dari wilayah operasional perusahaan. Surat Keputusan Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia No. C2 8335.HT.01.01 memberikan legalisasi resmi kepada perusahaan. Pendirian perusahaan dicatat dalam BNRI No. 8563/1996, dengan tambahan berita negara No. 80, tanggal 4 Oktober 1996, dan diperkuat oleh notaris Harun Kamil, S.H., melalui akta No. 40 tahun 1996, tanggal 11 Maret 1996. Selanjutnya, perusahaan terdaftar di kantor pendaftaran perusahaan Departemen Perindustrian dan Perdagangan di Dep. Perind dan Perd. Kota, sesuai dengan UU No. 3 tahun 1982.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah terdapat kandungan logam berat kromium (Cr) pada Tanah Andisol di PTPN 7 Unit pagaralam yang melampaui ambang batas?
2. Apakah terdapat pengaruh sifat kimia tanah (pH, KTK, C-Organik) dengan kandungan logam berat Kromium (Cr) pada Tanah Andisol di PTPN VII Unit Pagaralam?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui kandungan logam berat Kromium (Cr) pada Tanah Andisol di PTPN VII Unit pagaralam.
2. Untuk mengetahui hubungan sifat kimia tanah (pH, KTK, C-Organik) dengan kandungan logam berat Kromium (Cr).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi mengenai kandungan logam berat kromium (Cr) pada tanah andisol serta beberapa sifat kimia seperti tingkat keasaman (pH), Kapasitas Tukar Kation (KTK), dan jumlah C-Organik dalam Tanah Andisol di PTPN VII Unit Pagaralam.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Andisol

Istilah Andisol mengacu pada tanah yang dulunya dikenal sebagai Andosol atau Andept (subordo Inceptisol dengan ciri-ciri andik), khususnya tanah yang terbentuk dari bahan vulkanik atau piroklastik. Satu atau lebih horizon yang berbeda, seperti epipedon oikrik dan horizon kambik atau epipedon umbrik, histik, atau kadang-kadang molik dan horizon kambik, yang mendefinisikan tanah-tanah ini. Selain itu, cakrawala diagnostik yang plakik dan duripan sering diamati, tetapi cakrawala argilik, natrik, spodik, atau oksik tidak diperbolehkan dalam penyusunan tersebut (Arabia et al., 2015).

Proses pelapukan abu vulkanik menjadi alofan dan membentuk kompleks aluminium atau alofan-humus (kelat) merupakan fokus utama dalam pembentukan Andisol. Abu vulkanik cenderung mengalami pelapukan dengan cepat di daerah yang memiliki kelembaban tinggi. Jika pengikatan aluminium oleh senyawa humat kurang mencolok dibandingkan dengan di horizon permukaan, alofan yang mengandung oksida aluminium dan besi akan mulai terbentuk di horizon B atau terakumulasi di horizon A. Sejumlah besar silika ditambahkan ke dalam alofan untuk menghasilkan halloysit atau mineral kristal lainnya karena proses pelapukan dan pembentukan tanah berlangsung secara terus menerus (Sukmawa, 2011).

Tanah Andisol berasal dari endapan abu vulkanik dan tufa yang relatif muda. Tanah ini berwarna hitam, memiliki struktur pori-pori yang jelas, mayoritas terdiri dari lempung amorf (alofan), memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi, dan jumlah silika, alumina, atau besi hidroksida yang terbatas. Menurut ordo Andisol, karakteristik tanah ini mencakup ketebalan agregat minimal 35 cm pada kedalaman 60 cm di bawah permukaan tanah mineral, atau di atas lapisan organik dangkal yang juga memiliki sifat andik. Selain itu, tanah ini juga harus memiliki kemampuan untuk terakumulasi atau tidak. Setiap horizon karakteristik dapat ditemukan di tanah di bawah lapisan dengan kualitas tanah andik (Ferdeanty et al., 2019).

Andisol memiliki potensi untuk digunakan sebagai lahan pertanian terutama tanaman perkebunan seperti teh tanah ini memiliki faktor pembatas yaitu memiliki retensi P yang tinggi. Keberadaan mineral ferrihidrit, imogolit, dan alofan menjadi faktor utama penyebab tingginya retensi fosfor (P) dalam tanah Andisol. Retensi fosfat di Andisol terjadi karena P terikat oleh lempung amorf, yang mengurangi ketersediaan P dalam tanah dan menghambat tanaman untuk menggunakan P anorganik. Adanya alofan dapat menyebabkan retensi P hingga mencapai 97,8%.

2.2. Tanaman Teh (*Camellia Sinensis* L.)

Menurut Sari (2021) salah satu perkebunan yang paling populer di Indonesia adalah tanaman teh, yang merupakan tanaman asli daerah subtropis dan sangat diminati sebagai bahan baku minuman. Penjualan produk olahan dari tanaman ini dapat memberi manfaat besar terhadap pemasukan devisa negara dari industri non-migas.

Taksonomi tanaman teh diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Subdivisi	: <i>Spermatophyte</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Theales</i>
Famili	: <i>Theaceae</i>
Genus	: <i>Camellia</i> L.
Spesies	: <i>Camellia Sinensis</i>

2.3. Bahaya Yang Disebabkan Kromium

Kromium (Cr) merupakan jenis logam berat yang lebih sulit untuk dikelola daripada logam beracun lainnya. Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi polusi akibat logam beracun adalah dengan melakukan penghilangan logam berbahaya tersebut dari lingkungan sebelum pembuangan dilakukan (Afrianita dan Dewilda, 2013). Menurut Xu et al., (2023) pencemaran logam berat di dalam tanah secara langsung mempengaruhi kualitas pertumbuhan tanaman. Penyerapan Cr oleh tanaman berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan jaringan tanaman. Cr masuk ke dalam tanaman melalui sistem akar,

dan sebagian diangkut ke bagian atas tanaman bersama dengan unsur hara, sehingga mempengaruhi pertumbuhan batang dan daun serta organ lainnya.

Konsentrasi Cr yang tinggi menyebabkan layu sel akar dan pemisahan dinding plasmid serta menginduksi frekuensi penyimpangan kromosom yang lebih tinggi pada sel ujung akar, yang menyebabkan terhambatnya pembelahan dan diferensiasi sel akar, sehingga mengurangi volume dan jumlah sel akar. Selain itu, batang dan daun tanaman juga akan menunjukkan efek toksik Cr, yang dapat menyebabkan keracunan tanaman dengan mengganggu pertumbuhan tanaman, penyerapan nutrisi dan fotosintesis, menginduksi peningkatan produksi spesies oksigen reaktif, menyebabkan peroksidasi lipid dan mengubah aktivitas antioksidan, mengurangi pertumbuhan dan tinggi cabang, biomassa, pigmen fotosintesis dan kandungan protein pada daun tanam. Jika kadar kromium dalam tubuh manusia melampaui ambang batas yang ditetapkan, hal ini dapat menyebabkan keracunan baik secara akut maupun kronis (Suprapti, 2008).

Salah satu logam berat yang berpotensi membahayakan lingkungan adalah kromium (Cr). Selain dapat menyebabkan kanker paru-paru, asma, reaksi alergi, iritasi hidung, dan ulkus pada hidung, overdosis kromium juga dapat memiliki dampak negatif pada fungsi hati, ginjal, dan sistem pernapasan (Kurniawati et al., 2021).

2.4. Faktor Yang Mempengaruhi Kelarutan Kromium

Menurut Lepp (1981) dalam Hayati (2010) kemampuan tanah untuk menahan logam berat sangat terbatas. Berbagai faktor, seperti pH, kandungan bahan organik, dan kemampuan pertukaran kation, berperan dalam menentukan sifat-sifat tanah terkait. Materi organik dalam tanah selain menjadi sumber energi bagi mikroorganisme, dapat bereaksi dengan logam berat untuk membentuk molekul kompleks yang mengurangi dampak negatif dari logam-logam tersebut.

2.4.1. Reaksi (pH) Tanah

Karakteristik pH tanah mempengaruhi hampir semua proses biologis dan kimia yang mengendalikan ekosistem darat. Khususnya, hal ini mengubah metabolisme tanaman dan hasil biomassa. Secara khusus, pH tanah secara

signifikan mempengaruhi kelarutan, ketersediaan hayati dan translokasi logam berat pada spesies tanaman (Adamczyk-Szabela dan Wolf, 2022). Dibuktikan dari hasil penelitian Komarawidjaja (2017) Kehadiran pH yang tinggi dalam tanah memiliki pengaruh besar terhadap perilaku logam berat. Umumnya, kation logam berat lebih cenderung bergerak dalam kondisi asam.

Kelarutan logam berat meningkat dalam kondisi tanah yang bersifat asam. Tanah dengan pH asam cenderung mengandung jumlah ion H^+ yang tinggi, yang dapat menggantikan kation logam berat dalam kompleks adsorpsi. Saat logam berat dilepaskan dari kompleks adsorpsi, logam berat akan larut dan terlarut dalam larutan tanah, sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasi logam tersebut di dalam tanah. Bahan pengompleks kemudian berinteraksi dengan sebagian ion H^+ dan kation lainnya yang bersaing dalam larutan tanah. Dampaknya adalah sebagian besar logam berat menjadi larut dan terionisasi. Konsentrasi ion H^+ dalam larutan tanah menurun ketika pH tanah meningkat, karena ion-ion tersebut berikatan dengan OH^- untuk membentuk molekul air. Untuk mencapai kesetimbangan, sebagian ion H^+ dalam kompleks adsorpsi harus dilepaskan ke dalam larutan tanah. Kation logam berat kemudian dapat mengisi muatan yang kosong di dalam tanah akibat pelepasan ion H^+ (Salam, 2017).

2.4.2. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas tanah untuk menyerap, menukar, atau melepaskan kembali ion-ion dalam larutan tanah dikenal sebagai kapasitas pertukaran kation dalam bidang ilmu tanah. Tanah liat dan bahan organik tanah (senyawa organik) merupakan komponen-komponen dalam tanah yang membawa muatan listrik. Dalam larutan tanah, muatan negatif dari tanah lempung atau bahan organik umumnya menarik kation atau ion bermuatan positif di sekitarnya, yang menghasilkan reaksi elektron dan menciptakan keseimbangan kimia.

Jumlah kation yang dapat diserap dan ditukar oleh tanah dikenal sebagai kapasitas tukar kation (KTK), yang diukur dalam satuan $cmol/kg$. Selain tanah liat, bahan organik juga berkontribusi terhadap KTK tanah karena muatan negatifnya dapat menarik kation bermuatan positif (Syachroni, 2017). Kapasitas tukar kation tanah meningkat karena lebih banyak logam berat terperangkap dalam koloid tanah

sebagai hasil dari peningkatan masuknya logam berat dan reaksi dengan asam organik tanah (Sustawan et al., 2016). Karena perannya dalam menyumbang muatan negatif gugus fungsi karboksilat dan fenolik, C organik tanah memiliki pengaruh yang penting terhadap KTK. Tanah akan lebih sering menyerap ion bermuatan positif jika nilai KTK lebih besar (Khasanah et al., 2021).

2.4.3. C-Organik

Karbon organik merujuk pada jumlah karbon yang terdapat dalam bahan organik tanah, sehingga menunjukkan keberadaan bahan organik dalam tanah (Nopsagiarti et al., 2020). Pada tanah organik, keberadaan koloid organik sering meningkatkan ketersediaan kation. Sebagai respons terhadap peningkatan karbon organik dalam tanah, nilai kapasitas tukar kation (KTK) juga meningkat. Fenomena ini dapat diamati ketika biochar diterapkan, yang meningkatkan KTK setelah 21 hari inkubasi. Kenaikan KTK sejalan dengan peningkatan kandungan karbon organik tanah (Arisusanti dan Purwani, 2013).

Menurut Saragih (2010) dalam Oktaviana (2020) penguraian mineral tanah, proses pelapukan, penyediaan sumber nutrisi bagi tanaman, pembentukan struktur tanah, dan dalam beberapa kondisi, pertumbuhan dan perkembangan tanaman, semuanya dipengaruhi oleh keberadaan bahan organik. Bahan organik juga memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kehidupan dan kesuburan organisme tanah. Sifat fisika, kimia, dan biologi tanah juga turut dipengaruhi oleh bahan organik. Sebagai contoh, bahan organik berperan dalam menyediakan nutrisi penting untuk tanaman seperti kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan belerang (S); memberikan energi untuk organisme tanah; menyeimbangkan perubahan pH; membentuk kompleks dengan logam dalam tanah liat; serta meningkatkan kapasitas tukar kation.

Dikemukakan oleh Munawar (2011) dalam Abdul Rahmi dan Maya Preva Biantar (2014) bahwa bahan organik tanah adalah semua materi yang mengandung karbon, berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan, atau keduanya yang telah mati. Salah satu sumber utama bahan organik tanah adalah sisa-sisa jaringan tanaman. Dampak dari berbagai sumber dan jumlah bahan organik terhadap komposisi materi organik yang ditambahkan ke dalam tanah juga dapat beragam.

2.5. Kandungan Kromium Pada Tanah

Logam berat sering ditemukan di tanah, sedimen, air, dan makhluk hidup karena secara alami terdapat dalam batuan dan mineral lainnya. Ketika konsentrasi logam berat melampaui kriteria standar, maka terjadilah polusi (Alloway and Ayres, 1993).

Kontaminan yang semakin sering kita temukan di dalam tanah terutama pada lahan pertanian adalah logam berat. Menurut Hendarwati et al., (2023) sumber pengkontaminan logam berat tersebut dapat berasal dari bahan dasar pembuatan pupuk yang ditambahkan maupun dari lingkungan. Logam berat sering kita temukan baik pada penggunaan pupuk organik maupun anorganik dan pestisida selama berbudidaya. Kualitas pupuk sangat ditentukan dari bahan baku dan unsur yang tidak bermanfaat diantaranya logam berat. Produksi pupuk organik setidaknya aman bagi lingkungan agar didapat produk yang aman juga untuk dikonsumsi manusia biomassa yang terkontaminasi logam berat tidak dapat dikembalikan ke lapangan secara langsung .

Menurut Maulidina (2019) mineral logam kromium, yang umumnya disebut sebagai logam Cr, secara alami terdapat di dalam lapisan bumi. Unsur kromium biasanya hadir dalam jumlah rendah di berbagai jenis batuan, tanah, tumbuh-tumbuhan, hewan, debu vulkanik, dan gas. Logam Cr sering ditemukan dalam wujud padat atau mineral yang berikatan dengan unsur lain dalam beragam jenis senyawa kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rahmi dan Maya Preva Biantary. (2014). Karakteristik Sifat Kimia Tanah Dan Status Kesuburan Tanah Lahan Pekarangan Dan Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung Di Kabupaten Kutai Barat. *Ziraa'ah*. 39(1): 30–36.
- Adamczyk-Szabela, D., dan Wolf, W. M. (2022). The Impact of Soil pH on Heavy Metals Uptake and Photosynthesis Efficiency in *Melissa officinalis*, *Taraxacum officinalis*, *Ocimum basilicum*. *Molecules*. 27(15).
- Afrianita, R., dan Dewilda, Y. (2013). Studi Penentuan Kondisi Optimum Fly Ash Sebagai Adsorben Dalam Menyisihkan Logam Berat Kromium (Cr). *Jurnal Dampak*. 10(2), 104.
- Alamsyah, D., dan Arief, M. I. (2021). Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Bawang Merah (*Allium Cepa*) Dan Sayur Kubis (*Brassica Oleracea*). *Sulolipu Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*. 21(1), 72–78.
- Alloway B.J dan D.C Ayres. 1993. *Chemical Principles Of Environmental Pollution* Chapman Dan Hall, London.
- Anggara, A., Ramadhan, R., R, hanapi dwi, dan Taufik, M. (2021). Analisis Kadar Keasaman (PH) Tanah Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning. *Jurnal Seminar Nasional Karya Ilmiah Multidisiplin*. 1(1): 136–138.
- Arabia, T., Karim, A., Zainabun, dan Sari, I. P. (2015). Karakteristik Tanah Typic Hapludand Di University Farm Unsyiah Kabupaten Bener Meriah. *Jurnal Agrosamudra*. 2(2): 91–100.
- Arisusanti, R. J., dan Purwani, K. I. (2013). Pengaruh Mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap Akumulasi Logam Timbal (Pb) pada Tanaman *Dahlia pinnata*. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. 2(2): 69–73.
- Azis, M. N., Herawati, T., Anna, Z., dan Nuruhwati, I. (2018). Pengaruh Logam Kromium (Cr) Terhadap Histopatologi Organ Insang, Hati dan Daging Ikan Di Sungai Cimanuk Bagian Hulu Kabupaten Garut. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 9(1): 119–128.
- Azurianti, A., Wulansari, R., Athallah, F. N. F., dan Prijono, S. (2022). Kajian Hubungan Hara Tanah Terhadap Produktivitas Tanaman Teh Produktif Di Perkebunan Teh Pagar Alam, Sumatera Selatan. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. 9(1): 153–161.
- Boymau, I. (2023). Distribusi Logam Berat pada Tanah. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*. 2(3): 927–932.
- Edwin, M., Suptrapti, H., Sulistyorini, I. S., dan Aliri, A. (2023). Potensi Dan Status Kerusakan Tanah Untuk Produksi Biomassa Di Kabupaten Kutai Timur (Studi Kasus Kecamatan Long Masangat, Batu Ampar dan Rantau Pulung). *Jurnal*

- Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. 10(1): 1–13.
- Ferdeanty, Sufardi, dan Arabia, T. (2019). Karakteristik Morfologi dan Klasifikasi Tanah Andisol di Lahan Kering Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Peranian*. 4(4): 666–676.
- Hayati, E. (2010). Pengaruh Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Kandungan Logam Berat dalam Tanah dan Jaringan Tanaman Selada. *J. Floratek*. 5: 113–123.
- Hindarwati, Y., Soeprbowati, T. R., dan Izzati, M. H. (2023). Kontaminan Logam Berat (Pb, Cd, dan Cu) pada Tanah dari Pemupukan Berbasis Jerami Padi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 21(1): 8–14.
- Hindersah, R., Adityo, B., dan Suryatmana, P. (2016). Populasi Bakteri Dan Jamur Serta Pertumbuhan Tanaman Teh (*Camellia sinensis* L.) Pada Dua Jenis Media Tanam Setelah Inokulasi Azotobacter. *Agrologia*. 5(1): 1–9.
- Keputusan Menteri Pertanian Indonesia (2015). Pedoman Produksi, Sertifikasi, Peredaran Dan Pengawasan Benih Tanaman Teh (*Camellia Sinensis* (L) O. Kuntze).
- Jaya, I. G. E. S., Siaka, I. M., dan N. P. Diantariani. (2016). Total Logam Pb Dan Cr Dalam Tanah Pertanian Dan Air Danau Beratan Serta Bioavailabilitasnya Dalam Tanah Pertanian Di Daerah Bedugu. *Jurnal Kimia*. 8(1). 1–23.
- Kelley, O. J. (1973). Agency for International Development. In Proceedings, annual meeting of the United States Animal Health Association.
- Khasanah, U., Mindari, W., dan Suryaminarsih, P. (2021). Kajian Pencemaran Logam Berat Pada Lahan Sawah Di Kawasan Industri Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik Kimia*. 15(2).
- Komarawidjaja, W. (2017). Paparan Limbah Cair Industri Mengandung Logam Berat pada Lahan Sawah di Desa Jelegong, Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 18(2), 173.
- Kristianto, S., Wilujeng, S., dan Wahyudiarto, D. (2017). Analisis Logam Berat Kromium (Cr) Pada Kali Pelayaran Sebagai Bentuk Upaya Penanggulang Pencemaran Lingkungan Di Wilayah Sidoarjo. *Jurnal Biota*. 3(2): 66–70.
- Kurniawati, E., Sri Hartini, I., dan Risal Romadhoni, M. (2021). Edukasi Bahaya Kromium Dalam Kehidupan Sehari-hari. *Seminar Hasil Pengabdian Masyarakat*. 1: 110–114.
- Laoli, B. M. S., Kisworo, dan Raharjo, D. (2021). Akumulasi pencemaran Kromium (Cr) pada tanaman padi di sepanjang kawasan aliran sungai opak, Kabupaten Bantul. *Biospecies*. 14(1): 59–66.
- Listiana, V. (2013). Analisis Kadar Logam Berat Kromium (Cr) Dengan Eksraksi Pelarut Asam Sulfat (H₂SO₄) Menggunakan Atomic Absorption

- Spektrofotometri (AAS) Di Sungai Donan (Cilacap) Pada Jarak 2 km Sesudah PT. Pertamina.
- Malik, R. A., Surakusumah, W., dan Surtikanti, H. K. (2016). Potensi Tanaman Air sebagai Fitoakumulator Logam Kromium dalam Limbah Cair Tekstil. 7(1): 45–52.
- Maulidina, H. (2019). Perbandingan Metode analisis Logam Berat Kromium dan Timbal Menggunakan Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP OES) dan Atomic Absorbtion Spectrometry (AAS).
- Mautuka, Z. A., Astriana, M., dan Martasiana, K. (2022). Pemanfaatan Biochar Tongkol Jagung Guna Perbaikan Sifat Kimia Tanah Lahan Kering. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 8(1): 201–208.
- Nasution, H., dan Yusfaneti, Y. (2022). Status Kepadatan Dan Agregat Andisol Pada Konversi Perkebunan Teh Menjadi Perkebunan Kopi. *Jurnal Agroecotania Publikasi Nasional Ilmu Budidaya Pertanian*. 4(1): 16–25.
- Nopsagiarti, T., Okalia, D., dan Marlina, G. (2020). Analisis C-Organik, Nitrogen Dan C/N Tanah Pada Lahan Agrowisata Beken Jaya Di Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*. 5(1): 11–18.
- Oktaviana, R. A. (2020). Peranan Berbagai Bahan Organik Dan Agen Hayati Terhadap Konsentrasi logam Berat Timbal Pada Tanaman Bawang Merah. 1–60.
- Purba, mahardika putra, Pratomo, B., dan Sembiring, yolanda f. (2018). Karakteristik Sifat Fisika Tanah Pada Berbagai Kelas Umur Tegakan Kelapa Sawit Di Pt. Pp. London Sumatera Indonesia, Tbk Unit Sei Merah Estate. *Agroprimatech*. 2(1): 86-91.
- Salam, A. K. (2017). Management of Heavy Metals in Tropical Soil Environment.
- Santoso, Haumahu, J. p, dan Habi, maimuna la. (2016). Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat Sebagai Dampak Tempat Pembuangan Akhir Sampah Kota Ambon Pada Das Wai Yori Di Negeri Passo. *J. Budidaya Pertanian*. 12(2): 1858–4322.
- Sari, E. I. (2021). Klasifikasi Grade Teh Hitam Menggunakan Probalistic Neura Network (PNN).
- Setiawan, D., Wibawa, P. D., dan Yuwono, S. (2020). Sistem Kendali Suhu Dan Kelembapan Udara Pada Pembibitan (Temperature and Air Humidity Control System of Tea Seedlings in PPTK (Tea and Cinchona Research Center) Gambung. *E-Proceeding of Engineering*. 7(1): 218–225.
- Setiawati, M. R., dan Pranoto, E. (2015). Perbandingan beberapa bakteri pelarut fosfat eksogen pada tanah Andisol sebagai areal pertanaman teh dominan di Indonesia. *Jurnal Penelitian Teh Dan Kina*. 18(2): 159–164.
- Setyoningrum, H.M., Hadisusanto, S., dan Yunianto, T. 2014. Kandungan

- Kadmium (Cd) Pada Tanah Dan Cacing Tanah Di Tpas Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*. 21(2): 149-155.
- Sharma, A., Kapoor, D., Wang, J., Shahzad, B., Kumar, V., Bali, A. S., Jasrotia, S., Zheng, B., Yuan, H., dan Yan, D. (2020). Chromium Bioaccumulation and Its Impacts on Plants An Overview. *Plants*. 9(100): 1–17.
- Simamora, J., Marpaung, P., dan Lubis, A. (2015). Penentuan Jenis Mineral Liat Alofan Tanah Andisol di Desa Dolat Rakyat Kecamatan Tiga Panah Kabupaten Karo. *Jurnal Agroekoteknologi*. 3(3): 1005–1011.
- Siregar, B. (2017). Analisa Kadar C-Organik dan Perbandingan C/N Tanah Di Lahan Tambak Kelurahan Sicanang Kecamatan Medan Belawan. *Jurnal Warta*. 5(3): 1–14.
- Sukmawa. (2011). Beberapa Perubahan Sifat Kimia Alofan Dari Andisol Setelah Menjerap Asam Humat Dan Asam Silikat. *Media Litbang Sulteng*. 4(2): 118–124.
- Suprpti, N. H. (2008). Kandungan Chromium pada Perairan , Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Wilayah Pantai Sekitar Muara Sungai Sayung Laut Jawa St 1 St 2 St 3 Sungai Sayung Morosari Jembatan Ke Demak. *Bioma*. 10(2): 36–40.
- Suryani, I. (2014). Kapasitas Tukar Kation (KTK) Berbagai Kedalaman Tanah Pada Areal Konversi Lahan Hutan. *Jurnal Agrisistem*. 10(2): 99–106.
- Sustawan, G., Satrawidana, I. D. K., dan Wiratini, N. M. (2016). Analisis Logam Pb dan Cd pada Tanah Perkebunan Sayur di Desa Pancasari. *Jurnal Wahana Matematika Dan Sains*. 9(2): 44–51.
- Sutiyono, S., Dharmawan, I. W. S., dan Darmawan, U. W. (2022). Kesuburan Tanah Di Bawah Tegakan Berbagai Jenis Bambu Pada Tanah Andosol-Regosol. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 20(3): 517–523.
- Syachroni, S. H. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Tanah Sawah di Kota Palembang. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kehutanan*. 1(9): 23 – 29.
- Syofiani, R., Diana Putri, S., dan Karjunita, N. (2020). Karakteristik Sifat Tanah Sebagai Faktor Penentu Potensi Pertanian Di Nagari Silokek Kawasan Geopark Nasional. *Jurnal Agrium*. 17(1).
- Tambunan, S. W., Fauzi, dan Purba Marpaung. (2013). Kajian Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan Dan Produksi Padi Pada Tanah Sulfat Masam Potensial Akibat Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Pupuk Sp-36. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1(4). 1391–1401.
- Widodo, K. H., Kusuma, Z., Tanah, J., Pertanian, F., Brawijaya, U., dan Korespondensi, P. (2018). Pengaruh Kompos Terhadap Sifat Fisik Tanah Dan

Pertumbuhan Tanaman Jagung Di Inceptisol. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. 5(2): 2549–9793.

Wulansari, R., dan Pranoto, E. (2019). Degradasi bahan organik di beberapa perkebunan teh di Jawa Barat. *Jurnal Sains Teh Dan Kina*. 21(2): 57–64.

Xu, S., Yu, C., Wang, Q., Liao, J., Liu, C., Huang, L., Liu, Q., Wen, Z., dan Feng, Y. (2023). Chromium Contamination and Health Risk Assessment of Soil and Agricultural Products in a Rural Area in Southern China. *Toxics*. 11(27): 1–15.