

**RESPONS PERTUMBUHAN VEGETATIF TEBU (*Saccharum officinarum* L.)
TERHADAP KOMBINASI DOSIS ASAM HUMAT DAN NPK
PADA TANAH ULTISOL**

Skripsi

Oleh

**Adelia Ayu Saputri
2214121086**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

RESPONS PERTUMBUHAN VEGETATIF TEBU (*Saccharum officinarum* L.) TERHADAP KOMBINASI DOSIS ASAM HUMAT DAN NPK PADA TANAH ULTISOL

Oleh

ADELIA AYU SAPUTRI

Produktivitas tebu (*Saccharum officinarum* L.) sangat dipengaruhi oleh efisiensi pemupukan dan kualitas tanah, sementara penggunaan pupuk anorganik dan mekanisasi secara terus-menerus berpotensi menurunkan kualitas tanah serta menekan efisiensi serapan hara. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh asam humat dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan vegetatif awal tanaman tebu serta implikasinya terhadap efisiensi pemupukan dan perbaikan sifat tanah. Penelitian dilaksanakan pada Juli–Oktober 2025 di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial 3×3 , terdiri atas tiga dosis asam humat (0, 10, dan 20 kg ha⁻¹) dan tiga taraf pupuk NPK (0%, 50%, dan 100% dosis standar). Bahan tanam berupa bagal tebu Varietas GMP 7 yang ditanam pada *polybag* dengan metode *single bud planting* setelah perlakuan air panas, sedangkan aplikasi asam humat dilakukan dengan cara dikocor saat tanam dan 35 hst, serta analisis tanah dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian asam humat 10 kg ha⁻¹ secara konsisten meningkatkan perkembangan akar, jumlah anakan, dan biomassa tanaman. Kombinasi asam humat 10 kg ha⁻¹ dengan 50% dosis NPK mampu menghasilkan pertumbuhan vegetatif yang setara dengan 100% NPK. Dengan demikian penggunaan asam humat berpotensi meningkatkan efisiensi pemupukan dan mendukung pengelolaan hara yang lebih berkelanjutan pada budidaya tebu.

Kata kunci: Tebu, asam humat, pupuk NPK, pertumbuhan vegetatif

ABSTRACT

VEGETATIVE GROWTH RESPONSE OF SUGARCANE (*Saccharum officinarum* L.) TO COMBINED APPLICATION OF HUMIC ACID AND NPK IN ULTISOL

By

ADELIA AYU SAPUTRI

*Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) productivity is strongly influenced by fertilization efficiency and soil quality, whereas the continuous use of inorganic fertilizers and intensive mechanization may deteriorate soil properties and reduce nutrient uptake efficiency. This study aimed to evaluate the effects of humic acid and NPK fertilizer on the early vegetative growth of sugarcane and to assess their implications for fertilizer efficiency and soil property improvement. The experiment was conducted from July to October 2025 at the Integrated Field Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung, using a 3 × 3 factorial randomized block design consisting of three rates of humic acid (0, 10, and 20 kg ha⁻¹) and three levels of NPK fertilizer (0%, 50%, and 100% of the recommended dose). Sugarcane setts of the GMP 7 variety grown in polybags using the single bud planting method following hot water treatment. Humic acid was applied by soil drenching at planting and at 35 days after planting and soil analyses were conducted before and after treatment application. The results showed that the application of 10 kg ha⁻¹ humic acid consistently increased root development, tiller number, and plant biomass. Furthermore, the combination of 10 kg ha⁻¹ humic acid with 50% of the recommended NPK dose produced vegetative growth comparable to that obtained with 100% NPK application. These findings indicate that humic acid application has the potential to improve fertilizer use efficiency and support more sustainable nutrient management in sugarcane cultivation.*

Keywords: Sugarcane, humic acid, NPK fertilizer, vegetative growth

**RESPONS PERTUMBUHAN VEGETATIF TEBU (*Saccharum officinarum* L.)
TERHADAP KOMBINASI DOSIS ASAM HUMAT DAN NPK
PADA TANAH ULTISOL**

Oleh

ADELIA AYU SAPUTRI

Skripsi

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

pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Skripsi : **RESPONS PERTUMBUHAN VEGETATIF
TEBU (*Saccharum officinarum* L.)
TERHADAP KOMBINASI DOSIS
ASAM HUMAT DAN NPK PADA
TANAH ULTISOL**

Nama Mahasiswa : **Adelia Ayu Saputri**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2214121086

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian



MENYETUJUI:

1. Komisi Pembimbing,

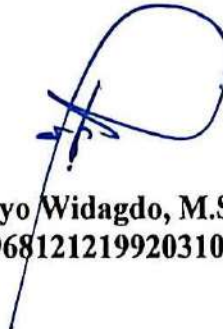


Purba Sanjaya, S.P., M. Si.
NIP 198805112019031012



Ir. Hery Novpriansyah, M.S.
NIP 196611151990101001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,



Ir. Setyo Widagdo, M.Si.
NIP 196812121992031004

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Respons Pertumbuhan Vegetatif Tebu (*Saccharum officinarum* L.) terhadap Kombinasi Dosis Asam Humat dan NPK pada Tanah Ultisol” merupakan hasil karya sendiri. Semua hasil yang tertuang pada skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi dengan ketentuan akademik berlaku.

Bandar Lampung, 6 Mei 2026
Penulis,



Adelia Ayu Saputri
NPM 2214121086

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Tatang Rohyana dan Ibu Istikomah Kamaliyah. Penulis dilahirkan di Kecamatan Purbolinggo, Kabupaten Lampung Timur, pada 1 Januari 2005. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK ABA Toto Projo pada 2010, SDN Toto Projo pada 2016, SMPN 1 Way Bungur pada 2019, dan SMAN 1 Purbolinggo pada 2022. Penulis diterima sebagai mahasiswa Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2022 melalui seleksi mandiri jalur PMPAP Unila (Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan).

Penulis memilih perkebunan sebagai konsentrasi penelitian di perkuliahan. Penulis melaksanakan magang melalui program MBKM Mandiri Unila di PT Pemasakti Manisindah, Way Kanan, Lampung pada 2024. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah: Bahasa Inggris (2023/2024) dan (2025/2026), Teknologi Budidaya Tanaman (2025/2026), dan Genetika Pertanian (2025/2026). Penulis aktif dalam kegiatan organisasi dan bergabung dalam Dewan Persatuan Mahasiswa (DPM) Universitas Lampung pada periode 2022/2023 sebagai anggota Administrasi dan Keuangan, selain itu juga bergabung dengan Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT) sebagai anggota Bidang Pengembangan Minat dan Bakat periode 2023/2024.

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, dengan segala rasa syukur, rasa terima kasih, serta kerendahan hati kupersembahkan karya ini kepada:

Kedua orang tua: Bapak Tatang Rohyana dan Ibu Istikomah Kamaliyah yang selalu memberikan dukungan, semangat, doa, serta cinta. Terima kasih atas segala dukungan yang memberikan kekuatan bagi penulis untuk menjalani pendidikan.

Aika, Anggun, dan Adek selaku kakak dan adikku yang menjadi motivasi terbesarku untuk melanjutkan pendidikan setinggi-tingginya.

Serta Almamater tercinta, Universitas Lampung

MOTTO

“All we have to decide is what to do with the time that is given to us”

(J.R.R. Tolkien, The Lord of the Rings)

“Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya”

(QS An-Najm: 39)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS Al-Insyirah: 6)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan pertolongan-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Respons Pertumbuhan Vegetatif Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) terhadap Kombinasi Dosis Asam Humat dan NPK pada Tanah Ultisol” dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW sebagai teladan bagi umat manusia.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- (1) Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
- (2) Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
- (3) Bapak Purba Sanjaya, S.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta perhatian sejak awal masa perkuliahan hingga selesainya penyusunan skripsi ini. Segala bentuk dukungan, kesabaran, dan ketegasan yang diberikan telah menjadi penuntun dalam proses penyelesaian penelitian dan penulisan karya ilmiah ini. Ilmu, nasihat, dan motivasi yang diberikan selama masa studi telah memberikan banyak pembelajaran berharga, baik secara akademik maupun pribadi;

- (4) Ir. Hery Novpriansyah, M.S., selaku Dosen Pembimbing Kedua telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dan memberikan ilmu, motivasi, saran, serta kritik yang sangat membantu penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya;
- (5) Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S., selaku Dosen Penguji telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang konstruktif kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik;
- (6) Kedua orang tua penulis: Papa dan Mama atas do'a, dukungan, dan pengorbanan yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan hingga tahap penyusunan skripsi. Segala bentuk perhatian dan usaha yang diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung, telah menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik penulis. Dalam setiap proses dan tantangan yang dilalui, doa dan harapan yang dipanjatkan menjadi kekuatan tersendiri bagi penulis untuk tetap melangkah hingga tahap akhir penyelesaian studi;
- (7) Aa' Andika Wahyu Rahmana, Anggun Ayu Rahmawati, dan Adiba Shakila Atmarini, selaku Kakak dan Adik penulis atas dukungan, perhatian, dan semangat yang diberikan selama proses penyelesaian studi;
- (8) Kakak atas dukungan, perhatian, bantuan, saran dan semangat yang senantiasa diberikan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi. Kehadiran dan dorongan yang diberikan menjadi salah satu sumber motivasi dalam menyelesaikan setiap tahapan studi;
- (9) Mba Yan dan Om Rizki selaku keluarga atas motivasi dan semangat yang diberikan kepada penulis selama menempuh studi;
- (10) Sahabat penulis Ni Made Novalia Sawitri atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang telah diberikan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi. Kehadiran dan perhatian yang diberikan menjadi bagian penting dalam setiap proses yang dilalui penulis;
- (11) Dita, Dhesta, Arup, Paksi, Fatur yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian;

- (12) “Agroteknologi A” dan keluarga besar Agroteknologi 2022 atas dukungan, semangat, canda tawa, duka, setiap proses pembelajaran, diskusi, dan pengalaman yang dilalui bersama menjadi bagian berharga dalam perjalanan akademik penulis;
- (13) Dea atas semangat dan tetap bertahan, berproses, dan tidak memilih untuk menyerah dalam setiap tahap perjalanan pendidikan ini. Segala lelah, ragu, dan tantangan yang dihadapi telah dilalui dengan kesabaran dan keteguhan hati hingga sampai pada titik penyelesaian skripsi ini. Setiap air mata, usaha, dan doa yang dipanjatkan menjadi saksi atas perjuangan yang tidak selalu mudah namun tetap dijalani dengan penuh tanggung jawab. Pencapaian ini menjadi bukti bahwa ketekunan dan kepercayaan diri, sekecil apa pun, mampu membawa langkah hingga garis akhir.

Bandar Lampung, 6 Mei 2026
Penulis,

Adelia Ayu Saputri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Landasan Teori.....	4
1.5 Kerangka Pemikiran.....	8
1.6 Hipotesis	10
II. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Botani Tebu	11
2.2 Syarat Tumbuh Tebu	12
2.3 Fase Pertumbuhan Vegetatif Tebu.....	14
2.4 Pupuk NPK dan Efektivitasnya pada Tanaman Tebu	15
2.5 Asam Humat	17
2.6 Varietas GMP 7.....	18
III. METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat	20
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Metode Penelitian.....	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian	22
3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan	22
3.4.2 Persiapan Lahan dan Media Tanam	22
3.4.3 Penanaman	23
3.4.4 Analisis Kimia Tanah	23
3.4.5 Pengaplikasian Asam Humat	24

3.4.6 Pemupukan NPK 20:10:10	26
3.4.7 Pemeliharaan	27
3.5 Variabel Pengamatan.....	27
3.5.1 Variabel Utama	28
3.5.2 Variabel Pendukung	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Hasil	32
4.1.1 Hasil Analisis Tanah Sebelum dan Setelah Tanam.....	33
4.1.2 Kecepatan Perkecambahan	35
4.1.3 Persentase Daya Berkecambah.....	37
4.1.4 Tinggi Tanaman	38
4.1.5 Diameter Batang.....	40
4.1.6 Jumlah Daun.....	43
4.1.7 Jumlah Anakan	44
4.1.8 Kandungan Relatif Klorofil	45
4.1.9 Bobot Segar Tajuk.....	49
4.1.10 Bobot Segar Akar	50
4.1.11 Bobot Kering Tajuk	51
4.1.12 Bobot Kering Akar	52
4.2 Pembahasan	53
V. SIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Simpulan.....	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Kombinasi Perlakuan Percobaan.....	21
2.	Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam Respons Pertumbuhan Vegetatif Tebu terhadap Kombinasi Dosis Asam Humat dan Pupuk NPK setiap Variabel Pengamatan.....	32
3.	Hasil Analisis Kandungan Hara Tanah Sebelum dan Setelah Perlakuan.....	34
4.	Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Daya Berkecambah Tebu pada 14 hst.....	38
5.	Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu (cm).....	39
6.	Interaksi Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 91 hst.....	40
7.	Pengaruh Dosis Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun.....	44
8.	Pengaruh Dosis Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan.....	45
9.	Pengaruh Dosis Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Segar Akar.....	51
10.	Pengaruh Dosis Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Kering Akar.....	53
11.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Persentase Daya Berkecambah Tanaman Tebu 7 hst.....	72
12.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Persentase Daya Berkecambah Tanaman Tebu 14 hst.....	73
13.	Uji Homogenitas Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Persentase Daya Berkecambah Tanaman Tebu 14 hst.....	74

14.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Persentase Daya Berkecambah Tanaman Tebu 14 hst.....	75
15.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Persentase Daya Berkecambah Tanaman Tebu 21 hst.....	75
16.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Persentase Daya Berkecambah Tanaman Tebu 28 hst.....	76
17.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Kecepatan Berkecambah Tanaman Tebu.....	76
18.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 28 hst.....	77
19.	Hasil Uji Homogenitas Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 28 hst	78
20.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 28 hst	78
21.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 35 hst.....	79
22.	Uji Homogenitas Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 35 hst.....	80
23.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 35 hst	80
24.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 48 hst	81
25.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 63 hst.....	81
26.	Uji Homogenitas Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 63 hst.....	82
27.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 63 hst	82
28.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 77 hst	83
29.	Uji Homogenitas Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 77 hst.....	84
30.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 77 hst	84
31.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 91 hst.....	85

32.	Uji Homogenitas Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 91 hst.....	86
33.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Tinggi Tanaman Tebu 91 hst	86
34.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Diameter Batang Tanaman Tebu 28 hst	87
35.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Diameter Batang Tanaman Tebu 35 hst	87
36.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Diameter Batang Tanaman Tebu 48 hst	88
37.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Diameter Batang Tanaman Tebu 63 hst	88
38.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Diameter Batang Tanaman Tebu 77 hst	89
39.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Diameter Batang Tanaman Tebu 91 hst	89
40.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 28 hst	90
41.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 35 hst	90
42.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 48 hst	91
43.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 63 hst	91
44.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 63 hst	92
45.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 63 hst	92
46.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 77 hst	93
47.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 77 hst	94
48.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 77 hst	94
49.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 91 hst	95
50.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 91 hst.....	96

51.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Daun Tanaman Tebu 91 hst	97
52.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 21 hst.....	97
53.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 28 hst.....	98
54.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 35 hst.....	98
55.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 48 hst.....	99
56.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 63 hst.....	99
57.	Data Transformasi $\sqrt{x+0,5}$ Jumlah Anakan Tanaman Tebu akibat Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Umur 63 hst.....	100
58.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 63 hst.....	101
59.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 63 hst.....	101
60.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 77 hst.....	102
61.	Data Transformasi $\sqrt{x+0,5}$ Jumlah Anakan Tanaman Tebu akibat Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Umur 77 hst.	103
62.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 77 hst.....	104
63.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 77 hst.....	105
64.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 91 hst.....	106
65.	Data Transformasi $\sqrt{x+0,5}$ Jumlah Anakan Tanaman Tebu akibat Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Umur 91 hst.....	107
66.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 91 hst.....	108
67.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu 91 hst.....	109

68.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Nilai SPAD Tanaman Tebu 91 hst	109
69.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Kandungan Relatif Klorofil ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) Tanaman Tebu 91 hst	110
70.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Segar Tajuk (g) Tanaman Tebu.....	110
71.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Segar Tajuk (g) Tanaman Tebu	111
72.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Segar Tajuk (g) Tanaman Tebu	111
73.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Kering Tajuk (g) Tanaman Tebu.....	112
74.	Uji Homogenitas Ragam Data Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Kering Tajuk (g) Tanaman Tebu.....	113
75.	Hasil Analisis Ragam Data Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Kering Tajuk (g) Tanaman Tebu.....	113
76.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Segar Akar (g) Tanaman Tebu.....	114
77.	Data Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Segar Akar (g) Tanaman Tebu.....	115
78.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Segar Akar (g) Tanaman Tebu.....	116
79.	Data Pengamatan Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Kering Akar (g) Tanaman Tebu	117
80.	Uji Homogenitas Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Kering Akar (g) Tanaman Tebu.....	118
81.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK terhadap Bobot Kering Akar (g) Tanaman Tebu.....	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran pengaruh asam humat dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu.	10
2. Tata letak percobaan pengaruh pemberian asam humat dan pupuk.....	21
3. Pengaruh perlakuan terhadap kecepatan perkecambahan tanaman tebu.	36
4. Kecepatan perkecambahan tanaman tebu (jumlah tunas per hari) terhadap berbagai kombinasi dosis asam humat dan pupuk NPK.	37
5. Pengaruh asam humat dan pupuk NPK terhadap diameter batang tebu 28 dan 35 hst.	41
6. Pengaruh asam humat dan pupuk NPK terhadap diameter batang tebu 48 dan 63 hst.	42
7. Pengaruh asam humat dan pupuk NPK terhadap diameter batang tebu 77 dan 91 hst.	43
8. Pengaruh asam humat dan pupuk NPK terhadap nilai SPAD tanaman tebu.	47
9. Pengaruh asam humat dan pupuk NPK terhadap kandungan relatif klorofil.	48
10. Pengaruh dosis asam humat dan pupuk NPK terhadap bobot segar tajuk.	49
11. Pengaruh dosis asam humat dan pupuk NPK terhadap bobot kering tajuk..	52
12. Hasil analisis tanah sebelum perlakuan.	120
13. Hasil analisis tanah setelah perlakuan.	121
14. Perlakuan air panas: (a) perendaman pada suhu 50°C selama 15 menit dan (b) perendaman dalam air dingin selama 5 menit.	122

15.	Penanaman tebu: (a) pengukuran kedalaman tanah dan (b) penanaman dengan metode <i>single bud planting</i>	122
16.	Pengukuran tinggi tanaman tebu: (a) <i>Sugarcane height measurement</i> (Dillewijn, 1952), dan (b) <i>leaf numbering system on sugarcane</i> (Kujiper, 1915).	123
17.	Pengamatan jumlah anakan: (a) pengamatan jumlah anakan pada H2N2 dan (b) pengamatan jumlah anakan pada H0N2.	123
18.	Pengamatan kandungan klorofil: (a) pengukuran pada bagian pangkal, (b) pengukuran pada bagian tengah, dan (c) pengukuran pada bagian ujung daun.	124
19.	Aplikasi pupuk dan asam humat sebelum tanam: (a) aplikasi pupuk dan (b) aplikasi asam humat.	124
20.	Pengukuran tinggi tanaman: (a) pengukuran tinggi tanaman dari pangkal batang hingga bagian TVD dan (b) bagian <i>dewlap</i> pada tanaman tebu.	125
21.	Perawatan tanaman: (a) penyiraman tanaman dan (b) pengendalian gulma.	125
22.	Aplikasi perlakuan pada 35 hst: (a) pengaplikasian asam humat dan (b) pengaplikasian pupuk NPK.	126
23.	Hama yang menyerang tanaman tebu: (a) kutu putih dan (b) belalang.	126
24.	Penyakit busuk merah pada tebu yang disebabkan oleh <i>Colletotrichum falcatum</i> : (a) tanaman H0N1 dan (b) tanaman H2N2.	127
25.	Pengaruh kombinasi asam humat dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan vegetatif tebu: (a) perlakuan H0N0, (b) perlakuan H0N1, (c) perlakuan H0N2, (d) perlakuan H1N0, (e) perlakuan H1N1, (f) perlakuan H1N2, (g) perlakuan H2N0, (h) perlakuan H2N1, dan (i) perlakuan H2N2.	128
26.	Pengaruh kombinasi asam humat dan pupuk NPK terhadap akar tanaman tebu: (a) perlakuan H0N0, (b) perlakuan H0N1, (c) perlakuan H0N2, (d) perlakuan H1N0, (e) perlakuan H1N1, (f) perlakuan H1N2, (g) perlakuan H2N0, (h) perlakuan H2N1, dan (i) perlakuan H2N2.	129

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan komoditas penting dalam industri gula di berbagai negara tropis dan subtropis, termasuk Indonesia, Brasil, dan India sebagai produsen gula utama dunia. Produktivitas tebu dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi iklim, jenis tanah, ketersediaan air, serta teknik budidaya yang diterapkan. Salah satu faktor utama yang menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu adalah ketersediaan unsur hara yang cukup dan seimbang di dalam tanah, terutama pada fase awal pertumbuhan vegetatif. Untuk mencapai pertumbuhan optimal, tanaman tebu membutuhkan nitrogen (N) yang berperan dalam pembentukan daun dan batang, fosfor (P) yang mendukung perkembangan akar serta transfer energi, dan kalium (K) yang berfungsi dalam regulasi air serta pembentukan gula dalam batang (Palmasari dkk., 2021).

Kekurangan unsur hara esensial, khususnya fosfor dan kalium, dapat menghambat perkembangan sistem perakaran sehingga penyerapan air dan nutrisi menjadi kurang optimal. Kondisi tersebut juga dapat menurunkan efisiensi fotosintesis yang berdampak pada rendahnya produksi biomassa dan akumulasi sukrosa dalam batang tebu. Oleh karena itu, pemberian pupuk dengan kandungan unsur hara yang tepat sangat diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif, ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan, serta mendukung peningkatan hasil panen dan rendemen gula (Puspitasari dan Lukito, 2021).

Penggunaan pupuk anorganik seperti NPK telah banyak diterapkan untuk meningkatkan produksi tanaman karena mampu menyediakan unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah optimal. Namun, pemakaian pupuk anorganik dalam jumlah besar dalam jangka panjang dapat menurunkan kualitas tanah akibat akumulasi residu kimia dan berkurangnya kandungan bahan organik. Akumulasi ini dapat menyebabkan degradasi kesuburan tanah serta menurunkan efisiensi serapan hara oleh tanaman, yang pada akhirnya berdampak pada produktivitas tanaman. Salah satu efek negatif yang ditemukan adalah ketidakseimbangan ion dalam tanah akibat residu pupuk NPK, terutama kalium (K) yang dapat menghambat ketersediaan unsur hara lainnya. Tanah yang menerima pupuk NPK dengan dosis tinggi mengalami peningkatan residu kalium sebesar 15-21%, yang berkontribusi pada penurunan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, sehingga menurunkan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman (Riawan dkk., 2018).

Selain penggunaan pupuk kimia secara berlebihan, degradasi lahan juga dipengaruhi oleh berbagai aktivitas budidaya intensif lainnya. Degradasi lahan merupakan proses penurunan kualitas tanah secara fisik, kimia, dan biologis yang menyebabkan menurunnya produktivitas lahan pertanian. Pada budidaya tanaman, degradasi lahan dapat disebabkan oleh erosi, penggunaan mesin pertanian (mekanisasi) yang menyebabkan pemadatan tanah, pengolahan tanah yang intensif, rendahnya kandungan bahan organik, pencucian unsur hara, serta kerusakan struktur tanah. Berkurangnya vegetasi penutup lahan, alih fungsi lahan, pencemaran limbah, dan aktivitas pertambangan juga dapat memperburuk kondisi tanah sehingga kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara dan mendukung pertumbuhan tanaman menjadi semakin menurun (Wahyunto dan Dariah, 2014).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah asam humat, yaitu produk pupuk organik yang mengandung berbagai senyawa aktif yang mampu memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Asam humat diproduksi melalui proses pembusukan/oksidasi bahan organik melalui aksi mikroba dan secara alami ditemukan di tanah, gambut,

sungai, lautan, dan dalam batubara lignit. Penggunaan asam humat telah dianggap secara luas dapat memulihkan aset fisik, kimia, dan biologis tanah. Peran paling umum dari asam humat adalah meningkatkan kesehatan tanah dan penyerapan nutrisi oleh tanaman, ketersediaan mineral, kualitas buah, dan lain-lain. Pupuk berbasis asam humat meningkatkan hasil panen, merangsang enzim/hormon tanaman, dan memperbaiki kesuburan tanah (Saeed dkk., 2023).

Kombinasi antara pupuk anorganik dan asam humat dapat meningkatkan efisiensi pemupukan serta mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia. Penambahan asam humat terbukti mampu mengurangi dosis pupuk tunggal hingga 50%, tanpa mengurangi efektivitas pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan perlakuan pupuk tunggal dosis 100%. Selain itu, aplikasi kombinasi ini berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan tinggi tanaman, diameter batang, serta bobot akar dan bobot total tanaman, seperti yang telah diamati pada budidaya tanaman karet. Efektivitas agronomi yang lebih tinggi tercapai dengan penggunaan asam humat yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik dosis 75%, menunjukkan bahwa dosis pupuk dapat dikurangi tanpa menurunkan hasil pertumbuhan tanaman (Putra dkk., 2022).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Berapa dosis asam humat yang dapat menghasilkan pertumbuhan vegetatif terbaik pada tanaman tebu?
- (2) Berapa dosis pupuk NPK yang dapat menghasilkan pertumbuhan vegetatif terbaik pada tanaman tebu?
- (3) Apakah terdapat interaksi antara berbagai dosis asam humat dengan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Mengetahui dosis asam humat yang menghasilkan pertumbuhan vegetatif terbaik pada tanaman tebu;
- (2) Mengetahui dosis pupuk NPK yang menghasilkan pertumbuhan vegetatif terbaik pada tanaman tebu;
- (3) Mengetahui interaksi antara berbagai dosis asam humat dengan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu.

1.4 Landasan Teori

Penggunaan pupuk anorganik seperti NPK telah banyak diterapkan untuk meningkatkan produksi tanaman tebu karena pemupukan ini bertujuan menyediakan unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah optimal. Namun, penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dapat menyebabkan degradasi kualitas tanah akibat akumulasi residu kimia, penurunan bahan organik tanah, meningkatkan keasaman tanah, merusak struktur tanah, dan mengurangi kapasitas tukar kation (Debele, 2021). Kondisi ini mengakibatkan penurunan efisiensi serapan hara oleh tanaman dan berpotensi merusak keseimbangan nutrisi dalam tanah. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dengan pendekatan yang lebih ramah lingkungan.

Asam humat merupakan bahan organik alami yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik melalui proses biologis dan kimiawi. Senyawa ini mengandung berbagai elemen penting yang dapat meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan ketersediaan dan retensi unsur hara bagi tanaman. Asam humat juga diketahui mampu meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah sebesar 15-25%, yang secara efektif meningkatkan adsorpsi kation

penting seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan K^+ (Saeed dkk., 2023). Peningkatan KTK ini membantu mengurangi pencucian nutrisi, terutama di lahan dengan tingkat salinitas yang tinggi.

Penggunaan kombinasi antara pupuk anorganik dan asam humat telah terbukti efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dan efisiensi penggunaan pupuk. Perlakuan tanpa pemberian pupuk K menunjukkan bahwa aplikasi asam humat dapat meningkatkan jumlah daun, indeks kehijauan daun, dan bobot buah per tanaman (Victolika dkk., 2014). Pemberian asam humat dan interaksinya dengan pupuk fosfor (P) secara signifikan meningkatkan beberapa parameter pertumbuhan dan hasil tanaman tomat, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, indeks kehijauan daun, jumlah buah per tanaman, bobot buah per butir, dan total bobot buah per tanaman (Sarno dkk., 2015). Pada perlakuan tanpa N, asam humat meningkatkan indeks kehijauan daun tanaman tomat (Restida dkk., 2014).

Pemberian asam humat pada pertumbuhan bibit stek kopi robusta berpengaruh sangat nyata terhadap variabel pengamatan volume akar dan panjang akar, serta berpengaruh nyata terhadap terhadap variabel pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun. Perlakuan 7,5 mL asam humat memberikan tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar dan panjang akar terbaik (Helwandi dan Subroto, 2024). Penelitian pada tanaman tebu sendiri menunjukkan jika penambahan asam humat dan penggunaan pupuk anorganik dengan dosis 75%, serta aplikasi biostimulan sebanyak tiga kali melalui penyemprotan atau perendaman dengan dosis pupuk anorganik 100%, menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik 100% (Puspitasari dan Lukito, 2021).

Aplikasi asam humat sebanyak 10 kg ha^{-1} pada saat penanaman atau ratoon meningkatkan hasil tebu sebesar $24,3 \text{ ton ha}^{-1}$ dan hasil gula sebesar $4,9 \text{ ton ha}^{-1}$ pada tanaman tebu Varietas Co 86032 (Deshmukh dkk., 2024). Pupuk *humic-urea* atau gabungan asam humat dengan urea berbentuk butiran kecil (prill) memberikan hasil optimal dalam penyerapan N dan efisiensi penyerapan N pada tanaman tebu dengan dosis N yang lebih rendah (98 kg ha^{-1}) dibandingkan dengan

urea biasa (hasil optimal dengan penambahan N 128 kg ha⁻¹). Pupuk humic-urea berbentuk prill menghasilkan efisiensi pemupukan hingga 33,38% pada tanah berpasir di pesisir Samas (Utami dkk., 2015).

Pemberian asam humat secara signifikan berpengaruh terhadap parameter pertumbuhan dan hasil tanaman, seperti tinggi tanaman, diameter tongkol, panjang tongkol, dan bobot tongkol pada jagung manis, dengan dosis optimum sebesar 15 kg ha⁻¹ (Trimansyah dkk., 2024). Efektivitas asam humat juga terbukti ketika dikombinasikan dengan pupuk anorganik, yaitu 20 kg ha⁻¹ asam humat bersama pupuk NPK dosis 100% meningkatkan ketersediaan dan penyerapan hara N, P, dan K, serta menghasilkan pertumbuhan vegetatif dan kandungan nutrisi buah yang lebih baik pada jagung. Selain itu, kombinasi tersebut memberikan efisiensi pemupukan tinggi, khususnya saat digunakan bersama 150 kg ha⁻¹ Urea, 200 kg ha⁻¹ SP-36, dan 50 kg ha⁻¹ KCl (Hermanto dkk., 2012).

Penelitian lain menunjukkan bahwa dosis asam humat 19,76 kg ha⁻¹ menghasilkan tinggi tanaman maksimum (162,23 cm), panjang ruas terbesar (13 cm), dan jumlah ruas terbanyak per batang (21), dibandingkan dengan dosis yang lebih rendah dan kontrol tanpa asam humat (Saeed dkk., 2023). Pada tanaman kangkung darat, aplikasi asam humat 20 mg/L yang diaplikasikan melalui daun maupun akar juga meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang secara signifikan dibanding perlakuan lainnya (Rahmandhias dkk., 2020). Efektivitas asam humat dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman juga terbukti pada gandum (*Triticum aestivum* L.) dengan pemberian dosis 12,5 kg ha⁻¹ mampu memperbaiki morfologi tanaman dan meningkatkan tinggi secara signifikan, karena asam humat memperkaya kandungan mineral tanah yang siap diserap oleh akar (Tufail dkk., 2014).

Asam humat dengan dosis 8 kg ha⁻¹ yang diberikan selama kurang lebih 7 bulan pada tanah Ultisol terbukti memberikan pengaruh positif terhadap kestabilan struktur tanah, yang ditunjukkan dengan penurunan nisbah dispersi dan peningkatan distribusi mikroagregat. Nilai nisbah dispersi yang lebih rendah

dibandingkan kontrol menunjukkan bahwa tanah menjadi lebih stabil dan tidak mudah terurai ketika terkena air, sehingga mengurangi risiko erosi. Selain itu, aplikasi asam humat meningkatkan distribusi mikroagregat tanah hingga 47,7%, lebih tinggi daripada kontrol, yang mengindikasikan terbentuknya lebih banyak partikel tanah yang menyatu menjadi mikroagregat. Struktur tanah yang lebih stabil ini berperan penting dalam memperbaiki aerasi, kapasitas menahan air, serta kemampuan tanah dalam mempertahankan unsur hara. (Januardi dkk., 2024).

Pupuk NPK memiliki peran penting dalam fase vegetatif tanaman tebu dengan masing-masing unsur memberikan manfaat khusus. Perlakuan dengan pemberian pupuk majemuk NPK sebanyak 400 kg ha⁻¹ dan pupuk ZA sebanyak 800 kg ha⁻¹ (A2) terbukti paling efektif dalam meningkatkan diameter batang tanaman (Nasution dkk., 2013). Kombinasi pupuk NPK dengan actinomycetes menunjukkan pertambahan jumlah daun tertinggi rata-rata 9,11 helai dan panjang akar mencapai 51,06 cm (Sahur dkk, 2022). Penggunaan kombinasi pupuk majemuk dengan dosis 140 kg Nitrogen (N), 70 kg Fosfor (P), dan 84 kg Kalium (K), serta penambahan pupuk tunggal berupa 60 kg Nitrogen, memberikan hasil yang nyata lebih baik terhadap produktivitas tebu dan bobot hablur (gula kristal) dibandingkan dengan pupuk lain yang digunakan sebagai pembanding (Diana dkk, 2017).

Kombinasi asam humat dan pupuk NPK menciptakan efek sinergis yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Asam humat diketahui dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah seperti *Aspergillus niger* dan *A. beijerinckii* yang berperan dalam proses mineralisasi hara. Selain itu, kombinasi asam humat dengan pupuk NPK meningkatkan serapan hara N (5,7%), P (21,4%), dan K (17,2%) pada bibit kakao, sekaligus meningkatkan bobot kering tanaman (Santi, 2016). Pemberian asam humat dapat meningkatkan efektivitas pemupukan tunggal dengan mengurangi dosis hingga 50% yang ditunjukkan dengan pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, bobot akar (basah dan kering), dan bobot tanaman (basah dan kering) yang tidak berbeda nyata terhadap perlakuan pupuk tunggal dosis 100% pada tanaman karet (Putra, 2022).

Pemenuhan unsur hara makro dalam budidaya tebu seperti nitrogen, fosfor, dan kalium sangat penting untuk mencapai hasil optimal. Diperlukan sekitar 100 kg ha⁻¹ nitrogen untuk menghasilkan 100 ton ha⁻¹ tebu PC, dan 210 kg ha⁻¹ untuk 140 ton ha⁻¹ pada ratoon. Fosfor dalam bentuk P₂O₅ dibutuhkan sebanyak 100–120 kg ha⁻¹, sedangkan kalium (K₂O) sekitar 80–200 kg ha⁻¹. Defisiensi N, P, atau K dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan produksi (Diana dkk., 2017). Oleh karena itu, kombinasi pupuk NPK dan asam humat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi serapan hara dan mendukung pertumbuhan vegetatif tebu secara optimal melalui interaksi kimia dan biologis yang saling mendukung.

1.5 Kerangka Pemikiran

Penggunaan pupuk anorganik seperti NPK telah menjadi praktik umum dalam budidaya tebu karena kemampuannya menyediakan unsur hara esensial dalam jumlah optimal. Pemupukan ini bertujuan untuk mendukung pertumbuhan vegetatif dan meningkatkan hasil panen. Namun, aplikasi pupuk anorganik secara berlebihan dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah. Dampak negatif yang ditimbulkan meliputi penurunan bahan organik, peningkatan keasaman tanah, kerusakan struktur tanah, dan penurunan kapasitas tukar kation (KTK). Akibatnya, efisiensi penyerapan hara oleh tanaman menurun dan keseimbangan nutrisi tanah terganggu. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat menurunkan produktivitas lahan dan meningkatkan ketergantungan terhadap input kimia.

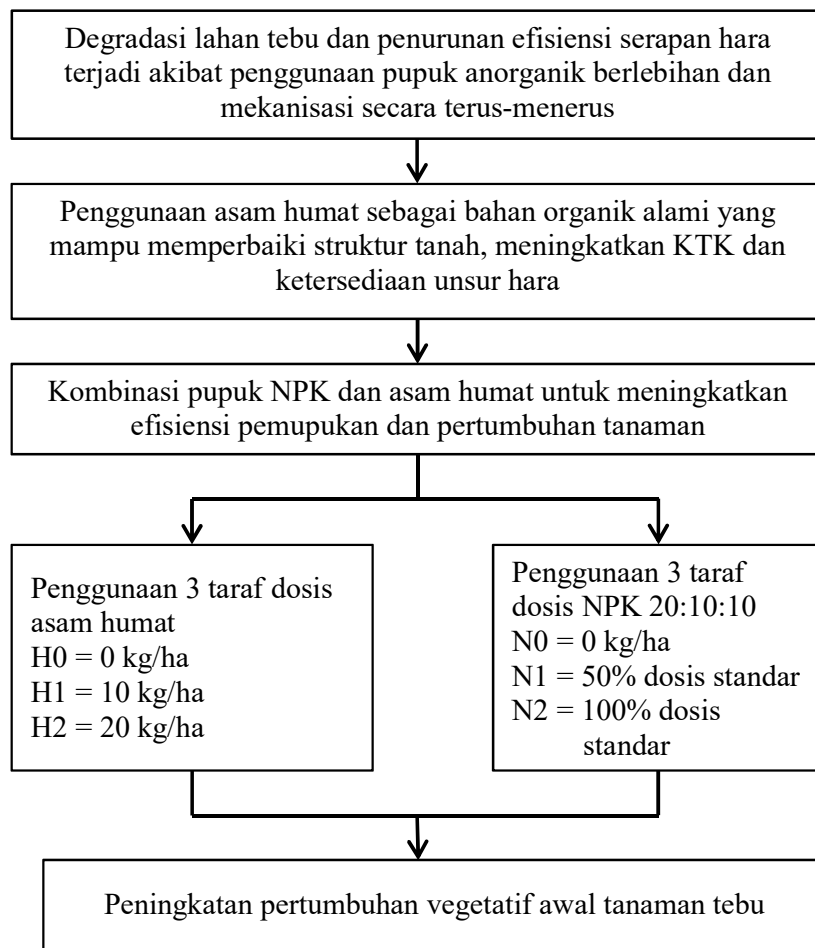
Asam humat merupakan senyawa organik alami hasil dekomposisi bahan organik melalui proses biologis dan kimiawi. Senyawa ini memiliki kandungan karbon tinggi dan berbagai gugus aktif seperti karboksil dan fenolik yang berperan penting dalam memperbaiki kualitas tanah. Asam humat diketahui mampu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) sebesar 15–25%. Dengan meningkatnya KTK, kemampuan tanah dalam menyerap

dan menyimpan unsur hara juga ikut meningkat. Selain itu, asam humat membantu mengurangi pencucian unsur hara, meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, serta mempercepat pelapukan bahan mineral.

Penggunaan kombinasi asam humat dan pupuk anorganik terbukti memberikan hasil pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibandingkan pemupukan anorganik saja. Kombinasi ini mampu meningkatkan jumlah daun, indeks kehijauan, dan bobot buah pada beberapa komoditas seperti tomat, kakao, dan karet. Bahkan pada dosis pupuk anorganik yang dikurangi hingga 50%, pertumbuhan tanaman tetap optimal dengan adanya asam humat. Hal tersebut menunjukkan bahwa asam humat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik. Selain itu, aplikasi asam humat turut meningkatkan stabilitas agregat tanah, mengurangi risiko erosi, memperbaiki aerasi, dan menjaga ketersediaan air di zona perakaran.

Tebu memerlukan unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dalam jumlah yang seimbang untuk mendukung pertumbuhan dan hasil optimal. Untuk menghasilkan 100 ton ha⁻¹ tebu PC, dibutuhkan sekitar 100 kg ha⁻¹ nitrogen, sedangkan pada ratoon dibutuhkan 210 kg ha⁻¹ untuk hasil 140 ton ha⁻¹. Unsur fosfor dalam bentuk P₂O₅ dibutuhkan sebanyak 100–120 kg ha⁻¹ dan kalium (K₂O) sebanyak 80–200 kg ha⁻¹. Defisiensi salah satu unsur tersebut dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan dan penurunan hasil tebu. Oleh karena itu, diharapkan kombinasi pupuk NPK dengan asam humat dapat efektif dalam meningkatkan serapan hara dan efisiensi penggunaan pupuk.

Penelitian ini menggunakan kombinasi perlakuan asam humat dan pupuk NPK dengan tiga taraf masing-masing. Perlakuan asam humat terdiri atas dosis 0 kg ha⁻¹ sebagai kontrol, 10 kg ha⁻¹, dan 20 kg ha⁻¹. Sementara itu, pemberian pupuk NPK dilakukan dalam tiga taraf dosis, yaitu 0% sebagai kontrol, 50%, dan 100% dari dosis standar. Tujuan dari kombinasi perlakuan ini adalah untuk memperoleh pertumbuhan vegetatif tanaman tebu yang optimal, meningkatkan efisiensi pemupukan, serta memperbaiki kualitas tanah. Kerangka pemikiran penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran pengaruh asam humat dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan sebelumnya, maka hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Dosis asam humat yang mampu menghasilkan pertumbuhan vegetatif tanaman tebu terbaik adalah 10 kg ha^{-1} ;
- (2) Dosis pupuk NPK yang mampu menghasilkan pertumbuhan vegetatif tanaman tebu terbaik adalah 100% dosis standar;
- (3) Terdapat interaksi antara pemberian beberapa dosis asam humat dengan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Tebu

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu tanaman yang termasuk ke dalam famili Poaceae atau golongan rumput-rumputan, yang memiliki hubungan kekerabatan dekat dengan tanaman *Sorghum bicolor*. Berdasarkan klasifikasi tanaman tebu termasuk ke dalam Kingdom Plantae, Divisio Magnoliophyta, Classis Liliopsida, Ordo Poales, Familia Poaceae, Genus *Saccharum*, dan Spesies *Saccharum officinarum* L. Klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa tebu merupakan tanaman monokotil yang memiliki ciri khas morfologi berupa batang beruas-ruas, daun berbentuk pita, serta sistem perakaran serabut yang umum dijumpai pada kelompok tanaman rumput (Cronquist, 1981).

Batang tanaman tebu memiliki ruas-ruas yang dipisahkan oleh buku-buku, dengan diameter sekitar 3 hingga 5 cm, serta tinggi batang yang dapat mencapai 2 hingga 5 m tanpa cabang. Sistem perakarannya berupa akar serabut yang tidak terlalu panjang, tumbuh dari cincin tunas anakan. Selama fase pertumbuhan batang, akar tambahan juga terbentuk di bagian batang yang lebih atas karena adanya tambahan tanah sebagai media tumbuh. Daun tebu berbentuk seperti busur panah menyerupai pita, tersusun berselang-seling di sisi kanan dan kiri batang. Daunnya memiliki pelepah seperti daun jagung, tanpa tangkai, dengan tulang daun sejajar dan lekukan di bagian tengah. Tepi daun kadang bergelombang dan dilapisi bulu yang kasar (Indrawanto dkk., 2010).

Setiap mata tunas pada stek tebu akan berkembang menjadi satu individu tanaman. Sekitar lima minggu setelah tanam, saat tinggi tunas mencapai kurang

lebih 50 cm, sistem perakaran mulai berkembang dengan baik dan tanaman mulai membentuk anakan primer yang berasal dari tunas utama. Selanjutnya, anakan primer akan menghasilkan anakan sekunder, kemudian berkembang lagi menjadi anakan tersier hingga akhirnya membentuk satu rumpun tebu. Pola pembentukan anakan menunjukkan bahwa posisi tumbuh anakan pada pangkal batang semakin lama semakin dekat dengan permukaan tanah, sehingga kondisi ini perlu diperhatikan terutama pada budidaya tebu ratoon. Kemampuan tanaman dalam menghasilkan anakan dipengaruhi oleh karakter genetik varietas serta kondisi lingkungan, khususnya keadaan perakaran. Namun, tidak semua anakan dapat bertahan hidup hingga panen karena sebagian mengalami kematian selama pertumbuhan. Anakan yang berkontribusi terhadap produksi adalah anakan yang mampu tumbuh optimal dan mencapai kematangan saat panen, sedangkan anakan yang masih muda atau berukuran pendek (*sogolan*) biasanya ikut terpotong saat panen dan dibiarkan di lahan sebagai sisa tanaman. Selain itu, anakan yang muncul terlambat, yaitu setelah tanaman berumur sekitar 3–4 bulan, umumnya dipangkas oleh petani karena pertumbuhannya tidak mampu menyamai anakan yang lebih awal, dan biasanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Evizal, 2018).

Bunga tebu berupa malai dengan panjang antara 50–80 cm. Cabang bunga pada tahap pertama berupa karangan bunga dan pada tahap selanjutnya berupa tandan dengan dua bulir panjang 3–4 mm. Terdapat pula benang sari, putik dengan dua kepala putik dan bakal biji. Buah tebu seperti padi, memiliki satu biji dengan besar lembaga $\frac{1}{3}$ panjang biji. Biji tebu dapat ditanam di kebun percobaan untuk mendapatkan jenis baru hasil persilangan yang lebih unggul (Indrawanto dkk., 2010).

2.2 Syarat Tumbuh Tebu

Tanaman tebu dapat tumbuh optimal di daerah tropis dan subtropis hingga batas garis isotherm 20°C, yaitu antara 19° LU hingga 35° LS. Jenis tanah yang ideal bagi pertumbuhan tebu adalah tanah yang tidak terlalu kering maupun terlalu basah. Akar tanaman tebu sangat sensitif terhadap kekurangan oksigen dalam

tanah, sehingga sistem pengairan dan drainase harus dikelola dengan baik. Drainase yang memadai dengan kedalaman sekitar 1 m memungkinkan akar menyerap air dan nutrisi dari lapisan tanah yang lebih dalam, menjaga pertumbuhan tanaman selama musim kemarau. Selain itu, drainase yang efektif membantu mengalirkan kelebihan air pada musim hujan, mencegah genangan yang dapat mengurangi oksigen dalam tanah dan menghambat pertumbuhan tanaman (Indrawanto dkk., 2010).

Tanaman tebu dapat tumbuh baik di berbagai jenis tanah, seperti alluvial, grumosol, latosol, dan regosol, pada ketinggian antara 0-1400 m di atas permukaan laut. Namun, lahan yang paling sesuai adalah yang berada di bawah 500 m di atas permukaan laut, karena pada ketinggian di atas 1200 m pertumbuhannya cenderung lambat. Kemiringan lahan sebaiknya kurang dari 8%, meskipun lahan dengan kemiringan hingga 10% masih dapat digunakan pada areal yang terlokalisasi. Lahan yang ideal untuk tebu memiliki lereng panjang, landai, dengan kemiringan hingga 2% untuk tanah ringan dan hingga 5% untuk tanah berat. Tebu tumbuh optimal pada tanah dengan pH antara 6-7,5, meski masih toleran pada pH antara 4,5-8,5 (Indrawanto dkk., 2010).

Curah hujan ideal untuk pertumbuhan tebu berkisar antara 1000-1300 mm per tahun, dengan setidaknya tiga bulan periode kering. Distribusi curah hujan yang ideal mencakup lima hingga enam bulan dengan curah hujan tinggi (sekitar 200 mm per bulan) selama fase vegetatif, diikuti oleh dua bulan dengan curah hujan 125 mm, dan empat hingga lima bulan dengan curah hujan kurang dari 75 mm per bulan pada fase generatif dan pemasakan tebu. Suhu yang ideal untuk pertumbuhan tebu berkisar antara 24°C-34°C, dengan perbedaan suhu siang dan malam tidak lebih dari 10°C. Pembentukan sukrosa berlangsung optimal pada suhu sekitar 30°C. Tanaman tebu juga memerlukan penyinaran selama 12-14 jam setiap harinya untuk mendukung pertumbuhan dan produksi yang maksimal (Indrawanto dkk., 2010).

Tanaman tebu membutuhkan ketersediaan hara makro yang cukup tinggi dan seimbang, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta unsur hara mikro yang berperan dalam pembentukan klorofil dan akumulasi gula. Kandungan N-total tanah perlu dipertahankan pada kondisi cukup melalui pemberian pupuk nitrogen anorganik sekitar 125–250 kg ha⁻¹ untuk menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman (Atmojo dkk., 2024). Selain itu, ketersediaan fosfor tanah pada kisaran sedang hingga tinggi juga penting, dimana kandungan P tersedia sekitar >15–20 ppm telah mampu mendukung pertumbuhan tebu secara optimal, tergantung metode analisis yang digunakan (Cahyani dkk., 2016). Unsur kalium tersedia atau K dapat dipertukarkan juga harus berada pada kondisi sedang hingga tinggi, yaitu sekitar >100–150 ppm, karena berperan penting dalam translokasi hasil fotosintesis dan pembentukan rendemen gula. Unsur hara mikro seperti Mg, B, Ca, dan S dibutuhkan dalam jumlah relatif kecil, namun tetap penting dalam proses fotosintesis, metabolisme tanaman, serta pembentukan gula (Mualif dan Kusumawati, 2024).

2.3 Fase Pertumbuhan Vegetatif Tebu

Fase vegetatif pada tanaman adalah tahap pertumbuhan di mana bagian-bagian vegetatif tanaman seperti akar, batang, dan daun berkembang secara intensif. Pada fase ini, tanaman fokus pada pembentukan struktur dasar yang mendukung fotosintesis dan akumulasi biomassa. Proses utama dalam fase vegetatif meliputi pembelahan sel, pemanjangan sel, dan diferensiasi sel. Pembelahan sel terjadi di jaringan meristematik seperti ujung akar dan batang, yang membutuhkan karbohidrat sebagai sumber energi untuk membentuk dinding sel yang tersusun dari selulosa (Harjadi, 2019).

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) memiliki fase pertumbuhan vegetatif yang meliputi tiga tahapan utama, yaitu perkecambahan, pembentukan anakan (*tillering*), dan pemanjangan batang (*elongation*). Fase perkecambahan dimulai sejak bibit ditanam dan ditandai dengan munculnya tunas dari mata pada potongan

batang. Keberhasilan tahap ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan aerasi tanah. Selain itu, faktor internal seperti varietas tanaman dan kualitas bibit juga berperan penting. Fase ini merupakan fondasi awal bagi pertumbuhan tanaman selanjutnya. (Thoriq, 2021).

Tanaman tebu memasuki fase pembentukan anakan atau *tillering* setelah fase perkecambahan. Pada fase ini, tunas-tunas baru mulai muncul dari mata tunas yang ada di batang. Pertumbuhan anakan sangat penting karena dapat meningkatkan jumlah tanaman dalam satu area, yang berpotensi meningkatkan hasil panen. Ketersediaan air dan unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) menjadi faktor kunci dalam mendukung pertumbuhan anakan ini. Tanaman tebu yang sehat pada fase ini akan menunjukkan pertumbuhan horizontal yang agresif dengan pembentukan tunas baru secara bertahap (Thoriq, 2021).

Fase pemanjangan batang terjadi setelah fase pertunasan, di mana pertumbuhan batang menjadi dominan. Pada tahap ini, panjang ruas batang mulai bertambah secara signifikan. Proses pemanjangan batang dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti intensitas cahaya matahari, kelembaban tanah, dan ketersediaan nutrisi. Fase ini berlangsung antara umur 3 hingga 9 bulan dan sangat penting untuk menentukan potensi hasil akhir dari tanaman tebu (Thoriq, 2021).

2.4 Pupuk NPK dan Efektivitasnya pada Tanaman Tebu

Pupuk NPK dengan perbandingan 20:10:10 merupakan jenis pupuk majemuk yang mudah tersedia dan banyak digunakan dalam praktik budidaya tanaman. Pupuk ini dikenal karena kandungan hara makronya yang tinggi dan seimbang, masing-masing mengandung 20% nitrogen (N), 10% fosfor (P), dan 10% kalium (K), sehingga mampu menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal (Nisa, 2010). Di antara ketiga unsur tersebut, input nitrogen (N) dan kalium (K) memiliki peran sangat penting dalam mendukung proses fisiologis tanaman. Nitrogen berfungsi sebagai komponen utama dalam pembentukan

protein, asam nukleat, enzim, nukleoprotein, serta senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid. Kekurangan nitrogen dapat membatasi proses pembelahan dan pembesaran sel yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan tanaman (Sumiati dan Gunawan, 2007).

Penggunaan pupuk NPK bertujuan untuk menyediakan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman dalam fase pertumbuhan vegetatif maupun generatif. Efektivitas pupuk NPK dalam meningkatkan produktivitas tebu telah dibuktikan dalam berbagai penelitian. Salah satunya adalah studi yang dilakukan oleh Diana dkk. (2015) di Desa Pakiskembar, Kabupaten Malang, yang menunjukkan bahwa aplikasi pupuk majemuk NPK dengan dosis tertentu dapat menghasilkan efektivitas agronomis relatif (RAE) sebesar 144,27% serta peningkatan produktivitas hingga 36% dibandingkan dengan perlakuan pupuk pembandingan. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa kombinasi pupuk majemuk NPK dengan pupuk tunggal memberikan hasil optimal dalam pertumbuhan dan produksi tebu.

Penelitian lanjutan yang dilakukan di lokasi yang sama, ditemukan bahwa pemberian pupuk NPK sebanyak 700 kg ha⁻¹ yang dikombinasikan dengan pupuk ZA menghasilkan pendapatan bersih sebesar Rp 66.720.000 per hektar, dengan rasio biaya dan pendapatan (R/C ratio) sebesar 1,84 (Diana dkk., 2017). Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk majemuk NPK tidak hanya memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman, tetapi juga memberikan keuntungan ekonomi yang signifikan bagi petani. Efektivitas pemupukan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi tanah, iklim, dan teknik budidaya yang digunakan. Pupuk NPK berperan penting dalam mendukung perkembangan akar, daun, serta peningkatan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara.

2.5 Asam Humat

Asam humat adalah senyawa organik kompleks yang terbentuk dari hasil dekomposisi bahan organik melalui proses humifikasi. Senyawa ini merupakan bagian dari bahan humat yang terdiri dari asam humat, asam fulvat, dan humin. Asam humat bersifat larut dalam basa tetapi tidak larut dalam air pada kondisi asam (Firda dkk., 2014). Senyawa ini memiliki berat molekul sedang dan mengandung gugus fungsional aktif seperti karboksil (-COOH) dan fenol (-OH), yang memberikan kemampuan untuk berinteraksi dengan ion logam, oksida, dan hidroksida mineral (Stevenson, 1994).

Asam humat dikenal memiliki kemampuan tinggi dalam membentuk kompleks dengan ion logam melalui proses deprotonasi gugus fungsional seperti karboksil dan fenol, terutama pada kondisi pH tinggi. Interaksi ini sangat penting dalam meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah yang berpengaruh langsung terhadap ketersediaan hara. Selain itu, asam humat juga membantu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah seperti meningkatkan daya simpan air dan kestabilan agregat tanah. Struktur koloidnya memungkinkan pembentukan ikatan yang kuat dengan nutrisi serta penghambatan kehilangan unsur hara akibat pencucian. Senyawa ini juga mampu mengikat logam berat dan senyawa pencemar lainnya sehingga potensial digunakan sebagai biosorben dalam rehabilitasi lahan tercemar (Ismillali dan Hermanto, 2020). Karakteristik ini menjadikan asam humat sebagai bahan pembenah tanah yang sangat penting dalam pertanian berkelanjutan.

Asam humat memiliki bobot molekul sedang dan kapasitas tukar kation lebih tinggi dibandingkan asam fulvat dan humin, meskipun tingkat kemasamannya lebih rendah (Schnitzer dan Khan, 1978). Fraksi humat termasuk asam humat, asam fulvat, dan humin memiliki struktur kimia yang hampir serupa namun berbeda dalam komposisi gugus fungsional dan ukuran molekul. Asam fulvat, misalnya, memiliki bobot molekul lebih rendah namun kandungan gugus fungsional seperti COOH, -OH, dan C=O per satuan bobotnya lebih tinggi

dibandingkan asam humat dan humin (Kononova, 1966). Sementara itu, karakteristik asam humat dari berbagai bahan organik menunjukkan kemiripan dasar berupa total kemasaman tinggi serta dominasi gugus karboksil dan fenol (Arsiati, 2002). Kandungan karbon pada asam humat berkisar antara 41–57%, oksigen 33–46%, dan sulfur sekitar 0,1–0,9%, dengan kandungan nitrogen mencapai 2–5% (Tan, 2010). Kandungan unsur-unsur ini menunjukkan bahwa asam humat tidak hanya kaya akan unsur makro seperti C, H, N, dan S, tetapi juga mengandung unit aromatik dan alifatik yang aktif secara biologis. Kadar kemasaman total pada asam humat sangat dipengaruhi oleh konsentrasi gugus fenol dan karboksil yang dimilikinya.

Proses terbentuknya asam humat melibatkan oksidasi senyawa tanaman seperti lignin, fenol, dan protein, serta aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Hasil dari proses ini adalah senyawa organik yang mengandung unsur karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, dan oksigen. Komposisi kandungan unsur tersebut masing-masing adalah karbon (40–80%), nitrogen (2–4%), sulfur (1–2%), fosfor (0–0,3%), dan oksigen dalam jumlah bervariasi. Kandungan unsur-unsur ini membuat asam humat sangat efektif dalam meningkatkan kesuburan dan struktur tanah. Sebagai bahan pembenah tanah, asam humat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia yang diaplikasikan ke tanah. Hal tersebut tentu memberikan dampak positif terhadap ekonomi dan lingkungan. Perannya dalam meningkatkan kesuburan tanah telah banyak dibuktikan dalam berbagai penelitian (Firda dkk., 2014).

2.6 Varietas GMP 7

Varietas GMP 7 adalah tebu dengan klon RGM00-1010 keturunannya dari persilangan Biparental lrv.93-552 x SS33 yang dilepas pada 6 Juli 2015 dengan tujuan untuk meningkatkan produksi dan mutu tebu. Varietas GMP 7 memiliki keunggulan pada spesifik lokasi lahan kering ultisol dengan tipe iklim C2 (tropis basah) serta memiliki rendemen tinggi dengan kategori kemasakan awal. Morfologi dari varietas ini adalah memiliki bentuk ruas batang yang lurus, warna

batang hijau kekuningan dengan lapisan lilin yang sedang, tidak terdapat retakan tumbuh dan teras dan lubang pada batang, cincin yang tumbuh tidak sampai mata, bentuk buku ruas silindris, dan alur mata ada pada sebagian ruas (Kementan, 2015).

Daun yang ada pada Varietas GMP 7 memiliki warna hijau dengan ukuran daun yang sedang yaitu 4 – 5 cm. Daun akan melengkung pada 1/3 panjang daun dengan telinga daun yang lemah yaitu panjang telinga satu kali lebar daun dan tidak memiliki bulu. Pelepah yang kering cenderung lepas dengan sendirinya. Mata yang ada pada tanaman tebu pada Varietas tebu GMP 7 terletak pada bekas pelepah daun dengan bentuk mata bulat telur dan sayap mata yang lebarnya sama dengan tepi sayap mata. Tidak terdapat rambut tepi tapu terdapat rambut jambul pada bagian mata tebu. Pusat tumbuh berada pada bagian atas tengah mata (Kementan, 2015).

Sifat agronomis yang dimiliki varietas ini adalah memiliki perkecambahan dan awal pertunasan yang cepat, memiliki kerapatan batang yang rapat dengan diameter batang yang sedang, tidak berbunga dan daya kepras yang baik. Potensi produksi pada tanaman tebu Varietas GMP 7 juga memiliki hasil yang tinggi yaitu mencapai 932,7 ku ha⁻¹ dengan kurva naik turunnya hanya 20,53 ku ha⁻¹. Rendemen tebu Varietas GMP 7 juga tinggi dengan rendemen 8,06% dan kurva naik turunnya 1,37%. Hablur gula mencapai 76,2 ku ha⁻¹ dengan naik turunnya 2,60 ku ha⁻¹ dan kadar sabut yang hanya 14,01%. Varietas GMP 7 memiliki ketahanan pada penyakit blendok, pokkahboeng, luka api dan ringkai daun, serta toleran terhadap hama penggerek batang dan penggerek pucuk (Kementan, 2015).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Juli – Oktober 2025, di Laboratorium Lapangan Terpadu (LTPD), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada 05°22' LS dan 105°14' BT dengan ketinggian tempat 148 mdpl.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah cangkul, sekop, gembor, golok, arit, pisau, ember, *polybag*, penggaris, meteran, jangka sorong, timbangan, kertas, pena dan kamera *handphone*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bagal tebu Varietas GMP 7, air, tanah, asam humat merk AH-90, dan pupuk NPK 20:10:10 merk Fertilla.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dalam faktorial 3×3 yang terdiri dari dua faktor dengan tiga kelompok. Faktor pertama pada penelitian ini adalah dosis asam humat (H) yang terdiri dari tiga taraf, yaitu H0 (0 kg ha⁻¹), H1 (10 kg ha⁻¹), dan H2 (20 kg ha⁻¹). Faktor kedua adalah dosis pupuk NPK majemuk 20:10:10 (N) yang terdiri dari tiga taraf, yaitu N0 (0% dari dosis standar perkebunan), N1 (50% dari dosis standar perkebunan), dan N2 (100% dari dosis standar perkebunan). Jumlah kombinasi perlakuan adalah 9 kombinasi yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Percobaan

Dosis Asam Humat	Dosis Pupuk NPK		
	N0	N1	N2
H0	H0N0	H0N1	H0N2
H1	H1N0	H1N1	H1N2
H2	H2N0	H2N1	H2N2

Keterangan:

H0N0: Asam humat 0 kg ha⁻¹ + NPK 0% (Kontrol)

H0N1: Asam humat 0 kg ha⁻¹ + NPK 50%

H0N2: Asam humat 0 kg ha⁻¹ + NPK 100%

H1N0: Asam humat 10 kg ha⁻¹ + NPK 0%

H1N1: Asam humat 10 kg ha⁻¹ + NPK 50%

H1N2: Asam humat 10 kg ha⁻¹ + NPK 100%

H2N0: Asam humat 20 kg ha⁻¹ + NPK 0%

H2N1: Asam humat 20 kg ha⁻¹ + NPK 50%

H2N2: Asam humat 20 kg ha⁻¹ + NPK 100%

Setiap perlakuan diulang tiga kali, sehingga total diperoleh 27 satuan percobaan.

Kemudian, dilakukan pengacakan menggunakan Excel, dan hasilnya disajikan

pada Gambar 2. Data yang telah dikumpulkan pertama-tama diuji untuk

homogenitas menggunakan Uji Bartlett dan uji aditivitas dengan Uji Tukey.

Setelah itu, data yang telah diverifikasi keabsahannya diuji menggunakan Uji F dan kemudian dilanjutkan dengan Uji DMRT pada taraf signifikansi 5%.

Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
H1N1	H0N1	H1N0
H2N1	H1N2	H1N1
H0N1	H0N0	H2N1
H1N2	H1N0	H0N2
H0N2	H1N1	H0N1
H2N0	H0N2	H0N0
H0N0	H2N0	H2N2
H1N0	H2N1	H2N0
H2N2	H2N2	H1N2

Gambar 2. Tata letak percobaan pengaruh pemberian asam humat dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu.

Pengelompokan pada penelitian ini didasarkan pada asal bahan tanam yang digunakan sebagai sumber bibit. Kelompok pertama menggunakan batang tebu yang berasal dari bagian atas tanaman, kelompok kedua menggunakan batang bagian tengah, dan kelompok ketiga menggunakan batang bagian bawah. Pendekatan ini dilakukan untuk mengakomodasi potensi perbedaan fisiologis antar bagian batang tebu terhadap respons perlakuan yang diberikan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terbagi menjadi beberapa kegiatan, yaitu persiapan alat dan bahan, persiapan lahan dan media tanam, analisis kimia tanah, pengaplikasian asam humat, penanaman, pemupukan NPK, pemeliharaan, pengamatan dan analisis data.

3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

Tahapan ini mencakup pengumpulan serta pengecekan kelengkapan alat dan bahan yang dibutuhkan selama penelitian. Alat yang digunakan meliputi cangkul, sekop, gembor, gunting tanaman, *polybag*, selang air, timbangan digital, penggaris, jangka sorong, meteran dan kamera handphone. Bahan yang digunakan meliputi stek tebu Varietas GMP 7, bahan tanam diambil dari kebun tebu polinela dengan kriteria bahan tanam yang digunakan adalah tanaman tebu yang sudah berusia lebih dari 6 bulan dan memiliki 12 buku dari pangkal hingga ujung. Selain itu, bahan yang digunakan adalah tanah sebagai media tanam, air, pupuk NPK 20:10:10, dan asam humat.

3.4.2 Persiapan Lahan dan Media Tanam

Persiapan lahan dimulai dengan pembersihan dan pengukuran area penelitian seluas 12 m × 6 m. Penanaman dilakukan menggunakan *polybag* berukuran 45 × 45 cm yang ditata di atas lahan tersebut. Setiap satuan percobaan terdiri dari dua

polybag dengan total 54 *polybag* dan setiap *polybag* diisi tiga bibit bagal tanaman tebu. *Polybag* disusun secara teratur dengan jarak antar-*polybag* 25 cm pada baris dan berjarak 1 m antar kolom.

3.4.3 Penanaman

Proses penanaman diawali dengan sortasi stek batang untuk memilih stek yang sehat dan berpotensi tumbuh optimal, sekaligus memisahkan bagal berdasarkan asal bagian batang, yaitu atas, tengah, dan bawah. Setelah disortir, stek batang kemudian diberi perlakuan air panas dengan cara merendam dalam air bersuhu 50°C selama 15 menit, lalu dilanjutkan dengan perendaman dalam air dingin selama 5 menit. Perlakuan ini bertujuan untuk menekan infeksi hama dan penyakit yang mungkin terbawa pada bagal tebu dan mempercepat pertumbuhan tunas (Wijayanti dkk., 2017). Stek tebu yang digunakan berasal dari Varietas GMP 7, dengan satu mata tunas (*single bud planting*) dan ditanam pada setiap titik tanam sesuai dengan layout rancangan percobaan. Stek tebu ditanam sedalam 5 cm dari permukaan tanah dengan menggunakan metode tanam *setts horizontal* atau tanam mendatar (*flat planting*) (Singh dan Gangwar, 2023).

3.4.4 Analisis Kimia Tanah

Analisis tanah dengan cara mengambil sampel secara acak dari lima *polybag*, masing-masing sebanyak 100 g. Seluruh sampel kemudian dikomposit dan dihomogenkan. Sampel tanah yang telah merata tersebut selanjutnya dikirim ke Laboratorium Penguji BSIP Lampung untuk dianalisis, mencakup sifat kemasaman tanah (pH), kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium. Analisis kimia tanah dilakukan dua kali yaitu sebelum pengaplikasian perlakuan dan sesudah perlakuan atau diakhir penelitian.

3.4.5 Pengaplikasian Asam Humat

Aplikasi asam humat pada penelitian ini dilakukan dengan metode dikocor sebanyak dua kali, yaitu pada saat tanam dan 35 hari setelah tanam (hst). Terdapat dua taraf dosis yang digunakan, yaitu 10 kg ha^{-1} dan 20 kg ha^{-1} . Perhitungan dosis asam humat dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

3.4.5.1 Konversi Luas Lahan dan Volume Tanah Ha^{-1}

Luas 1 ha = $10.000 \text{ m}^2 = 10.000 \times 10.000 \text{ cm}^2 = 100.000.000 \text{ cm}^2$

Kedalaman tanah = 20 cm

Volume tanah dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Volume tanah} = \text{Luas} \times \text{Kedalaman}$$

maka didapatkan volume tanah sebagai berikut:

$$100.000.000 \text{ cm}^2 \times 20 \text{ cm} = 2.000.000.000 \text{ cm}^3$$

berat tanah dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Berat tanah} = \text{Volume} \times \text{berat isi}$$

Berat isi tanah yang ada pada laboratorium lapang terpadu adalah $1,16 \text{ g/cm}^3$ (Arimbi, 2011). Maka diperoleh berat tanah sebagai berikut:

$$2.000.000.000 \text{ cm}^3 \times 1,16 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2.320.000.000 \text{ g} = 2.320.000 \text{ kg}$$

3.4.5.2 Berat Tanah dalam *Polybag*

Polybag yang digunakan memiliki diameter 25 cm sehingga didapatkan jari-jari pada *polybag* tersebut adalah 12,5 cm. Tinggi tanah yang dimasukkan ke dalam *polybag* adalah 20 cm. Berat tanah dalam *polybag* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Volume\ polibag = \pi \times r^2 \times t$$

Keterangan:

π : 3,14

r^2 : Jari-jari *polybag*

t: tinggi tanah pada *polybag*

maka didapatkan volume *polybag* sebagai berikut:

$$Volume\ polibag = 3,14 \times (12,5)^2 \times 20 = 9806,25\text{ cm}^3$$

setelah didapatkan nilai volume *polybag* kemudian dapat dilakukan perhitungan berat tanah dengan menggunakan rumus berikut:

$$Bobot\ tanah = volume\ polibag \times berat\ jenis\ tanah$$

sehingga didapatkan bobot tanah pada *polybag* sebagai berikut:

$$Bobot\ tanah = 9806,25\text{ cm}^3 \times 1,16\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 12.748,125\text{ g} = 12,75\text{ kg}$$

3.4.5.3 Dosis Asam Humat

Dosis aplikasi asam humat dalam penelitian ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$(Dosis\ asam\ humat\ (g)) = \frac{Berat\ tanah\ polibag}{Berat\ tanah\ per\ ha} \times Dosis\ per\ hektar\ (g)$$

Dosis asam humat untuk taraf 10 kg ha⁻¹:

$$\frac{12,75}{2.320.000} \times 10.000\ g = 0,05\ g/polybag$$

Dosis asam humat untuk taraf 20 kg ha⁻¹:

$$\frac{12,75}{2.320.000} \times 20.000\ g = 0,11\ g/polybag$$

Setiap dosis asam humat yang telah didapatkan kemudian dilarutkan dengan air sebanyak 300 mL dan diaplikasikan secara merata.

3.4.6 Pemupukan NPK 20:10:10

Pemupukan NPK 20:10:10 dalam penelitian ini dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pada saat tanam dan 35 hari setelah tanam (hst). Terdapat dua taraf dosis yang digunakan, yaitu 50% dosis standar atau 300 kg ha⁻¹ dan 100% dosis standar atau 600 kg ha⁻¹. Dosis pupuk untuk masing-masing taraf dihitung menggunakan rumus berikut:

$$(Dosis\ pupuk\ (g)) = \frac{Berat\ tanah\ polibag}{Berat\ tanah\ per\ ha} \times Dosis\ per\ hektar\ (g)$$

Dosis pupuk yang digunakan pada taraf 50% dosis standar:

$$\frac{12,75}{2.320.000} \times 300.000 \text{ gram} = 1,65 \text{ g}$$

Dosis pupuk yang digunakan pada taraf 100% dosis standar:

$$\frac{12,75}{2.320.000} \times 600.000 \text{ gram} = 3,3 \text{ g}$$

Pupuk NPK tersebut diaplikasikan dengan cara ditugal disekitar perakaran tanaman tebu.

3.4.7 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan gulma, penyulaman, serta pengendalian hama ditemukan. Pengairan dilakukan dengan menyesuaikan kondisi cuaca (Muliandari dkk., 2021). Penyiangan dilakukan apabila lahan sudah tumbuh gulma dan dilakukan secara manual menggunakan sabit atau cangkul apabila sudah parah dikendalikan dengan menggunakan herbisida berbahan aktif glifosat 40 mL 3 L⁻¹ air. Tidak dilakukan pembumbunan pada media tanam karena dikhawatirkan terjadi perubahan kondisi media tanam yang dapat mempengaruhi hasil penelitian yang seharusnya hanya dipengaruhi oleh perlakuan asam humat dan pupuk NPK.

3.5 Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini terdiri atas dua jenis, yaitu variabel utama dan variabel pendukung.

3.5.1 Variabel Utama

Variabel yang diamati pada penelitian difokuskan pada parameter pertumbuhan vegetatif tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) yang dipengaruhi oleh perlakuan kombinasi asam humat dan pupuk NPK. Pengamatan dilakukan secara berkala selama masa pertumbuhan vegetatif yang meliputi daya berkecambah, kecepatan berkecambah, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, diameter batang, bobot segar akar, bobot kering akar, jumlah ruas, berat segar tajuk, berat kering tajuk, dan kandungan relatif klorofil.

3.5.1.1 Daya Berkecambah

Daya kecambah merupakan persentase setek yang tumbuh normal dibandingkan dengan jumlah setek yang ditanam. Pengamatan dilakukan pada akhir fase perkecambahan yaitu 28 hst. Fase perkecambahan sendiri dimulai dengan pembentukan taji pendek dan akar stek pada umur satu minggu, dan berakhir pada fase kecambah pada umur lima minggu (Anggoro dkk., 2012). Nilai daya kecambah dianggap baik apabila mencapai lebih dari 80%. Menurut Sadjad dkk. (1999) daya kecambah dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Daya berkecambah} = \frac{\text{Jumlah kecambah normal}}{\text{Jumlah benih yang ditanam}} \times 100\%$$

Kecambah normal yang dihitung adalah kecambah yang ditandai dengan pertumbuhan tunas yang kuat, tegak, dan segar serta tidak menunjukkan gejala busuk, layu, dan serangan hama.

3.5.1.2 Kecepatan Perkecambahan

Kecepatan perkecambahan merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan dan vigor benih untuk berkecambah secara normal dalam periode tertentu. Pengamatan dilakukan pada umur 7, 14, 18, 21, dan 28 hst untuk mengetahui pola

kemunculan kecambah dari waktu ke waktu. Data hasil pengamatan kemudian dihitung menggunakan rumus Thronebery dan Smith (Sadjad dkk., 1999) yang disajikan pada rumus berikut:

$$KP = \sum_0^{tn} \frac{\Delta KN}{t}$$

Keterangan:

KP : Kecepatan perkecambahan

T :Waktu pengambilan (hari)

KN :Kecambah normal setiap waktu pengamatan (%)

tn :Selisih waktu akhir pengamatan

3.5.1.3 Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman tebu di ukur dari pangkal batang hingga bagian paling atas yang terlihat (*top visible dewlap* atau TVD), hingga bagian daun ketiga dari atas (Poultney, 2017). Pengukuran tinggi tanaman tebu disajikan pada Gambar 15 dalam Lampiran B. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan secara berkala pada 28, 35, 48, 63, 77, dan 91 hst.

3.5.1.4 Diameter Batang (cm)

Diameter batang diukur menggunakan jangka sorong pada pada 1/3 tinggi dari pangkal ke ujung (Peloso dkk., 2020). Pengukuran diameter batang dilakukan pada 28, 35, 48, 63, 77, dan 91 hst.

3.5.1.5 Jumlah Daun (helai rumpun⁻¹)

Daun yang dihitung adalah daun dengan kriteria sudah terbuka sempurna dan minimal 20% bagian daun berwarna hijau (de Andrade dkk., 2021). Daun dihitung pada tanaman utama pada 28, 35, 48, 63, 77, dan 91 hst.

3.5.1.6 Jumlah Anakan (anakan rumpun⁻¹)

Jumlah anakan diamati adalah batang sekunder dan tersier yang tumbuh di sekitar batang utama. Pengamatan mulai dilakukan ketika anakan telah muncul, yaitu pada 21, 28, 35, 48, 63, 77, dan 91 hst.

3.5.1.7 Bobot Segar Akar (g)

Bobot segar akar diperoleh dengan menimbang akar bibit tebu segera setelah pembongkaran media tanam dan pembersihan dari sisa tanah pada akhir penelitian. Akar yang ditimbang merupakan akar yang tumbuh dari tunas tebu, dan penimbangan dilakukan menggunakan timbangan digital.

3.5.1.8 Bobot Kering Akar (g)

Penimbangan bobot kering akar dilakukan setelah akar sebelumnya ditimbang untuk mengetahui bobot basah nya. Akar basah kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 2×24 jam hingga mencapai kondisi kering.

3.5.1.9 Kandungan Relatif Klorofil (unit)

Pengamatan kandungan klorofil dilakukan pada daun +1 atau TVD pada Gambar 15b dalam Lampiran B. menggunakan *soil plant analysis development* (SPAD). Pengukuran SPAD dilakukan pada tiga titik spesifik pada setiap bagian yaitu pangkal, tengah, dan ujung daun. Nilai SPAD akhir diperoleh dengan menghitung rata-rata dari ketiga pengukuran (Madala dkk., 2023). Pengamatan dilakukan sekali pada akhir pengamatan yaitu 91 hst.

3.5.1.10. Berat Segar Tajuk (g)

Bobot segar tajuk diperoleh dengan menimbang tajuk bibit tebu yang masih dalam kondisi segar atau segera setelah media tanam dibongkar. Tajuk batang mencakup

bagian tanaman tebu mulai dari pangkal hingga daun. Penimbangan dilakukan menggunakan timbangan digital. Pengukuran berat segar tajuk dilakukan pada akhir periode penelitian.

3.5.1.11. Berat Kering Tajuk (g)

Bobot kering tajuk adalah bobot hasil pengeringan tajuk basah yang dikeringkan dengan oven pada suhu 80°C selama 2×24 jam. Bobot kering ini didapat ketika kandungan air pada tajuk sudah hilang seluruhnya. Pengukuran dilakukan pada akhir masa penelitian

3.5.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang diamati dalam penelitian ini meliputi analisis kandungan nitrogen total (N-total), fosfor tersedia (P-tersedia), dan kalium dapat ditukarkan (K-dd) pada media tanam. Analisis laboratorium dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur hara tersebut dalam tanah yang digunakan selama penelitian. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah, Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian Provinsi Lampung.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

- (1) Dosis asam humat 10 kg ha^{-1} merupakan dosis terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman tebu, meliputi: tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar akar, dan bobot kering akar;
- (2) Dosis pupuk NPK 100% merupakan dosis terbaik pada beberapa variabel pertumbuhan vegetatif tanaman tebu, meliputi: tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, bobot segar akar, dan bobot kering akar;
- (3) Terdapat interaksi antara dosis asam humat dan pupuk NPK pada beberapa variabel pertumbuhan, terutama tinggi tanaman dan bobot akar. Kombinasi 10 kg ha^{-1} asam humat dengan 50% NPK menghasilkan pertumbuhan terbaik. Kombinasi ini mampu menghasilkan pertumbuhan yang sama dengan dosis tertinggi (20 kg ha^{-1} asam humat dengan 100% NPK) dan memungkinkan pemupukan yang lebih efisien.

5.2 Saran

Saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah dilakukan penelitian lanjutan mengenai aplikasi asam humat dan pupuk NPK hingga fase pemasakan tanaman tebu. Selain itu, penelitian sebaiknya dilaksanakan pada skala lapangan dengan kondisi budidaya sebenarnya, tidak terbatas pada penggunaan *polybag*, serta menggunakan varietas tebu yang berbeda untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Ria, M., Shukry, W., Abo-Hamed, S., Albaqami, M., Almuqadam, L., dan Ibraheem, F. 2023. Humic acid modulates ionic homeostasis, osmolytes content, and antioxidant defense to improve salt tolerance in rice. *Plants*. 12(9): 1– 20.
- Ali, M., dan Mindari, W. 2016. Effect of humic acid on soil chemical dan physical characteristics of embankment. *In MATEC Web of conference*. 58. 1– 6.
- Anggoro, N. P., Dalmadi, dan Subaidi, A. 2012. *Teknologi Pembibitan Tanaman Tebu*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Badan Peneliti dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Bogor. 13 hlm.
- Arimbi, D. 2011. Analisis Neraca Air pada Lahan Bera di Plot Percobaan Laboratorium Lapang Terpadu Universitas Lampung. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Arsiati, A. 2002. Sifat-sifat Asam Humat Hasil Ekstraksi dari Berbagai Jenis Bahan dan Pengekstrak. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Atmojo, H. W., Machmudi, M., Nursandi, F., dan Puspitasari, A. R. 2024. Pengaruh pemupukan anorganik pada budidaya tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas PSKA 942 di pusat penelitian perkebunan gula Indonesia. *Indonesian Sugar Research Journal*. 4(1): 13–23.
- Cahyani, S., Sudirman, A., dan Azis, A. 2016. Respons pertumbuhan vegetatif tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) ratoon 1 terhadap pemberian kombinasi pupuk organik dan pupuk anorganik. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 4(2). 69–78.
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Okorokova-Façanha, A. L., dan Façanha, A. R. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. *Plant physiology*. 130(4): 1951–1957.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press. New York. 1262 hlm.

- de Andrade, A.F., Flores, R.A., Casaroli, D., Bueno, A.M., Pessoa-de-Souza, M.A., Jardim, C.C.S., de Oliveira Abdala, K., Marques, E.P., dan Mesquita, M. 2022. Biometric and physiological relationships and yield of sugarcane in relation to soil application of potassium. *Sugar Tech.* 24(2): 473–484.
- Debele, R. D. 2021. The effect of integrated organic and inorganic fertilizer on soil fertility and productivity. *Journal of Ecology and Natural Resources.* 5(3): 1–6.
- Deshmukh, P. S., Naitam R.K., Surwase, S. A., Kharade, J. P., dan Buddhe, V. A. 2024. Effect of humic acid on growth, yield and quality of sugarcane. *International Journal of Research in Agronomy.* 7(7): 564–567.
- Diana, N. E., Sujak, S., dan Djumali, D. 2015. Efektivitas pemberian pupuk majemuk (NPK 20-10-12) pada peningkatan produktivitas tanaman tebu. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri.* 9(2): 43–52.
- Dillewijn, C.V. 1952. *Botany of sugarcane.* Chronica Botanica. Waltham. 371 hlm.
- Evizal, R. 2018. *Pengelolaan Perkebunan Tebu.* Graha Ilmu. Yogyakarta. 244 hlm.
- Firda, F., Mulyani, O., dan Yuniarti, A. 2014. Pembentukan, karakterisasi serta manfaat asam humat terhadap adsorpsi logam berat. *Soilrens.* 12(1): 9–10.
- Febriyanti, F., Setiyono, S., Farisi, O. A., Savitri, D. A., Arum, A. P., Meliala, S. B. P. S., dan Nisak, F. 2025. The effect of npk fertilizer doses and biofertilizers on the growth of sugar cane chips bud (*Saccharum Officinarum* L.) seedlings. *International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources.* 6(1): 82–87.
- Fischer, P. T. B., Carella, A., Massenti, R., Fadhilah, R., dan Lo Bianco, R. 2025. Advances in monitoring crop and soil nutrient status: proximal and remote sensing techniques. *Horticulturae.* 11(2): 1–40.
- Gebeyehu, S. A., Belay, B., dan Abate, M. 2025. Impact of blended NPSB fertilizer rates on sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) varieties: Seed cane yield and quality insights from North western Ethiopia. *PloS one.* 20(2): 1–15.
- Hapsoro, D. 2019. *Kultur in Vitro Tanaman Tebu dan Manfaatnya untuk Mutagenesis dengan Sinar Gamma.* AURA : Anugerah Utama Raharja. Bandar Lampung. 124 hlm.
- Harjadi, S. 2019. *Dasar-Dasar Agronomi.* Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 300 hlm.

- Helwandi, I.S., dan Subroto, G. 2024. Pengaruh pemberian hormon auksin dan asam humat terhadap pertumbuhan bibit stek kopi robusta (*Coffea canephora*). *Berkala Ilmiah Pertanian*. 7(2): 119–125.
- Hermanto, D., Dharmayani, N. K. T., Kurnianingsih, R., dan Kamali, S. R. 2012. Pengaruh asam humat sebagai pelengkap pupuk pada tanaman jagung terhadap efisiensi pemupukan di lahan kering Kec. Bayan Kab. Lombok Utara NTB. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 16(2): 100–107.
- Hopkins, W. G., dan Hüner, N. P. A. 2009. Introduction to plant physiology (4th ed.). Wiley-Blackwell. Hoboken. 503 hlm.
- Indrawanto, C., Purwono, Siswanto, Syakir, M., dan Rumini, W. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Jakarta. 68 hlm.
- Islami, T., Rohimah, N., dan Purnomo, D. 2022. Effect of combined organic matter and NPK fertilizer on maize (*Zea mays* L.) growth and yield. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 27(3): 320–329.
- Ismillali, N., dan Hermanto, D. 2020. Isolasi Asam humat dari Bendungan Batujai Lombok Tengah-NTB dan potensinya sebagai reduktif-biosorben Au (III) pada sistem batch. *Jurnal Ilmu Dasar*. 21(1): 43–48.
- Jamsari, J., Danis, R., Manti, I., dan Renfiyeni, R. 2019. Respon diferensial fisiologis tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) pada kondisi cekaman kekurangan air. *Jurnal Agrista*. 23(2): 100–111.
- Januardi, R., Afandi, A., dan Banuwa, I.S. 2024. Pengaruh pemberian asam humat terhadap sifat fisik tanah ultisol perkebunan nanas di Lampung Timur. *Jurnal Agrotek Tropika*. 12(1): 183–188.
- Kementerian Pertanian (Kementan). 2015. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 437/kpts/KB.120/7/2015. *Pelepasan Tebu Klon RGM00-1010 sebagai Varietas Unggul dengan Nama GMP 7*. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Kononova, M. M. 1966. *Soil Organic Matter: Its Nature, Its Role in Soil Formation and in Soil Fertility*. Persemon Press. London. 544 hlm.
- Kujiper, J. 1915. Degroei van bladschijf, bladscheede em stengel van het suikerriet. *Arch Suikerind Ned Indi*. 23. 528–556.
- Liu, Y., Chen, S., Pal, S., Yu, J., Zhou, Y., Tran, L. S. P., dan Xia, X. 2024. The hormonal, metabolic, and environmental regulation of plant shoot branching. *New Crops*. 1(2): 1–11.

- Lubis, F. A. A. U., Fitria, N. S., dan Saktiyono, S. T. P. 2022. Pengaruh asam humat terhadap karakteristik morfologi tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas Bululawang. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 10(1): 19–32.
- Marschner, P. 2012. *Marschner's mineral nutrition of higher plants (3rd ed.)*. Academic Press. London. 651 hlm.
- Mastur, M., Syafaruddin, S., dan Syakir, M. 2015. Peran dan pengelolaan hara nitrogen pada tanaman tebu untuk peningkatan produktivitas tebu. *Perspektif: Review Penelitian Tanaman Industri*. 14(2): 73–86.
- Moore, P. H., dan Botha, F. C. 2014. *Sugarcane: Physiology, Biochemistry, and Functional Biology*. Wiley-Blackwell. Chichester. 742 hlm.
- Mualif, M. S., dan Kusumawati, A. 2021. Pengaruh sifat kimia tanah terhadap produktivitas tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Pengelolaan Perkebunan (Jpp)*. 2(2). 66–72.
- Muliandari, N., Sudiarso, S., dan Sumarni, T. 2021. Analisis pertumbuhan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) akibat aplikasi vermikompos dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 9(2): 73–82.
- Nasution, K. H., Islami, T., dan Sebayang, H. T. 2013. Pengaruh dosis pupuk anorganik dan pengendalian gulma pada pertumbuhan vegetatif tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas PS. 881. *Jurnal Produksi Tanaman*. 1(4): 299–306.
- Ningrum, M. K., Sumarni, T., dan Sudiarso. 2014. Pengaruh naungan pada teknik pembibitan bud chip tiga varietas tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(3): 260–267.
- Nisa, K. 2010. Pengaruh pemupukan NPK dan biochar terhadap sifat kimia tanah, serapan hara dan hasil tanaman padi sawah. *Tesis*. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Palmasari, B., Paridawati, I., dan Astuti, D. T. 2021. Respon pertumbuhan bibit tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian*. 15(2): 96–100.
- Pelloso, M.F., Gustavo, M., dan Pereira, A. 2020. Agronomic performance of sugarcane in reduced row spacing grown from different billet sizes under no tillage and conventional tillage system. *Sugar Tech*. 22(3): 437–444.
- Poultney, D. 2017. Optimizing sampling procedures in sugarcane plantations to study nitrogen cycling with ¹⁵N labelling method. *Doctoral dissertation*. Universitas Montpellier. Montpellier.

- Pusat Penelitian Tanah. 1995. *Kombinasi Beberapa Sifat Kimia tanah dan Status Kesuburannya*. Pusat Penelitian Tanah. Bogor.
- Puspitasari, A. R., dan Lukito, A. 2021. Pengaruh biostimulan, asam humat, mikoriza dan kombinasi dosis pemupukan terhadap pertumbuhan tebu (*Saccharum officinarum* L.) dan produksi gula pada tanah eutropepts Pasuruan. *Indonesian Sugar Research Journal*. 1(1): 32–45.
- Putra, R. C., dan Pamungkas, A. S. 2022. Peningkatan efektivitas pupuk anorganik tunggal dengan pemberian asam humat di pembibitan tanaman karet. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*. 3(1): 655–669.
- Rahmandhias, D. T., dan Rachmawati, D. 2020. Pengaruh asam humat terhadap produktivitas dan serapan nitrogen pada tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 25(2): 316–322.
- Restida, M., Sarno, S., dan Ginting, Y. C. 2014. Pengaruh pemberian asam humat (berasal dari batubara muda) dan pupuk N terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(3): 482–486.
- Riawan, A. J., Padusung, P., dan Jayaputra, J. 2018. Status kandungan residu pupuk NPK (Phonska) pada perlakuan dosis pupuk yang berbeda pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* var: Servo F1) di entisol Lombok Utara. *Agroteksos*. 28(1): 17–25.
- Riechelman, W. H., Postma, R., Specken, J. W., dan de Haan, J. J. 2021. *Critical Nutrient Concentrations of Arable Crops*. Nutriënten Management Instituut (NMI). Wageningen. 52 hlm.
- Ruwanpathirana, P. P., Sakai, K., Jayasinghe, G. Y., Nakandakari, T., Yuge, K., Wijekoon, W. M. C. J., Priyankara, A. C. P., Samaraweera, M. D. S., dan Madushanka, P. L. A. 2024. Evaluation of sugarcane crop growth monitoring using vegetation indices derived from RGB-based UAV images and machine learning models. *Agronomy*. 14(9): 1–21.
- Sadjad, S., Murniati., dan Ilyas, S. 1999. *Parameter Pengujian Vigor Benih: Dari Komparatif ke Simulatif*. Gramedia Widiasarana. Jakarta. 185 hlm.
- Saeed, B., dan Sadiq, A. 2023. Impact of humic acid levels on yield attributes of sugarcane chip bud settlings in District Mardan. *Kurdish Stud*. 11(3): 786–793.
- Sahur, A., Bahrur, A. H., dan Achmad, P. A. 2022. Aplikasi actinomycetes dan pupuk NPK pada pertumbuhan dan perkembangan bibit tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Agrivigor*. 14(2): 147–164.

- Santi, L. P. 2016. Pengaruh asam humat terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao*) dan populasi mikroorganisme di dalam tanah *humic dystrudept*. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 40(2): 87–94.
- Saptorini, S. 2019. Mata tunas, komposisi media tanam pertumbuhan awal tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis*. 2(2): 85–102
- Sarno, S., Saputra, A., Rugayah, R., dan Pulung, M. A. 2015. Pengaruh pemberian asam humat (berasal dari batubara muda) melalui daun dan pupuk P terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(2): 192–198.
- Schnitzer, M., dan Khan, S.U. 1978. *Soil Organic Matter*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 319 hlm.
- Singh, K. A. M. I. N. I., dan Gangwar, L. S. 2023. Planting Techniques in Sugarcane Cultivation: A Review. *International Journal of Agricultural Science*. 8. 357–370.
- Sumiati, E., dan Gunawan, O. S. 2007. Aplikasi pupuk hayati mikoriza untuk meningkatkan efisiensi serapan unsur hara NPK serta pengaruhnya terhadap hasil dan kualitas umbi bawang merah. *Jurnal Hortikultura*, 17(1): 34–42.
- Suwardi, Darmawan, Oktariani, P., Yusuf, S. M., dan Randrikasari, O. 2024. Optimizing nutrient management: Slow-release NPK granule fertilizer enhanced with zeolite and humic acid for sustainable plantation crops. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1338(01): 1–14.
- Stevenson, F. J. 1994. *Humus chemistry: Genesis, composition, reactions (2nd ed.)*. Wiley. New York. 512 hlm.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., dan Murphy, A. 2015. *Plant Physiology and Development (6th ed.)*. Sinauer Associates. Sunderland. 761 hlm.
- Thoriq, C. 2021. *Teknik Budi Daya Tebu*. Diva Press. Yogyakarta. 104 hlm.
- Trimansyah, T., Fahri, R., dan Novianty, L. 2024. Respon pemberian pembenah tanah asam humat terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays* L. var. *Saccharata*). *Jurnal Agroplasma*. 11(2): 342–347.
- Tufail, M.K., Nawaz, K., dan Usman, M. 2014. Impact of humic acid on the morphology and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *World Applied Sciences Journal*. 30(4): 475–480.

- Utami, S. N. H., Purwanto, B. H., dan Sri, A. M., dan Wahyuningsih, M. 2015. Effect of humic-urea fertilizer on the N absorption of sugarcane in the psamment Samas, Bantul Regency. *International Journal of Applied Agricultural Research*. 10(1): 31–41.
- Victolika, H., Sarno, S., dan Ginting, Y. C. 2014. Pengaruh pemberian asam humat dan K terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(2): 297–301.
- Wahyunto, W., dan Dariah, A. 2014. Degradasi lahan di Indonesia: Kondisi existing, karakteristik, dan penyeragaman definisi mendukung gerakan menuju satu peta. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 8(2): 81-93.
- Weihan, R. A., Sari, P. M., Jalil, M., dan Putra, I. 2024. Diferensiasi pertumbuhan vegetatif dari dua varietas bibit tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) di Kabupaten Aceh Barat. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*. 27(2): 143–153.
- Wijayanti, M.R., Sebayang, H.T., dan Sumarni, T. 2017. Pengaruh perendaman air panas pada batang atas, tengah dan bawah terhadap pertumbuhan bud chip tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas Balulawang. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(9): 1432–1439.
- Zhao, D., Glaz, B., dan Comstock, J. C. 2014. Physiological and growth responses of sugarcane genotypes to nitrogen rate on a sand soil. *Journal of agronomy and crop science*. 200(4): 290–301.
- Zou, H., Li, D., Ren, K., Liu, L., Zhang, W., Duan, Y., dan Lu, C. 2024. Response of maize yield and nitrogen recovery efficiency to nitrogen fertilizer application in field with various soil fertility. *Frontiers in Plant Science*. 15. 1–11.