

PROPOSAL PENELITIAN

**PENGARUH NAUNGAN TERHADAP SIFAT KIMIA TANAH PADA
LAHAN USAHATANI KAKAO (*Theobroma Cacao*) PETANI BINAAN
PT. PKN DESA METUN SAJAU**



Oleh :

Ahamd Rizqi Pratama
NPM. 202031015

**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS KALTARA
TANJUNG SELOR
2023**

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang, segala puji bagi-Nya yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini dengan judul "PENGARUH NAUNGAN TERHADAP SIFAT KIMIA TANAH PADA LAHAN USAHA TANI KAKAO (THEOBROMA CACAO) PETANI BINAAN DESA METUN SAJAU" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Kaltara.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya yang tak terhingga. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih sebesar - besarnya kepada :

1. Dr. Didi Adrianysah, S.TP.,M.M. selaku rektor Universitas Kaltara
2. Rina Lesmana, S.P.,M.M. selaku Dekan Fakultas Pertanian sekaligus dosen pembimbing penulis, yang membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Siti Masithah Fiqtinovri, S.TP.,M.Sc. selaku Ketua Jurusan Agroteknologi.
4. Ucapan trimakasih penulis sampaikan kepada dosen penguji yang memberikan masukan,saran serta nasihat kepada penulis, agar kedepannya jauh lebih baik dalam menyusun tugas akhir.

5. Kepada seluruh dosen Fakultas Pertanian, penulis sampaikan ucapan terimakasih atas ilmu yang diberikan kepada penulis dari awal penulis menjadi mahasiswa Universitas sampai dengan menjadi alumni Universitas Kaltara.
6. Untuk kebua orang tua penulis, Bapak Ruslan dan Ibu Hasnawati penulis ucapkan terima kasih atas segala dukunganya baik berupa materi maupun nonmateri, segala upaya dan doa yang telah biberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini dengan lancar
7. Teman-teman angkatan 2020 yang selalu memberikan semangat dan motivasi yang berguna dalam penyelesaian proposal penelitian ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat memperbaiki dan meningkatkan kualitas karya ilmiah ini di masa yang akan datang.

Tanjung Selor, 16
November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitia.....	4
2.1. Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.2. Karakteristik Kimia Tanah	6
2.1.1. Kemasaman Tanah (pH)	7
Sumber Purwowidodo (1998).....	8
2.1.2. C-Organik.....	9
2.1.3. KTK.....	10
2.1.4. Nitrogen (N).....	12
2.1.5. Fosfor (P)	14
2.1.6. Kalium (K)	15
2.3. Tanaman Naungan.....	17
2.4. Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i> , L)	19
2.3.1. Klasifikasi Kakao (<i>Theobroma cacao</i> , L).....	19

2.3.2. Morfologi Kakao (<i>Theobroma cacao</i> , L).....	20
III. METODELOGI PENELITIAN	25
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	25
3.2.1. Alat Penelitian	25
3.2.2. Bahan Penelitian	25
3.3. Metode Penelitian.....	25
3.4. Kerangka Penelitian.....	28
3.5. Analisa Laboratorium.....	29
3.6. Analisa Data.	32
DAFTAR PUSTAKA	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kisaran Nialai pH.....	6
Tebel 2.2. Keriteria Nilai C-Organik.	7
Tabel 2.3. kereteria Kandungan KTK.....	8
Tabel 2.4. Keriteria kandungan N-Total	9
Tabel 2.5. Keriteria Kandungan P-Tersedia.....	10
Tabel 2.6. Kriteria Kandungan Kalum.....	11
Tabel 3.1. Penganbilan sampel Tanah.....	20
Tabel 3.2. Parameter penggamatan tanah	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Kerangka Tahapan Penelitian.....	21
--	----

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas pertanian yang paling penting bagi peningkatan ekonomi Indonesia. Setelah Ghana dan Pantai Gading, Indonesia merupakan produsen kakao terbesar ketiga di dunia. Saat ini kakao menempati urutan komoditas perkebunan penghasil devisa ketiga terbesar setelah kelapa sawit dan karet (Managanta dkk 2019).

Tanaman kakao pertama kali masuk dan diperkenalkan ke Indonesia oleh Belanda pada abad ke-17. Industri kakao Indonesia mulai berkembang pesat pada tahun 1970an dengan partisipasi petani kecil, perkebunan milik negara, dan sektor swasta. Dalam lima tahun terakhir, produksi biji kakao di Indonesia terus mengalami penurunan, begitu pula dengan luas perkebunan kakao. Pada tahun 2018, produksi biji kakao berjumlah 767.280 ton. Pada tahun 2019, produksi biji kakao berjumlah 734.795 ton mengalami penurunan sebesar 4,23% . Pada tahun 2020 produksi biji kakao sebesar 720.660 ton kembali mengalami penurunan sebesar 1,92% . pada tahun 2021 produksi biji kakao berjumlah 688.210 mengalami penurunan dari tahun sebelumnya sebesar 4,50%. Produksi biji kakao terus menurun hingga mencapai 650.612 ton pada tahun 2022 mengalami penurunan sebesar 5,46%. Produksi biji kakao dari tahun 2018 hingga tahun 2022

terus mengalami penurunan yang mencapai 15,20% dari jumlah produksi di tahun 2018 (BPS, 2022).

Penurunan Produksi tanaman kakao dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan metode budidaya sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi kakao. Kakao dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik dalam kondisi ekologis yang tepat (Liyanda dkk 2012). Penggunaan teknologi tepat guna dan pengelolaan yang baik, yang memungkinkan petani memaksimalkan pemanfaatan sumber daya yang terbatas, dapat membantu mengatasi rendahnya produktivitas kakao. Teknologi tepat guna ini termasuk penggunaan pupuk organik, seperti kompos. Juga dapat dilakukan dengan perbaikan kultur teknis, seperti pemangkasan untuk peningkatan produksi kakao (Baihaqi dkk, 2015). Pertumbuhan dan produksi kakao dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara didalam tanah, pertumbuhan dan perkembangan tanaman memerlukan unsur hara yang terkandung di lahan pertanian yang terserap ke dalam akar tanaman untuk pertumbuhan batang, daun, dan buah (Mariani & A. Adriani 2020). Ketersediaan unsur hara menjadi penting bagi tanaman dalam proses pertumbuhan. Untuk mempertahankan ketersediaan unsur hara diperlukan pohon naungan. Ketersediaan naungan mampu menjaga ketersediaan nutrisi dan kesuburan tanah (Azizah 2023)

Naungan memiliki peran sebagai pengatur intensitas cahaya matahari ke tanaman dan naungan juga dapat menurunkan suhu

udara. selain itu naungan juga menghasilkan serasah yang dapat menjadi tambahan bahan organik dan menyuburkan tanah (Annik, 2013; Pratama dkk 2021). Serasah merupakan bahan organik yang berasal secara alami dari tumbuhan. Secara kuantitatif, terbentuknya jenis tanah pada ekosistem hutan ditentukan oleh banyaknya serasah yang jatuh dari pohon-pohon yang tumbuh di atasnya (Kusmanan & Yentiana 2021).

Pohon naungan sangat cocok dalam budidaya kakao karena pohon naungan dapat memanipulasi iklim mikro dibawah kanopi pohonnya. Naungan berperan sebagai pengatur terhadap suhu ekstrim yaitu sebanyak 5°C dan dapat menghasilkan hingga 14 ton/ha/tahun serasah dan residu serasah yang jatuh, mengandung sekitar 340 kg/ha/tahun nitrogen (Saleh, 2016). Dalam penelitian Gunawan dkk (2019) metode penanaman agroforestri antara tanaman Eucalyptus sebagai naungan dengan tanaman sayuran secara kimiawi dapat meningkatkan kesuburan tanah secara signifikan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Pengaruh Naungan Terhadap Sifat Kimia Tanah Pada Lahan Kakao (*Theobroma Cacao*) Petani Binaan Desa Metun Sajau” agar dapat mengetahui pengaruh jenis naungan terhadap kesuburan tanah di lahan petani binaan kakao di Desa metun sajai.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh naungan terhadap sifat kimia tanah lahan usaha tanai kakao petani binaan PT. PKN Desa Metun Sajau
2. Bagaimana tingkat kesuburan tanah lahan usaha tani kakao bernaungan dengan yang tidak bernaungan petani binaan PT. PKN Desa Metun Sajau.

1.3. Tujuan Penelitian.

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh naungan terhadap sifat kimia tanah lahan usaha tani kakao petani binaan PT. PKN Desa Metun Sajau
2. Untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah lahan usaha tani kakao bernaungan dengan ynag tidak bernaungan petani binaa PT. PKN Desa Metun Sajau.

2.1. Hipotesis.

1. Terdapat pengaruh naungan terhadap sifat kimia tanah lahan usaha tani kakao petani binaan PT. PKN desa metun sajau.

2. Berperan secara spesifik mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah lahan usahatani kakao bernaungan dengan ynag tidak bernaungan petani binaan PT. PKN desa metun saju.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.2. Karakteristik Kimia Tanah

Tanah merupakan lapisan bumi paling atas, merupakan campuran dari batuan yang lapuk dan sisa-sisa organisme yang mati dan membusuk akibat cuaca dan mikroorganisme. Jasat organisme tersebut mengalami pembusukan, mineral mineralnya terlepas (terurai) akibat cuaca sehingga membentuk tanah subur (Saridevi 2013). Hardjowigeno (2007) menyatakan kesuburan tanah adalah hubungan antara unsur hara dalam tanah dengan pertumbuhan tanaman, pemupukan, dan upaya lain untuk memperbaiki sifat-sifat tanah bagi pertumbuhan tanaman. Namun hal tersebut juga harus didukung oleh sifat-sifat tanah lainnya, seperti sifat fisik tanah dan biologi tanah.

Kimia tanah didefinisikan sebagai rangkaian reaksi kimia yang terjadi antara komponen-komponen tanah dan antara komponen-komponen tanah dengan zat-zat yang ditambahkan dalam bentuk pupuk dan bahan pembenah tanah lainnya. Koefisien laju untuk segala bentuk reaksi kimia yang terjadi di dalam tanah mempunyai rentang yang cukup luas, ada yang sangat pendek dan ada yang sangat panjang. Secara umum reaksi yang terjadi di dalam tanah ditentukan oleh pengaruh dan faktor lingkungan tertentu (Susanto, 2005).

Tanah merupakan lingkungan yang sangat kompleks dimana berbagai reaksi kimia berlangsung. Komponen tanah mempunyai

sifat kimia yang meliputi keasaman atau pH tanah, kapasitas tukar kation atau KTK, fosfor (P), kalium (K), nitrogen (N), dan C organik. Kimia tanah didefinisikan sebagai serangkaian reaksi kimia yang terjadi antara komponen-komponen tanah dengan bahan-bahan yang ditambahkan seperti pupuk atau bahan organik pembenah tanah lainnya. Beberapa reaksi kimia bermanfaat dalam pengelolaan unsur hara tanaman, sehingga dapat digunakan untuk mempercepat dan mengurangi kelarutan dan ketersediaan unsur hara (Salam, 2020).

2.1.1. Kemasaman Tanah (pH)

Secara teori, pH terbaik untuk pertumbuhan tanaman adalah 6,0-7,0. Pada rentang pH tersebut ketersediaan unsur hara tanaman yang tinggi karena sebagian besar unsur hara mudah larut dalam air sehingga mudah diserap oleh akar tanaman (Krisnohadi, 2011). Selain itu, pada kisaran pH tersebut, mikroorganisme tanah yang berkaitan erat dengan proses seperti siklus unsur hara, penyakit tanaman, dekomposisi dan sintesis bahan kimia organik, serta transpor gas mikroorganisme di atmosfer seperti metana memiliki aktivitas tertinggi (Sudaryono, 2009).

Reaksi tanah menunjukkan keasaman atau kebasaan tanah, yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Semakin tinggi kadar ion H^+ dalam tanah, maka tanah tersebut semakin masam (Soewandita, 2008). Dua metode yang paling umum digunakan untuk mengukur pH tanah

adalah kertas lakmus dan pH meter. Kertas lakmus sering digunakan di lapangan untuk mempercepat pengukuran pH. Penggunaan metode ini memerlukan keahlian ahli untuk menghindari kesalahan. Agar lebih akurat dan banyak digunakan adalah penggunaan pH meter yang sangat banyak digunakan di laboratorium. Meskipun pH tanah merupakan salah satu indikator keasaman tanah yang sangat baik, namun nilai pH tidak dapat menunjukkan berapa banyak kapur yang dibutuhkan. Kebutuhan kapur tanah tidak hanya berkaitan dengan pH tanah, tetapi juga dengan kapasitas penyangga tanah atau kapasitas tukar kation (KTK) (Sutanto, 2002). Kereteria batasan nilai pH dalam tanah disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kisaran Nialai pH

No	Nilai Ph	Kategori
1	<4,4	Sangat Masam (Ekstrim)
2	4,5-5,0	Sangat Masam
3	5,1-6,5	Asam
4	6,6-7,3	Netral
5	7,4-8,4	Alkali
6	8,5-9,0	Sangat Alkali
7	>9,1	Sangat Alkali (Ekstrim)

Sumber Purwowidodo (1998)

2.1.2. C-Organik

Karbon (C) organik adalah salah satu kandungan didalam tanah yang digunakan untuk mengetahui parameter kandungan bahan organik tanah. Kandungan bahan organik di dalam tanah akan mempengaruhi beberapa sifat kimia tanah lainnya seperti nilai pH tanah dan tingkat ketersediaan unsur hara dalam tanah (Nugroho, 2009).

Bahan organik adalah bahan atau sisa tumbuhan, hewan, dan manusia yang terdapat pada atau di dalam bumi dengan tingkat pelapukan yang berbeda-beda. Hanafiah (2014) Bahan organik tanah terdiri atas badan-badan tanah yang terbentuk dari hasil mikroorganisme tanah terdiri dari tumbuhan dan hewan, akar tumbuhan yang hidup dan mati terdekomposisi menghasilkan produk sintetik baru yang terurai dan berubah dari tanaman dan hewan. Bahan organik tanah mempunyai peranan penting dalam menentukan sifat fisik, kimia, dan aktivitas biologi tanah yang selanjutnya menentukan daya dukung dan produktivitas tanah (Mulyanto, 2004). Karbon (C) organik biasanya hanya terdapat sekitar 3–5% pada permukaan tanah (Hardjowigeno, 2003). Keriteria nilai Kandungan C-Organik dalam tanah disajikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Keriteria Nilai C-Organik.

No	Nilai C-Organik (%)	Kategori
1	<1	Sangat Rendah
2	1-	Rendah
3	2-	Sedang
4	3-	Tinggi
5	>5	Sangat Tinggi

Sumber: Sulaeman dkk (2005)

2.1.3. KTK

Kapasitas Tukar Kation merupakan suatu sifat kimia tanah yang paling penting mempengaruhi ketersediaan hara dan retensinya di dalam tanah. KTK tanah mencerminkan jumlah total muatan negative permukaan mineral dan bahan organik untuk menarik kation dalam larutan tanah. KTK Tanah berbanding lurus dengan jumlah butir liat. Semakin tinggi jumlah liat suatu jenis tanah yang sama, KTK juga bertambah besar. Makin halus tekstur tanah makin besar juga jumlah koloid organiknya, sehingga KTK juga makin besar. Tanah dengan KTK tinggi mampu menyerap dan menyediakan unsur hara lebih baik daripada tanah dengan KTK rendah. Tanah-tanah dengan kandungan bahan organik atau dengan kadar liat tinggi mempunyai KTK yang lebih tinggi daripada tanah-tanah dengan kandungan bahan organik rendah atau tanah-tanah berpasir (Ida

Suryani 2014). Hardjowigeno (2015), menjelaskan bahwa tanah dengan kandungan bahan organik rendah atau tanah-tanah berpasir mempunyai KTK lebih rendah dari pada tanah dengan kandungan bahan organik atau kadar liat tinggi mempunyai KTK lebih tinggi.

Ion bermuatan positif yang dikenal sebagai kation antara lain Ca^{++} , Mg^{+} , K^{+} , N^{2+} , N^{4+} , H^{+} , Al^{3+} , dan lain-lain. Kation-kation ini larut dalam air tanah atau diambil oleh koloid tanah di dalam tanah. Istilah "kapasitas tukar kation" mengacu pada jumlah kation (diukur dalam miliekuivalen) yang dapat diserap tanah per satuan berat tanah (biasanya per 100g) (KTK). Namun, kation tambahan yang tersedia dalam larutan tanah dapat menggantikan kation yang telah diserap oleh koloid ini dan tahan terhadap hanyut oleh air gravitasi. Istilah untuk ini adalah pertukaran kation. Jenis kation yang umum terjadi dalam kompleks adsorpsi tanah (Hardjowigeno, 2007). Keriteria nilai Kapasitas Tukar Kation disajikan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. kereteria Kandungan KTK

No	Nilai KTK (%)	Kategori
1	<5	Sangat Rendah
2	5-16	Rendah
3	17-24	Sedang
4	25-40	Tinggi
5	>40	Sangat Tinggi

Sumber: Balai Penelitian tanah (2005)

2.1.4. Nitrogen (N)

Nitrogen (N) adalah unsur hara esensial yang sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur ini berperan dalam pembentukan makroprotein dan asam nukleat serta merupakan penyusun seluruh protoplasma. Secara umum nitrogen sangat penting untuk pembentukan dan pertumbuhan vegetatif tanaman seperti daun, batang, dan akar (Lutfi, 2007), dan ketersediaan N yang cukup juga penting untuk fase generatif karena dapat memperlambat proses penuaan daun dan proses penuaan akar, sehingga tanaman dapat melakukan proses fotosintesis yang lebih panjang selama fase berbuah sehingga dapat meningkatkan protein dalam buah selama tahap pengisian buah (Soplanit dan Nukuhaly, 2012).

Nitrogen diambil tanaman dalam bentuk ion amonium (NH_4^+) dan ion nitrat (NO_3^-). Nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang mendapat banyak perhatian dalam budidaya tanaman. Hal ini disebabkan meskipun jumlah nitrogen yang terkandung di dalam tanah rendah, namun kebutuhan tanaman dan kehilangan nitrogen di dalam tanah sangat tinggi (Barus dkk, 2013). Nitrogen total memegang peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman, terutama pada tahap vegetatif. N-Total adalah jumlah total nitrogen yang tersedia di dalam tanah. Nitrogen tersusun dari beberapa zat yang bergantung pada kondisi lingkungan mikro di dalam tanah (Mindawati dkk, 2010). Keriteria kandungan N-Total disajikan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Keriteria kandungan N-Total

NO	Nilai N-Total (%)	Kategori
1	<1	Sangat Rendah
2	0.1-0.21	Rendah
3	0.21-0.51	Sedang
4	0.51-0.75	Tinggi
5	>0.75	Sangat Tinggi

Sumber: Sulaeman dkk (2005)

2.1.5. Fosfor (P)

Fosfor (P), bersama dengan N dan K, tergolong unsur utama yang dibutuhkan tanaman. Tumbuhan biasanya menyerap unsur ini dalam bentuk H_2PO_4 dan sejumlah kecil HPO_4^{2-} . Ion fosfat mempunyai daya retensi yang sangat tinggi di dalam tanah, sehingga mobilitas ion fosfat di dalam tanah sangat rendah. Oleh karena itu, recovery rate pupuk P sangat rendah, berkisar antara 10 sampai 30%, dan sisanya 70 sampai 90% masih dalam bentuk immobilized (Marliani, 2011). Setelah nitrogen (N), fosfor (P) merupakan unsur hara kedua yang sangat dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dengan baik. Ketersediaan unsur P dalam tanah terutama ditentukan oleh kondisi dan jenis tanah. Unsur P berperan dalam pembentukan biji dan buah (Hardjowigeno, 2007).

Fosfor (P) merupakan unsur esensial kedua setelah N dan berperan penting dalam fotosintesis tanaman dan perkembangan akar. Ketersediaan P dalam tanah jarang melebihi 0,01% dari total fosfor. Hal ini disebabkan unsur hara P berupa fosfor bergabung dengan Fe, Al, dan Ca di dalam tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Meskipun lahan pada umumnya sudah jenuh unsur P melalui proses pemupukan, namun petani tetap menggunakan pupuk P untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara P dan menjamin pemanfaatan unsur hara P secara optimal oleh tanaman (Saraswati dkk, 2006). Pengaruh rendahnya ketersediaan unsur P diduga disebabkan oleh rata-rata pH daerah penelitian yang tergolong sangat

asam (Supangat dan Aprianis, 2009). Kriteria kandungan P-Persediaan disajikan dalam tabel 2.5.

Tabel 2.5. Kriteria Kandungan P-Tersedia.

No	Nilai P (%)	Kategori
1	<4	Sangat Rendah
2	5-7	Rendah
3	8-10	Sedang
4	11-15	Tinggi
5	>15	Sangat Tinggi

Sumber: Sulaeman dkk (2005).

2.1.6. Kalium (K)

Kalium (K) adalah unsur hara yang diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ . Muatan positif kalium membantu menetralkan muatan yang disebabkan oleh muatan negatif nitrat, fosfat, atau unsur lainnya. Ketersediaan kalium bergantung pada bahan tambahan eksternal, fiksasi oleh tanah itu sendiri, dan pasokan kalium yang ditukar dan diserap tanaman (Sutedjo, 2008).

Rata-rata, unsur kalium menyumbang 1,0% dari bagian tanaman. Unsur ini sedikit berperan sebagai penyusun komponen tumbuhan seperti protoplasma, lemak, dan selulosa, namun terutama dalam mekanisme pengaturan (katalisis dan katalisator) dan dengan

demikian bertanggung jawab dalam proses fotosintesis, mobilisasi karbohidrat, sintesis protein, dll (hanafiah, 2012).

Menurut Hardjowigeno (2007), unsur K dalam tanah berasal dari mineral primer tanah (feldspar dan mika) dan pupuk buatan (ZK). Kalium diserap tanaman dalam bentuk K^+ dan ditambahkan ke dalam tanah dengan berbagai konsentrasi. Bentuk yang dapat ditukar atau tersedia untuk tanaman biasanya dalam bentuk pupuk K yang larut dalam air seperti KCL, K_2SO_4 , KNO_3 , K-Mg sulfat dan pupuk kompleks. Kebutuhan kalium pada tanaman sangat tinggi, dan apabila kebutuhan kalium tidak terpenuhi maka timbul gejala defisiensi. Pada keadaan ini gejala mulai tampak dari bagian bawah tanaman dan berpindah ke bagian atas tanaman, karena terjadi translokasi K dari bagian tua ke bagian muda. Kriteria kandungan kalium disajikan dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Kriteria Kandungan Kalium.

No	Nilai C-organik (%)	Kategori
1	<0.1	Sangat Rendah
2	0.1-0.3	Rendah
3	0.4-0.5	Sedang
4	0.6-1.0	Tinggi
5	>1.0	Sangat Tinggi

Sumber: Sulaeman dkk (2005).

2.3. Tanaman Naungan.

Tanaman kakao memerlukan pohon peneduh pada masa pertumbuhannya. Umumnya jenis tanaman yang digunakan adalah tanaman polong-polongan (Leguminosa) seperti lamtbro (Gliricidia), yang dapat mengikat N (nitrogen) dari udara sehingga mendukung aspek pengelolaan unsur hara tertentu. Pada periode tertentu, tanaman lamtbro juga dapat dipangkas dan dapat berperan dalam pengelolaan bahan organik. Kehadiran tanaman peneduh juga dapat menghasilkan komunitas tanaman dengan lapisan kanopi yang berbeda-beda (multilayer). Kondisi ini merupakan salah satu fokus konsep agroforestri yang dikemukakan oleh P.A Huxley dari ICRAF (Arsyad, 2000).

Sistem multi-layer dengan pohon peneduh (agroforestri) merupakan sistem konservasi yang baik (Agus dkk, 2002). Selain itu, dalam sistem multilapisan mirip hutan, lapisan kanopi dapat memberikan fungsi konservasi yang sangat baik untuk mengurangi tingkat erosi tanah. Tanaman peneduh ini tidak hanya menjaga lingkungan, tetapi juga menjadi alternatif untuk meningkatkan perekonomian rumah tangga dan mengatasi penurunan harga kakao. Oleh karena itu, pemilihan tanaman untuk sistem multilayer harus disesuaikan dengan kondisi biofisik setempat, dan harus ada pasar bagi barang yang diproduksi serta petani mempunyai akses terhadap bibit tanaman yang berkualitas tinggi (Agus dkk, 2002). Oleh karena itu, pohon peneduh berperan sangat penting dalam mencegah

kerusakan tanah akibat kurangnya daun-daun dan sisa tanaman (seresah) yang berfungsi sebagai penyumbang bahan organik dalam tanah.

Terdapat dua jenis pohon peneduh atau naungan yaitu pohon peneduh sementara dan pohon peneduh tetap. Pohon peneduh untuk sementara bermanfaat bagi tanaman yang belum berproduksi dan pohon pelindung tetap digunakan sebagai pelindung bagi tanaman yang telah berproduksi. Penanaman pohon pelindung permanen harus dilakukan 12 sampai 18 bulan sebelum penanaman kakao di lahan. Jenis tumbuhan dilindungi yang umum digunakan adalah *Moghania Macrophyla* sebagai tumbuhan dilindungi sementara dan Gamal (*Gliricidia* sp.) atau Lamtoro (*Leucaena* sp.) sebagai tumbuhan dilindungi permanen. Salampessy dkk. (2017) mengemukakan alternatif lain yang dapat digunakan sebagai penanang adalah tanaman yang dapat menghasilkan yaitu tanaman perkebunan buah seperti pisang.

Tanaman pisang (*Musa paradisiaca*) sebagai naungan ditanam berjajar di antara tanaman kakao dengan jarak 6 x 6 meter. Beberapa hasil percobaan membuktikan bahwa dengan pemanfaatan pohon pisang sebagai tanaman pelindung tanaman kakao dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Selain itu, petani memperoleh keuntungan lain dari pohon pisang yaitu Pohon pisang selain menjadi pohon pelindung juga dapat menghasilkan buah sebagai sumber pendapatan selain produksi kakao. Keuntungan lain dari penggunaan tanaman

pisang adalah dapat menjaga kelembaban tanah pada musim kemarau dan relatif menjaga jumlah air tersedia untuk tanaman (Yusuf dkk 2019).

2.4. Tanaman Kakao (*Theobroma cacao*, L)

Tanaman kakao (*Theobroma cacao*, L) merupakan salah satu tanaman pertanian yang cocok untuk usahatani skala kecil. Tanaman ini dapat berbunga dan berbuah sepanjang tahun sehingga menjadi sumber pendapatan harian atau mingguan bagi petani. Tanaman kakao yang ditanam pada perkebunan umumnya merupakan jenis forastero (lindak kakao atau bulk kakao), criolo (kakao mulia atau fine kakao), dan hibrida (hasil persilangan antara forastero dan criolo). Di perkebunan skala besar, biasanya yang ditanam sebagian besar merupakan kakao (Siregar dkk. 2003).

2.3.1. Klasifikasi Kakao (*Theobroma cacao*, L)

Kakao merupakan tanaman yang memiliki bunga tumbuh pada batang atau cabang. Oleh sebab itu, tumbuhan kakao termasuk dalam kelompok tumbuhan caulifloris. Menurut (Siregar dkk., 2012) kedudukan tanaman kakao dalam sistematika tanaman (taksonomi) dapat digolongkan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledon
Ordo : Malvales
Famili : Sterculiaceae
Genus : Theobroma
Spesies : Theobroma cacao

2.3.2. Morfologi Kakao (*Theobroma cacao*, L)

Secara umum tanaman kakao dapat dibedakan menjadi dua fase pertumbuhan, yaitu fase vegetatif yang berfokus pada pertumbuhan daun, batang, dan akar tanaman, sedangkan generatif merupakan fase reproduksi mengembangkan organ reproduksi sehingga tanaman dapat menghasilkan bunga, buah, dan biji (Lukito, 2010).

1. Akar

Tanaman kakao termasuk dalam kelompok tumbuhan dikotil sehingga mempunyai akar tunggang. Namun juga memiliki akar lateral yang tidak kalah penting karena banyak di antaranya yang tumbuh dekat dengan permukaan tanah untuk menyerap unsur hara. Akar tumbuhan kakao termasuk surface root feeder , artinya sebagian akar lateralnya (horizontal) tumbuh dekat dengan permukaan tanah, yaitu pada kedalaman 0-30 cm. Akar lateral tumbuh pada kedalaman 0-10 cm, 26% pada kedalaman 11-20 cm, 14% pada kedalaman 21-30 cm, dan hanya 4% yang

tumbuh pada kedalaman lebih dari 30 cm dari permukaan tanah. Penyebaran akar lateral dikatakan jauh menjorok melampaui tajuk, ujungnya membentuk cabang-cabang kecil dengan susunan yang rumit (Lukito, 2010). Pertumbuhan akar kakao bisa mencapai 8 m di samping dan 15 m di bawah. Kakao yang berkembang biak secara vegetatif tidak menumbuhkan akar biasa pada awal pertumbuhannya, melainkan banyak akar serabut. Ketika tanaman sudah dewasa, tumbuh dua akar mirip akar tunggang (Siregar et al., 1989).

2. Batang

Tanaman kakao dapat mencapai ketinggian 8-10 meter dari pangkal batang hingga ke permukaan tanah. Pohon kakao cenderung tumbuh lebih pendek bila ditanam tanpa pohon pelindung. Tanaman kakao merupakan tumbuhan dimorfisme, artinya mempunyai dua bentuk tunas vegetatif. Tunas yang tumbuh ke atas disebut tunas ortotrop atau tunas air, sedangkan tunas yang tumbuh menyamping disebut tunas plagiotrop (Lukito, 2010).

Tanaman kakao yang diperbanyak dengan biji membentuk batang utama pada awal pertumbuhannya, sebelum cabang utama berkembang. Tempat tumbuhnya cabang utama disebut jorket dan idealnya berada pada ketinggian 1,2 hingga 1,5 meter dari permukaan tanah. Jorket ini tidak ditemukan pada kakao yang diperbanyak secara vegetatif (Susanto, 1995). Dari jorket

tersebut tumbuh 3 sampai 6 cabang, dan arah tumbuh mengarah kesamping membentuk sudut 0 sampai 60° dengan arah mendatar. Cabang-cabang ini disebut cabang utama (cabang plagiotrop). Cabang lateral tumbuh dari cabang utama dan sehingga membentuk tajuk daun yang rimbun (Lukito, 2010).

3. Daun.

Daun kakao merupakan daun sederhana (*Folium simplex*) yang hanya mempunyai satu helai daun pada tangkai daunnya. Bentuk daunnya bulat dan memanjang. Setiap varietas mempunyai bentuk daun yang berbeda-beda. Sekalipun dalam varietas yang sama, bentuk pangkal, ujung, dan tepi daun berbeda-beda. Pada pangkal daun ada yang runcing dan membulat, ujung daun juga ada yang runcing dan ada pula yang meruncing. Tepi daun mungkin rata atau bergelombang. Daun pertama mempunyai tangkai daun yang panjang simetris dengan ujung melengkung (Susanto, 1995).

Daun kakao muda (*flush*) memiliki warna yang beragam diantaranya kuning keciklatan, merah, dan coklat. Perubahan warna pada daun muda terjadi karena tidak terbentuknya klorofil tetapi terdapat pigmen lain seperti antosianin, karoten, dan xantofil sehingga menghasilkan warna merah atau jingga. Setelah daun mencapai ukuran sempurna, yaitu setelah 3-4 minggu, klorofil baru diproduksi. Kuncup daun muda ini dilindungi oleh sepasang daun penyangga (*stipula*) pada pangkal

batang. Begitu daun mulai tumbuh, daun penyangga ini akan segera rontok dengan sendirinya (Heddy, 1990).

4. Bunga.

Bunga kakao tergolong bunga lengkap yang terdiri dari 5 kelopak (calyx) dan 10 benang sari (androecium). Diameter bunga 1,5 cm. Bunga ditopang oleh tangkai bunga yang panjangnya 2-4 cm. Pembungaan kakao bersifat florifloral dan ramifloral yang artinya bunga dan buahnya tumbuh pada batang atau dahan, dimana bunganya hanya berada pada bagian samping saja. Dalam kondisi normal, tanaman kakao dapat menghasilkan antara 6.000 hingga 10.000 bunga per tahun, namun hanya sekitar lima persen yang dapat berbuah (Lukito, 2010).

Bunga tanaman kakao bisa dibedakan menjadi dua golongan yaitu:

A. Tanaman self fertile atau self compatible, atau tanaman kakao yang bunganya dapat dibuahi oleh serbuk sari tanaman itu sendiri atau tanaman steril lainnya. Misalnya jenis kakao DR 2 dan DR 3.

B. Tanaman self sterile atau inkompatibel, yaitu tanaman kakao yang bunganya hanya dapat dibuahi dengan serbuk sari dari klon lain, misalnya jenis DR 1.

Oleh karena itu, dalam budidaya kakao sebaiknya memperhatikan jenis tanaman kakao. Akan lebih baik jika

dapat menanam jenis campuran dalam satu lahan agar lebih mudah dalam persilangan pembuahan (Pracaya, 2011).

5. Buah

Buah kakao merupakan buah buni yang menggumpal dengan daging biji yang sangat lunak. Kulit buahnya bergaris sepuluh dan tebal 1-2 cm. Buah kakao memiliki bentuk, ukuran dan warna yang bervariasi dan panjangnya kurang lebih 10-30 cm. Buah kakao umumnya ada tiga jenis, yaitu berwarna hijau muda hingga hijau tua saat muda dan kuning saat matang, merah, serta campuran merah dan hijau. Buah ini matang 5-6 bulan setelah penyerbukan. Buah ini memiliki masa pertumbuhan maksimum 143 hari, setelah itu tanda-tanda pematangan muncul setelah 170 hari. Buah kakao mengandung 20-30 biji (Heddy, 1990).

Buah muda yang berukuran kurang dari 10 cm disebut cherelli (pentil). Buah ini sering mengalami kekeringan (sel) sebagai gejala khas tanaman kakao. Gejala seperti ini disebut penipisan fisiologis, yaitu terjadinya proses fisiologis yang menghambat distribusi unsur hara yang menunjang pertumbuhan buah muda. Gejala-gejala ini juga dapat disebabkan oleh persaingan antara energi vegetatif dan reproduksi atau penurunan hormon yang diperlukan untuk pertumbuhan buah muda (Siregar dan Syarif, 1989).

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April sampai dengan Juni 2024 di lahan usaha tani kakao petani binaan Desa Metun Sajau, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan dan uji analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Universitas.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis (buku, pulpen dan spidol), bor mineral, GPS untuk menentukan titik lokasi sampel, kamera *handphone*, meteran, kantong plastik sampel, dan alat pendukung lain yang digunakan di laboratorium Universitas Mulawarman.

3.2.2. Bahan Penelitian.

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian adalah sampel tanah di 6 titik lokasi lahan usaha tani kakao binana PT PKN desa Metun Sajau, dan bahan untuk analisis kandungan tanah yang digunakan di laboratorium Universitas Mulawarman.

3.3. Metode Penelitian.

Penelitian ini dilakukan di 6 lokasi lahan usaha tani kakao petani binanan PT. PKN yang mana lahan dapat dibedakan menjadi dua yaitu 3 lahan bernaungan dan 3 lahan yang tidak bernaungan.

Adapun metode penelitian yang diterapkan adalah simple random sampling berdasarkan aturan pengacakan, yaitu tidak ada batasan untuk menentukan jumlah sampel tanah yang dipilih. Semua titik pengambilan sampel mempunyai peluang yang sama dan independen satu sama lain (Harahap et al., 2018). Sementara itu menurut Margono (2004) menyatakan bahwa teknik simple random sampling adalah teknik pengambilan sampel yang dilakukan secara langsung pada unit pengambilan sampel. Dengan demikian, setiap unit sampel mempunyai peluang yang sama dengan elemen populasi yang paling jauh untuk menjadi sampel atau wakil dari populasi. Data yang disajikan berasal dari analisis laboratorium terhadap sampel tanah, meliputi: N, P, K, pH, C organik, rasio C/N dan KTK.

Sampel tanah diambil dengan cara mengambil lapisan permukaan yang disebut top soil (tanah lapisan atas). Tanah lapisan atas adalah lapisan permukaan tanah, biasanya ketebalan 0-30 cm. Lapisan ini sering menjadi fokus penelitian tanah karena di sinilah sebagian besar aktivitas biologis dan proses kimia terjadi. Tanah lapisan atas kaya akan unsur hara dan bahan organik yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan. Oleh karena itu, analisis lapisan tanah atas penting untuk memahami kesehatan tanah dan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Berdasarkan konteks penelitian ini dilakukan pengambilan sampel tanah lapisan atas untuk menganalisis tingkat kesuburan tanah.

Langkah selanjutnya adalah mengambil sampel dari lapangan yang disajikan dalam tabel 3.1.

3.1. Penganbilen sampel Tanah.

NO	Nama	Naungan	Titik sampel	Kode Sampel
1	Sulin Ule	Tanaman buah	Sb1	SNB
			Sb2	
			Sb3	
2	Ajang Bawan	Pisanga	Ap1	ANP
			Ap2	
			Ap3	
3	Penjau	Tanaman Perkebunana	Pp1	PNP
			Pp2	
			Pp3	
4	Rum Ajang	Tanpa Naungan	Rt1	RTN
			Rt2	
			Rt3	
5	Samuel	Tanpa Naungan	St1	STN
			St2	
			St3	
6	Lalo Uda	Tanpa Naungan	Lt1	LTN
			Lt2	
			Lt3	

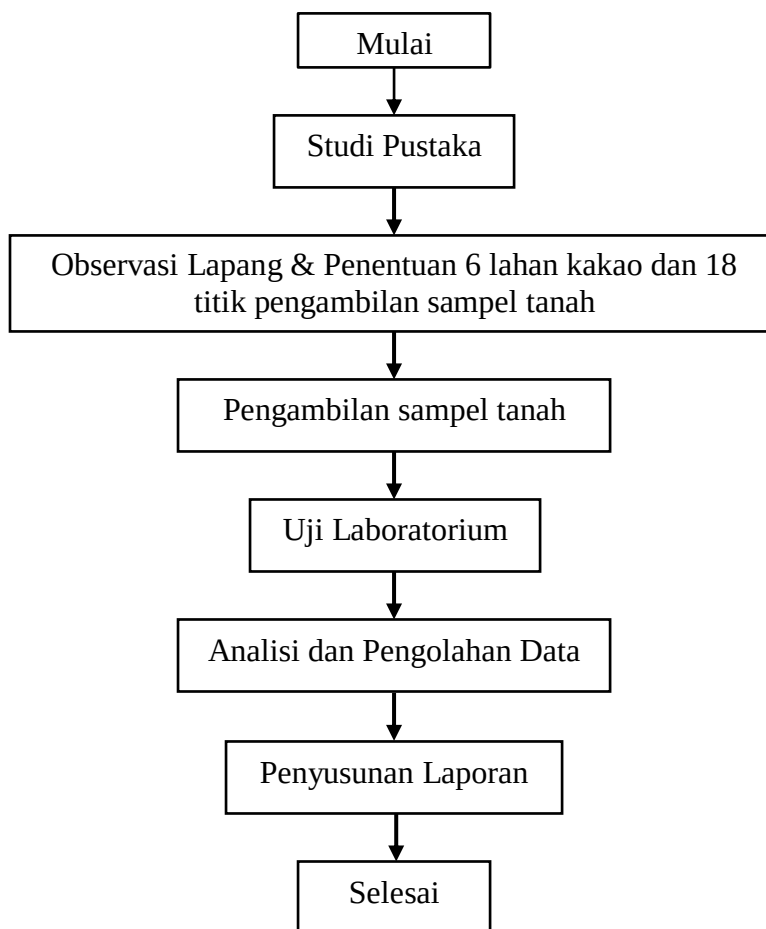
Keterangan: Sb1: sampel pada titik pertama lahan Sulin Ule, Sb2: sampel pada titik kedua lahan Sulin Ule, Sb3: sampel pada titik ketiga lahan Sulin Ule, Ap1: sampel pada titik pertama lahan Ajang Bawan, Ap2: sampel pada titik kedua lahan Ajang Bawan, Ap3: sampel pada titik ketiga lahan Ajang Bawan, Pp1: sampel pada titik pertama lahan Penjau, Pp2: sampel pada titik kedua lahan Penjau, Pp3: sampel pada titik ketiga lahan Penjau, Rt1 : sampel pada titik pertama lahan Rum Ajang, Rt2: sampel pada titik kedua lahan Rum Ajang, Rt3: sampel pada titik ketiga lahan Rum Ajang, St1: sampel pada titik pertama lahan Samuel, St2: sampel pada titik kedua lahan Samuel, St3: sampel

pada titik ketiga lahan Samuel, Lt1: sampel pada titik pertama Lalo Uda, Lt2: : sampel pada titik kedua lahan Lalo Uda, Lt3 : sampel pada titik ketiga lahan Lalo Uda, SNB: Penggabungan dari tiga titik sampel Lahan Sulin Ule, ANP: Penggabungan dari tiga titik sampel lahan Ajang Bawan, PNP: Penggabungan dari tiga titik sampel lahan Penjau, RTN: Penggabungan dari tiga titik sampel lahan Rum Ajang, STN: Penggabungan dari tiga titik sampel lahan Samuel, LTN: Penggabungan dari tiga titik sampel lahan Lalo Uda.

3.4. Kerangka Penelitian

Secara garis besar kerangka penelitian ada beberapa tahapan.

Tahapan penelitian secara rinci dijelaskan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Kerangka Tahapan Penelitian

3.5. Analisa Laboratorium

Parameter yang digunakan dalam penelitian sebagai indikator sifat kimia tanah berdasarkan prosedur laboratorium Ilmu Tanah Universitas Mulawarman adalah sebagai berikut :

1. Penetapan pH Tanah.

Untuk mengukur pH sebenarnya (pH H₂O), timbang 5 gram contoh tanah dan masukkan ke dalam botol kocok. Encerkan contoh tanah dengan menambahkan 25 mL air suling ke dalam botol shaker dan kocok selama 30 menit dengan kecepatan 250 rpm menggunakan shaker. Sebelum menggunakan , pH meter dikalibrasi terlebih dahulu dengan buffer pH 10,7 dan 4. Nilai pH sampel tanah kemudian diukur dengan pH meter.(Kusuma & Yanti., 2021).

2. C-Organik.

Tambahkan 0,5 mm ke dalam labu 100 ml dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml. Tambahkan 5 ml K₂Cr₂O₇ 1N, dikocok dan tambahkan 7,5 ml H₂SO₄ pekat. Kocok dan biarkan selama 30 menit. Encerkan dengan air bebas ion , biarkan hingga dingin dan diimpitkan. Keesokan harinya absorbansi larutan bening diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 561 nm. Sebagai perbandingan, standar 0 dan 250 ppm dibuat dengan memipet 0 dan 5 ml larutan standar 5.000 ppm ke dalam labu ukur 100 ml menggunakan prosedur yang sama seperti pada contoh (Sulaeman dkk. 2005).

3. Kapasitas ukar Kation (KTK)

Untuk menentukan nilai tukar kation digunakan metode destilasi langsung. Cara ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanah dalam menangkap kation-kation yang kemudian dilepaskan dan tersedia bagi tanaman. Prosedur analisis kapasitas tukar kation adalah sebagai berikut: Dalam metode destilasi langsung dilakukan seperti penetapan N-Kjeldahl, dan isi tabung perkolasi (setelah tahap pencucian dengan etanol selesai) dipindahkan secara kuantitatif ke dalam labu didih. Bilas tabung perkolasi menggunakan air bebas ion. Tambahkan bubuk batu didih dan air aquades hingga labu setengah penuh. Siapkan wadah untuk pelepasan NH_3 yaitu labu Erlenmeyer berisi 10 ml asam borat 1% dan 3 tetes indikator Conway (merah) dan dihubungkan dengan alat destilasi. Dengan menggunakan gelas ukur, tambahkan 10 mL NaOH 40% ke dalam labu didih yang berisi sampel dan segera tutup. Destilasi hingga volume wadah 50-75 ml (warna hijau). Hasil destilat dititrasi dengan H_2SO_4 0,050N hingga warna menjadi merah muda. Catat volume titer contoh (V_c) dan blanko (V_b) (Sulaeman dkk, 2005).

4. Nitrogen

Metode analisis N yang digunakan adalah metode Kjeldahl yang mengubah nitrogen menjadi bentuk $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (Utami dan Handayani, 2003). Timbang 500 mg tanah yang melewati saringan 0,5 mm ke dalam labu Kjeldahl 25 mL. Selanjutnya timbang 1,9 Se, CuSO_4 , Na_2SO_4 , 5 ml 16 H_2SO_4 pekat, dan tetes parafin cair ke

dalam labu dan panaskan labu dalam ruang pengasapan dengan api kecil hingga terbentuk cairan pucat (berwarna biru kehijauan). Tambahkan kurang lebih 50 ml aquades dan 5 ml NaOH 50% dan lakukan destilasi, lalu tampung hasil destilasi ke dalam labu Ellenmeyer 125 ml yang berisi campuran 10 ml H_3BO_4 dan 5 tetes indikator Conway. Terakhir, titrasi destilat dengan HCL 0,01 N hingga terjadi perubahan warna dari hijau menjadi merah (Sulaeman dkk.,2005)

5. Phosphor

Penentuan P menggunakan metode Bray. Timbang 250 g contoh tanah <2 mm, ditambahkan pengestrak Bray dan Kurt I (0,025 M HCl dalam 0,03 M NH_4F) sebanyak 25 ml, kemudian dikocok selama 5 menit. Saring dan bila larutan keruh dikembalikan ke atas saringan semula (proses penyaringan maksimum 5 menit). Dipipet 2 ml ekstrak jernih kedalam tabung reaksi. Contoh dan deret standar masing-masing ditambah preaksi fosfat sebanyak 10 ml, dikocok dan dibiarkan 30 menit. Diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm. Fosfat dalam keadaan asam akan diikat sebagai senyawa Fe, Al-fosfat yang sukar larut, NH_4F yang terkandung dalam pengestrak Bray akan membentuk senyawa rangkain dengan Fe dan Al dan membesakan ion PO_4^{3-} (Sulaeman dkk., 2005).

6. Kalium

Contoh tanah seberat 2,00 g ukuran < 2 mm dimasukkan ke

dalam botol shaker , ditambahkan 10 mL HCL 25%, kemudian dikocok dalam shaker selama 5 jam. Tempatkan dalam tabung reaksi dan biarkan semalaman atau centrifuge. Pipet 0,50 ml ekstrak sampel bening ke dalam tabung reaksi. Tambahkan 9,50 ml air deionisasi (pengenceran 20x) dan kocok. Pipet 2 mL ekstrak sampel yang telah diencerkan dan deret standar, masukkan ke dalam tabung reaksi biarkan selama 30 menit dan ukur langsung dengan fotometer nyala (Sulaeman dkk. 2005)

3.6. Analisa Data.

Hasil analisis sampel tanah yang telah didapatkan dari uji labolatorium kemudian dianalisis dan diklasifikasikan dengan kriteria yang diperoleh berdasarkan literatur kemudian dikelompokkan berdasarkan nilai batas kritis pada masing-masing hara. Penyajian data-data dalam bentuk table dan grafik dengan menggunakan program Microsoft excel (Hikmatul dan Al-Jabry., 2019).

Data hasil analisis sampel tanah akan disusun dalam tabel yang mencakup parameter unsur hara N, P, K, C-Organik, C/N, KTK, pH dan tekstur tanah. Setiap nilai unsur hara akan dibandingkan dengan kriteria klasifikasi yang telah ditetapkan untuk menentukan statusnya rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi sedangkan untuk pH tanah statusnya sangat masam, masam, netral, dan alkalin. Grafik akan digunakan untuk memvisualisasikan perbandingan antara klasifikasi unsur hara dan batas kritisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anni, I. A., Saptiningsih, E., & Haryanti, S. (2013). Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Bawang Dain (*Allium fistulosum* L.) Di Bandungan, Jawa Tengah. *Jurnal Akademika Biologi*, 2(3), 31–40.
- Azizah, Aratul. 2023. Pengaruh Jenis Naungan Terhadap Kesuburan Tanah Dan Hasil Pada Perkebunan Kakao Milik Petani Di Desa Lape. Poso.
- Baihaqi, Hamid, Anhar, Abubakar, A. dan Z. 2015. Penerapan Teknik Budidaya Serta Hubungan Antara Pemangkasan Dan Peningkatan Kesuburan Tanah Terhadap Peningkatan Produktivitas Kakao Di Kabupaten Pidie. 2, 54–61.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Statistik Kakao Indonesia 2022. Volume 7, 2023. Diakses pada 15 Maret 2024.
<https://www.bps.go.id/en/publication/2023/11/30/ef4419ba62e6ec7d4490218e/statistik-kakao-indonesia-2022.html>
- Gattward, J. N., Almeida, A. A. F., Souza, J. O., Gomes, F. P., & Kronzucker, H. J. (2012). Sodium-potassium synergism in *Theobroma cacao*: Stimulation of photosynthesis, water-use efficiency and mineral nutrition. *Physiologia Plantarum*, 146(3), 350–362.
<https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2012.01621.x>
- Gunawan, Wijayanto, Nurheni, dan R, Budi, W. S. 2018. Karakteristik Sifat Kimia Tanah Dan Status Kesuburan Tanah Pada

Agroforestri Tanaman Sayuran Berbasis Eucalyptus Sp. Jurnal Silvikultur Tropika. Vol. 10 No. 02, 63-69.

Hanafiah, K, A. 2014. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 359 hal.

Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Jakarta: PT Mediatama Sarana Perkasa.

Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta. 3-85 hal.

Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Akademik Pressindo. Japkparta. Cetakan 6.p

Hardjowigeno, S. 2015. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo. 288 hal.

Hasibuan, B.A. 2006. Universitas Sumatra Utara, Fakultas Pertanian. Medan. 30- 76 hal.

Ida Suryani. 2014. Kapasitas Tukar Kation(KTK) Berbagai Kedalaman Tanah Areal Konservasi Lahan. Jurnal Agrisistem, Desember 2014, Vol. 10 No.2. Hal.99-106.

Kusmana, Cecep, & Yentiana, Ayu, R. 2021. Laju Dekomposisi Serasah Daun Shorea Guiso Di Hutan Penelitian Dramaga, Bogor, Jawa Barat. Jurnal Silvikultur Tropika. Vol. 12 No. 3, 172-177.

Liyanda, M., Karim, A., & Abubakar, Y. 2012. Analisis kriteria kesesuaian lahan terhadap produksi kakao pada tiga klaster pengembangan di Kabupaten Pidie. *Jurnal Agrista*, 16(2), 62-79.

Managanta, A. A., Sumardjo, Sadono, D., & Tjitropranoto, P. 2019. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kompetensi petani kakao di Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Penyuluhan*, 15(1), 120–133.

Mariani, Wahditiya, A. A. 2020. Pengaruh Pola Tanam Terhadap Tingkat Kesuburan Tanah dan Produktivitas Tanaman Padi. *Maros*.

Mulyanto, B. 2004. Pengelolaan Bahan Organik Tanah untuk Mendukung Kelestarian Pertanian di Lahan Basah. *Simposium Nasional ISSAAS Pertanian Organik*. Bogor. Diakses tanggal 21 Oktober 2020.

Nugroho, Y. 2009. Analisis Sifat Fisik-Kimia dan Kesuburan Tanah pada Lokasi

Rencana Hutan Tanaman Industri PT Prima Multibuana. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*. 10 (27) : 222-229.

Pratama, Erawan, F., Irwan, Rofiqo, S. N., dan Rogomulyo, Rohlan. 2021. Fungsi Vegetasi sebagai Pengendali Iklim Mikro dan Pereduksi Suara di Tiga Taman Kota DKI Jakarta. *jurnal Vegetalika*, Vol. 10 No. 3.

Salam, Kadir, Abdul. 2020. Ilmu Tanah. Global Madani Press. Bandar Lampung.

Salampeppy, L. M., Febryano, Gumay, F., Bone, Iskandar. 2017.
Pengetahuan Ekologi Masyarakat Lokal Dalam Pemilihan Pohon
Pelindung Pada Sistem Agroforestri Tradisional "Dusung" Pala Di Ambon.
Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan Vol. 14, 135-142

Saridevi, 2013. Perbedaan Sifat Biologi Tanah pada Berbagai
Tipe Penggunaan

Lahan di Tanah Andisol, Inceptisol, dan Vertisol. Jurnal
Agroekoteknologi Tropika Vol. 2, No. 4.

Soewandita, H. 2008. Studi Kesuburan Tanah dan Analisis
Kesesuaian Lahan Untuk Komoditas Tanaman Perkebunan di Kabupaten
Bengkalis. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia. 10 (2) : 128-133.

Sudaryono, 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol Pada Lahan
Pertambang Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. Jurnal Teknik
Lingkungan. 10(3). 337-346 hal.

Susanto, R. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta. Kanisius. 67
hal.

Sutanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik. Yogyakarta.
Penerbit Kanisius. 216 hal

Yusuf, M., Kumalawati, Z., & Kafrawi. 2019. Karakter
Pertumbuhan Tanaman Pisang Sebagai Penaung Pada Pertanaman Kakao
Lahan Buka Baru. Jurnal Agrolantae, Vol.8 Nop.2, 16-22