

**PENGARUH OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N JANGKA PANJANG
PADA TANAH ULTISOL TERHADAP KADAR N-TOTAL TANAH DAN
SERAPAN N TANAMAN TEBU *PLANT CANE* MASA
VEGETATIF MAKSIMUM**

(SKRIPSI)

Oleh

Gita Amarta Dwi Cahyani
2254181003



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**PENGARUH OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N JANGKA PANJANG
PADA TANAH ULTISOL TERHADAP KADAR N-TOTAL TANAH DAN
SERAPAN N TANAMAN TEBU *PLANT CANE* MASA
VEGETATIF MAKSIMUM**

Oleh

**Gita Amarta Dwi Cahyani
2254181003**

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGARUH OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N JANGKA PANJANG PADA TANAH ULTISOL TERHADAP KADAR N-TOTAL TANAH DAN SERAPAN N TANAMAN TEBU *PLANT CANE* MASA VEGETATIF MAKSIMUM

Oleh

Gita Amarta Dwi Cahyani

Nitrogen memainkan peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman tebu. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen (N) jangka panjang di tanah Ultisol terhadap kadar N-total tanah dan serapan nitrogen tanaman tebu (*plant cane*) pada fase vegetatif maksimum. Penelitian dilaksanakan di lahan Tanpa Olah Tanah (TOT) Politeknik Negeri Lampung dari Juli 2024 hingga Oktober 2025, dan analisis dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Universitas Lampung. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu sistem olah tanah yang terdiri dari olah tanah intensif (OTI), olah tanah minimum (OTM), dan tanpa olah tanah (TOT), serta pemupukan nitrogen yang terdiri dari tanpa pupuk (N_0), 150 kg urea ha^{-1} (N_1), dan 300 kg urea ha^{-1} (N_2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem olah tanah tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan N-total tanah dan serapan nitrogen tanaman tebu, sedangkan perlakuan pemupukan berpengaruh sangat nyata terhadap N-total tanah, dan berpengaruh nyata terhadap serapan N brangkasan tebu. Perlakuan pemupukan 300 kg ha^{-1} menghasilkan N-total tanah tertinggi, sedangkan pemupukan 150 kg ha^{-1} menghasilkan serapan N brangkasan tebu tertinggi pada masa vegetatif maksimum. Tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka terhadap kandungan N- total tanah dan serapan N tanaman tebu pada masa vegetatif maksimum. Nisbah C/N dipengaruhi secara sangat nyata oleh N-total tanah ($R^2 = 0,95$).

Kata Kunci: N-total tanah, serapan nitrogen, pemupukan nitrogen jangka panjang, sistem olah tanah, tebu.

ABSTRACT

THE EFFECT OF TILLAGE SYSTEMS AND LONG-TERM NITROGEN FERTILIZER IN ULTISOL SOIL ON TOTAL SOIL NITROGEN CONTENT AND NITROGEN ABSORPTION OF CANE PLANTS DURING THE MAXIMUM VEGETATIVE STAGE

By

Gita Amarta Dwi Cahyani

Nitrogen plays a crucial role in the vegetative growth of sugarcane. This study aimed to examine the effect of long-term tillage and nitrogen (N) fertilization systems in Ultisol soil on total soil nitrogen content and nitrogen uptake by sugarcane plants during the maximum vegetative phase. The study was conducted on the No-Tillage (TOT) land of the Lampung State Polytechnic from July 2024 to October 2025, and analyses were conducted at the Soil Chemistry Laboratory of the University of Lampung. The study used a factorial randomized block design (RBD) with two factors: the tillage system consisting of intensive tillage (OTI), minimum tillage (OTM), and no-tillage (TOT), and nitrogen fertilization consisting of no fertilizer (N_0), 150 kg urea ha^{-1} (N_1), and 300 kg urea ha^{-1} (N_2). The results showed that the tillage system had no significant effect on the total soil nitrogen content and nitrogen uptake of sugarcane plants, while the fertilization treatment had a very significant effect on the total soil nitrogen, and a significant effect on the nitrogen uptake of sugarcane stover. The fertilization treatment of 300 kg ha^{-1} produced the highest total soil nitrogen, while the fertilization treatment of 150 kg ha^{-1} produced the highest nitrogen uptake of sugarcane stover during the maximum vegetative stage. There was no interaction effect between the tillage system treatment and long-term nitrogen fertilization on the total soil nitrogen content and nitrogen uptake of sugarcane plants during the maximum vegetative stage. The C/N ratio was very significantly affected by total soil nitrogen ($R^2 = 0.95$).

Keywords: Soil total nitrogen, nitrogen uptake, long-term nitrogen fertilization, tillage system, sugarcane.

Judul Skripsi

: **PENGARUH OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN N
JANGKA PANJANG PADA TANAH ULTISOL
TERHADAP KADAR N-TOTAL TANAH DAN
SERAPAN N TANAMAN TEBU *PLANT CANE* MASA
VEGETATIF MAKSIMUM**

Nama

: **Gita Amarta Dwi Cahyani**

NPM

: 2254181003

Jurusan

: Ilmu Tanah

Fakultas

: Pertanian



Pembimbing pertama

Pembimbing kedua

Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc.
NIP 198404012012122002

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP. 1966111519901010001

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP. 1966111519901010001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Nur Afni Afrianti, S.P., M. Sc.

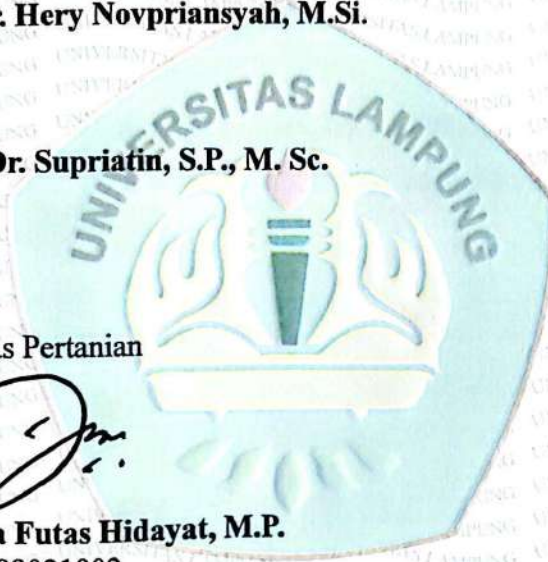
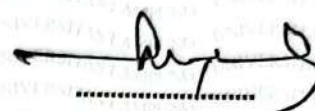
Sekretaris : Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.

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

2. Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 April 2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang Pada Tanah Ultisol Terhadap Kadar N-Total Tanah dan Serapan N Tanaman Tebu *Plant Cane* Masa Vegetatif Maksimum ”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari DIPA Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang dilakukan bersama dengan dosen Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung, yaitu:

1. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.
2. Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc.
3. Imra Atil Mardya, S.P., M.P.
4. Christy Nur Cahyani, S.P., M.Si.

Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 28 April 2026

Penulis,



Gita Amarta Dwi Cahyani
NPM 2254181003

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Pagar Alam, pada tanggal 19 Mei 2005. Penulis adalah anak kedua dari pasangan Bapak Yudi Fatriansah dan Ibu Eta Suryani. Penulis merupakan alumni dari TK Dharma Wanita tahun 2009-2010, Sekolah Dasar Negeri 1 Pagar Alam tahun 2010-2016, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Pagar Alam tahun 2016-2019 dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Pagar Alam tahun 2019-2022.

Penulis melanjutkan jenjang pendidikannya sebagai Mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2022 melalui jalur masuk Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (SMMPTN-Barat). Pada tahun awal tahun 2025 bulan Januari penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Kampung Sri Kencono, Kecamatan Bumi Nabung, Kabupaten Lampung Tengah. Pada bulan Juli hingga Agustus 2025 penulis melaksanakan Praktik Umum di Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian Lampung.

Selama menjadi mahasiswa di Jurusan Ilmu Tanah, penulis aktif dalam organisasi internal kampus yaitu Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Universitas Lampung (Gamatala) sebagai Anggota Bidang Komunikasi dan Informasi periode 2023-2024.

MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.

Dia mendapat (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan mendapat
(siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya"

(Q.S Al-Baqarah:286)

"Orang tua dirumah menanti kepulanganmu dengan hasil yang membanggakan,
jangan kecewakan mereka. Simpan keluhmu, sebab letihmu tak sebanding
dengan perjuangan mereka menghidupimu".

"Jika bukan karena Allah yang mampukan,
aku mungkin sudah lama menyerah"

SANWACANA

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang Pada Tanah Ultisol Terhadap Kadar N-Total Tanah dan Serapan N Tanaman Tebu *Plant Cane* Masa Vegetatif Maksimum” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertanian. Sholawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa kita harapkan syafaat beliau di hari kiamat kelak. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik berkat bimbingan dan pengarahan dari dosen pembimbing, serta dukungan materil maupun moril dari keluarga dan kerabat. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, antara lain :

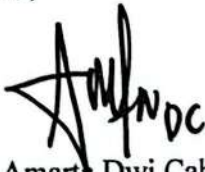
1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang sangat berlimpah tak terhingga, serta Nabi Muhammad SAW sebagai panutan dan inspirasi dalam menjalani kehidupan.
2. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung, dan selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Afni Nur Afrianti, S.P., M.Sc. selaku pembimbing pertama yang telah memberikan arahan, nasihat, motivasi serta ilmu yang bermanfaat bagi penulis dalam melaksanakan penelitian hingga penulisan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Supriatin, S.P., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan saran, kritik dan arahan kepada penulis untuk penyempurnaan skripsi ini

6. Bapak, Ibu dosen dan Staff Fakultas Pertanian terutama Jurusan Ilmu Tanah yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
7. Kedua orang tua terkasih, Bapak Yudi Fatriansah dan Ibu Eta Suryani yang telah mengasahi, mendidik, dan membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan. Terima kasih atas setiap pengorbanan, do'a yang tidak pernah putus, dan dukungan serta usaha yang menjadi kekuatan terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan studi. Kalian berdua adalah guru kehidupan terbaik yang telah menanamkan nilai-nilai mulia dan memberikan bekal yang sangat berharga untuk masa depan penulis. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan keberkahan, kesehatan, dan membalas seluruh kebaikan Bapak dan Ibu dengan surga-Nya yang penuh kenikmatan.
8. Kakakku Juan Patrick Syavero dan Adikku Tristan Triaksa Ardhani yang telah memberikan dukungan penuh baik materil maupun moril. Terima kasih telah menjadi tempat berkeluh kesah, memberikan arahan dan motivasi selama penulis menyelesaikan penulisan skripsi. Terima kasih atas segala bantuan, do'a, dan semangat yang diberikan. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian dengan pahala yang berlimpah.
9. Teman seperjuangan penelitian (Team TOT) yang telah bekerja sama dalam penelitian dan selalu kompak sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini.
10. Teman-teman “Anak Baik dan Sholehah” Syafa dan Dinda yang selalu ada saat suka maupun duka, mendengarkan keluh kesah, tawa dan canda penulis, memberikan semangat dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
11. Teman-temanku Syafa, Dinda, Rizka, Deffa, Danti, Nur Hidayah, Royhan, dan Nagita yang telah memberikan dukungan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini
12. Teman-teman seperjuangan Jurusan Ilmu Tanah angkatan 2022 dan semua pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini dan tidak bisa disebutkan satu persatu.

13. Teruntuk M. Nabil Al Azril, terima kasih selalu ada untuk penulis dari semester 1 hingga saat ini. Terima kasih telah menjadi seseorang yang siap sedia membantu, menjadi garda terdepan untuk penulis, memberikan motivasi, do'a, dan dukungan kepada penulis serta meyakinkan penulis bahwa semua akan selalu berjalan baik-baik saja.
14. Terakhir, terima kasih kepada diri sendiri, Gita Amarta Dwi Cahyani. Terima kasih telah bersedia untuk selalu berjuang, menolak untuk menyerah, dan tetap berdiri tegak meski diterpa tangis, lelah, dan keraguan. Apresiasi setinggi-tingginya karena mampu mengendalikan ego dan emosi, serta tetap percaya bahwa setiap kesulitan dalam penyusunan skripsi ini akan berujung manis pada waktunya.

Akhir kata, penulis berdoa semoga semua kebaikan pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini menjadi amal ibadah. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis dengan senang hati menerima kritik, saran dan masukan yang sifatnya membangun. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun pembaca. Terima kasih.

Bandar Lampung, 28 April 2026
Penulis,



Gita Amarta Dwi Cahyani
NPM 2254181003

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Kerangka Pemikiran	6
1.5 Hipotesis.....	11
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1. Tanah Ultisol	13
2.2. Olah Tanah	15
2.2.1 Pengertian Olah Tanah	15
2.2.2 Olah Tanah Intensif (OTI).....	16
2.2.3 Olah Tanah Minimum (OTM).....	17
2.2.4 Tanpa Olah Tanah	18
2.3 Kandungan N-Total Tanah dan Serapan N	18
2.4 Pemupukan Nitrogen Sesuai Dosis Rekomendasi.....	20
2.5 Tanaman Tebu.....	21
III. METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Waktu dan Tempat	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.3. Metode Penelitian.....	23

3.4. Pelaksanaan Penelitian	25
3.4.1 Persiapan Lahan	25
3.4.2 Penanaman.....	26
3.5 Pemeliharaan Tanaman.....	27
3.5.1 Penyiraman.....	27
3.5.2 Penyulaman	27
3.5.3 Penyiangan Gulma	28
3.5.4 Pengkelentekan.....	28
3.6 Pengambilan Sampel Tanah dan Tanaman.....	28
3.7 Variabel Pengamatan.....	29
3.7.1 Analisis N-total Tanah.....	29
3.7.2. Analisis Serapan N Tanaman	30
3.8 Analisis Data.....	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Kondisi Kimia Tanah Ultisol Awal dan Akhir.....	34
4.2 Hasil Analisis Ragam Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Terhadap Kandungan N-total Tanah, C-organik Tanah, dan pH Tanah....	40
4.3 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N jangka Panjang Terhadap Kandungan N-Total Tanah Masa Vegetatif Maksimum di	43
4.4 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N jangka Panjang Terhadap Serapan Nitrogen Tanaman Tebu Masa Vegetatif Maksimum	44
4.5 Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang Terhadap Berat Taksasi Batang Tebu Vegetatif Maksimum	47
4.6 Hubungan N-Total Tanah dan Serapan N Terhadap Beberapa	50
V. SIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Simpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil analisis kimia tanah awal dan akhir pada pertanaman tebu masa vegetatif maksimum di tanah Ultisol	34
2. Ringkasan Analisis Ragam Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang di Tanah Ultisol Terhadap N-Total, C-organik Tanah dan pH Tanah	40
3. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang di tanah Ultisol Terhadap N-Total Tanah Vegetatif Maksimum	41
4. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang Terhadap Serapan N Brangkasan pada fase vegetatif maksimum	44
5. Korelasi antara C-Organik dan pH H ₂ O, C/N dengan N-Total Tanah dan serapan N brangkasan tanaman tebu	50
6. Hasil analisis pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang di tanah Ultisol terhadap N-total tanah vegetatif maksimum	65
7. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang di tanah Ultisol terhadap N-total tanah vegetatif maksimum	65
8. Hasil Analisis Ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang di tanah Ultisol terhadap N-total tanah vegetatif maksimum ditanah Ultisol	66
9. Hasil analisis pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang di tanah Ultisol terhadap Serapan N tebu vegetatif maksimum ditanah Ultisol	67
10. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang di tanah Ultisol terhadap N-total tanah vegetatif maksimum	65

11. Hasil Analisis Ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang di tanah Ultisol terhadap N-total tanah vegetatif maksimum ditanah Ultisol.....	66
11. Hasil analisis pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang di tanah Ultisol terhadap Serapan N tebu vegetatif maksimum ditanah Ultisol	67
12. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang di tanah Ultisol terhadap Serapan N tebu vegetatif maksimum ditanah Ultisol	67
13. Hasil Analisis Ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang di tanah Ultisol terhadap Serapan N tebu vegetatif maksimum ditanah Ultisol	64
14. Data Serapan N sebelum Transformasi Log	69
15. Hasil uji homogenitas Serapan N sebelum transformasi.....	69
16. Hasil Analisis Ragam serapan N sebelum transformasi Log.....	69
17. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan.....	71
18. Hasil analisis pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap pH H ₂ O.....	71
19. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap pH H ₂ O.....	71
20. Hasil Analisis Ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap pH H O	72
21. Hasil analisis pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap C-Organik.....	72
22. Hasil uji homogenitas pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen	72
22. Hasil Analisis Ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan.....	72
23. Hasil Analisis Ragam pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap C-Organik.....	73
24. Hasil analisi pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap berat taksasi tanaman tebu.....	69
25. Hasil analisis pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap berat taksasi tanaman tebu.....	69

26. Hubungan sifat tanah dan ketersediaan unsur hara serta serapannya	74
27. Hasil pengamatan tinggi batang (cm) tebu vegetatif maksimum (36	75
28. Hasil pengamatan jumlah batang tebu panen/meter kairan (batang/m)	75
29. Hasil pengamatan jumlah batang sogolan tebu (batang/m)	76
30. Hasil pengamatan jumlah batang sogolan tebu berdasarkan data rebah (batang/m)	77
31. Hasil pengamatan tinggi batang tanaman tebu vegetatif maksimum.....	78
32. Tabel Perhitungan Berat Produksi Taksasi Tebu	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka	12
2. Tata Letak Percobaan	25
3. Tata Letak Baris Tanaman	26
4. Grafik Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang	47
5. Foto-Foto kegiatan penelitian	81

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil tebu terbesar di kawasan Asia Tenggara. Tanaman tebu telah lama dibudidayakan di berbagai wilayah Indonesia, terutama di daerah dengan iklim tropis yang sesuai seperti Jawa Timur, Jawa Tengah, Lampung, Sulawesi Selatan, dan sebagian wilayah Nusa Tenggara. Sebagai bahan baku utama industri gula, tebu memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional, khususnya dalam pemenuhan kebutuhan gula konsumsi dan industri. Menurut Badan Pusat Statistik (2022), produksi gula di Indonesia pada tahun 2022 meningkat sebesar 2,31% dibandingkan dengan produksi pada tahun 2021. Akan tetapi, pada tahun 2023 jumlah produksi gula menurun 7,01% dibandingkan dengan produksi pada tahun 2022. Penurunan produksi gula pada tahun 2023 ini menjadi perhatian penting, karena menunjukkan adanya tantangan serius dalam sektor budidaya tebu di Indonesia.

Salah satu aspek penting yang mempengaruhi produktivitas tebu adalah jenis tanah tempat tanaman tersebut dibudidayakan. Di Indonesia, tanaman tebu dibudidayakan di berbagai daerah, salah satunya di provinsi Lampung dimana daerah ini didominasi oleh jenis tanah Ultisol. Tanah Ultisol memiliki pH tanah yang rendah, kandungan bahan organik yang rendah, serta kandungan unsur hara yang rendah sehingga kurang mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. pH tanah Ultisol berada dalam kisaran 3,10 hingga 5,00, dimana tingkat keasaman tanah yang cukup tinggi dapat mengakibatkan unsur hara menjadi kurang tersedia (Syahputra dkk., 2015). Pada pH tanah yang rendah, aktivitas bakteri dalam proses amonifikasi dan nitrifikasi tidak dapat bekerja optimal karena dapat

menghambat aktivitas enzimatis dan kinerja bakteri-bakteri terganggu, sehingga reaksi amonifikasi dan nitrifikasi berjalan lambat, akibatnya ketersediaan nitrogen dalam bentuk mudah terserap bagi tanaman, baik amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) menjadi terhambat (Nainggolan dkk., 2015). pH tanah yang rendah juga menyebabkan unsur hara banyak tidak tersedia di dalam tanah.

Permasalahan selanjutnya yaitu kandungan bahan organik yang rendah pada tanah Ultisol, yakni antara 0,13% hingga 1,12%. Salah satu penyebab rendahnya kandungan bahan organik adalah penggunaan lahan pertanian yang intensif. Aktivitas pengolahan tanah yang dilakukan terus-menerus mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Akibatnya, bahan organik mengalami pelapukan lebih cepat dan ketersediaannya di dalam tanah menjadi berkurang (Masni dan Marapung, 2015). Kondisi ini mengakibatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah menjadi rendah. Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah merupakan kemampuan koloid tanah menjerap dan mempertukarkan kation (Tan, 1991). Artinya, apabila KTK rendah maka kemampuan tanah untuk menjerap dan mempertukarkan unsur hara termasuk nitrogen menjadi rendah. Akibatnya, unsur hara mudah tercuci dan tererosi oleh air hujan sehingga ketersediaan N bagi tanaman menjadi terbatas (Syahputra dkk., 2015 dan Asnada, 2019). Hal ini dibutuhkan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu solusi yang dapat ditawarkan yaitu penerapan sistem olah tanah yang tepat.

Secara umum, pengolahan tanah untuk pertanian dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu sistem olah tanah konvensional dan sistem olah tanah konservasi. Menurut Syukron dkk. (2017), pengolahan tanah konvensional (olah tanah intensif) merupakan metode tradisional dengan melibatkan pengolahan tanah dan pemupukan secara intensif. Tanah diolah hingga kedalaman 20 cm, sisa tanaman dan gulma dibersihkan dari lahan dan tidak dijadikan mulsa. Dengan menggunakan sistem pengolahan tanah yang intensif, pada mulanya petani mendapatkan hasil panen yang tinggi. Namun karena tanah terus menerus diolah akibatnya tanah mengalami penurunan produktivitas (Utomo, 2006). Tanah yang diolah berlebihan tanpa tindakan konservasi akan menjadi lebih cepat kering, lebih halus (*powdery*), berstruktur buruk dan berkadar bahan organik tanah rendah

(Herdiyanto dan Setiawan, 2015). Hal ini mengakibatkan tanah kehilangan kestabilannya, sehingga mempercepat kehilangan bahan organik di dalam tanah akibat percepatan dekomposisi bahan organik dan unsur hara termasuk nitrogen mudah terbawa erosi oleh air hujan, serta mengalami pencucian ke lapisan bawah (Supriyadi, 2008). Akibatnya, kadar unsur hara termasuk nitrogen di dalam tanah cepat berkurang dan serapan hara nitrogen pada tanaman menjadi menurun (Utomo, 1995).

Olah tanah konservasi merupakan kegiatan pengolahan tanah yang memperhatikan aspek pertanian jangka panjang. Sistem olah tanah konservasi (OTK) dibagi menjadi dua jenis yaitu olah tanah minimum (OTM) dan tanpa olah tanah (TOT). Olah tanah minimum (OTM) merupakan pengolahan tanah yang dilakukan seperlunya saja, gulma dibersihkan secara manual dengan cara dikoret dan digunakan sebagai mulsa. Penerapan metode ini dalam jangka panjang dapat menjaga kandungan bahan organik tanah agar tetap stabil sehingga dapat mendukung kesuburan tanah dan mengurangi kehilangan nitrogen akibat erosi sehingga ketersediaan nitrogen lebih terjaga dan dapat meningkatkan serapan nitrogen pada tanaman (Oktaviansyah dkk., 2015).

Tanpa olah tanah (TOT) yaitu tanah tidak diolah, hanya saja gulma yang tumbuh di atasnya dikendalikan dengan herbisida layak lingkungan dan tetap menggunakan gulma sebagai mulsa penutup tanah (Utomo, 2015). Penerapan sistem tanpa olah tanah bermanfaat karena mampu menekan laju erosi karena adanya lapisan mulsa yang melindungi tanah dari percikan air hujan serta mempertahankan bahan organik di permukaan tanah. Meskipun demikian, dalam jangka panjang sistem ini dapat menyebabkan tanah menjadi padat akibat tidak adanya pembalikan atau penggemburan tanah, sehingga akar tanaman sulit menembus lapisan tanah karena daya penetrasi akar ke dalam tanah menjadi berkurang sehingga penyerapan unsur hara termasuk nitrogen pada tanaman menurun.

Ketersediaan unsur hara pada pertumbuhan tanaman tebu merupakan faktor lain yang mempengaruhi produksi tebu. Menurut Farid (2003), hasil tebu yang

optimum dapat dicapai apabila ketersediaan hara makro primer (N, P, K) cukup. Menurut Mastur dkk. (2015), salah satu unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman tebu yaitu nitrogen. Kandungan N pada tanah Ultisol secara umum berkisar 0,09 – 0,18 % yang tergolong rendah (Syahputra dkk., 2015). Hal ini dapat disebabkan oleh pencucian atau *leaching*, terbawa erosi, dan penguapan. Selain itu, nitrogen tidak langsung tersedia bagi tanaman, melainkan harus melalui proses mineralisasi oleh mikroorganisme tanah menjadi amonium (NH_4^+). Selanjutnya, melalui proses nitrifikasi yaitu dimana amonium diubah menjadi nitrat (NO_3^-), yang merupakan bentuk nitrogen paling mudah diserap oleh tanaman.

Selain pengolahan tanah yang tepat, rendahnya kandungan nitrogen pada tanah Ultisol juga dapat diatasi dengan penambahan pupuk nitrogen (N) seperti urea. Tujuan pemupukan N adalah untuk meningkatkan kandungan nitrogen dalam tanah serta memperbaiki serapan nitrogen oleh tanaman. Menurut penelitian Hanafiah dkk. (2009), pemberian pupuk nitrogen dapat meningkatkan ketersediaan hara nitrogen di dalam tanah sehingga N-total tanah meningkat dan ketersediaannya bagi tanaman dapat diserap oleh dengan baik.

Menurut Soemarno (2011), nitrogen dibutuhkan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman tebu seperti pembentukan daun, akar, batang, dan anakan. Fase vegetatif maksimum sangat penting terhadap pertumbuhan batang dimana batang tebu merupakan bagian dalam produksi gula karena mengandung parenkim berinding tebal dan banyak mengandung nira. Tebu memiliki kemampuan menghasilkan anakan dalam satu rumpun, sehingga fase pertunasan menjadi tahap penting dalam proses pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan anakan yang baik akan menentukan potensi bobot tebu yang dihasilkan. Jumlah anakan yang optimal berperan langsung terhadap peningkatan hasil produksi gula, karena semakin banyak anakan yang tumbuh baik, maka semakin tinggi pula produktivitas tebu yang dapat dicapai (Harjanti, 2014).

Pemberian pupuk N berlebih dapat menyebabkan tanaman mudah rebah, sekulen, dan penurunan kualitas tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Pemberian

pupuk nitrogen (N) secara intensif dalam jangka panjang dapat mengasamkan tanah dan mempercepat proses mineralisasi bahan organik di dalam tanah, yang pada akhirnya menurunkan kadar bahan organik tanah (Xiaobin dkk., 2001). Hal ini sejalan dengan Utomo (2010), dimana pemupukan nitrogen jangka panjang dapat menurunkan pH tanah atau mengasamkan tanah. Pupuk yang mengandung nitrogen dalam bentuk amonia atau dalam bentuk lainnya dapat berubah menjadi nitrat karena proses nitrifikasi yang berakibat pada produksi ion-ion hidrogen yang dapat mengasamkan tanah (Foth dan Adisoemarto, 1994). Oleh karena itu, diperlukan pemupukan dengan dosis sesuai rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi pupuk dalam menyediakan unsur hara yang cukup bagi pertumbuhan tanaman dan menghindari pengasaman tanah.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian pengaruh dari sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap ketersediaan N-total tanah dan serapan N pada tanaman tebu *plant cane* masa vegetatif di tanah Ultisol pada lahan tanpa olah tanah Politeknik Negeri Lampung.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah olah tanah jangka panjang pada tanah Ultisol berpengaruh terhadap kadar N-total tanah dan serapan N tanaman tebu *plant cane* masa vegetatif maksimum?
2. Apakah pemupukan N jangka panjang pada tanah Ultisol berpengaruh terhadap kadar N-total tanah dan serapan N tanaman tebu *plant cane* masa vegetatif maksimum?
3. Apakah terdapat pengaruh interaksi antara olah tanah jangka panjang dan pemupukan N jangka panjang pada tanah Ultisol terhadap kadar N-total dan serapan N tanaman tebu *plant cane* masa vegetatif maksimum?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh olah tanah jangka panjang pada tanah Ultisol terhadap

- kadar N-total tanah dan serapan N tanaman tebu *plant cane* masa vegetatif maksimum.
2. Mempelajari pengaruh pemupukan N jangka panjang pada tanah Ultisol terhadap kadar N-total tanah dan serapan N tanaman tebu *plant cane* masa vegetatif maksimum.
 3. Mengetahui pengaruh interaksi antara olah tanah jangka panjang dan pemupukan N jangka panjang pada tanah Ultisol terhadap kadar N-total dan serapan N tanaman tebu *plant cane* masa vegetatif maksimum.

1.4. Kerangka Pemikiran

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditas strategis dalam sistem pertanian nasional, yang menjadi sumber utama bahan baku gula di Indonesia. Salah satu aspek penting yang mempengaruhi produktivitas tebu adalah jenis tanah tempat tanaman tersebut dibudidayakan. Jenis tanah masam yang tersebar luas di provinsi Lampung adalah tanah Ultisol (Oktaviansyah, 2015). Tanah Ultisol memiliki pH yang asam, kandungan bahan organik rendah, serta unsur hara yang rendah termasuk unsur hara nitrogen. Untuk mengatasi hal tersebut, dapat dilakukan pengolahan tanah dan pemupukan yang tepat.

Pengolahan tanah merupakan serangkaian kegiatan mekanis yang dilakukan untuk mempersiapkan tanah agar siap ditanami, dengan menciptakan kondisi optimal bagi pertumbuhan akar tanaman. Terdapat tiga pengolahan tanah yang sering digunakan petani yaitu olah tanah intensif (OTI), olah tanah minimum (OTM), dan tanpa olah tanah (TOT). Olah tanah intensif (OTI) mengacu pada metode pengolahan tanah yang melibatkan penggarapan tanah secara intensif dengan penggunaan alat-alat mekanik yang dilakukan hingga kedalaman 20 cm. Menurut penelitian Fuady (2010), sistem OTI menyebabkan cepatnya kehilangan N karena pencucian dan penguapan, serta terjadinya erosi karena struktur tanah yang berbentuk remah dan tidak adanya mulsa penutup tanah. Aktivitas pengolahan tanah yang dilakukan terus-menerus mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Akibatnya, bahan organik mengalami pelapukan lebih cepat dan

ketersediannya di dalam tanah menjadi berkurang (Masni dan Marapung, 2015), sehingga mengakibatkan kandungan unsur hara termasuk N menjadi kurang tersedia di dalam tanah dan serapan N pada tanaman menjadi menurun.

Pada metode tanpa olah tanah (TOT), gulma biasanya disemprot menggunakan herbisida kemudian sisa-sisa gulma dimanfaatkan sebagai mulsa untuk menutupi permukaan tanah (Rauf, 2005). Mulsa memiliki peranan untuk mengurangi erosi akibat percikan air hujan, menjaga kandungan bahan organik, dan menjaga kelembaban tanah. Menurut Fuady (2010), pada sistem tanpa olah tanah (TOT) memiliki kandungan N yang lebih tinggi dibandingkan OTI dan tersedia lebih lama karena laju mineralisasi N berjalan sedang atau agak lambat. Akan tetapi, tanpa adanya pengolahan tanah dalam jangka panjang dapat menyebabkan tanah menjadi padat karena tidak adanya pembalikan atau penggemburan tanah yang menyebabkan akar tanaman sulit untuk menyerap unsur hara termasuk nitrogen sehingga serapan N tanaman menjadi menurun.

Menurut penelitian Dinu dkk. (2021), lahan percobaan Politeknik Negeri Lampung merupakan jenis tanah Ultisol yang didominasi oleh tekstur liat. Akan tetapi tekstur tanah ideal yang cocok untuk TOT adalah lempung berpasir sampai lempung berliat. Pada tanah berliat, TOT kurang responsif dibanding jika diterapkan pada tanah bertekstur berpasir. Hal ini berkaitan dengan peredaran udara dan kemudahan penanaman benih pada sistem TOT. Pada tanah bertekstur liat, selain mudah tergenang, juga sulit untuk penanaman benih karena permukaan tanahnya lebih padat. Oleh karena itu tanah berliat lebih cocok untuk penerapan OTM daripada TOT (Utomo, 2015).

Olah tanah minimum mengacu pada olah tanah yang dilakukan seperlunya saja, gulma dikoret, kemudian sisa-sisa tanaman dijadikan mulsa. Perlakuan olah tanah minimum dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah karena mampu menjaga kemantapan agregat tanah, sehingga ruang pori tanah untuk menyimpan air dan udara tidak rusak (Utomo, 2014). Hal ini sejalan dengan Hakim dkk. (1986), bahwa penerapan sistem olah tanah minimum (OTM) dapat menghasilkan struktur tanah yang baik, sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme

dalam dekomposisi bahan organik. Apabila banyak bahan organik di dalam tanah, maka KTK juga akan tinggi sehingga koloid organik akan lebih banyak menjebak kation termasuk (NH_4^+) kemudian dipertukarkan dan dapat diserap oleh tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Sutono dkk. (1996), yang menyatakan bahwa bahan organik sangat berperan dalam mencegah kehilangan unsur hara termasuk nitrogen akibat penguapan dan erosi sehingga serapan hara dapat meningkat.

Menurut penelitian Afrianti dkk. (2023), sistem OTM terbukti meningkatkan kandungan N-total tanah dibandingkan dengan pengolahan tanah intensif. Pada sistem tanpa olah tanah, kadar N-total tanah memang lebih rendah daripada pada olah tanah minimum, tetapi tetap lebih tinggi dibandingkan olah tanah intensif. Fuady (2010), menjelaskan bahwa pada tanah yang diolah secara terbatas atau tidak diolah sama sekali, proses mineralisasi nitrogen berlangsung pada tingkat sedang hingga agak lambat, sehingga kandungan nitrogen organik di dalam tanah dapat lebih terjaga. Berdasarkan penelitian Rauf dan Ritonga (1989), juga menunjukkan bahwa tanah yang diolah secara terbatas memiliki kandungan N-total tanah yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanah yang diolah secara konvensional.

Menurut penelitian Yonathan dkk. (2025), kandungan N-total tanah pada olah tanah minimum mencapai 0,31 % yang lebih tinggi dibandingkan dengan olah tanah intensif yaitu sebesar 0,24%. Hal ini terjadi karena pengolahan tanah yang lebih sedikit dan adanya tambahan mulsa, dapat berkontribusi pada peningkatan kadar N-total tanah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chandra dkk. (2018), menunjukkan bahwa pada perlakuan olah tanah minimum, kehilangan N-total tanah akibat erosi cenderung lebih sedikit jika dibandingkan dengan pengolahan tanah yang lebih intensif. Menurut penelitian Putra dkk. (2020), kehilangan N-total akibat erosi pada pengolahan tanah minimum tercatat sebesar $0,0431 \text{ kg ha}^{-1}$, sementara pada pengolahan tanah konvensional sebesar $0,0731 \text{ kg ha}^{-1}$.

Olah tanah minimum mampu mengurangi erosi karena adanya mulsa dari sisa tanaman sebelumnya sehingga terdapat vegetasi yang melindungi permukaan

tanah dari tumbukan air hujan. Menurut Arsyad (2010), keberadaan vegetasi berperan dalam menahan air hujan yang jatuh ke permukaan tanah, yang selanjutnya dapat menurunkan laju aliran permukaan. Laju aliran permukaan yang rendah akan berkontribusi pada tingkat erosi yang rendah. Tingkat erosi yang minimal akan mengurangi kehilangan unsur hara termasuk nitrogen serta bahan organik tanah. Menurut penelitian Agustin (2021), serapan N tanaman kacang tunggak pada perlakuan olah tanah minimum lebih tinggi yaitu sebesar 26,14 kg ha⁻¹ ha dibandingkan dengan olah tanah intensif yaitu sebesar 16,95 kg ha⁻¹ namun tidak berbeda nyata dengan tanpa olah tanah yaitu sebesar 24,93 kg ha⁻¹

Nitrogen memainkan peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman tebu, termasuk dalam pembentukan daun, akar, batang, dan anakan (Soemarno, 2011). Nitrogen berperan dalam sintesis klorofil yang diperlukan untuk fotosintesis, serta dalam pembentukan asam amino, baik yang bersifat protein maupun non-protein. Selain itu, nitrogen juga menjadi komponen utama dalam dinding sel, yang sangat penting untuk kekuatan dan pertahanan tanaman. Oleh karena itu, kekurangan pasokan nitrogen dapat mengakibatkan penurunan kadar dan aktivitas klorofil, yang berujung pada berkurangnya laju fotosintesis. Akibatnya, produksi sukrosa dalam tanaman tebu, baik untuk keperluan metabolisme maupun untuk disimpan di jaringan parenkim batang, akan mengalami penurunan (Mastur dkk., 2015).

Kandungan unsur hara nitrogen pada tanah Ultisol tergolong rendah, berkisar antara 0,09 – 0,18 % (Syahputra dkk., 2015). Hal ini dapat disebabkan oleh pencucian atau *leaching*, terbawa erosi, dan penguapan. Salah satu upaya untuk meningkatkan ketersediaan nitrogen di tanah dan efisiensi serapan nitrogen pada tanaman di tanah Ultisol adalah dengan pemupukan nitrogen. Pemupukan nitrogen merupakan upaya untuk menambah unsur hara nitrogen ke dalamnya, dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas tanah dan menyuplai unsur hara nitrogen bagi tanaman (Akbar dkk., 2021).

Pemberian pupuk nitrogen (N) secara intensif dalam jangka panjang dapat mengasamkan tanah dan mempercepat proses mineralisasi bahan organik di

dalam tanah, yang pada akhirnya menurunkan kadar bahan organik tanah (Xiaobin dkk., 2001). Akan tetapi, menurut Ren dkk. (2022), penerapan pupuk nitrogen sesuai dengan dosis rekomendasi mampu meningkatkan efisiensi penggunaannya, menekan kelebihan nitrogen di dalam tanah, serta mengurangi kehilangan unsur N. Oleh karena itu, menjaga serta meningkatkan kandungan bahan organik sangat penting untuk mempertahankan kualitas tanah dan menggunakan pupuk sesuai kebutuhan tanaman agar tetap mampu mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik (Xiaobin dkk., 2001).

Pemupukan pada penelitian ini menggunakan pupuk urea dengan dosis N_0 (tanpa pemupukan), N_1 (150 kg ha^{-1}), dan N_2 (300 kg ha^{-1}). Pemupukan harus dilakukan sesuai dengan dosis yang dianjurkan agar penyerapan hara oleh tanaman berlangsung optimal dan efisien. Dosis pemupukan urea 300 kg ha^{-1} , sebagaimana direkomendasikan oleh Gunung Madu *Plantation* (2019), merupakan jumlah yang ideal untuk memenuhi kebutuhan nitrogen (N) pada tanaman tebu. Berdasarkan penelitian Zulkarnain dkk. (2017), dosis pupuk rekomendasi urea 300 kg ha^{-1} , mampu meningkatkan pertumbuhan, rendemen, produktivitas tebu dan gula hingga $133,02 \text{ ton ha}^{-1}$ dan $10,72 \text{ ton ha}^{-1}$ dibandingkan dengan dosis urea 150 kg ha^{-1} yang hanya sebesar $106,11 \text{ ton ha}^{-1}$ untuk produktivitas tebu dan untuk gula sebesar $7,95 \text{ ton ha}^{-1}$. Hal ini sejalan dengan penelitian Darso dkk. (2020), yang menyatakan bahwa pemberian pupuk N dengan dosis sesuai rekomendasi dapat menyebabkan N-total yang tersedia di dalam tanah semakin optimal. Hal ini karena kuantitas pupuk N yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, sehingga dapat masuk ke dalam serapan tanah dalam jumlah yang optimal.

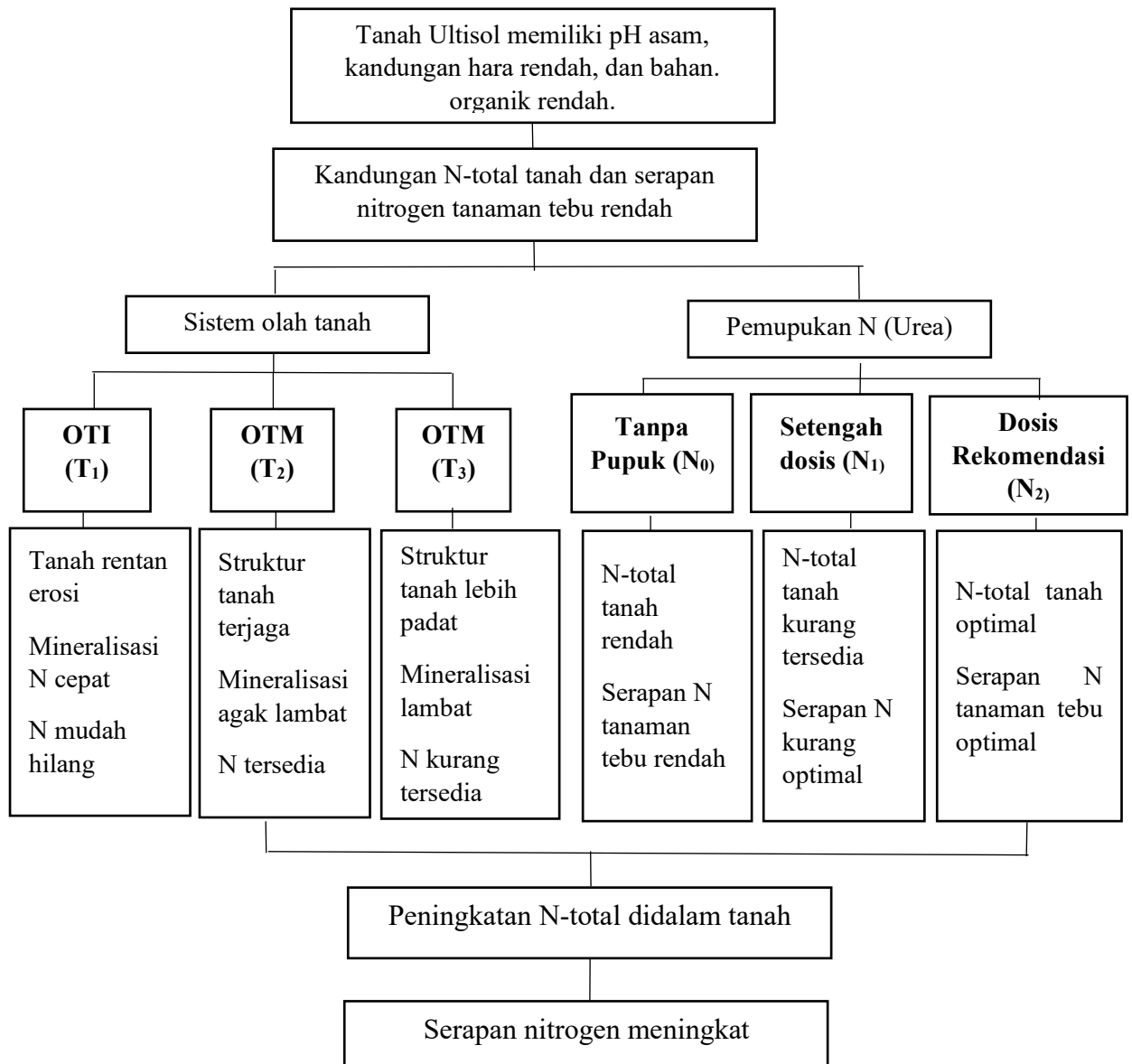
Kombinasi antara sistem olah tanah minimum (OTM) dan pemupukan nitrogen 300 kg ha^{-1} urea sesuai dosis rekomendasi menunjukkan adanya interaksi yang efektif dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara, khususnya nitrogen di dalam tanah. Adapun penelitian Agsari (2020), menunjukkan bahwa perlakuan olah tanah minimum yang dipadukan dengan 200 kg ha^{-1} pupuk N dosis rekomendasi menghasilkan penyerapan hara N pada tanaman jagung yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan kombinasi lainnya, yaitu sebesar $59,95 \text{ kg ha}^{-1}$. Selain itu, menurut penelitian Akbar (2016), pengaruh dari kombinasi pengolahan tanah dan

pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap total serapan N brangkasan menunjukkan bahwa kombinasi teknik olah tanah minimum dan pemberian nitrogen sebanyak 100 kg ha^{-1} menunjukkan hasil tertinggi, sedangkan kombinasi teknik olah tanah yang intensif dengan pemberian nitrogen sebanyak 0 kg ha^{-1} menunjukkan hasil terendah.

Penerapan OTM dapat memperbaiki struktur tanah dan menjaga keberadaan bahan organik, karena sisa tanaman atau mulsa tidak dibuang tetapi dibiarkan menutupi permukaan tanah. Kondisi ini membantu menekan laju erosi dan pencucian unsur hara, termasuk nitrogen, sehingga ketersediaan N di tanah menjadi lebih stabil. Di sisi lain, pemupukan N sesuai dosis rekomendasi dapat menambah pasokan nitrogen yang dibutuhkan secara optimal untuk pertumbuhan vegetatif, seperti pembentukan daun dan batang. Kombinasi keduanya membuat tanah mampu mempertahankan dan menyediakan nitrogen secara efisien bagi tanaman. Hubungan ini dapat dilihat pada Gambar 1.

1.5 Hipotesis

1. Perlakuan olah tanah minimum pada tanah Ultisol dapat meningkatkan kadar N-total tanah dan serapan N tanaman tebu *plant cane* masa vegetatif Maksimum dibandingkan dengan sistem olah tanah intensif dan sistem tanpa olah tanah.
2. Pemupukan nitrogen 300 kg ha^{-1} sesuai dosis rekomendasi pada tanah Ultisol dapat meningkatkan N- total tanah dan serapan N tanaman tebu *plant cane* masa vegetatif maksimum dibandingkan dengan tanpa pemupukan dan pemupukan nitrogen dosis 150 kg ha^{-1}
3. Terdapat pengaruh interaksi antara olah tanah minimum dan pemupukan nitrogen 300 kg ha^{-1} sesuai dosis rekomendasi pada tanah Ultisol terhadap kadar N-total tanah dan serapan N tanaman tebu *plant cane* masa vegetatif maksimum.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang Terhadap Kadar N-total dan Serapan N Tebu *plant cane* Masa Vegetatif Maksimum di Tanah Ultisol.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Ultisol

Ultisol merupakan jenis tanah kering yang menempati sekitar 25% wilayah daratan Indonesia, yaitu sekitar 45,79 juta hektar dari total 192 juta hektar. Sebaran terluasnya terdapat di Kalimantan (21,94 juta ha), diikuti oleh Sumatera (9,47 juta ha), Maluku dan Papua (8,86 juta ha), serta sebagian kecil di Sulawesi dan Nusa Tenggara (53 ribu ha) (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Ultisol banyak dijumpai di wilayah dengan curah hujan tinggi dan proses pelapukan yang intensif, sehingga unsur basa mudah tercuci dan terjadi proses iluviasi liat di lapisan bawah tanah (Subowo, 2012). Kegiatan pertanian di tanah Ultisol menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan (Handayani dan Karnilawati, 2018). Tanah ini memiliki pH masam sekitar 4,5 dan kejenuhan aluminium yang tinggi, menyebabkan rendahnya ketersediaan unsur hara seperti fosfor (P), serta kation basa seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), dan natrium (Na) (Subagyo dkk., 2004).

Ultisol termasuk dalam ordo tanah yang memiliki horizon argilik atau kandik dengan kejenuhan basa di bawah 35%, ditandai dengan adanya akumulasi liat pada horizon B (Soil Survey Staff, 2014). Dalam klasifikasi tanah nasional, Ultisol dikenal sebagai tanah Podsolik dengan ciri lapisan plintit pada kedalaman sekitar 125 cm dari permukaan tanah (Subardja dkk., 2006). Secara umum, tanah Ultisol berwarna kuning kecoklatan hingga merah, dengan variasi hue antara 10YR hingga 10R, nilai 3–6, dan kroma 4–8 (Prasetyo dkk., 2005). Warna tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kandungan bahan organik yang menimbulkan warna gelap, mineral primer ringan seperti kuarsa dan plagioklas

yang memberi warna keabu-abuan, serta oksida besi seperti goethit dan hematit yang menghasilkan warna coklat hingga merah. Semakin tinggi kandungan goethit, warna tanah cenderung lebih coklat, sedangkan dominasi hematit menjadikannya lebih merah (Subowo, 2012).

Selain itu, perbedaan kemampuan perkolasi air antara lapisan atas dan bawah juga menjadi kendala pada tanah Ultisol. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan kadar liat pada kedalaman 5 cm di bawah permukaan, yang menyebabkan air lebih mudah bergerak secara lateral pada lapisan 0–5 cm. Kondisi tersebut mempercepat terjadinya pencucian unsur hara. Kandungan bahan organik pada lapisan atas umumnya hanya bergantung pada lapisan tersebut, sehingga apabila lapisan atas mengalami erosi, maka ketersediaan bahan organik dan unsur hara di dalam tanah akan menurun drastis (Risnawati, 2010).

Tekstur tanah Ultisol sangat bervariasi tergantung pada bahan induknya. Tanah yang berasal dari granit umumnya bertekstur kasar (liat berpasir), sedangkan yang terbentuk dari batu kapur, andesit, atau tufa cenderung bertekstur halus (liat hingga liat halus) (Prasetyo dkk., 2005). Struktur Ultisol umumnya sedang hingga kuat dengan bentuk gumpal bersudut, dan menunjukkan peningkatan kandungan liat pada horizon bawah sesuai kriteria *Soil Taxonomy* (Prasetyo dkk., 2005).

Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006), tanah Ultisol yang berasal dari bahan induk granit, sedimen, dan tufa memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang tergolong rendah, masing-masing berkisar antara 2,90–7,50 cmol kg⁻¹, 6,11–13,68 cmol kg⁻¹, dan 6,10–6,80 cmol kg⁻¹. Sebaliknya, Ultisol yang terbentuk dari bahan induk vulkan andesitik dan batu gamping memiliki nilai KTK yang tinggi, yaitu lebih dari 17 cmol kg⁻¹. Rendahnya kandungan hara pada Ultisol disebabkan oleh proses pencucian basa yang berlangsung intensif, sedangkan kadar bahan organik yang rendah diakibatkan oleh proses dekomposisi yang cepat. Umumnya, kandungan bahan organik yang sedikit terdapat pada horizon A (lapisan permukaan tanah). Oleh karena itu, peningkatan produktivitas Ultisol dapat dilakukan melalui upaya perbaikan sifat tanahnya.

Kandungan unsur hara nitrogen pada tanah Ultisol tergolong rendah, berkisar antara 0,09 – 0,18 % (Syahputra dkk., 2015). Hal ini dapat disebabkan oleh pencucian atau leaching, terbawa erosi, dan penguapan. Akibatnya, kandungan N-total tanah kurang tersedia sehingga serapan unsur hara nitrogen pada tanaman akan menurun. Unsur hara nitrogen yang rendah dapat mengakibatkan serapan tanaman menjadi menurun. Kekurangan nitrogen pada tanaman biasanya ditandai oleh perubahan warna daun, yang semula hijau menjadi kekuningan dan kemudian menguning seluruhnya. Daun yang kekurangan nitrogen mengalami kematian jaringan, sehingga menjadi kering dan berwarna merah kecokelatan. Pada tanaman dewasa, kekurangan unsur ini menyebabkan pertumbuhan terhambat dan berukuran kecil. Rendahnya kadar nitrogen juga dapat menyebabkan daun menjadi berserat, karena penebalan dinding sel dan ukuran sel daun yang lebih kecil (Prastowo dan Patola, 2013). Oleh karena itu, dibutuhkan solusi untuk menghindari tanaman kekurangan unsur hara termasuk N. Solusi yang dapat ditawarkan yaitu pengolahan tanah yang tepat dan pemupukan N sesuai dosis rekomendasi.

2.2. Olah Tanah

2.2.1 Pengertian Olah Tanah

Olah tanah adalah kegiatan manipulasi fisik tanah sehingga menjadikan kondisi tanah yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Menurut Suwandi (2013), pengolahan tanah adalah perlakuan terhadap tanah untuk menciptakan keadaan tanah yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman. Pengolahan tanah merupakan salah satu bentuk kegiatan yang dilakukan oleh petani untuk mempersiapkan lahan. Adapun tujuan dari pengolahan lahan adalah untuk mengendalikan gulma dan juga untuk meningkatkan produktivitas tanah. Berbagai sistem pengolahan tanah akan mempengaruhi besarnya kandungan organik dalam tanah dan padatnya tanah (Fuady, 2010). Pengolahan tanah yang dilakukan terlalu sering dapat membuat struktur tanah menjadi lebih gembur dan permukaannya terbuka dalam jangka waktu lama. Kondisi ini menyebabkan peningkatan laju dekomposisi bahan organik dan evapotranspirasi serta menurunkan kemampuan

tanah dalam menahan air. Akibatnya, ketersediaan bahan organik dan air di dalam tanah menjadi berkurang. Padahal, bahan organik berperan dalam mengikat unsur hara agar tidak mudah tercuci dan terbawa erosi, sedangkan ketersediaan air tanah sangat penting bagi pertumbuhan tanaman, karena air yang dimanfaatkan oleh tanaman berasal dari air yang tersimpan di pori-pori tanah pada lapisan perakaran (Wahyunie dkk., 2012).

2.2.2 Olah Tanah Intensif (OTI)

Menurut Syukron dkk. (2017), pengolahan tanah konvensional (olah tanah intensif) merupakan metode tradisional dengan melibatkan pengolahan tanah dan pemupukan secara intensif. Tanah diolah hingga kedalaman 20 cm, sisa tanaman dan gulma dibersihkan dari lahan dan tidak dijadikan mulsa. Olah tanah intensif dalam jangka panjang dapat menyebabkan struktur tanah menjadi gembur, sehingga mempercepat kehilangan bahan organik didalam tanah akibat percepatan dekomposisi bahan organik (Supriyadi, 2008). Dengan menggunakan sistem pengolahan tanah yang intensif, pada mulanya petani mendapatkan hasil panen yang tinggi. Namun karena tanah terus menerus diolah akibatnya tanah mengalami penurunan produktivitas. Tanah yang diolah berlebihan tanpa tindakan konservasi akan menjadi lebih cepat kering, lebih halus (*powdery*), berstruktur buruk dan berkadar bahan organik tanah rendah (Herdiyanto dan Setiawan, 2015).

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial yang mutlak diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Akibat dari pengolahan tanah secara intensif, struktur tanah akan menjadi bentuk remah yang menyebabkan tanah kehilangan kestabilannya, sehingga bahan organik dan unsur hara termasuk nitrogen mudah terbawa erosi oleh air hujan (Utomo, 1995). Selain itu, unsur hara termasuk nitrogen akan mudah tererosi karena tidak adanya mulsa penutup tanah, dan mengalami pencucian ke lapisan bawah. Hal ini dapat mengurangi ketersediaan unsur hara di tanah termasuk nitrogen dan serapan N bagi tanaman. Akibatnya, kadar unsur hara termasuk nitrogen di dalam tanah cepat berkurang dan serapan hara nitrogen pada tanaman menjadi menurun

2.2.3. Olah Tanah Minimum (OTM)

Menurut Asmuliani dan Pertiwi (2023), pengolahan tanah minimum adalah pengolahan tanah yang dilakukan secara terbatas atau seperlunya tanpa melakukan pengolahan tanah pada seluruh areal lahan. Olah tanah minimum mengacu pada olah tanah yang dilakukan seperlunya saja, gulma dikoret, kemudian sisa-sisa tanaman dijadikan mulsa. Keberadaan mulsa sebagai bahan organik memegang peran penting dalam meningkatkan kesuburan serta produktivitas lahan.

Kehilangan bahan organik umumnya disebabkan oleh pengolahan tanah yang terlalu intensif, yang membuat permukaan tanah terbuka dan suhu tanah meningkat sehingga mempercepat hilangnya unsur hara. Pada lahan tanpa olah tanah, akar tanaman biasanya hanya mampu menembus kedalaman sekitar 30–40 cm. Untuk mengatasi kondisi tersebut, pengolahan tanah sebaiknya dilakukan seperlunya saja di sekitar lubang tanam, disertai dengan pemberian mulsa sebagai penutup tanah (Wahyuningtyas, 2010).

Perlakuan olah tanah minimum dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah karena mampu menjaga kemantapan agregat tanah, sehingga ruang pori tanah untuk menyimpan air dan udara tidak rusak (Utomo, 2014). Hal ini sejalan dengan Hakim dkk (1986), bahwa penerapan sistem olah tanah minimum (OTM) dapat menghasilkan struktur tanah yang baik, sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam dekomposisi bahan organik dan mempercepat proses mineralisasi nitrogen di dalam tanah. Apabila banyak bahan organik di dalam tanah, maka KTK juga akan tinggi sehingga koloid akan lebih banyak menjerap kation termasuk (NH_4^+) kemudian dipertukarkan dan dapat diserap oleh tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Sutono dkk. (1996), yang menyatakan bahwa bahan organik sangat berperan dalam mencegah kehilangan unsur hara termasuk nitrogen akibat penguapan dan erosi sehingga serapan hara termasuk nitrogen dapat meningkat. Metode ini sering dikombinasikan dalam pertanian organik atau konservasi, karena membantu menjaga kandungan bahan organik dan mencegah penurunan kualitas tanah dalam jangka panjang.

2.2.4 Tanpa Olah Tanah

Bertanam dengan sistem tanpa olah tanah (TOT) adalah budidaya dimana penyiapan tanahnya tidak diolah. Kegiatan pencangkulan, bajak, menggaru yang pada umumnya lazim dikerjakan, pada teknologi ini tidak dilakukan. Proses penyiapan tanah diganti dengan penyemprotan herbisida (Prasetiyo, 2002). Mulsa memiliki peranan untuk mengurangi erosi akibat percikan air hujan, menjaga kandungan bahan organik, mencegah penguapan, dan menjaga kelembaban tanah. Sistem TOT dapat mempertahankan struktur tanah alami dan meminimalkan gangguan terhadap ekosistem tanah. Selain itu, penutupan permukaan tanah dengan mulsa atau sisa tanaman membantu mengendalikan gulma dan mempertahankan kelembaban. Menurut Utomo (2015), TOT pertanian lahan kering akan berhasil baik jika diterapkan pada tanah yang berdrainase baik. Pada tanah berdrainase kurang baik sampai buruk, produksi tanaman TOT pertanian lahan kering akan lebih rendah daripada produksi pertanian OTI. Hal ini karena dengan tidak adanya manipulasi permukaan tanah, tanah akan menjadi padat sehingga memperburuk drainase tanah.

Penerapan sistem tanpa olah tanah bermanfaat karena mampu mengurangi kehilangan unsur hara nitrogen akibat penguapan dan menekan laju erosi karena adanya lapisan mulsa yang melindungi tanah dari percikan air hujan serta mempertahankan bahan organik di permukaan tanah. Menurut Fuady (2010), pada sistem tanpa olah tanah (TOT) memiliki kandungan N yang lebih tinggi dibandingkan OTI dan tersedia lebih lama karena laju mineralisasi N berjalan sedang atau agak lambat. Meskipun demikian, dalam jangka panjang sistem ini dapat menyebabkan tanah menjadi padat akibat tidak adanya pembalikan atau pengemburan tanah, sehingga akar tanaman sulit menembus lapisan tanah karena daya penetrasi akar ke dalam tanah menjadi berkurang sehingga penyerapan unsur hara termasuk nitrogen pada tanaman menurun.

2.3. Kandungan N-Total Tanah dan Serapan N

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial yang mutlak diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Unsur nitrogen sangat penting bagi tanaman tebu,

terutama selama fase pertumbuhan vegetatif. Kekurangan nitrogen pada awal pertumbuhan dapat menyebabkan tanaman tebu tumbuh tidak optimal. Nitrogen berperan dalam sintesis klorofil yang diperlukan untuk fotosintesis, serta dalam pembentukan asam amino, baik yang bersifat protein maupun non-protein. Selain itu, nitrogen juga menjadi komponen utama dalam dinding sel, yang sangat penting untuk kekuatan dan pertahanan tanaman. Oleh karena itu, kekurangan pasokan nitrogen dapat mengakibatkan penurunan kadar dan aktivitas klorofil, yang berujung pada berkurangnya laju fotosintesis. Akibatnya, produksi sukrosa dalam tanaman tebu, baik untuk keperluan metabolisme maupun untuk disimpan di jaringan parenkim batang, akan mengalami penurunan (Mastur dkk., 2015).

Menurut penelitian Pirngadi dkk. (2007), bahwa pemupukan nitrogen mampu meningkatkan jumlah anakan produktif. Hal ini sejalan dengan penelitian Darwis (1979), yang menyatakan bahwa pembentukan anakan hampir selalu sebanding dengan ketersediaan nitrogen dalam tanah selama pembentukan anakan. Hal ini terjadi karena hara N terlibat langsung dalam pembentukan asam amino, protein, asam nukleat, enzim, nukleoprotein, dan alkaloid yang sangat dibutuhkan untuk proses pertumbuhan tanaman, terutama dalam perkembangan daun, peningkatan warna hijau daun, serta pembentukan anakan (Abdissa dkk., 2011).

Kandungan unsur hara nitrogen pada tanah Ultisol tergolong rendah, berkisar antara 0,09 – 0,18 % (Syahputra dkk., 2015). Hal ini dapat disebabkan oleh pencucian atau leaching, terbawa erosi, dan penguapan. Akibatnya, kandungan N-total tanah kurang tersedia sehingga serapan unsur hara nitrogen pada tanaman akan menurun. Kandungan N-total tanah menunjukkan jumlah total nitrogen yang terdapat di dalam tanah, baik dalam bentuk yang tersedia bagi tanaman maupun yang masih terikat dalam senyawa organik (Fikriawan dkk., 2024).

Pada lahan pertanian kering, kandungan N-total rata-rata mencapai 0,11% (kategori rendah). Rendahnya kadar N-total ini umumnya disebabkan oleh hilangnya unsur nitrogen bersama hasil panen dan tidak adanya pengembalian sisa tanaman ke lahan. Secara umum, kandungan N-total dengan kisaran 0,11% masih tergolong belum ideal untuk pertumbuhan tanaman (Ritung dkk., 2011). Adapun

proses penyerapan nitrogen oleh tanaman terjadi dalam bentuk ion amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-), yang berasal dari proses-proses pembentukan nitrogen di dalam tanah (Mindari dkk., 2018). Menurut Mugni (2018), kemampuan tanaman dalam menyerap nitrogen sangat bergantung pada ketersediaan NO_3^- dan NH_4^+ , yang pasokannya ditentukan oleh kandungan N-total dalam tanah.

Sumber utama nitrogen di tanah berasal dari bahan organik, seperti sisa tanaman, hewan, manusia, serta pupuk organik (misalnya pupuk hijau, pupuk kandang, dan kompos). Selain itu, nitrogen juga dapat berasal dari air hujan, proses fiksasi nitrogen baik secara simbiotik maupun non-simbiotik, serta dari pupuk anorganik. Kekurangan nitrogen pada tanaman biasanya ditandai oleh perubahan warna daun, yang semula hijau menjadi kekuningan dan kemudian menguning seluruhnya. Daun yang kekurangan nitrogen mengalami kematian jaringan, sehingga menjadi kering dan berwarna merah kecokelatan. Pada tanaman dewasa, kekurangan unsur ini menyebabkan pertumbuhan terhambat dan berukuran kecil. Rendahnya kadar nitrogen juga dapat menyebabkan daun menjadi berserat, karena penebalan dinding sel dan ukuran sel daun yang lebih kecil (Prastowo dan Patola, 2013). Oleh karena itu, untuk menghindari tanaman kekurangan unsur hara, maka perlu dilakukan pemupukan.

2.4. Pemupukan Nitrogen Sesuai Dosis Rekomendasi

Pemupukan nitrogen merupakan upaya untuk menambah unsur hara nitrogen ke dalamnya, dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas tanah dan menyuplai unsur hara nitrogen bagi tanaman (Akbar dkk., 2021). Menurut Magandi dan Purwono (2019), penentuan dosis pupuk pada budidaya tebu harus disesuaikan dengan kebutuhan tanaman serta kondisi tipologi lahannya. Umumnya, petani tebu menggunakan dosis pupuk yang direkomendasikan oleh pabrik gula berdasarkan panduan dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI). Namun, sebagian petani memilih memberikan dosis pupuk yang lebih tinggi dari rekomendasi dengan harapan dapat meningkatkan hasil produksi. Pupuk yang paling sering digunakan dalam jumlah lebih besar adalah pupuk nitrogen. Penambahan dosis pupuk tersebut biasanya dilakukan tanpa didahului analisis

tanah atau tanaman, sehingga berpotensi menimbulkan dampak yang kurang baik. Pemberian pupuk yang melebihi kapasitas serapan tanah dan tanaman dapat menyebabkan penurunan produktivitas maupun rendemen.

Penggunaan pupuk dengan dosis yang terlalu tinggi dan tidak seimbang dapat menimbulkan efek negatif pada pertumbuhan tanaman, menurunkan hasil panen, serta memberikan dampak buruk terhadap lingkungan (Magandi dan Purwono, 2019). Pemupukan pada penelitian ini menggunakan pupuk urea dengan dosis 300 kg ha⁻¹ sebagaimana direkomendasikan oleh Gunung Madu *Plantation* (2019), merupakan jumlah yang ideal untuk memenuhi kebutuhan nitrogen (N) pada tanaman tebu.

2.5 Tanaman Tebu

Menurut Indrawanto dkk. (2010), tanaman tebu (*Saccharum Officinarum* L.) merupakan tanaman perkebunan semusim penghasil gula. Tebu termasuk golongan rumput (Graminae) yang batangnya mampu tumbuh tinggi mencapai lebih dari 3 m. Batang inilah yang bernilai ekonomi tinggi karena niranya banyak mengandung sukrosa. Sistematika tanaman tebu adalah sebagai berikut :

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledone
Ordo	: Graminales
Famili	: Graminae
Genus	: <i>Saccharum</i>
Spesies	: <i>Saccharum officinarum</i> L.

Menurut Puspito (2022), tebu termasuk dalam famili rumput-rumputan dan memiliki ciri morfologi khas yang tampak pada bagian batang, daun, bunga, serta akarnya. Batang tebu merupakan bagian yang memiliki nilai ekonomi tertinggi karena di dalam lapisan kulitnya terdapat jaringan parenkim yang mengandung cairan plasma kaya sukrosa. Bentuk batang tebu hampir silindris, beruas-ruas, dan memiliki buku-buku tempat melekatnya daun. Batangnya berdiameter besar,

berkulit lembut, serta menghasilkan banyak nira. Warna batang tebu bervariasi tergantung pada varietasnya. Warna tersebut ditentukan oleh dua jenis pigmen utama, yaitu antosianin (yang memberi warna merah atau biru) pada sel-sel epidermis, dan klorofil hijau pada jaringan kulit bagian dalam. Jika kedua pigmen tersebut tidak terdapat dalam batang, maka warna kulit batang akan tampak kuning.

Pelepah daun tebu tumbuh melekat pada buku batang secara berselang-seling di sisi batang yang berlawanan, sehingga membentuk dua baris sejajar. Pelepah ini menyelimuti batang dan menutupi bagian mata tunas. Pada bagian batang muda atau pucuk, di mana ruas masih pendek, daun saling menutupi secara bertumpuk (*overlap*) sehingga mampu melindungi titik tumbuh dengan baik. Daun tebu terdiri atas dua bagian utama, yaitu helai dan pelepah daun. Helai daun berbentuk memanjang menyerupai pita, dengan panjang sekitar 1–2 meter dan lebar antara 5–7 sentimeter. Bunga tebu merupakan bunga majemuk berbentuk malai, yang terdiri atas ribuan bunga kecil di dalam satu rangkaian. Setiap bunga kecil memiliki tiga benang sari, satu bakal buah, serta tenda bunga yang terdiri dari tiga helai daun kelopak dan satu helai daun mahkota. Tebu memiliki sistem perakaran serabut, yang merupakan ciri khas tanaman monokotil atau berbiji tunggal. Akar tebu umumnya tidak bercabang banyak dan tumbuh hampir lurus ke bawah dengan ukuran yang relatif besar

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari Juli 2024 hingga Oktober 2025 yang bertempat di lahan Tanpa Olah Tanah (TOT) Politeknik Negeri Lampung (Polinela). Kandungan N-total tanah dan serapan nitrogen tanaman dianalisis di Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, ember, bor tanah, timbangan, penggaris, labu semi-mikro *Kjeldahl* 100 ml, alat pemanas semi-mikro *kjeldahl*, labu destilasi, perlengkapan distilasi uap, labu erlenmeyer 100 ml, gelas ukur, seperangkat buret, batang pengaduk, pipet tetes, dan botol aquades. Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bibit tebu GMP 7 (*Plant Cane*), pupuk NPK tunggal, air, pupuk kandang ayam, sampel tanah dan tanaman, katalis campuran (kalium sulfat, tembaga sulfat dan logam selenium), larutan NaOH 40%, indikator campuran bromkresol hijau dan metil merah, asam borat 2%, HCl 0,025 N standar, dan aquades.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Sejarah Lahan

Sejarah lahan TOT dimulai pada tahun 1987 dengan penanaman jagung. Lahan kemudian mengalami masa bera pada tahun 1997 dan 2002. Masa bera merupakan masa dimana tanah dalam kondisi istirahat (Suryanto dkk., 2006). Setelah masa

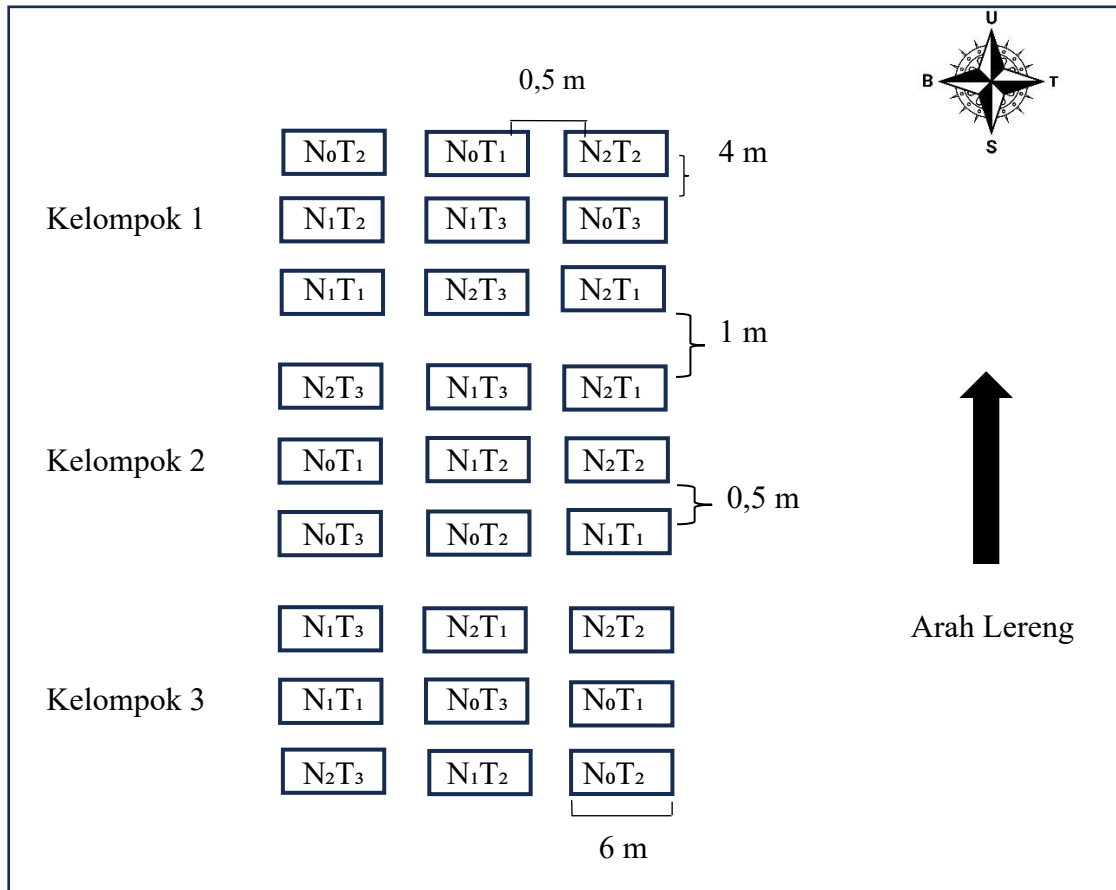
bera selesai, dilakukan pengolahan tanah dan kegiatan tanam dimulai kembali pada 2012 dengan penanaman tanaman jagung, diikuti penanaman kacang hijau (2013), padi gogo (2014–2015), jagung (2015–2016), dan kedelai (2016), kemudian memasuki masa bera. Setelah masa bera 2017–2018, dilakukan pengolahan tanah dan jagung kembali ditanam akhir 2018–awal 2019, lalu diikuti penanaman kacang tunggak (2019). Periode 2020–2021 dilakukan penanaman kacang hijau dan jagung manis, diikuti penanaman kacang hijau lagi pada 2022. Lahan kemudian memasuki masa bera dari Oktober 2022 hingga Juni 2024. Setelah masa bera selesai, pengolahan tanah tidak dilakukan, dan mulai Juli 2024, lahan ditanami tebu (*Plant Cane*) hingga Juni 2025 dan akan dilanjutkan dengan tebu ratoon (2025–2026).

3.3.2. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan perlakuan 2 faktor, yaitu faktor pertama adalah sistem olah tanah dan faktor kedua yaitu pemupukan N. Sistem olah tanah terdiri dari 3 perlakuan yaitu T_1 = Olah tanah intensif, T_2 = Olah tanah minimum, dan T_3 = Tanpa olah tanah. Pemupukan nitrogen terdiri dari 3 perlakuan yaitu N_0 = tanpa pemupukan ($0 \text{ kg urea ha}^{-1}$), N_1 =dosis setengah ($150 \text{ kg urea ha}^{-1}$), dan N_2 = dosis rekomendasi ($300 \text{ kg urea ha}^{-1}$). Sehingga dihasilkan 9 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan yang dilakukan sebagai berikut:

1. N_0T_1 = Tanpa pupuk + Olah tanah intensif
2. N_0T_2 = Tanpa pupuk + Olah tanah minimum
3. N_0T_3 = Tanpa pupuk + Tanpa olah tanah
4. N_1T_1 = Pupuk $150 \text{ kg urea ha}^{-1}$ + Olah tanah intensif
5. N_1T_2 = Pupuk $150 \text{ kg urea ha}^{-1}$ + Olah tanah minimum
6. N_1T_3 = Pupuk $150 \text{ kg urea ha}^{-1}$ + Tanpa olah tanah
7. N_2T_1 = Pupuk $300 \text{ kg urea ha}^{-1}$ + Olah tanah intensif
8. N_2T_2 = Pupuk $300 \text{ kg urea ha}^{-1}$ + Olah tanah minimum
9. N_2T_3 = Pupuk $300 \text{ kg urea ha}^{-1}$ + Tanpa olah tanah

Kesembilan kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga di dapatkan 27 petak percobaan seperti Gambar 2.



Gambar 2. Tata Letak Percobaan : N₀T₁= Tanpa pupuk + Olah tanah intensif
 N₀T₂= Tanpa pupuk + Olah tanah minimum, N₀T₃= Tanpa pupuk + Tanpa olah tanah, N₁T₁= Pupuk 150 kg urea ha⁻¹ + Olah tanah intensif, N₁T₂= Pupuk 150 kg urea ha⁻¹ + Olah tanah minimum, N₁T₃= Pupuk 150 kg urea ha⁻¹ + Tanpa olah tanah, N₂T₁= Pupuk 300 kg urea ha⁻¹ + Olah tanah intensif, N₂T₂= Pupuk 300 kg urea ha⁻¹ + Olah tanah minimum, N₂T₃= Pupuk 300 kg urea ha⁻¹ + Tanpa olah tanah

3.4. Pelaksanaan Penelitian

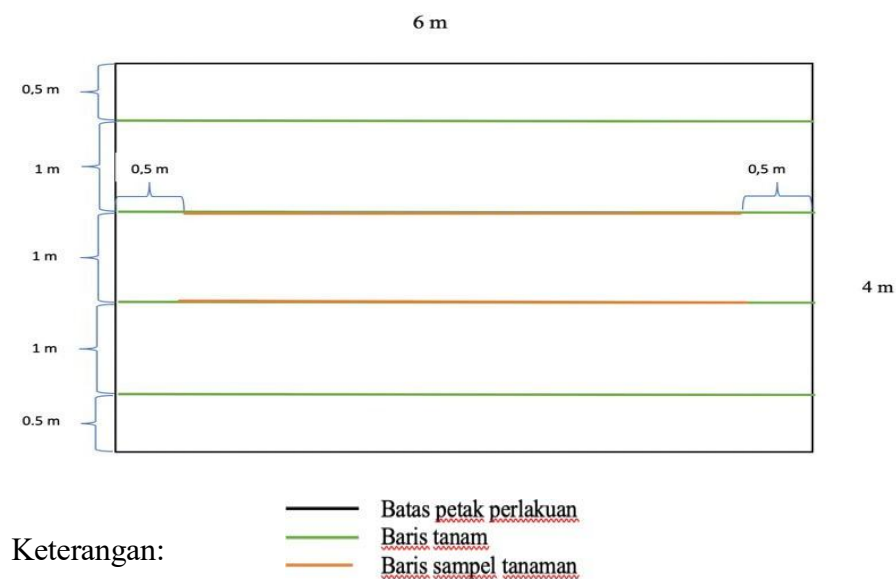
3.4.1 Persiapan Lahan

Sebelum pelaksanaan penelitian, dilakukan serangkaian persiapan pengukuran lahan dan penentuan plot percobaan. Lahan dibagi menjadi 27 petak percobaan, masing-masing berukuran 4 m x 6 m dan jarak antar petak sebesar 0,5 m. Setelah itu dilakukan olah tanah dan pemupukan N sesuai dengan perlakuan penelitian seperti pada gambar 2. Untuk perlakuan sistem olah tanah intensif (OTI), lahan

dilakukan pembersihan gulma, penggemburan dan pembalikan yang melibatkan cangkul dan *hand tractor*. Awalnya, pengolahan tanah dilakukan hanya menggunakan cangkul, akan tetapi untuk lahan pertanaman tebu diperlukan kedalaman yang lebih sehingga digunakan *hand tractor*. Untuk sistem olah tanah minimum dilakukan pembersihan gulma dengan cara dikoret dan dijadikan sebagai mulsa. Perlakuan tanpa olah tanah tidak diterapkan penggemburan tanah, dan diterapkan dengan penyemprotan gulma menggunakan herbisida kemudian gulma dijadikan sebagai mulsa. Terdapat mulsa yang disisakan di 2 perlakuan olah tanah, yaitu OTM dan TOT, hal ini bertujuan untuk menutup lapisan atas tanah dan sumber bahan organik.

3.4.2. Penanaman

Sebelum penanaman, dilakukan pembuatan baris tanam antar tanaman dengan menggunakan blencong. Setiap ulangan memiliki 9 petak perlakuan dengan masing masing petak berukuran 6 m x 4 m. Panjang diameter dari jalur/kairan untuk menanam adalah 6 m dengan jarak antar baris 1 m, sehingga didapatkan 4 jalur baris/kairan untuk menanam. Berikut gambar dari tata letak baris tanam:



Gambar 3. Tata Letak Baris Tanaman

Bibit tebu dengan varietas GMP 7 yang berumur 6 bulan dengan panjang sekitar

1,5 m dipotong menjadi 3 sampai 4 mata tunas dengan panjang sekitar 10 sampai 15 cm. Penanaman dilakukan dengan memilih pangkal dan pucuk dari *plant cane* tebu dan diletakkan pada kairan secara *end-to-end*. Maksudnya adalah dimana peletakkan dilakukan dengan pertemuan antara ujung dengan pucuk. Hal ini dimaksudkan agar memaksimalkan penggunaan lahan.

3.4.3. Pengaplikasian Pupuk

Pengaplikasian pupuk kandang ayam dengan dosis 1000 kg ha^{-1} ($2,4 \text{ kg petak}^{-1}$) diaplikasikan setelah pengolahan tanah dan pupuk TSP dengan dosis 350 kg ha^{-1} ($0,84 \text{ kg petak}^{-1}$) juga diaplikasikan setelah pengolahan tanah sebagai pupuk dasar dengan cara dilarik dan ditanam pada baris tanaman. Pengaplikasian pupuk KCI dengan dosis 300 kg ha^{-1} ($0,72 \text{ kg petak}^{-1}$) diaplikasikan 1 BST bersamaan dengan Pupuk N yaitu Urea yang merupakan perlakuan pada penelitian ini dan dibagi menjadi 2 dosis yaitu N_1 150 kg ha^{-1} ($0,36 \text{ kg petak}^{-1}$), N_2 300 kg ha^{-1} ($0,72 \text{ kg petak}^{-1}$), diaplikasikan dengan cara dilarik dan ditanam pada baris tanaman.

3.5. Pemeliharaan Tanaman

3.5.1. Penyiraman

Penyiraman tanaman merupakan salah satu bentuk pemeliharaan tanaman untuk memastikan kebutuhan air dari tanaman dan menjaga kelembaban tanah. Pada penelitian ini sistem penyiraman jika dibutuhkan (tidak ada hujan) menerapkan irigasi berbasis alat *sprinkle* yang akan menyiram 1-2 kali dalam sehari, yaitu pada pagi hari dan sore hari.

3.5.2. Penyulaman

Penyulaman merupakan kegiatan yang perlu dilakukan untuk mengganti bibit tebu yang tidak tumbuh dengan baik. Tujuannya agar memperoleh hasil panen yang seragam dan produktivitas tinggi. Penyulaman dilakukan dengan mengambil bibit tebu yang sudah ditanam di *polybag* bersamaan dengan penanaman tebu di petak

percobaan, hal ini dilakukan agar pertumbuhan tanaman tebu seragam.

3.5.3. Penyiangan Gulma

Penyiangan gulma adalah kegiatan membersihkan atau menghilangkan gulma (tanaman pengganggu) yang tumbuh di sekitar tanaman utama dengan tujuan agar mengurangi persaingan antara gulma dan tanaman utama terhadap unsur hara, air, cahaya matahari, dan ruang tumbuh. Penyiangan gulma dilakukan 1 minggu sekali dari minggu awal hingga minggu kedelapan setelah tanam.

3.5.4. Pengkelentekan

Pengkelentekan adalah upaya pemeliharaan khusus tanaman tebu dengan cara menguliti atau mencabut bagian daun mulai dari batang tengah hingga pangkal dengan kriteria daun yang dikuliti adalah yang sudah mati atau kering. Pengkelentekan dilakukan dengan tujuan untuk menjaga pertumbuhan tebu tetap optimal, meningkatkan pencahayaan di sekitar batang, sehingga fotosintesis lebih optimal sehingga dapat meningkatkan kualitas batang tebu, terutama kadar sukrosa, dan memudahkan pemanenan. Pengkelentekan tebu dilakukan pada bulan ke-5 hingga bulan ke-7 setelah awal tanam dimana dilakukan 1 kali setiap bulannya. Pada semua petak perlakuan termasuk olah tanah intensif, dilakukan pengkelentekan sesuai praktik standar petani tebu, yaitu memanfaatkan sisa daun tebu sebagai mulsa alami. Cara ini lebih efisien dari segi biaya karena petani tidak perlu menambahkan mulsa dari luar lahan. Selain itu, mulsa membantu menjaga kelembapan tanah dan menambah bahan organik melalui proses dekomposisi.

3.6 Pengambilan Sampel Tanah dan Tanaman

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada minggu ke-34 setelah penanaman yaitu pada fase vegetatif maksimum. Fase vegetatif maksimum adalah periode dimana tanaman tebu mengalami pembentukan biomassa tanaman. Fase ini juga merupakan masa-masa dimana pertumbuhan batang aktual dan masa akhir dari pemanjangan batang tebu dimana setelah masa tersebut juga merupakan masa pengisian gula atau masa pemasakan awal. Dalam penelitian ini sampel tanah

diambil 3 titik diantara kairan 2 dan 3 yang merupakan kairan yang berada ditengah petak percobaan. Sampel kemudian dikompositkan dan didapatkan 27 sampel tanah. Pengambilan sampel tanah ini menggunakan alat bor tanah dan diberikan label perlakuan untuk menghindari adanya sampel yang tertukar. Selanjutnya, sampel tanah dikering udarakan, dan kemudian di ayak sehingga siap untuk dianalisis laboratorium.

Pengambilan sampel tanaman, dilakukan dengan mengambil 3 sampel tanaman diantara kairan 2 dan 3 yang merupakan kairan yang berada ditengah petak percobaan, dilakukan dengan cara memotong 3 batang tebu yang pertumbuhannya seragam, dipotong mulai dari batas permukaan tanah, kemudian 3 sampel diambil dan dihitung bobot basah nya. Selanjutnya, dari ketiga sampel, diambil 1 sampel untuk dilakukan preparasi dimulai dari pencacahan dan pengovenan. Pengovenan dilakukan dengan suhu 60° C selama 96 jam kemudian dihitung berat keringnya dan selanjutnya dilakukan penggilingan hingga halus, sampel disimpan di wadah yang kedap udara, sehingga sampel tanaman siap untuk dianalisis laboratorium.

3.7. Variabel Pengamatan

Variabel utama pengamatan pada penelitian ini yaitu N-total dan Serapan N tanaman. Sedangkan variabel pendukung yang diamati pada penelitian ini yaitu pH tanah, dan C-Organik.

3.7.1 Analisis N-total Tanah

Metode yang sering digunakan untuk penetapan N total tanah adalah metode *Kjeldahl*. Dalam metode ini, bentuk N organik dan nitrat diubah menjadi N-amonium melalui proses perombakan. Metode *Kjeldahl* dibagi menjadi tiga tahapan yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Langkah pertama, ditimbang 1 g contoh tanah dan dimasukkan ke dalam labu semi-mikro *Kjeldahl* 100 ml, kemudian ditimbang 1 g katalis campuran (kalium sulfat, tembaga sulfat, dan logam selenium), dan tambahkan 5 ml larutan asam sulfat pekat ke dalam labu semi-mikro *Kjeldahl* 100 ml. Pada tahap destruksi, diletakkan labu pada alat

pemanas, dipanaskan hingga perombakkan selesai hingga larutan berwarna putih. Setelah itu labu diangkat dan didinginkan. Setelah perombakkan selesai, larutan dalam labu diencerkan dengan air destilata sebanyak 100 ml dan di aduk secara perlahan hingga homogen. Seluruh ekstrak dipindahkan ke dalam labu destilasi. Sampai tahap ini, labu ini bisa ditutup untuk distilasi. Peralatan distilasi harus disiapkan dahulu dengan pemanasan generator uap sampai mendidih. Tutup sistem distilasi uap pada tahap ini dan letakkan sebuah Erlenmeyer 100 ml yang berisi 25 ml asam borat di bawah kondensor. Lalu tambahkan 20 ml NaOH 40% dengan corong, dan alirkan secara perlahan-lahan ke dalam labu distilasi. Lanjutkan distilasi sampel sampai larutan distilat mencapai kira-kira 40 ml, kemudian hentikan generator uap. Selanjutnya titrasi larutan distilat dengan HCl 0,025 N standar dengan menggunakan buret. Perubahan warna pada titik akhir adalah dari hijau menjadi merah jambu (Thom dan Utomo, 1991). Perhitungan dilakukan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Mg N/g tanah} = (N \text{ HCl} \times \text{ml HCl}) \times 14$$

$$\%N = \frac{(V_s - V_b) \times N \text{ HCl} \times 14}{\text{berat sampel (mg)}} \times 100$$

Keterangan:

% N	= kadar nitrogen dalam sampel
V _s	= Volume titrasi sampel
V _b	= volume titrasi blanko
N	= normalitas larutan HCl yang digunakan dalam titrasi
ml HCl	= volume HCl standar yang digunakan (dalam mililiter)
14	= bobot atom nitrogen (N)
berat sampel (mg)	= massa sampel yang dianalisis dalam miligram

3.7.2. Analisis Serapan N Tanaman

Sama seperti penetapan metode *Kjeldahl* pada nitrogen total tanah, nitrogen jaringan tanaman menggunakan metode yang sama yaitu *Kjeldahl*. Prosedur yang harus diterapkan dalam melakukan uji serapan unsur nitrogen jaringan tanaman yaitu langkah pertama adalah ditimbang 0,5 g contoh tanah dan dimasukkan ke dalam labu semi-mikro *Kjeldahl* 100 ml, kemudian masukkan 1 g katalis campuran (kalium sulfat, tembaga sulfat, dan logam selenium) dan 7,5 ml asam sulfat pekat ke dalam labu semi-mikro *Kjeldahl*. Pada tahap destruksi,

diletakkan labu pada alat pemanas, dipanaskan hingga perombakkan selesai hingga larutan berwarna bening. Setelah itu labu diangkat dan didinginkan. Setelah perombakan selesai, larutan dalam labu diencerkan dengan air destilata sebanyak 100 ml dan di aduk secara perlahan hingga homogen. Seluruh ekstrak dipindahkan ke dalam labu destilasi. Sampai tahap ini, labu ini bisa ditutup untuk distilasi. Peralatan distilasi harus disiapkan dahulu dengan pemanasan generator uap sampai mendidih. Tutup sistem distilasi uap pada tahap ini dan letakkan sebuah Erlenmeyer 100 ml yang berisi 25 ml asam borat di bawah kondensor. Lalu tambahkan 20 ml NaOH 40% dengan corong, dan alirkan secara perlahan-lahan ke dalam labu distilasi. Lanjutkan distilasi sampel sampai larutan distilat mencapai kira-kira 40 ml, kemudian hentikan generator uap. Selanjutnya titrasi larutan distilat dengan HCl 0,025 N standar dengan menggunakan buret. Perubahan warna pada titik akhir adalah dari hijau menjadi merah jambu (Thom dan Utomo, 1991). Perhitungan dilakukan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Mg N/g tanah} = (\text{N HCl} \times \text{ml HCl}) \times 14$$

$$\%N = \frac{N \times \text{ml} \times 14}{\text{berat sampel (mg)}} \times 100$$

$$\% N \times \text{produksi berat kering (Mg ha}^{-1}\text{)} = N \text{ terpanen}$$

3.7.3 pH Tanah

Analisis pH tanah dapat dilakukan dengan metode kolorimetri menggunakan pH meter. Disiapkan sampel tanah dan botol film. Lalu ditimbang 5 g sampel tanah dan dimasukkan kedalam botol film lalu ditambahkan ke dalam botol 12,5 ml aquades. Dilakukan kembali pada tahap kedua dengan menggunakan larutan KCL. Dikocok dengan shaker selama 30 menit, diamkan beberapa saat, dan ukur pH masing-masing suspensi.

3.7.4. C-Organik

Analisis C-organik tanah dilakukan dengan menggunakan metode *Walkley and Black*. Analisis ini menggunakan 0,5 g tanah kering udara dan ditambahkan 5 mL

$K_2Cr_2O_7$. Setelah itu, ditambahkan 10 mL H_2SO_4 dan diamkan selama 30 menit di ruang asam, diencerkan dengan 100 mL aquades dan ditambahkan 5 mL asam fosfat pekat, 2,5 mL NaF 4%, dan 5 tetes indikator difenil amin, kemudian dititrasi dengan ammonium sulfat 0,5 N hingga warna larutan berubah warna dari coklat kehijauan menjadi biru toska (Thom dan Utomo, 1991). C-organik dihitung menggunakan rumus berikut ini :

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

Keterangan :

VB = ml titrasi blanko

VS = ml titrasi sampel

3.7.5. C/N

C/N tanah merupakan perbandingan antara kandungan unsur karbon (C) dan unsur nitrogen (N) yang terdapat tanah (Djuarnani, 2005). C/N dihitung dengan membagi % kandungan C-organik dengan % kandungan N-total tanah (Eviati dkk., 2023).

3.7.5 Berat Taksasi Tanaman

Berat taksasi tebu merupakan pendugaan hasil produksi tebu sementara sebelum panen yang dihitung berdasarkan parameter pertumbuhan tanaman, dan digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kegiatan panen serta pengelolaan produksi.

Taksasi produksi berfungsi untuk memperkirakan total hasil panen sehingga dapat digunakan dalam perencanaan tenaga kerja, alat, dan kapasitas giling (Hanny dkk., 2023). Data produksi dihitung dengan rumus taksasi tebu yang berasal dari Evizal, R. (2018).

$$P = PK \times JB \times TB \times BB$$

Keterangan :

P = Produksi tebu/ha ($kg\ ha^{-1}$)

PK = Panjang kairan ($m\ ha^{-1}$) (rumus = $10.000/pkp$)

JB = Jumlah batang tebu panen/meter kairan (batang/m)

TB = Tinggi batang tebu, diukur sampai titik patah 30 cm dari pucuk (m)

BB = Bobot batang tebu ($kg/m\ batang$)

3.8. Analisis Data

Data N-total tanah dan serapan N tanaman tebu diuji menggunakan uji Barlett untuk uji homogenitas ragam dan uji Tukey untuk uji aditivitas data. Jika asumsi terpenuhi maka data akan diolah dengan Analisis Ragam dan jika data berpengaruh nyata akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%. Kemudian dilakukan uji korelasi untuk mengetahui interaksi atau hubungan antara variabel pendukung (C-Organik dan pH tanah) terhadap kandungan N-total tanah dan serapan N tanaman tebu.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perlakuan sistem olah tanah tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan N-total ditanah Ultisol dan serapan N brangkasian tebu pada masa vegetatif maksimum.
2. Perlakuan pemupukan nitrogen jangka panjang sesuai dosis rekomendasi 300 kg ha^{-1} menghasilkan N-total tanah tertinggi sebesar 0,25% dibandingkan dengan dosis pemupukan lainnya, akan tetapi tidak menghasilkan serapan N brangkasian tanaman tebu tertinggi pada masa vegetatif maksimum yaitu sebesar $18,76 \text{ kg ha}^{-1}$. Dosis pemupukan 150 kg ha^{-1} hanya menghasilkan N-total tanah sebesar 0,22% tetapi menghasilkan serapan N brangkasian tebu tertinggi pada masa vegetatif maksimum yaitu sebesar $21,65 \text{ kg ha}^{-1}$
3. Tidak terdapat pengaruh interaksi perlakuan sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap kandungan N-total ditanah Ultisol dan serapan N tanaman tebu. N-total tanah berkorelasi sangat nyata dengan rasio C/N tanah,

5.2 Saran

Penulis menyarankan agar pengelolaan mulsa hasil pengkelentekan dilakukan secara lebih selektif, karena keberadaannya dapat menyebabkan homogenitas antar perlakuan, khususnya pada sistem olah tanah intensif, sehingga variasi data menjadi rendah dan pengaruh perlakuan kurang terlihat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdissa, T., Chali, A., Tolessa, K., Tadese, F. and Awas, G. 2011. Yield and Yield Components of Sweet Potato as Influenced by Plant Density: In Adami Tulu Jido Kombolcha District, Central Rift Valley of Ethiopia. *American Journal of Experimental Agriculture*. 2(1) : 40-48.
- Afrianti, N. A., Yonathan, Y., Pratama, A. R., Lumbanraja, J., Novpriansyah, H., Supriatin, dan Buchari, H. 2025. Dinamika Karbon Organik dan Hara Tanah Serta Hasil Jagung Akibat Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang (Tahun ke-34) di Ultisol. *Jurnal Agrotek Tropika*. 13(3): 733-746.
- Afrianti, N.A., Kartini, B., Sarno, Novpriansyah, H., Supriatin, dan Utomo, M. 2023. Pengaruh Sistem Olah Tanah Jangka Panjang dan Pemberian Pupuk Nitrogen (Ke-34) terhadap Kandungan Asam Humat dan Asam Fulvat Tanah pada Pertanaman Jagung di Politeknik Negeri Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 9(2): 227 – 237
- Agsari, D., Utomo, M., Hidayat, K.F., dan Niswati, A. 2020. Respon Serapan Hara Makro-Mikro dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) terhadap Pemupukan Nitrogen dan Praktik Olah Tanah Jangka Panjang. *Journal of Tropical Upland Resources*. 2 (1): 46-59.
- Agustin, M., Supriatin, Utomo, M., dan Sarno. 2021. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Residu Pemupukan N Jangka Panjang terhadap Kadar N Total Tanah, Serapan N dan Produksi Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* L.). *Jurnal Agrotektropika*. 9(2): 227 – 237.
- Akbar, F.T., Utomo, M., dan Sarno. 2016. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Efisiensi Serapan Nitrogen pada Tanaman Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) Tahun Ke-27 di Lahan Politeknik Negeri Lampung. *J. Agrotek Tropika*. 4 (1): 75 – 80.
- Akbar, M., Quraysh, dan Borman, R.I. 2021. Otomatisasi Pemupukan Sayuran pada Bidang Hortikultura Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTIKOM)*. 2(2) : 15-28.
- Albayadi. 2005. Kajian Sistem Olah Tanah dan Pemberian Mulsa Jerami Padi Terhadap Erosi Tanah Ultisol Serta Hasil Jagung. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian*. Jambi 23-25 November 2005. 279 – 284.

- Anas, M., Liao, F., Verma, K. K., Sarwar, M. A., Mahmood, A., Chen, Z. L. 2020. Fate of Nitrogen in Agriculture and Environment: Agronomic, Eco-Physiological and Molecular Approaches to Improve Nitrogen Use Efficiency. *Biol Res.* 53 (1): 1–20.
- Amalia, R.H. 2017. Hubungan Perilaku Jerapan dan Ketersediaan Fosfor dalam Tanah dengan P-Terangkut oleh Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Akibat Perlakuan Pupuk Organonitrofos dan NPK di Tanah Ultisol Gedung Meneng. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
- Asnada, R. 2019. Kesuburan Tanah Ultisol dan Perbaikannya melalui Pemupukan. *Jurnal Ilmu Tanah Indonesia*. 14(2): 88-97.
- Asmulliani R., dan Pertiwi, E.D. 2023. Penerapan Sistem Olah Tanah dan Jarak Tanam pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis. *Jurnal Ilmiah*. 2(2): 12-20.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Tebu Indonesia 2021*. BPS-Statistics Indonesia. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Statistik Tebu Indonesia 2022*. BPS-Statistics Indonesia. Jakarta
- Batubara, R. P., dan Listyarini, E. 2017. Kajian Aplikasi Seresah Tebu dan Urea Terhadap Ketersediaan Nitrogen Dalam Tanah PT. Perkebunan Nusantara X Jengkol-Kediri. *JTSL Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 4(1): 411-419.
- Chandra, D., Banuwa, I.S., Afrianti, N. A., dan Afandi. 2018. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemberian Herbisida terhadap Kehilangan Unsur Hara dan Bahan Organik Akibat Erosi pada Pertanaman Jagung Musim Tanam Ketiga di Laboratorium Lapang Terpadu Universitas Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 6 (1): 56-65.
- Cookson, W. R., Cornforth, I. S., dan Rowarth, J. S. 2002. Winter Soil Temperature (2–15 °C) Effect on Nitrogen Transformations in Clover Green Manure-Amended and Unamended Soils: A Laboratory and Field Study. *Soil Biology and Biochemistry*. 34 (1): 1401–1415.
- Damanik, A. R. B., Halimah, H., dan Sarifuddin. 2014. Dinamika N-NH₄ dan N-NO₃ Akibat Pemberian Pupuk Urea dan Kapur CaCO₃ Pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala Dan Kaitannya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(3):1218–1227.

- Darso, W.A.S.P., Elizabeth, K., dan Habi, L.A. 2020. Pengaruh Pupuk Organik Cairan Urea terhadap Kemasaman, N-total, Serapan N, serta Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) pada Regosol. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 19(2): 142-148.
- Darwis, S.N. 1979. *Agronomi Tanaman Padi*. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. Padang.
- Dinu, P.A., Utomo, M., Afandi, dan Banuwa, I. S. 2021. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Laju Infiltrasi Tanah pada tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Lahan Politeknik Negeri Lampung. *J.Agrotek Tropika*. 9(1) : 75- 84.
- Doberman, A. 2000. *Rice Nutrient Disorders and Nutrient Management; Potash and Phosphate Institute of Canada and International Rice Research Institute*. Oxford Geographic Printers Pte Ltd. Canada, Philippines.
- Eviati, Sulaeman, dan Widowati, L. R. 2023. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Fikriawan, A. A., Saida, S., Haris, A., dan Tjoneng, A. 2024. Analisis Status Hara Nitrogen Untuk Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) di Kecamatan Mare Kabupaten Bone. *AgrotekMAS Jurnal Indonesia. Jurnal Ilmu Pertanian*. 5(1): 76-80.
- Firmansyah, I, dan N Sumarni. 2013. Pengaruh Dosis Pupuk N Dan Varietas Terhadap pH Tanah, N-total Tanah, Serapan N, dan Hasil Umbi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Pada Tanah Entisols-Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Hortikultura*. 23(4): 358–364.
- Foth, H. D., dan Adisoemarto, S. 1994. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Fuady, Z. 2010. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Residu Tanaman Terhadap Laju Mineralisasi Nitrogen. *Lentera*. 10(1): 94-01.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Diha, M.A., Go.B. H., dan Bailey, H.H. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Jakarta. 488 hlm.
- Hanafiah, A.S., Sabrina, T., dan Guchi, H. 2009. *Biologi dan Ekologi Tanah*. Program Studi Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Handayani, S., dan Karnilawati. 2018. Karakteristik dan Klasifikasi Tanah Ultisol di Kecamatan Indrajaya Kabupaten Pidie. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 14(2) : 52-59.

- Hanny, W. A., Purwono, dan Suwarto. 2023. Ketepatan Taksasi Produksi Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di PG Madukismo Yogyakarta. *Buletin Agrohorti*. 11(3): 407–414.
- Harjanti, R.A., Tohari, dan Utami, S.N.H. 2014. Pengaruh Takaran Pupuk Nitrogen dan Silika terhadap Pertumbuhan Awal (*Saccharum officinarum* L.) pada Inceptisol. *Vegetalika*. 3(2): 35-44.
- Herdianto, D., dan Setiawan, A. 2015. Upaya Peningkatan Kualitas Tanah Melalui Sosialisasi Pupuk Hayati, Pupuk Organik, dan Olah Tanah Konservasi di Desa Sukamanah dan Desa Nanggerang Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*. 4(1) : 47-53.
- Hidayat, A., Lumbanraja, J., Utomo, S. D., dan Puji Siswanto, H. 2018. Respon Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Sistem Olah Tanah pada Musim Tanam Ketiga di Tanah Ultisol Gedung Meneng Bandar Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 6(1): 1–7.
- Hussain, S., Anwar-ul-Haq, M., Hussain, S., Akram, Z., Afzal, M., dan Shabbir, I. 2017. Best Suited Timing Schedule Of Inorganic NPK fertilizers and Its Effect on Qualitative and Quantitative Attributes of Spring Sown Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 16(1): 66-71.
- Indrawanto, C., Purwono, S., Syakir, M., dan Rumini, W. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. ESKA media. Jakarta.
- Ishaq, R. M., Putri, F. S. M., Kurniawan, S., Hidayat, M. T., dan Albarki, G. K. 2025. Efisiensi Aplikasi Pupuk Kieserite untuk Meningkatkan Serapan Hara dan Produksi Jagung Manis. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 12(2): 233-246.
- Ismayana, A., Indrasti, N.S., Suprihatian, Maddu, A., dan Fredy, A. 2012. Faktor Rasio C/N Awal dan Laju Aerasi pada Proses Co-Composting Bagasse dan Blotong. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 22(3): 173-179.
- Isnaini, S. 2018. Kandungan Amonium dan Kalium Tanah dan Serapannya Serta Hasil Padi Akibat Perbedaan Pengolahan Tanah Yang Dipupuk Nitrogen dan Kalium Pada Tanah Sawah. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 7(1): 23–34.
- Jambak, M.K.F.A., Baskoro, D.P.T. dan Wahjunie, E.D.W. 2017. Karakteristik Sifat Fisik Tanah Pada Sistem Pengolahan Tanah Konservasi (Studi Kasus: Kebun Percobaan Cikabayan). *Jurnal Buletin Tanah Lahan*. 1(1):44-50.

- Li, Y., and Li, Y. 2025. Nitrogen Addition Enhances Soil Carbon and Nutrient Dynamics in Chinese Croplands: A Machine Learning and Nationwide Synthesis. *Li and Li Carbon Balance and Management*. 20(15): 2-12.
- Magandi dan Purwono. 2019. Korelasi Dosis Pemupukan Nitrogen Terhadap Produktivitas dan Rendemen Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Bul. Agrohorti*. 7(2) : 224-229
- Maqrus, M. 2022. Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Kandang Ayam dan Frekuensi Pemberian Eco-Enzyme Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Strut.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Masni, E.R., dan Marpaung, B.P. 2015. Pengaruh Interaksi Bahan Mineral dan Bahan Organik Terhadap Sifat Kimia Ultisol dan Produksi Tanaman Sawi. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(4):1489-1494.
- Melisa, Putra, E.T.S., Hanudin, E. 2018. Effects of Urease Inhibitor and Nitrification Inhibitor on the Nitrogen Losses, Physiological Activity, and Oil Palm Yield on Red-Yellow Podzolic. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*. 3(3) : 127-134.
- Marschner, H. 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (3rd Ed.)*. Academic Press.
- Mastur, Syafaruddin, dan Syakir, M. 2015. Peran Dan Pengelolaan Hara Nitrogen Pada Tanaman Tebu Untuk Peningkatan Produktivitas Tebu. *Jurnal Perspektif*. 14(2): 73-86.
- Mindari, W., Windjajani, B.W., Darsini, P.R. 2018. *Kesuburan Pupuk*. Gosyen Publishing. Yogyakarta
- Mugni. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Majemuk terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Lahan Bekas Tebangan Jati. *Jurnal Agros wagati*. 6(2): 754-773.
- Murwandono. 2013. *Budidaya Tebu Di Indonesia*. Makalah Seminar Bulanan Balittas Oktober 2013 Malang.
- Nainggolan, T. A., Khotimah, S., dan Turnip, M. 2015. Bakteri Pendegradasi Amonia Limbah Cair Karet Pontianak Kalimantan Barat. *Protobion*. 4 (2): 69-76.
- Oktaviansyah, H., Lumbanraja, J., Sunyoto, dan Sarno. 2015. Pengaruh Sistem Olah Tanah terhadap Pertumbuhan, Serapan Hara dan Produksi Tanaman Jagung pada Tanah Ultisol Gedung Meneng Bandar Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(3): 393-401.

- Pirngadi, K., Toha, H.M., dan Nuryanto, B. 2007. Pengaruh Pemupukan N pada Pertumbuhan dan Hasil Padi Gogo di Dataran Sedang, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. *J. Apresiasi Hasil Penelitian Padi*. 4(1): 325-338.
- Prastya, 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*. 4(4): 384-393.
- Prasetyo, B. H., Subagyo, H., dan Kaslan, B. (2001). Karakteristik dan Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 20(2): 59–66.
- Prasetyo, Y T. 2002. *Budidaya Padi Sawah TOT (Tanpa Olah Tanah)*. Kanisius. Yogyakarta.
- Prasetyo, B.H., Subardja, D., dan Kaslan, B. 2005. Ultisol Dari Bahan Volkan Andesitic di Lereng Bawah Ungaran. *J. Tanah dan Iklim*. 23(1): 1-12.
- Prasetyo, B.H. dan Suriadikarta, D.A. 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *J. Balai Penelitian Tanah*. 25(2): 39-47.
- Prastowo, B. dan Patola, E. 2013. Pengaruh Cara Penanaman dan Dosis Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada Daun (*Lactuca sativa* L.). *Innofarm: Jurnal Inovasi Pertanian*. 12(2): 41-52.
- Purwani, J., dan Sulistyowati, D. 2011. Pengaruh Dosis Pupuk Nitrogen dan Jumlah Tanaman Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Caisim (*Brassica* sp). *Jurnal Penyuluhan Pertanian*. 6(1) : 53-60.
- Puspito, A.E.P. 2022. Respon Pertumbuhan Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Hayati Pada Varietas VMC 86-550. *Skripsi*. Politeknik Negeri Jember. Jember.
- Putra, A.D., Damanik, M.B.B., dan Hanum, H. 2015. Aplikasi Pupuk Urea dan Pupuk Kandang Kambing untuk Meningkatkan N-Total pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala dan Kaitannya terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(1): 128- 135.
- Putra, R.A., Banuwa, I.S., Supriatin, dan Utomo, M. 2020. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemberian Mulsa terhadap Kehilangan Unsur Hara (NPK) dan C-Organik Akibat Erosi pada Pertanaman Kacang Hijau Musim Tanam Ketiga. *J. Agrotek Tropika*. 8 (3): 537 - 545.
- Pusat Penelitian Gula PTPN X. 2015. *Bukti Penyerahan Analisa Pupuk*. PTPN X. Kediri.

- Rauf, A., 2005. *Teknik Konservasi Tanah dan Air*. Diklat Bahan Kuliah. Fakultas Pertanian, Jurusan Ilmu Tanah. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rauf, A. dan Ritonga, M.D. 1989. Percobaan Pengolahan Tanah Minimum dan Pemupukan N dan P terhadap Kandungan Bahan Organik dan Ketersediaan Fosfat serta Perubahan Kemasaman Tanah Podsolik Coklat Kekuningan Kebun Percobaan USU Tambunan A. *Prosiding Kongres Nasional VHITI Medan*. Medan.
- Ren, K., Xu, M., Li, R., Zheng, L., Liu, S., Reis, S., Wang, H., Lu, C., Zhang, W., Gao, H., Duan, Y., and Gu, B. 2022. Optimizing Nitrogen Fertilizer Use For More Grain And Less Pollution. *Journal of Cleaner Production*. 360: 132180.
- Ritung, S., Nugroho, K., Mulyani, A., dan Suryani, E. 2011. *Petunjuk teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian (Edisi Revisi)*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian Pertanian. Bogor.
- Risnawati. 2010. Pengaruh Pemberian Pupuk Urea dan Beberapa Formula Pupuk Hayati Rhizobium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* L.) di Tanah Masam Ultisol. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Rolbiecki, R., Rolbiecki, S., Figas, A., Jagosz, B., Wichrowska, D., Ptach, W., Liberacki, D. 2021. Effect of Drip Fertigation with Nitrogen on Yield and Nutritive Value of Melon Cultivated on a Very Light Soil. *Agronomy*. 11(5): 1–11.
- Rosmarkam, A., dan Yuwono, N.W. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sari, R., Maryam, dan Yusmah, R.A. 2023. Penentuan C-Organik pada Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman dan Keberlanjutan Umur Tanaman dengan Metoda Spektrofotometri UV VIS. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 12(1) : 11-19
- Sebayang, A. M., Damanik, M. M. B., dan Lubis, K. S. 2015. Aplikasi Pupuk KCl dan Pupuk Kandang Ayam Terhadap Ketersediaan dan Serapan Kalium Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Pada Tanah Inseptisol Kwala Bekala. *Jurnal Online Agroteknologi*. 3(3): 870–875.
- Setiadi, D., dan Tjondronegoro, P. D. 1989. *Dasar-dasar ekologi*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat. Bogor.

- Sirait, R. F., Sarno, S., Afrianti, N. A., dan Niswati, A. 2019. Pengaruh aplikasi biochar dan pemupukan nitrogen terhadap ketersediaan NPK tanah pada pertanaman jagung manis (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 8(1):37-46
- Siswanto, Y. D., Wianggadana, R., Haryanto, R., Setiawan, A., dan Sule, M.I.S. 2024. Pengaruh Dosis dan Frekuensi Pemberian Pupuk Tunggal (N,P,K) dan Pupuk Majemuk NPK Terhadap N-Total, P-tersedia dan K-dd Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) pada Inceptisols. *Soilrens*. 22 (2): 121-125
- Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., and Paustian, K. 2002. Stabilization Mechanisms of Soil Organic Matter: Implications for C-saturation of Soils. *Plant and Soil*. 241(2): 155–176.
- Soemarno. 2011. *Pentingnya Nitrogen Bagi Tanaman Tebu*. Bahan Kajian Mata Kuliah Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Soil Survey Staff. 2014. *Kunci Taksonomi Tanah. Edisi Ketiga Tahun 2015*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Subagyo, H., Suharta, N., dan Siswanto, A.B. 2004. *Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Subardja, D., S., Ritung, M., Sukarman, E., Suryani, dan Subandiono, R.E. 2014. *Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian. Bogor.
- Subowo, G. 2012. Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah Untuk Rehabilitasi Tanah Ultisol Terdegradasi. *Jurnal Balai Penelitian Tanah bogor*. 6(2): 79-88.
- Suharta, N. 2010. Karakteristik dan Permasalahan Tanah Marginal Dari Batuan Sedimen Masam di Kalimantan. *Jurnal Lisbung Pertanian*. 29(4) : 139-143.
- Supramudho, N. G. 2008. Efisiensi Serapan N serta Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Berbagai Imbangan Pupuk Kandang Puyuh dan Pupuk Anorganik di Lahan Sawah Palur Sukoharjo. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 84 hlm.
- Supriyadi, S. 2008. Kandungan Bahan Organik Sebagai Dasar Pengelolaan Tanah di Lahan Kering Madura. *Embryo*. 5(2): 176-183.
- Susanti, I., Utomo, M., dan Buchari H. 2014. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang Terhadap Biomassa Karbon Mikroorganism (C-mik) Di Rizosfer Dan Non-Rizosfer Pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.). *J. Agrotek Tropika*. 2(2): 317-320.

- Sutono, S., Abdurachman, A. dan Juarsah, I. 1996. Perbaikan tanah Podsolik Merah Kuning (*Haplorthox*) menggunakan bahan organik dan anorganik: suatu percobaan rumah kaca. Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. *Puslittanak*. 1(1): 23 – 27.
- Suwandi. 2013. *Teknologi Bawang Merah Off-Season: Strategi dan Implementasi Budidaya*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran (BALITSA). Lembang.
- Syahputra, E., Fauzi, dan Razali. 2015. Karakteristik Sifat Kimia dan Fisik Sub Grup Tanah Ultisol di Wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Agroteknologi*. 4(1): 1796-1803.
- Syukron, H. S., Mawarni, L., dan Irmansyah, T. 2017. Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (*Arachis Hypogea* L.) dengan Beberapa Sistem Olah Tanah dan Asosiasi Mikroba. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5(1): 202-207.
- Talakua, J.M., Kaya, E., Habi, M.L., dan Talakua, S.M. 2024. Evaluasi Status Kesuburan Sawah Irigasi dalam Kaitannya dengan Produktivitas Padi (*Oryza sativa* L.) di Desa Debowae, Kecamatan Waelata, Kabupaten Buru, Provinsi Maluku. *Jurnal Agroekotek*. 16(2): 99-118.
- Thom, W.O., dan Utomo, M. 1991. *Manajemen Laboratorium dan Metode Analisis Tanah dan Tanaman*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Utomo, M. 1995. Kekerasan Tanah dan Serapan Hara Tanaman Jagung pada Olah Tanah Konservasi Jangka Panjang. *Jurnal Tanah Tropika*. 1 : 1-7.
- Utomo, M. 2006. *Olah Tanah Konservasi*. Hand Out Pengelolaan Lahan Kering Berkelanjutan. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Utomo, M. 2010. *Peran Pengelolaan Tanah dalam Meningkatkan Biodiversitas Tanah untuk Mendukung Pertanian Tropika Berkelanjutan*. Makalah Utama pada Seminar Nasional Biodiversitas Tanah. Bandar Lampung.
- Utomo, M. 2014. Olah Tanah Konservasi untuk Budidaya Jagung Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional IX Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi*. Gorontalo.
- Utomo, M. 2015. *Tanpa Olah Tanah: Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Wahyunie, R. E., Baskoro, D. P. T., dan Sofyan, M. 2012. Kemampuan Retensi Air dan Ketahanan Penetrasi Tanah terhadap Olah Tanah Intensif dan Olah Tanah Konservasi. *Jurnal Tanah Lingkungan*. 14(2) : 73-78.
- Wahyuningtyas, R. S. 2010. Melestarikan lahan dengan olah tanah konservasi. *Jurnal Galam*. 4(2): 81-96.

- Woda, T. N., dan Wijayanto, Y. 2023. Analisis Variabilitas Total Nitrogen Tanah Dengan Menggunakan Geostatistika Pada Lahan Perkebunan Tebu (Studi Kasus di Tanggul Kulon Kabupaten Jember). *Berkala Ilmiah Pertanian*. 6(3): 134–139.
- Xiaobin, W., Dianxiong, and Jingqing, Z. 2001. Land Application of Organic and Inorganic Fertilizer For Corn in Dryland Farming Region of North China. *Proceedings of Sustaining the Global Farm*. Chinese Academy of Agricultural Science. Beijing.
- Yadav, R. L., Singh, R. V., Singh, R., and Srivastava, V. K. 1997. Effect of Planting Geometry and Fertilizer N Rates on Nitrate Leaching, Nitrogen Use Efficiency, and Sugarcane Yield. *Tropical Agriculture*. 74(2): 101–107.
- Yadav, K., Singh, P., Singh, R., and Author, C. 2024. Acta Scientific Agriculture Navigating Sugarcane's Growth Matrix for Yield Maximization Through Ethrel and GA 3. *Beyond Traditions*. 8(10): 50–69.
- Yonathan, Y., Lumbanraja, J., Buchari, H., Afrianti, N.A. 2025. Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang terhadap Kandungan Karbon Organik, Nitrogen Tanah dan Serapan N serta Produksi pada Pertanaman Jagung di Tanah Ultisol Tahun Ke-34. *Jurnal Agrotek Tropika*. 13 (3) : 733-746.
- Yuniarti, A., Suriadikusumah, A., dan Gultom, J.U. 2018. Pengaruh Pupuk Anorganik dan Pupuk Organik Cair Terhadap pH, N-total, C-organik, dan Hasil Pakcoy Pada Inceptisols. *Prosiding SEMNASTAN "Pertanian dan Tanaman Herbal Berkelanjutan di Indonesia"*. Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jakarta.
- Yupitasati, M., Utomo, M., Karyanto, A., dan Kadir, A.S. 2020. Pengaruh Sistem Olah Tanah Jangka Panjang, Pemupukan N dan Residu N Terhadap Serapan Hara Mikro dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Setelah Pengolahan Lahan Kembali. *J. of Tropical Upland Resources*. 2(1):24-35
- Zulhaedar, F., Nurudin, M., and Hanudin, E. 2023. Minimum Tillage on Vertisols Lowland Increases Rice Production and Soil Properties. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*. 8(1): 21-30.
- Zulkarnain, E., Evizal, R., Lumbanraja, J., Rini, M. V., Satgada, C. P., Agustina, W., Amalia, H. R., dan Awang, T. R. 2017. Aplikasi Pupuk Anorganik dan Organonitrofos pada Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Lahan Kering Gedong Meneng. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 17(1): 7-11.