

**PENGARUH MOL LIMBAH CAIR TAHU TERHADAP SERAPAN K DAN
PERTUMBUHAN RUMPUT GAMA UMAMI DI INCEPTISOL MLATI, SLEMAN**



SKRIPSI

OLEH

ERLINA WAHYU UTAMI

19/442713/PN/16119

DEPARTEMEN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA

2024

SKRIPSI

PENGARUH MOL LIMBAH CAIR TAHU TERHADAP SERAPAN K DAN
PERTUMBUHAN RUMPUT GAMA UMAMI DI INCEPTISOL MLATI, SLEMAN

Oleh

ERLINA WAHYU UTAMI

19/442713/PN/16119

telah diuji pada tanggal:

5 Januari 2024

Skripsi ini diterima sebagai sebagian persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian

Pembimbing Utama

Tanda Tangan

Tanggal

Nasih Widya Yuwono, S.P., M.P.

Pembimbing Pendamping

Dr.Agr. Cahyo Wulandari, S.P., M.P.

Penguji

Nur Ainun Harlin J. P., S.Si., M.Sc., Ph.D.

Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

Ketua Departemen

Prof. Dr. Ir. Benito Heru Purwanto, M.Agr., M.P.

Tanggal: 24/1/2024

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Erlina Wahyu Utami

NIM : 19/442713/PN/16119

Tahun terdaftar : 2019

Program studi : Ilmu Tanah

Fakultas/Sekolah : Pertanian

Menyatakan dalam dokumen ilmiah skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang/Lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah skripsi ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 24 Januari 2024

Erlina Wahyu Utami

19/442713/PN/16119

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat-Nya penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar. Skripsi dengan judul Pengaruh MOL Limbah Cair Tahu terhadap Serapan K dan Pertumbuhan Rumput Gama Umami di Inceptisol Mlati, Sleman ini disusun dengan tujuan memenuhi syarat dalam pencapaian gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.

Terima kasih juga tidak lupa penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang sudah memberikan andil dalam penulisan skripsi ini:

1. Nasih Widya Yuwono, S.P., M.P. selaku dosen pembimbing utama, terima kasih banyak atas dukungan, semangat, serta bimbingannya sehingga penelitian ini dapat berjalan.
2. Dr.Agr. Cahyo Wulandari, S.P., M.P. selaku dosen pembimbing pendamping, terima kasih atas dukungan, semangat, serta bimbingannya sehingga penelitian ini dapat berjalan.
3. Nur Ainun Harlin Jennie P., S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji, terima kasih atas arahnya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
4. Pemilik Rumah Tahu Syifa, Bapak Irwanto, sebagai penyedia bahan MOL limbah cair tahu, terima kasih atas kerjasamanya.
5. Marjono, S.T. yang telah meminjamkan lahannya sebagai tempat penelitian penulis, terima kasih atas perhatian dan dukungannya.
6. Bapak dan Ibu staff dan laboran di Laboratorium Fisika Tanah, Laboratorium Tanah Umum, Laboratorium Kesuburan Tanah, dan Laboratorium Kuningan, terima kasih atas ilmu, jasa, perhatian, dan dukungannya.
7. Teman-teman seperjuangan Ilmu Tanah Angkatan 2019, khususnya David, Rinanda, Ega, Dian, Elia, Azka, Ester, Dhamar dan Rahma. Terima kasih bantuan dan dukungannya yang sangat besar baik dalam masa perkuliahan maupun dalam penelitian ini.
8. Saudara Satya Bhakty Virabhoemi Apraboe, terima kasih atas dukungan, semangat, serta bantuan yang tiada henti diberikan pada penulis.
9. Orang tua yang saya sayangi, Bapak Wahyu Triyono dan Ibu Sayuti Sumarni yang selalu memberikan doanya dari awal hingga akhir perkuliahan, serta memberikan semangat yang tak henti sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi. Tidak ada kata-

kata yang mampu menggambarkan besarnya rasa terima kasih serta syukur saya memiliki bapak dan ibu sebagai orang tua saya.

10. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang membantu saya dalam penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat tersusun.

Tentunya saya menyadari, penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca.

Yogyakarta, 3 Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI	xi
ABSTRACT.....	xii
I. PENDAHULUAN	1
3.1 Latar Belakang	1
3.2 Tujuan Penelitian.....	2
3.3 Manfaat Penelitian.....	2
3.4 Hipotesis.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Limbah Cair Tahu	4
2.2 Teknologi MOL.....	7
2.3 POC Limbah Cair Tahu.....	10
2.4 Kalium (K)	13
2.5 Tanah Inceptisol	14
2.6 Rumput Gama Umami	15
III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Rancangan Percobaan	18
3.4 Pelaksanaan Percobaan	20
3.5 Analisis Laboratorium.....	22
3.6 Analisis Data	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Kondisi Curah Hujan dan Suhu pada Wilayah Percobaan.....	24
4.2 Karakteristik Tanah Sebelum Perlakuan	26
4.3 Karakteristik MOL Limbah Cair Tahu.....	30

4.4	Pengaruh MOL Limbah Cair Tahu Terhadap Karakteristik Sifat Kimia Tanah.....	34
4.5	Pengaruh MOL Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Rumput Gama Umami.....	38
4.6	Pengaruh MOL Limbah Cair Tahu Terhadap Kalium (K) dalam Tanah dan Jaringan	48
4.7	Pengaruh MOL Limbah Cair Tahu Terhadap Serapan Kalium (K) dalam Jaringan Tanaman.....	50
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN.....		60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Standar baku mutu pupuk organik cair (Permentan, 2019)	11
Tabel 3.1 Susunan kombinasi perlakuan	19
Tabel 4.1 Karakteristik tanah Inceptisol Mlati, Sleman sebelum perlakuan	26
Tabel 4.2 Data suhu dan pH selama pembuatan MOL limbah cair tahu	30
Tabel 4.3 Karakteristik MOL limbah cair tahu.....	32
Tabel 4.4 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap pH aktual tanah saat panen.....	34
Tabel 4.5 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap pH potensial tanah saat panen	35
Tabel 4.6 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap DHL (mS) tanah saat panen.....	36
Tabel 4.7 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap bahan organik tanah (%) saat panen	37
Tabel 4.8 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap tinggi rumput gama umami (cm) pada hari ke-60	38
Tabel 4.9 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap jumlah daun rumput gama umami pada hari ke-60	40
Tabel 4.10 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap jumlah anakan rumput gama umami pada hari ke-60	42
Tabel 4.11 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap bobot segar (BS) tajuk (gram/tanaman) pada hari ke-60.....	44
Tabel 4.12 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap bobot kering (BK) tajuk (gram/tanaman) pada hari ke-60	45
Tabel 4.13 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap bobot segar (BS) akar (gram/tanaman) pada hari ke-60.....	46
Tabel 4.14 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap bobot kering (BK) akar (gram/tanaman) pada hari ke-60	47
Tabel 4.15 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap K total tanah (%) pada hari ke-60	48

Tabel 4.16 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap kadar K akar (%) pada hari ke-60	49
Tabel 4.17 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap kadar K tajuk (%) pada hari ke-60	50
Tabel 4.18 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap serapan K jaringan tajuk (gr/tanaman)	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram alir pembuatan tahu	7
Gambar 3.1 Layout blok pengacakan pada lahan	19
Gambar 3.2 Detail blok pada lahan.....	19
Gambar 3. 3 Ilustrasi alat pembuatan MOL.....	20
Gambar 4.1 Curah hujan Pundong 1, Tirtoadi, Mlati, Sleman pada Periode 8 April – 8 Juli 2023 (Sumber : BMKG).....	24
Gambar 4.2 Suhu Pundong 1, Tirtoadi, Mlati, Sleman pada Periode 8 April – 8 Juli 2023 (Sumber : BMKG).....	25
Gambar 4.3 pH MOL limbah cair tahu selama 14 hari.....	31
Gambar 4.4 Suhu MOL limbah cair tahu selama 14 hari	31
Gambar 4.5 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap tinggi rumput gama umami.....	39
Gambar 4.6 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap jumlah daun rumput gama umami	41
Gambar 4.7 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap jumlah anakan rumput gama umami	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan kebutuhan MOL	60
Lampiran 2. Dokumentasi penelitian	61
Lampiran 3. Daftar pengrajin tahu di Seyegan, Sleman	62
Lampiran 4. Kriteria penilaian hasil analisis tanah.....	64

Limbah cair tahu memiliki kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang cukup tinggi yaitu N sebesar 43,37 mg/L, P sebesar 114,36 mg/L, dan K sebesar 223 mg/L. Penelitian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa limbah cair tahu dapat diolah menjadi pupuk organik cair dengan metode MOL. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian MOL limbah cair tahu terhadap pertumbuhan rumput gama umami. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga November 2023 di Mlati, Sleman dan Laboratorium Ilmu Tanah, Faklutas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap 2 faktorial. Faktor pertama adalah konsentrasi MOL yaitu K1 (10%), K2 (20%), dan K3 (30%). Faktor kedua adalah intensitas penyiraman MOL yaitu P1 (5 hari sekali), P2 (10 hari sekali), dan P3 (15 hari sekali). Didapatkan hasil MOL limbah cair tahu dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair dengan karakteristik pH 4,14; DHL 1,84 mS; N total 0,26%; P total 1,44%; K total 0,73% dan NPK sebesar 2,43%. Karakteristik yang telah memenuhi standar PERMENTAN adalah pH dan NPK. Kombinasi perlakuan yang diberikan tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan rumput gama umami. Akan tetapi, faktor intensitas penyiraman memberikan pengaruh yang lebih besar daripada faktor konsentrasi.

Kata kunci : Limbah cair tahu, pupuk organik cair, mikroorganisme lokal (MOL), rumput gama umami.

ABSTRACT

Tofu liquid waste contains quite high levels of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K), namely N of 43.37 mg/L, P of 114.36 mg/L, and K of 223 mg/L. The purpose of this research was to prove that tofu wastewater can be processed into liquid organic fertilizer using the IMO method. This research also aims to determine the effect of tofu wastewater IMO on the growth of gamma umami grass. This research was conducted from February to October 2023 in Mlati, Sleman and Laboratory of Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University. The experimental design used was a two-factorial, completely randomized design. The first factor is the IMO concentration, namely K1 (10%), K2 (20%), and K3 (30%). The second factor is the intensity of IMO watering, namely P1 (once every 5 days), P2 (once every 10 days), and P3 (once every 15 days). The IMO results obtained from tofu wastewater can be used as liquid organic fertilizer with pH characteristics of 4.14, DHL of 1.84 mS/cm, N total of 0.26%, P total of 1.44%, K total of 0.73%, and NPK of 2.43%. Characteristics that meet Permentan standards are pH and NPK. The combination of treatments given did not have a significant effect on the growth of gamma umami grass. However, the watering intensity factor has a greater influence than the concentration factor.

Keywords: Tofu wastewater, liquid organics fertilizer, Indigenous Microorganism (IMO), gamma umami grass.

I. PENDAHULUAN

3.1 Latar Belakang

Industri tahu di Indonesia mengalami perkembangan yang tergolong pesat (Badan Pusat Statistik, 2021). Hal tersebut dikarenakan tingginya minat masyarakat produk olahan tahu dan mudahnya pembuatan tahu. Dalam proses produksinya, industri tahu menghasilkan limbah organik. Limbah yang dihasilkan dari industri tahu terdiri dari limbah padat dan limbah cair. Limbah tahu memiliki kandungan protein dan karbohidrat yang tinggi. Hal tersebut dapat menyebabkan dekomposisi oleh mikroorganisme sangat mudah terjadi.

Limbah cair tahu memiliki kandungan bahan organik tinggi, karbohidrat, protein, asam-asam organik, oligosakarida, dan lainnya yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai faktor. Salah satu pemanfaatan yang bisa dilakukan adalah mengolah limbah cair tahu menjadi penyubur tanah. Kandungan protein sebesar 40 – 60%, karbohidrat 25 – 50%, lemak 8 – 12%, serta kalsium, besi, dan vitamin mampu dimanfaatkan sebagai penyubur tanaman (Samsudin *et al.*, 2018). Kandungan-kandungan tersebut menyebabkan limbah cair tahu memiliki potensi yang cukup besar apabila diterapkan pengelolaan yang tepat.

Mikroorganisme lokal (MOL) mengandung kumpulan mikroorganisme yang berjumlah sangat banyak yang mampu memberikan manfaat pada tanah. Larutan MOL merupakan larutan yang dihasilkan dari proses fermentasi yang berasal dari bahan yang tersedia di lingkungan sekitar. Bahan lokal ini dapat bersumber dari hewan maupun tumbuhan. Larutan MOL mencakup unsur-unsur hara mikro maupun makro serta kaya akan bakteri yang menguntungkan dalam pertanian (Sanchez *et al.*, 2018).

Tanah Inceptisol merupakan tanah yang sering dijumpai pada daerah lahan miring, permukaan geomorfik muda, dan bahan induk yang tahan akan pelapukan. Inceptisol banyak ditemukan pada daerah pegunungan dan dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan, salah satunya untuk pertanian (Hakim, 2019). Inceptisol yang biasanya dijumpai pada lahan sawah memerlukan pemupukan baik anorganik (kandungan N, P, dan K) maupun organik (sisa panen, pupuk kandang, atau pupuk hijau).

Rumput gama umami (*Pennisetum purpureum* cv. GU) merupakan rumput gajah varietas baru yang dikembangkan oleh Universitas Gadjah Mada di tahun 2018. Rumput gama umami memiliki berbagai keunggulan diantaranya mampu tumbuh dengan tinggi 3,4 – 3,7 meter, panjang daun 1,1 – 1,3 meter, panjang ruas 12 – 15,3 cm, diameter batang 2,2 cm, dan jumlah tunas sebanyak 41 – 50. Produksi biomassa rumput gama umami memiliki produksi segar mencapai 50 kg/m² sehingga dianggap memiliki produktivitas lebih tinggi daripada rumput gajah lokal yang hanya mencapai 30 kg/m² (Irwan, 2022).

Berdasarkan pemaparan permasalahan diatas, dapat diketahui bahwa diperlukan suatu solusi yang efektif untuk mengelola limbah cair tahu sehingga potensi pencemaran dapat berkurang. Hal tersebut juga mendasari penulis untuk mempelajari salah satu cara pemanfaatan limbah cair tahu melalui pembuatan pupuk organik cair dengan metode MOL. Pembuatan pupuk organik cair dengan metode MOL cenderung mudah karena tidak memerlukan bahan-bahan khusus serta dapat dipraktikkan oleh siapa saja sehingga dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.

3.2 Tujuan Penelitian

1. Membuktikan bahwa limbah cair tahu dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair melalui metode MOL serta mengetahui karakteristik MOL limbah cair tahu.
2. Mengetahui pengaruh pemberian MOL limbah cair tahu terhadap kandungan K dalam tanah.
3. Mengetahui pengaruh pemberian MOL limbah cair tahu terhadap pertumbuhan rumput gama umami.

3.3 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, diharapkan limbah cair tahu dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair melalui metode MOL. Dengan demikian, pencemaran yang disebabkan oleh limbah cair tahu dapat dikurangi.

3.4 Hipotesis

1. Limbah cair tahu dapat dibuat menjadi POC dengan menggunakan metode MOL.
2. Pupuk organik cair limbah cair tahu memiliki karakteristik yang memenuhi standar.
3. Pemberian MOL limbah cair tahu memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan rumput gama umami.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Tahu

Berkembangnya suatu aktivitas industri merupakan salah satu faktor yang penting dalam mendukung kemajuan negara (Ahmad *et al.*, 2019). Berkembangnya industri lokal mampu memberikan peningkatan kesejahteraan masyarakat pada suatu negara. Selain itu, perkembangan industri yang terjadi juga mampu meningkatkan daya saing sehingga akan memberikan dampak positif terhadap pendapatan negara. Selain dampak positif, meningkatnya aktivitas industri juga dapat memberikan dampak negatif. Efek negatif yang paling sering terjadi adalah pencemaran yang membahayakan masyarakat dan lingkungan (Simbolon, 2020).

Aktivitas industri mampu menimbulkan potensi pencemaran karena adanya limbah yang dihasilkan. Limbah industri telah lama menjadi suatu topik permasalahan dari tahun ke tahun. Adanya limbah hasil produksi dinilai sebagai isu yang penting sehingga harus dikelola sedari awal ketika berlangsungnya proses produksi. Kelalaian pengelolaan limbah industri akan menyebabkan ancaman pencemaran lingkungan yang cukup fatal (Nasir & Saputro, 2016). Pencemaran yang dihasilkan dari aktivitas industri kini telah menjadi perhatian utama seluruh dunia. Dari banyaknya sektor industri, industri makanan dianggap memiliki dampak yang besar dikarenakan konsumsi sumber daya yang berlebih serta hasil produksi limbah yang tinggi per unit produksi (Ahmad *et al.*, 2019).

Kedelai merupakan salah satu komoditas makanan pokok di Indonesia. Makanan olahan kedelai cukup digemari oleh masyarakat karena harganya yang terjangkau. Permintaan produk olahan kedelai dinilai cukup tinggi seiring meningkatnya kebutuhan konsumsi Masyarakat (Sukmawati, 2017). Permintaan produk olahan kedelai di masa mendatang diprediksi akan meningkat cukup signifikan dan berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk di Indonesia. Bahkan, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2021, konsumsi produk tahu dan tempe mengalami kenaikan sebesar 0,304 kg per kapita per minggu di Indonesia. Menurut data Kementerian Riset dan Teknologi pada tahun 2010, terdapat setidaknya lebih dari 84.000 unit produksi tahu di Indonesia yang memiliki kapasitas produksi sebesar 2,56 juta ton per tahun dengan limbah yang dihasilkan sekitar 20

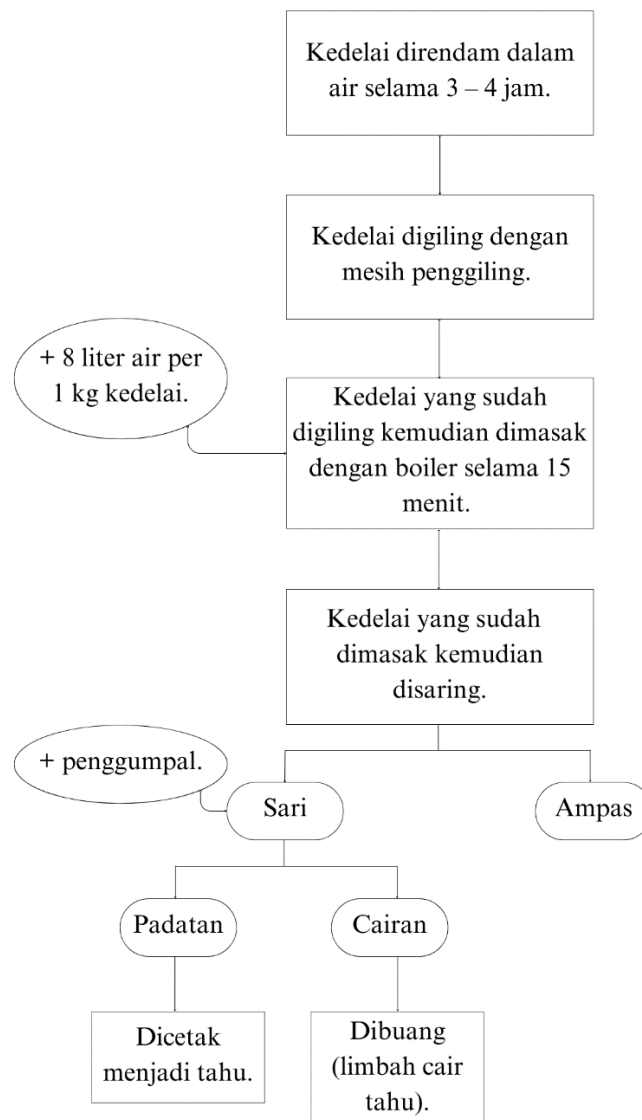
juta meter kubik/tahun (Sari *et al.*, 2023). Berdasarkan data Dinas Perdagangan, Perindustrian, dan Koperasi Kabupaten Sleman pada tahun 2016, dapat diketahui bahwa total industri olahan kedelai seperti tahu dan tempe di Kecamatan Seyegan dan Kecamatan Gamping mencapai 76 unit usaha dengan total nilai produksi sebesar 15 milyar rupiah pada tahun 2015. Data tersebut menunjukkan bahwa Kecamatan Seyegan dan Kecamatan Gamping merupakan daerah sentra industri tahu dan tempe di Kabupaten Sleman (Styawan *et al.*, 2016).

Dalam produksinya, terdapat proses-proses yang terdiri dari perendaman dan pencucian kedelai, penggilingan, pemasakan, serta penyaringan. Tahapan produksi tahu juga masih dilanjutkan dengan penggumpalan, pemisahan tahu dari *whey*, pencetakan, pengepresan, dan pemotongan. Rangkaian proses produksi tersebut akan menghasilkan produk berupa tahu putih yang siap untuk didistribusikan. Sementara itu, untuk membuat tahu kuning proses diteruskan dengan perebusan tahu dengan larutan kunyit (Romli & Suprihatin, 2009). Industri tahu menghasilkan limbah organik dalam proses produksinya. Limbah organik ini dapat dihasilkan dalam proses pembuatan tahu maupun pada proses pencucian kedelainya. Limbah industri tahu dihasilkan dalam bentuk padatan dan cairan. Limbah tahu dalam bentuk padat biasanya dimanfaatkan kembali menjadi pakan ternak. Limbah tahu dalam bentuk cair dihasilkan lebih banyak daripada limbah padat karena banyaknya air yang digunakan dalam proses pembuatan tahu, yaitu pada tahap perendaman dan pencucian kedelai, penggilingan, pemasakan, dan penyaringan sari kedelai. Air yang digunakan dalam pecucian serta perebusan menyebabkan limbah cair tahu yang dihasilkan juga cukup besar sehingga mampu menimbulkan potensi pencemaran yang cukup besar pula. Limbah cair tahu belum memiliki banyak pemanfaatan sehingga kerap kali dibuang begitu saja ke lingkungan (Agung & Winata, 2010).

Limbah cair tahu mengandung beberapa bahan pencemar diantaranya BOD dalam rentang 5.000 – 10.000 mg/L serta COD dengan rentang 7.000 – 12.000 mg/L. Tingkat kemasaman dalam limbah cair tahu sendiri juga cukup rendah yaitu hanya sekitar 4 – 5 saja (Kholif *et al.*, 2020). Nilai tersebut tentu saja jauh melewati baku mutu kualitas air menurut Perda DIY nomor 7 tahun 2016, dimana BOD maksimal 75 mg/L, COD maksimal 200 mg/L, dan pH 6 – 9. Limbah cair tahu juga mengandung bahan organik yang tinggi. Apabila limbah cair tahu dibuang begitu saja ke

lingkungan tanpa proses pengolahan maka akan menimbulkan dampak pencemaran. Limbah cair tahu yang dibuang begitu saja ke lingkungan akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap. Selain itu, limbah cair tahu yang dibuang ke lingkungan akan menyebabkan berkurangnya oksigen sehingga mengganggu mikroorganisme di dalamnya karena kondisi air yang berubah menjadi anaerob (Agung & Winata, 2010). Bahan pencemar yang terkandung dalam limbah cair tahu juga nantinya akan berdampak pada semua makhluk hidup sekitar sungai. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi yang mudah dan efektif sehingga limbah cair tahu dapat terkelola dan potensinya dalam pencemaran lingkungan dapat dikurangi (Kholif *et al.*, 2020).

Limbah cair tahu sebenarnya memiliki banyak potensi pemanfaatan. Hal tersebut dikarenakan limbah cair tahu memiliki kandungan bahan organik tinggi, karbohidrat, protein, asam-asam organik, oligosakarida, dan lainnya yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai faktor (Zhang *et al.*, 2017). Salah satu pemanfaatan yang bisa dilakukan adalah mengolah limbah cair tahu menjadi penyubur tanah. Kandungan protein sebesar 40 – 60%, karbohidrat 25 – 50%, lemak 8 – 12%, serta kalsium, besi, dan vitamin mampu dimanfaatkan sebagai penyubur tanaman (Samsudin *et al.*, 2018). Selain itu, limbah cair tahu juga memiliki kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang cukup tinggi yaitu N sebesar 43,37 mg/L, P sebesar 114,36 mg/L, dan K sebesar 223 mg/L (Anggraini *et al.*, 2018). Kandungan N, P, dan K yang tinggi ini juga mampu memberikan ancaman pencemaran lingkungan sekitar apabila dibuang tanpa dilakukan pengelolaan. Ancaman tersebut berupa eutrofikasi yang nantinya dapat menuju pada *algae blooming*. Salah satu cara penanggulangan pencemaran ini adalah pemanfaatan menjadi pupuk. Kandungan N, P, dan K dari limbah cair tahu yang tinggi menyebabkan limbah cair tahu memiliki potensi untuk dibuat sebagai pupuk organik (Sally *et al.*, 2019).



Gambar 2.1 Diagram alir pembuatan tahu

2.2 Teknologi MOL

Mikroorganisme lokal (MOL) mengandung kumpulan mikroorganisme yang berjumlah sangat banyak yang mampu memberikan manfaat pada tanah seperti membantu fiksasi nitrogen, mineralisasi, pembentukan humus, pencegahan penyakit, dan dekomposisi. Bakteri fotosintetik, bakteri lactic acid, serta jamur fermentasi dalam jumlah yang besar juga terkandung dalam MOL. Kandungan tersebut mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman serta mengembangkan dan meningkatkan dekomposisi bahan organik, mengurangi bau dan mencegah serangan hama yang berbahaya bagi tanaman (Sanchez *et al.*, 2018). Mikroorganisme lokal juga memiliki

kandungan zat pengatur tumbuh sitokinin yang membantu mempercepat pembelahan sel, mengandung lebih banyak mikroba, bahannya mudah didapat dan tidak berbau busuk (Akhsan *et al.*, 2020).

Larutan MOL merupakan larutan yang dihasilkan dari proses fermentasi yang berasal dari bahan yang tersedia di lingkungan sekitar. Bahan lokal ini dapat bersumber dari hewan maupun tumbuhan. Larutan MOL mencakup unsur-unsur hara mikro maupun makro serta kaya akan bakteri yang menguntungkan dalam pertanian (Arifan *et al.*, 2020). Bahan yang digunakan dalam pembuatan larutan MOL sendiri terdiri dari tiga jenis komponen utama diantaranya adalah karbohidrat, glukosa, dan sumber bakteri. Karbohidrat dapat didapatkan dari air cucian beras, nasi basi, singkong, kentang, gandum, dan lainnya. Glukosa sendiri biasanya diperoleh dari gula merah yang diencerkan dengan air, gula pasir, dan air kelapa (Wiryana *et al.*, 2023). Sumber bakteri yang diperlukan dalam pembuatan larutan MOL didapatkan dari bahan yang mudah membusuk dan dapat menggunakan bahan termudah yang ada di lingkungan sekitar. Larutan MOL kebanyakan dimanfaatkan sebagai starter dalam pembuatan pupuk kompos, akan tetapi, larutan MOL juga dapat digunakan sebagai pupuk jika diencerkan terlebih dahulu (Hadi, 2019).

Larutan MOL dapat diberikan secara langsung melalui pengenceran dengan konsentrasi yang kecil. Larutan MOL juga dapat diberikan pada tanaman apapun maupun digunakan sebagai bioaktivator pengomposan (Widyaningrum, 2016). Pembuatan mikroorganisme lokal tidak memiliki takaran yang tetap. Apabila ketiga komponen utama sudah tersedia, maka pembuatan mikroorganisme lokal memiliki tingkat keberhasilan yang besar. Pembuatan larutan mikroorganisme lokal disarankan menghindari penggunaan air PAM karena memiliki potensi kandungan kaporit. Keberhasilan fermentasi dapat ditandai dengan perubahan wadah fermentasi yang mengembung (Mulyono, 2016).

Pemanfaatan teknologi MOL untuk pembuatan pupuk organik cair sudah mulai dipraktikkan dengan berbagai macam bahan baku. Salah satu bahan baku yang pernah digunakan dalam pembuatan pupuk organik cair adalah limbah ampas tahu. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Jupry & Kurnia (2020), digunakan campuran 1,5 kg ampas tahu, 2 liter air kelapa, dan 200ml EM4 dalam pembuatan pupuk organik cair berbahan baku ampas tahu. Campuran tersebut didiamkan di dalam ember yang

tertutup rapat selama 2 minggu, kemudian disaring lalu diberikan pada tanaman sawi hijau dengan dosis 4 ml, 6 ml, 8 ml, dan 10 ml untuk 1 liter air. Hasil dari penelitian yang dilakukan adalah perlakuan konsentrasi POC ampas tahu mempengaruhi jumlah daun dan panjang akar pada tanaman sawi hijau.

Pembuatan POC dengan teknologi MOL tidak hanya dapat diaplikasikan dengan bahan baku padat saja. Terdapat juga penelitian mengenai pembuatan POC dengan bahan baku yang bersifat cair seperti urine kelinci. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Suhastyo & Setiawan (2017), diberikan 2 faktor perlakuan jenis MOL dan frekuensi pemberian MOL. Faktor pertama terdiri atas 2 taraf yaitu MOL bonggol pisang dan MOL urine kelinci. Faktor kedua terdiri atas 3 taraf yaitu 4 hari sekali, 8 hari sekali, dan 10 hari sekali. Hasil dari penelitian tersebut adalah pemberian MOL urine kelinci memberikan hasil terbaik dalam parameter jumlah anakan per rumpun, jumlah malai per rumpun, jumlah biji per malai, dan bobot biji per malai dalam tanaman padi. Hal ini disebabkan karena di dalam urine sendiri sudah memiliki kandungan N 2,72%; P 1,10%; dan K sebesar 0,5% sehingga mampu menyediakan kandungan hara yang dibutuhkan tanaman padi.

Pembuatan POC berbahan baku urine kelinci juga pernah dilakukan oleh Prakuso *et al.* (2017). Dalam penelitian tersebut digunakan campuran 5 liter urine kelinci, 10 liter air cucian beras, serta 1 kg gula merah. Campuran tersebut ditutup rapat dalam drum dan dibiarkan selama 4 minggu dengan sesekali pengadukan. Faktor perlakuan yang digunakan dalam penelitian tersebut terdiri atas faktor media tanam dan konsentrasi MOL. Faktor pertama terdiri atas 3 taraf yaitu (1) tanah regusol, (2) tanah regusol + kotoran kambing, dan (3) tanah regusol + kotoran kelinci. Faktor kedua terdiri atas 4 taraf yaitu (1) 0 ml/l, (2) 50 ml/l, (3) 75 ml/l, dan (4) 100 ml/l dan diulang sebanyak 3 kali. Hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi media tanam dan pemberian MOL urine kelinci bekerja dengan sama baik pada setiap perlakuan. Pertumbuhan bibit kelapa sawit paling baik pada media tanam yang diberi MOL urine kelinci 50 ml/l dan 75 ml/l.

2.3 POC Limbah Cair Tahu

Permasalahan mengenai produktivitas pangan telah menjadi permasalahan penting dari waktu ke waktu dalam skala global. Perkembangan teknologi dalam manajemen lahan memiliki peran penting dalam upaya peningkatan produktivitas pangan. Diantara semua teknologi, pemupukan terbukti dan sering dianjurkan sebagai langkah untuk meningkatkan produktivitas lahan (Cai *et al.*, 2019).

Pupuk merupakan sumber hara utama yang mampu menentukan tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman. Setiap unsur hara yang terkandung dalam pupuk memiliki peranannya masing-masing. Oleh karena itu, pemberian pupuk harus berimbang agar tanaman tidak kelebihan atau kekurangan unsur hara (Mansyur *et al.*, 2021). Berdasarkan pembentukannya, pupuk dibagi menjadi pupuk organik dan anorganik. Pupuk organik merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik yang diurai oleh mikroba. Hasil dekomposisi ini mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Selain itu, pupuk organik juga memiliki fungsi sebagai penyangga sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Supartha *et al.*, 2012). Pupuk anorganik merupakan pupuk yang dibuat di pabrik-pabrik dengan kandungan unsur hara tertentu yang umumnya tinggi. Pupuk anorganik banyak lebih populer karena dianggap lebih ekonomis (Purba, 2021).

Pupuk organik tersedia dalam bentuk padat atau cair. Pupuk organik yang berbentuk cair dapat dihasilkan dari limbah rumah tangga sekitar yang sangat melimpah dengan proses pengomposan. Pupuk organik cair tidak begitu cocok apabila diaplikasikan dengan tujuan sebagai pupuk utama dalam suatu lahan pertanian. Meskipun demikian, pupuk organik cair juga dianggap lebih efektif dan efisien dikarenakan lebih mudah dicerna tanaman. Pupuk organik cair dapat digunakan secara optimal apabila sudah dalam kondisi yang matang. Pupuk organik cair yang sudah matang dapat ditandai dengan aromanya yang seperti tape atau bahkan tidak beraroma dan warnanya yang menggelap (Hadisuwito, 2012).

Pupuk organik cair dapat diaplikasikan pada daun, batang, dan bunga dengan melakukan pengenceran terlebih dahulu. Pupuk yang telah matang diencerkan dengan air bersih kemudian disemprotkan pada bagian tanaman (Sitanggang *et al.*, 2022). Kandungan pupuk organik cair dalam pengenceran tersebut haruslah kurang dari 2%.

Setiap penyemprotan pupuk organik cair, lebih baik dilakukan dengan interval satu minggu jika musim kemarau dan tiga hari jika musim penghujan. Pupuk organik cair memiliki kelebihan dalam merangsang pertumbuhan daun, mempercepat tanaman untuk berbuah, dan lainnya (Patangga & Yuliarti, 2013).

Menurut Peraturan Menteri Pertanian nomor 1 tahun 2019, pupuk organik cair memiliki standar baku mutu seperti dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar baku mutu pupuk organik cair (Permentan, 2019)

Parameter	Satuan	Standar Mutu
C-Organik	%	Min 10
pH	-	4 – 9
N + P + K	%	2 – 6
Mn, Cu, Zn	Ppm	25 – 500
B	Ppm	12 – 250
Mo	Ppm	2 – 10
Fe total	Ppm	90 – 900
As, Pb	Ppm	Maks 5,0
Hg	Ppm	Maks 0,2
Cd	Ppm	Maks 1,0
Cr	Ppm	Maks 40

Sumber: Standar Pupuk Organik Cair (Permentan, 2019).

Sebelumnya, sudah pernah dilakukan penelitian mengenai pengaruh pemberian limbah cair tahu oleh Fauziah & Idris (2022) pada tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). Dalam penelitian tersebut diberikan 2 faktor perlakuan yaitu volume limbah cair tahu dan media tanam. Faktor pertama adalah volume limbah cair tahu 0 ml, 150 ml, dan 300 ml. Faktor kedua adalah media tanam berupa kompos kotoran sapi + arang sekam, kompos kotoran sapi + cocopeat, dan kompos kotoran sapi + pakis cacah dengan perbandingan 1:1. Kombinasi perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali. Hasil dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa limbah cair tahu memberikan pengaruh yang signifikan pada klorofil a dan b, tinggi tanaman, banyak bunga, panjang polong, dan berat segar kacang panjang.

Pupuk Organik Cair (POC) dapat dibuat melalui berbagai bahan baku dan metode. Salah satu bahan baku yang pernah diuji untuk membuat POC adalah limbah

cair tahu. Dalam penelitian yang dilakukan Hasibuan *et al.* (2015), diberikan 5 perlakuan yaitu 100% limbah cair pasar ikan, 100% limbah cair tahu, 50% limbah cair pasar ikan + 50% limbah cair tahu, dan 25% limbah cair pasar ikan + 75% limbah cair tahu. Masing-masing perlakuan akan dimasukkan dalam toples plastik ukuran 10 liter dengan tambahan 1 kg dedak, 100 ml EM4 dan 100 gr gula pasir. Campuran tersebut akan difermentasi selama 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan campuran limbah cair tahu dan limbah cair pasar ikan mampu meningkatkan kandungan N, P, K tetapi belum memenuhi standar kualitas POC. Akan tetapi, dengan penambahan POC bobot *Azolla microphylla* dapat meningkat. Dalam penelitian tersebut, disarankan untuk meningkatkan activator EM4 serta mengganti gula pasir dengan gula aren agar pupuk yang dihasilkan lebih memenuhi standar.

Pengaruh pemberian POC limbah cair tahu juga pernah diujikan pada tanaman bayam merah (*Alternanthera amoenavoss*) dalam penelitian yang dilakukan oleh Anggraini *et al.* (2019). Dalam penelitian tersebut digunakan limbah cair tahu yang telah difermentasi menjadi POC selama 10 hari. Adapun perlakuan yang diberikan dalam penelitian tersebut adalah kontrol (dengan AB mix), konsentrasi 30%, konsentrasi 45%, dan konsentrasi 60% dengan ulangan sebanyak 3 kali. Berdasarkan perlakuan yang diberikan, hasil terbaik diperoleh pada perlakuan pemberian POC limbah cair tahu dengan konsentrasi 60%. Pemberian POC limbah cair tahu memberikan pengaruh terhadap parameter tinggi tanaman, banyaknya daun, dan panjang akar pada tanaman bayam merah.

Penelitian mengenai POC limbah cair tahu juga pernah dilakukan oleh Sugiharti *et al.* (2022) pada tanaman sawi hijau. Dalam penelitian tersebut digunakan campuran limbah cair tahu dan gula untuk pembuatan pupuk organik cair. Terdapat dua faktor dalam penelitian tersebut. Faktor pertama adalah dosis POC yaitu 0 ml (kontrol), 25 ml, 50 ml, 75 ml, dan 100 ml. Faktor kedua adalah dosis EM4 yaitu 0 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml, dan 4 ml per 100 ml air dan diulang sebanyak 3 kali. Hasil yang didapatkan dalam penelitian tersebut adalah pemberian limbah cair tahu dan EM4 tidak memberikan pengaruh yang signifikan dalam pertumbuhan tanaman sawi hijau. Saran yang disebutkan dalam penelitian tersebut adalah EM4 seharusnya hanya diberikan saat proses fermentasi limbah cair tahu saja sehingga kandungan dalam limbah cair tahu dapat terdekomposisi oleh mikroorganisme yang ada dalam EM4.

2.4 Kalium (K)

Unsur hara makro merupakan unsur hara yang dibutuhkan dan diserap oleh tanaman dalam jumlah banyak. Kekurangan unsur hara makro dapat berakibat fatal bagi tanaman. Kalium merupakan salah satu unsur hara makro utama yang sangat penting bagi tanaman, sehingga jika K tersedia dalam tanah cukup rendah, maka tanaman akan terjadi defisiensi kalium (Sufardi *et al.*, 2017).

Bentuk kalium di dalam tanah yang siap diserap oleh tanaman disebut sebagai K tersedia. K tersedia ini berada dalam 2 bentuk yaitu kalium di dalam larutan tanah dan kalium pada permukaan koloid tanah yang dapat dipertukarkan. Sebagian besar berada dalam bentuk dapat ditukar (90%), kalium larutan tanah memang mudah untuk diserap oleh tanaman, tetapi mudah hilang karena pelindihan. Kalium ini jumlahnya berkisar hanya 1- 2% dari jumlah unsur kalium yang ada dalam mineral tanah (Abdillah *et al.*, 2011).

Kalium diserap tanaman biasanya dalam bentuk K larut (Kl) atau *soluble K* (K^+) yang berada dalam reaksi keseimbangan dengan K dapat dipertukarkan (K-dd) dan K tidak dapat dipertukarkan (K-td). Bentuk kalium yang pertama biasanya disebut sebagai bentuk K cepat tersedia karena bisa langsung diserap oleh akar tanaman, bentuk K yang kedua merupakan K agak lambat tersedia, sedangkan bentuk K yang terakhir merupakan K lambat dan tidak tersedia (Abdillah *et al.*, 2011).

Kandungan kalium pada lahan monokultur lebih tinggi dibandingkan dengan lahan tumpangsari. Ketersediaan kalium sangat dipengaruhi oleh bahan induk dan tingkat perkembangan tanah. Kalium terdapat pada mineral-mineral primer tanah seperti mineral feldspar, mika dan lain-lain, sehingga ditemukan banyak dalam tanah, tetapi sebagian kecil yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman yaitu K yang larut dalam air (Juarti, 2016).

Ketersediaan kalium bagi tanaman tergantung aspek tanah dan parameter iklim yang meliputi: jumlah dan jenis mineral lempung, kapasitas tukar kation, daya sangga, kelembaban, suhu, aerasi dan pH tanah (Havlin *et al.*, 1999). Selain faktor tanah dan iklim, spesies dan varietas tanaman juga berpengaruh terhadap serapan K. Tanaman yang toleran memerlukan K dalam jumlah sedikit dan sebaliknya tanaman sensitif memerlukan K dalam jumlah banyak. Salah satu mekanisme ketoleranan

tanaman terhadap kekurangan hara adalah dengan cara mengeluarkan eksudat asam organik di sekitar akar (*rhizosphere*). Selanjutnya asam organik dapat melarutkan hara (P, K, Fe, Mn, dan lain-lain) yang sebelumnya tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman (Marschner, 1997). Dengan demikian maka pengelolaan hara K untuk meningkatkan produksi tanaman perlu memperhatikan faktor-faktor tersebut.

2.5 Tanah Inceptisol

Tanah merupakan komponen esensial yang ada di permukaan bumi yang memiliki berbagai manfaat dalam kehidupan. Tanah merupakan hasil dari proses pelapukan batuan induk menjadi bahan induk tanah, yang diikuti dengan proses pencampuran bahan organik yaitu sisa-sisa tumbuhan yang terdekomposisi oleh mikroorganisme dengan bahan mineral di permukaan bumi. Tanah menyediakan tempat bagi manusia untuk memenuhi kebutuhannya seperti untuk membangun rumah, bercocok tanam, dan menjalankan aktivitas lainnya. Secara kimia, tanah berfungsi sebagai tempat penyedia atau penyuplai hara atau nutrisi (meliputi senyawa organik dan anorganik sederhana serta unsur – unsur esensial seperti: N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B, Cl). Bagi mikroorganisme seperti bakteri, jamur, antropoda, dan cacing, tanah merupakan tempat untuk dapat hidup dan berkembang biak (Pratama *et al.*, 2017).

Menurut Sistem Informasi Profil Daerah (2014), Kecamatan Mlati memiliki jenis tanah inceptisol. Tanah inceptisol adalah tanah yang termasuk dalam kategori tanah yang relative muda. Inceptisol memiliki ciri adanya horizon kambik. Horizon kambik terbentuk dari perubahan fisik yang terjadi dalam wilayah yang luas. Horizon kambik ditandai dengan perkembangan struktur atau warna, transformasi kimia, transfer material, ataupun kombinasinya. Inceptisol dapat dijumpai dalam berbagai kondisi. Inceptisol dapat terbentuk di daerah dengan iklim yang dingin hingga sangat hangat, humid hingga subhumid (Muslim *et al.*, 2020). Inceptisol termasuk dalam daerah Ustic hingga Udic yang telah mengalami alterasi horizon akibat kehilangan besi dan aluminium. Pada umumnya, inceptisol telah mengalami modifikasi bahan induk karena proses pembentukan tanah (Sharma *et al.*, 2004).

Inceptisol dapat dikategorikan sebagai tanah muda dengan perkembangan profil yang lebih baik apabila dibandingkan dengan Entisol. Bahan induk Inceptisol

memiliki peranan yang besar terhadap produktivitas Inceptisol (Rusdaling *et al.*, 2021). Inceptisol mengalami perkembangan dari bahan vulkan dan memiliki kandungan liat sekitar $\geq 40\%$. Inceptisol bersifat remah, gembur, dan berwarna cenderung homogen (Arabia *et al.*, 2018). Tanah Inceptisol memiliki sifat fisik dan kimia berupa bobot jenis sekitar $1,0 \text{ g/cm}^3$; kandungan kalsium karbonat $< 40\%$; dan kejenuhan basa kurang dari 50% pada kedalaman 1,8 meter (Ketaren *et al.*, 2014).

Tanah Inceptisol sering dijumpai pada daerah lahan miring, permukaan geomorfik muda, dan bahan induk yang tahan akan pelapukan. Inceptisol banyak ditemukan pada daerah pegunungan dan dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan, salah satunya untuk pertanian (Hakim, 2019). Inceptisol yang biasanya dijumpai pada lahan sawah memerlukan pemupukan baik anorganik (kandungan N, P, dan K) maupun organik (sisa panen, pupuk kandang, atau pupuk hijau). Hal ini perlu menjadi perhatian yang lebih apabila sawah akan ditanami tanaman palawija setelah ditanami pada dalam jangka waktu yang cukup lama (Ketaren *et al.*, 2014).

2.6 Rumput Gama Umami

Rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) merupakan tumbuhan yang masuk dalam keluarga rerumputan (*Graminae*) dan sering dimanfaatkan sebagai pakan hewan rumenansia di daerah Asia Tenggara. Cara pemanenan rumput gajah biasanya dibabat seluruh pohonnya dan langsung diberikan kepada ternak (*cut and carry*) ataupun dapat dijadikan persediaan pakan melalui proses pengawetan pakan hijauan dengan cara silase dan hay. Selain itu, rumput gajah juga dapat dimanfaatkan sebagai mulsa alami (Widyaiswara, 2016).

Rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) memiliki kadar protein yang cukup tinggi yaitu 9,72%; kadar lemak 1,7 – 1,9%; serat kasar 29,5 – 33%; serta daya cerna 52%. Kandungan-kandungan tersebut lebih tinggi apabila dibandingkan dengan jenis rumput pakan lain seperti rumput kawatan, lamuran, dan pahitan. Dari produktivitasnya sendiri, rumput gajah memiliki produktivitas yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan rumput pakan hijau lain yaitu mencapai 55,8 ton/ha/tahun (Widdakso *et al.*, 2019). Klasifikasi rumput gajah adalah:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: Magnoliophyta

Kelas : *Monocots*
Ordo : *Pennisetum*
Family : *Poaceae*
Genus : *Pennisetum*
Species : *Pennisetum purperum*
Nama Umum : Rumput gajah / *Nappier grass* (Nursita *et al.*, 2020).

Rumput gajah merupakan tanaman tahunan yang tumbuh tegak dengan akar yang dalam serta rimpang yang cukup pendek. Tinggi rumput gajah dapat mencapai 2 – 4 meter (bahkan 6 – 7 meter). Diameter rumput gajah dapat mencapai lebih dari 3 cm dan dapat terdiri sampai 20 ruas per buku. Rumpun rumput gajah dapat mencapai lebar rumpun hingga 1 meter. Pelepah daunnya gundul dan berbulu pendek, helai daunnya memiliki garis dasar yang lebar dan meruncing pada ujungnya (Widyaiswara, 2016).

Rumput gajah merupakan pakan ternak yang berasal dari Afrika. Rumput gajah mampu menghasilkan biomass yang tinggi, membutuhkan biaya pemeliharaan yang rendah, mampu menyerap karbon yang tinggi, berpotensi erosi rendah, cepat untuk waktu pemanenannya, dan dapat untuk ditanam di lahan marginal. Rumput gajah banyak dibudidayakan di Afrika karena mampu bertahan dalam cuaca panas (Syaiful & Utami, 2020). Keunggulan-keunggulan tersebut membuat rumput gajah banyak dikembangkan dan dimodifikasi, salah satunya adalah rumput gama umami.

Rumput gama umami (*Pennisetum purpureum* cv. GU) merupakan rumput gajah varietas baru yang dikembangkan oleh Universitas Gadjah Mada di tahun 2018. Rumput gama umami dikembangkan dari rumput gajah konvensional yang dimutasi oleh radiasi sinar gama dengan panjang gelombang 100 Gy (Sanjaya *et al.*, 2022). Pada prinsipnya, mutase sinar gamma mampu mempengaruhi morfologi, anatomi, dan fisiologi tanaman sehingga mampu menghasilkan tanaman yang lebih unggul. Aplikasi sinar gamma digunakan pada organ vegetatif, bunga, dan biji rumput gajah. Dalam proses pengujiannya, rumput gama umami mampu tumbuh dengan tinggi 3,4 – 3,7 meter, panjang daun 1,1 – 1,3 meter, panjang ruas 12 – 15,3 cm, diameter batang 2,2 cm, dan jumlah tunas sebanyak 41 – 50. Produksi biomassa rumput gama umami memiliki produksi segar mencapai 50 kg/m² sehingga dianggap

memiliki produktivitas lebih tinggi daripada rumput gajah lokal yang hanya mencapai 30 kg/m² (Irwan, 2022).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Oktober 2023 di Pundong I, Tirtoadi, Mlati, Sleman, D. I. Yogyakarta dan analisis laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam percobaan terdiri dari peralatan lapangan dan laboratorium. Peralatan lapangan diantaranya adalah cangkul, tali rafia, meteran, penggaris, gunting, label, alat tulis, kamera, jerigen, dan selang. Peralatan laboratorium diantaranya yaitu timbangan digital, oven, alat destruksi, alat destilasi, *flamephotometer*, *spectrophotometer*, botol timbang, pH meter, erlenmeyer, labu ukur, EC meter dan alat lainnya untuk keperluan analisis di laboratorium. Bahan-bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah bibit rumput gama umami, limbah cair tahu, air cucian beras atau air kelapa, gula merah dan bahan kimia untuk analisis di laboratorium.

3.3 Rancangan Percobaan

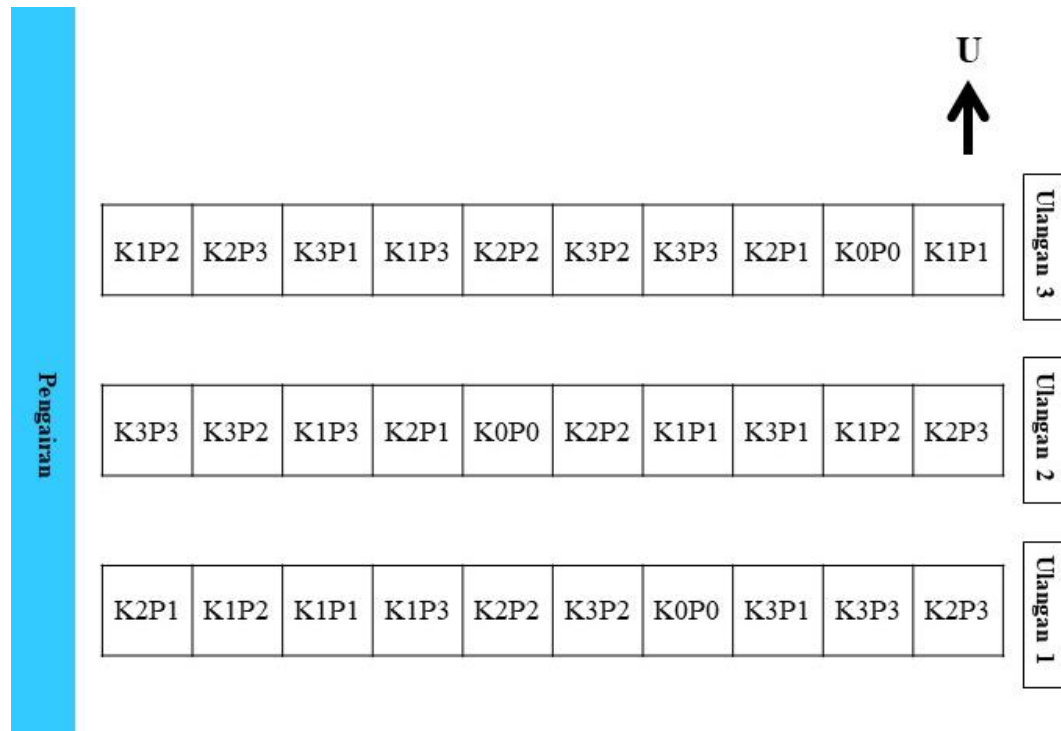
Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial Lapangan yang terdiri dari 2 faktor perlakuan, yaitu:

1. Faktor konsentrasi terdiri atas 3 taraf yaitu:
K1 = Konsentrasi 10%
K2 = Konsentrasi 20%
K3 = Konsentrasi 30%
2. Faktor intensitas penyiraman teridisi atas 4 taraf yaitu:
P1 = 5 hari 1x
P2 = 10 hari 1x
P3 = 15 hari 1x

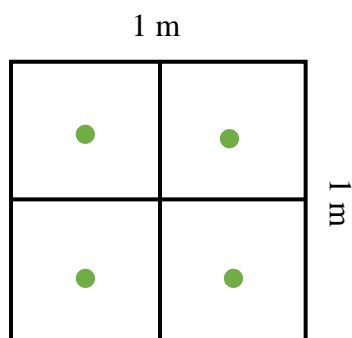
Dengan demikian, jumlah kombinasi perlakuan adalah $3 \times 3 = 9$ kombinasi dan ditambah dengan 1 kontrol yaitu tanpa diberi MOL. Kombinasi perlakuan akan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 30 tanaman.

Tabel 3.1 Susunan kombinasi perlakuan

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL		
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)
P1 (5 hari)	K1P1	K2P1	K3P1
P2 (10 hari)	K2P1	K2P2	K3P2
P3 (15 hari)	K3P1	K2P3	K3P3



Gambar 3.1 Layout blok pengacakan pada lahan



Gambar 3.2 Detail blok pada lahan

3.4 Pelaksanaan Percobaan

3.4.1 Pembuatan MOL



Gambar 3. 3 Ilustrasi alat pembuatan MOL

Pembuatan larutan MOL tidak memiliki takaran yang tetap (Mulyono, 2016). Bahan utama dalam pembuatan larutan MOL terdiri dari tiga jenis komponen diantaranya adalah karbohidrat, glukosa, dan sumber bakteri (Wiryana *et al.*, 2023). Dengan memperhitungkan nilai ekonomis, limbah cair tahu diolah dengan metode MOL dengan komposisi 1 liter limbah tahu, 1 liter air cucian beras, dan 100 gr gula merah yang telah dicairkan seperti pasta. Bahan tersebut akan difermentasi di dalam jeriken selama 2 minggu dan diamati pH dan suhunya setiap hari.

3.4.2 Persiapan Lahan

Lahan yang ditanami rumput gama umami berada di Pundong 2, Tirtoadi, Mlati, Sleman. Sebelum ditanami, lahan iceptisols diolah secara minimum (*minimum tillage*) dengan cara dicangkul sedalam 5 – 10 cm.

3.4.3 Pengambilan Sampel Tanah Awal

Dalam pengambilan sampel tanah awal sebelum perlakuan, tanah dilakukan secara acak di beberapa titik, kemudian dikomposit dan diuji di laboratorium setelah dipreparasi. Parameter tanah awal yang diujikan adalah pH, DHL, bahan organik, N tersedia, N total, P total, K total, dan tekstur.

3.4.4 Persiapan Bibit

Bibit rumput gama umami dipilih dari stek yang baik dan bebas dari serangan hama. Stek kemudian direndam dalam zat perangsang akar selama 15 menit. Stek yang telah direndam kemudian ditanam.

3.4.5 Penanaman Rumput Gama Umami

Stek rumput gama umami di tanam pada lahan dengan kedalaman 7 – 10 cm dari permukaan tanah. Rumput gama umami akan ditanam dalam petak perlakuan seluas 1 m² dengan jarak tanam 50 cm. Tiap petak berisi 4 rumput gama umami. Terdapat 10 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan, sehingga terdapat total 30 petak perlakuan.

3.4.6 Percobaan Pendahuluan Pemberian MOL Limbah Cair Tahu

Dalam menentukan dosis perlakuan, dilakukan percobaan pendahuluan. Percobaan pemberian MOL limbah cair tahu dilakukan setelah rumput berusia sekitar 7 hari atau 7 hari setelah tanam (HST). Hal ini ditujukan untuk menentukan dosis perlakuan. Dalam pra penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diberikan MOL dengan konsentrasi sebesar 25%, 50%, dan 75%. Setelah diberi MOL dengan dosis 50% dan 75%, rumput gama umami mati. Rumput gama umami yang diberi MOL limbah cair tahu dengan dosis 25% hidup. Menurut penelitian yang dilakukan Marian dan Tutuheru (2019), pemberian MOL limbah cair tahu paling baik adalah konsentrasi 20% untuk meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman sawi putih.

3.4.7 Pemberian Perlakuan

Kombinasi perlakuan berupa intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL diberikan pada rumput yang berusia satu bulan yang sudah dipangkas. Menurut penelitian yang dilakukan Marian dan Tutuheru (2019), pemberian MOL limbah cair tahu paling baik adalah konsentrasi 20% untuk meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman sawi putih. Oleh karena itu, digunakan konsentrasi 10%, 20%, dan 30% untuk melihat pengaruh pemberian MOL limbah cair tahu. Penyiraman MOL limbah cair tahu dilakukan sebanyak 15 hari sekali (4 kali), 10 hari sekali (6 kali), dan 5 hari sekali (12 kali) dalam 60 hari sesuai dengan kombinasi perlakuan untuk mengetahui pengaruhnya

terhadap pertumbuhan tanaman. Dalam masa tanam 2 bulan, akan dibutuhkan 15 liter MOL limbah cair tahu untuk total penyiraman dengan volume 400 ml per m².

3.4.8 Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan berupa penyiraman, pemupukan, dan pengendalian hama. Penyiraman dan pemupukan akan dilakukan sesuai dengan rancangan percobaan. Pengendalian hama dan penyakit akan dilakukan dengan membersihkan lahan dari tanaman pengganggu, mengeliminasi tanaman inang yang terserang, pengendalian hama dan penyakit secara kimiawi akan menyesuaikan dengan masalah yang ada.

3.4.9 Pengamatan Agronomi

Pengamatan rumput gamma umami dilakukan dengan cara mencatat perubahan sampai fase vegetatif. Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati adalah:

- a. Tinggi tanaman
- b. Jumlah daun
- c. Jumlah anakan
- d. Berat segar tajuk dan akar
- e. Berat kering tajuk dan akar

3.5 Analisis Laboratorium

3.5.1 Analisis Tanah Awal

- a. Tekstur tanah dengan metode pipet (Balittan, 2009)
- b. Kadar lengas dengan metode gravimetri (Balittan, 2009)
- c. DHL dengan metode elektrometri dan dibaca dengan EC meter (Balittan, 2009)
- d. Penetapan pH H₂O dan pH KCl (Balittan, 2009)
- e. C-organik dengan metode Walkley and Black (Balittan, 2009)
- f. KPK Tanah dengan metode destilasi (Balittan, 2009)

3.5.2 Analisis MOL Limbah Tahu

- a. Kadar lengas dengan metode gravimetri (Balittan, 2009)
- b. DHL dengan metode elektrometri dan dibaca dengan EC meter (Balittan, 2009)
- c. pH dibaca dengan pH meter (Balittan, 2009)
- d. C-organik dengan metode Walkley and Black (Balittan, 2009)

- e. N-total dengan metode Kjeldahl (Balittan, 2009)
- f. P-total dengan spektrofotometer (Balittan, 2009)
- g. K-total dengan flamefotometer (Balittan, 2009)

3.5.3 Analisis Jaringan

- a. Kadar K jaringan dengan flamefotometer (Balittan, 2009)

3.5.4 Analisis Tanah Saat Panen

- a. Kadar lengas dengan metode gravimetri (Balittan, 2009)
- b. DHL dengan metode elektrometri dibaca dengan EC meter (Balittan, 2009)
- c. Penetapan pH H₂O dan pH KCl (Balittan, 2009)
- d. C-organik dengan metode Walkley and Black (Balittan, 2009)
- e. K-total dengan flamefotometer (Balittan, 2009)

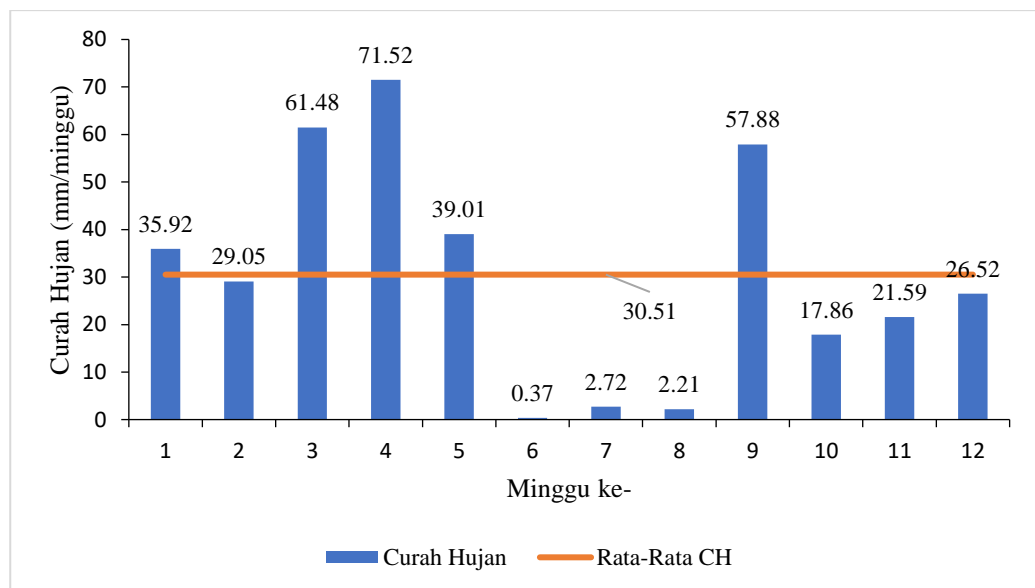
3.6 Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance*) pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh nyata pada perlakuan. Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (Duncan's Multiple Range Test) dengan taraf nyata 5% untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Curah Hujan dan Suhu pada Wilayah Percobaan

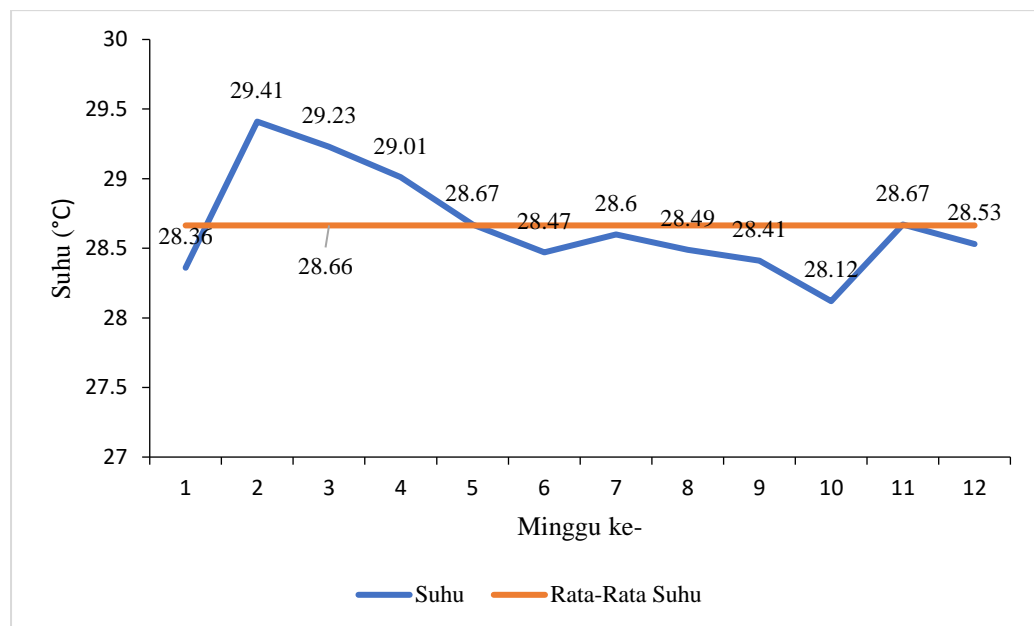
Data curah hujan dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk menganalisis resiko kegagalan pertanian, analisis asuransi pertanian, analisis waktu tutup tanam, analisis distribusi waktu panen dan analisis kebutuhan air evaporasi (Aldrian, 2016).



Gambar 4.1 Curah hujan Pundong 1, Tirtoadi, Mlati, Sleman pada Periode 8 April – 8 Juli 2023 (Sumber : BMKG)

Data curah hujan dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk menganalisis resiko kegagalan pertanian, analisis asuransi pertanian, analisis waktu tutup tanam, analisis distribusi waktu panen dan analisis kebutuhan air evaporasi (Aldrian, 2016). Gambar 4.1 menunjukkan curah hujan yang terjadi pada wilayah percobaan Pundong 1, Tirtoadi, Mlati, Sleman selama masa tanam yang dimulai pada 8 April – 8 Juli 2023. Dapat diketahui bahwa curah hujan tertinggi berada pada minggu ke-4 yaitu sebesar 71,52 mm/minggu. Curah hujan terendah berapa pada minggu ke-6 yaitu sebesar 0,37 mm/minggu. Rata-rata curah hujan yang didapatkan dari minggu pertama hingga minggu ke-12 adalah 30,51 mm/minggu. Menurut Wahyunto *et al.* (2016), curah hujan yang baik untuk pertumbuhan rumput gajah adalah 32 – 37 mm/minggu. Hal ini menyebabkan rerata curah hujan di wilayah percobaan berada dibawah kriteria sehingga diperlukan penyiraman agar kebutuhan air dapat terpenuhi. Kekeringan yang

terjadi dapat mengakibatkan produktivitas tanaman menurun (Mastur, 2016). Dalam penelitian ini, bobot rumput gama umami mengalami penurunan sehingga tidak memenuhi potensi awal sebesar 50 kg/m². Dampak kekeringan juga terlihat pada bobot akar rumput gama umami dimana pada perlakuan intensitas penyiraman 15 hari sekali memiliki bobot akar yang paling tinggi. Hal tersebut dapat terjadi karena akar melakukan pemanjangan sebagai respon kekurangan air (Mastur, 2016).



Gambar 4.2 Suhu Pundong 1, Tirtoadi, Mlati, Sleman pada Periode 8 April – 8 Juli 2023 (Sumber : BMKG)

Gambar 4.2 menunjukkan fluktuasi suhu yang terjadi di wilayah percobaan selama masa penanaman. Fluktuasi suhu tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti lama penyinaran matahari, kemiringan sinar matahari, keadaan awan, dan keadaan permukaan bumi (Mustamin *et al.*, 2017). Suhu tertinggi terjadi pada minggu ke-2 yaitu 29,41°C, sedangkan suhu terendah terjadi pada minggu ke-10 yaitu 28,12°C. Rerata suhu pada minggu pertama hingga minggu ke-12 adalah 28,66°C. Menurut Wahyunto *et al.* (2016), suhu yang baik untuk pertumbuhan rumput gajah adalah 20 - 28 °C. Suhu mampu mempengaruhi kandungan bahan organik. Suhu yang hangat akan mempercepat proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Hal tersebut menyebabkan kandungan bahan organik di dalam tanah berkurang (Akbari & Jatmiko, 2016).

Dalam penelitian ini, suhu yang hangat menjadi salah satu faktor pemberian MOL limbah cair tahu tidak berpengaruh signifikan terhadap kandungan bahan organik di dalam tanah.

4.2 Karakteristik Tanah Sebelum Perlakuan

Sebelum diberikan berbagai perlakuan, karakterisasi tanah merupakan hal yang penting untuk dilakukan. Hasil yang didapatkan dalam karakterisasi tanah awal dapat menjadi perbandingan terhadap tanah yang sudah diberikan perlakuan. Pengelolaan tanah yang dilakukan sebelum perlakuan dapat mempengaruhi sifat tanah baik secara fisika, kimia, maupun secara biologi. Berdasarkan uji analisis yang telah dilakukan pada sampel tanah awal, diperoleh hasil pada tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1 Karakteristik tanah Inceptisol Mlati, Sleman sebelum perlakuan

Parameter	Satuan	Nilai	Harkat*
pH H ₂ O		6,46	Agak Masam
pH KCl		5,10	
DHL	mS/cm	0,046	Sangat Rendah
pF 2,54		28,08	
pF 4,2		12,03	
Bahan Organik	%	2,21	Rendah
C-Organik	%	1,28	Rendah
Tekstur			Geluh Pasiran
- Debu	%	27,27	
- Lempung	%	8,31	
- Pasir	%	64,42	
KPK	cmol/kg	10,74	Rendah
Nisbah C/N		9,8	Rendah
N Total	%	0,13	Rendah
N Tersedia			
Amonium	%	0,0014	Sangat Rendah
Nitrat	%	0,0014	Sangat Rendah
P Total	%	0,57	-
K Total	%	0,30	-

Keterangan: sumber harkat kriteria menurut Balai Penelitian Tanah (2009)

Nilai dari perbandingan fraksi pasir, debu, dan lempung dalam suatu massa tanah akan menunjukkan tekstur tanah. Fraksi-fraksi tersebut merujuk pada ukuran partikel tanah (Hasibuan & Darfia, 2021). Berdasarkan pengujian tekstur

yang telah dilakukan pada sampel tanah awal, didapatkan tekstur geluh pasir. Fraksi pasir juga mendominasi tanah tersebut sehingga air akan mudah lolos dan menyebabkan berkurangnya ketersediaan air dalam tanah. Akan tetapi, tekstur tersebut menyebabkan air dan udara bersirkulasi dengan baik. Selain itu, tanah dengan tekstur geluh pasir juga dapat memudahkan akar untuk melakukan penetrasi.

Kemasaman tanah atau alkalinitas tanah menunjukkan adanya reaksi tanah dan pada umumnya dinyatakan dalam nilai pH. Dalam suatu pengujian, nilai pH yang didapatkan mampu menunjukkan konsentrasi banyaknya ion H^+ dalam tanah. Ion H^+ yang didapatkan dalam pengujian tersebut menunjukkan kemasaman tanah. Semakin tinggi nilai ion H^+ yang didapatkan, maka semakin masam pula keadaan tanah tersebut. Selain dipengaruhi oleh ion H^+ , kemasaman tanah juga dipengaruhi oleh ion OH^- . Dalam tanah yang bersifat masam, kandungan ion H^+ akan lebih tinggi daripada ion OH^- (Rukmana *et al.*, 2019). Derajat kemasaman tanah atau pH tanah dapat dibagi menjadi dua, yaitu pH aktual atau pH H_2O dan pH potensial atau pH KCl. Derajat kemasaman tanah penting untuk diketahui dikarenakan nilai pH tanah mampu menunjukkan ketersediaan unsur hara serta unsur beracun dalam tanah. Data pH juga membantu dalam menganalisis tingkat kemasaman ataupun alkalinitas tanah (Suarmaprasetya & Soemarno, 2021). Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh nilai pH H_2O atau pH aktual sebesar 6,46. Menurut Balittan (2009) kemasaman tanah dengan nilai tersebut masuk dalam harkat agak masam. Berdasarkan analisis tanah awal pH KCl atau pH potensial yang didapatkan adalah sebesar 5,10. Nilai pH H_2O dihasilkan lebih tinggi dari pH KCl. Hal ini disebabkan karena kemasaman yang diukur dengan menggunakan H_2O adalah kemasaman aktif sedangkan pH KCl mengukur kemasaman aktif dan kemasaman potensial (Kusuma & Yanti, 2021).

Karbon organik merupakan hasil dari proses dekomposisi biomassa ataupun bahan organik yang berada di dalam tanah. Kadar karbon organik yang terkandung dalam tanah memiliki suatu peranan penting dalam menentukan kesuburan tanah baik itu dari segi fisik, kimia, maupun secara biologis tanah (Siswanto & Widowati, 2018). Berdasarkan hasil analisis tanah awal yang telah

dilakukan, diketahui nilai C-organik pada tanah sebesar 1,28%. Berdasarkan pengharkatan menurut Balittan (2009), nilai C-organik dalam tanah tersebut tergolong rendah. Tinggi rendahnya C-organik sangat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya aktivitas mikroorganisme dalam merombak bahan organik tanah. Nilai C-organik di dalam tanah juga dapat menghilang melalui evapotranspirasi, tersangkut saat panen, dan dimanfaatkan biota tanah juga erosi (Nariratih *et al.*, 2013). Jumlah karbon organik tanah dapat meningkat seiring berjalannya waktu. Produksi tanaman dan pola alokasi biomassa sangat berpengaruh terhadap distribusi C dalam tanah. Kadar C-organik sangat penting karena menentukan kualitas tanah mineral. Semakin tinggi kadar C-organik total, maka kualitas tanah mineral akan semakin baik. Kadar bahan organik tanah dapat dilihat dari kadar C-organiknya. Kadar C-organik yang berlebihan dapat membahayakan kehidupan organisme (Siregar, 2017).

Kapasitas Pertukaran Kation atau KPK dapat didefinisikan sebagai kapasitas tanah dalam menjerap dan menukarkan kation. KPK sering dinyatakan dalam satuan cmol/kg. Kation yang berbeda memiliki kemampuan yang berbeda pula dalam hal menukar kation yang dijerap. Ion divalen dapat terikat lebih kuat daripada ion monovalen sehingga lebih sulit untuk ditukarkan. Oleh karena itu, terkadang jumlah kation yang dijerap tidak setara dengan kation yang dipertukarkan (Purwanto *et al.*, 2020). Dalam analisis tanah awal yang sudah dilakukan, diketahui bahwa nilai KPK sebesar 10,74 cmol/kg. Berdasarkan pengharkatan menurut Balittan (2009), nilai tersebut tergolong dalam harkat rendah. Menurut Syachroni (2015) terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi KPK tanah yaitu kandungan bahan organik, kandungan dan tipe liat, dan pH tanah. Tekstur tanah dapat mempengaruhi karena tekstur digunakan untuk mengetahui fraksi pokok penyusun tanah. pH tanah berpengaruh terhadap KPK karena pada tanah terubahkan.

Nitrogen merupakan unsur hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman untuk pembentukan protein tanaman, pembentukan sel, pembelahan sel, dan penyusun klorofil. Kekahatan nitrogen dapat muncul apabila tekstur tanah berpasir, bahan organik rendah, tanah masam, dan drainase aerasi tanah buruk (Saleh *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan

hasil nilai kandungan nitrogen total pada sampel tanah awal sebesar 0,13%. Berdasarkan pengharkatan menurut Balittan (2009), nilai tersebut tergolong dalam harkat rendah. Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan nitrogen dalam tanah yaitu ketersediaan air, bahan organik, dan mikroorganisme. Adapun perbedaan kandungan karbon organik pada lahan dapat disebabkan karena jenis dan jumlah vegetasi yang tumbuh pada lahan tersebut berbeda (Rahmadani *et al.*, 2020). Dalam tabel 4.1 diketahui bahwa bahan organik memiliki harkat rendah sehingga menyebabkan nilai KPK ikut rendah.

Nitrogen merupakan unsur hara makro utama yang sangat dibutuhkan tanaman, khususnya dalam pembentukan pigmen klorofil bersama dengan magnesium. Unsur nitrogen diserap tanaman dan mikrobia dalam bentuk ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-). Sumber N tidak didapatkan dari batuan dan mineral namun berasal dari hasil pelapukan bahan organik, dari udara melalui fiksasi oleh mikroorganisme seperti *Rhizobium* atau bakteri *Azotobacter*. Sumber lain nitrogen adalah hujan maupun penambahan pupuk buatan (Fauzi, 2008). Berdasarkan analisis tanah awal menunjukkan bahwa nilai nitrat (NO_3^-) sebesar 0,0014% dan nilai amonium (NH_4^+) sebesar 0,0014%. Menurut Balittan (2009) nilai nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+) termasuk dalam kategori sangat rendah. Rendahnya nilai nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+) menyebabkan berkurangnya juga ketersediaan unsur nitrogen untuk tanaman.

Fosfor (P) merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah banyak dan esensial bagi pertumbuhan tanaman. Sumber P di dalam tanah terdiri dalam bentuk anorganik dan organik. P organik tanah berasal dari batuan fosfat, endapan guano dan endapan fosil tulang terdiri dari asam nukleat, fitin, fosfolipid, fosfoprotein, dan fosfat metabolik (Iswahyudi & Bakri, 2019). Berdasarkan analisis tanah awal yang telah dilakukan, diperoleh nilai fosfor total sebesar 0,57%. Nilai fosfor total merupakan gabungan dari unsur fosfor yang tersedia dan tidak tersedia bagi tanaman.

Kalium adalah unsur hara mineral yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang banyak setelah nitrogen dan fosfor. Kalium diperlukan dalam penyerapan ketika berupa bentuk ion K^+ . Kalium memiliki peran dalam aktivator enzim dalam sintesis pati dan protein serta merangsang titik-titik tumbuh

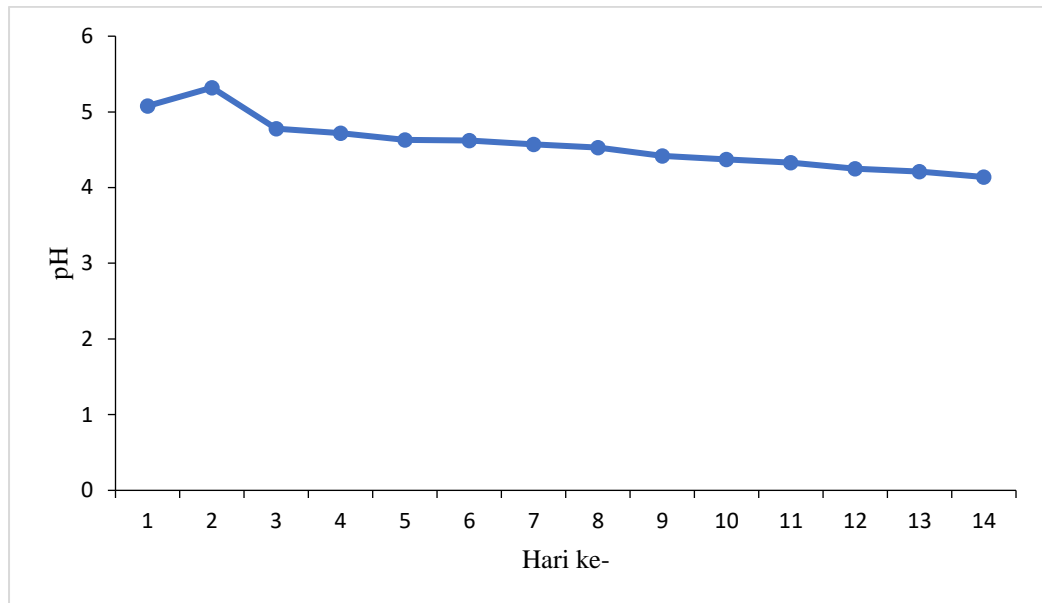
tanaman. Kalium berperan dalam berbagai proses fisiologis termasuk fotosintesis, transpirasi, pertumbuhan dan perkembangan (Utomo & Supriyanto, 2019). Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada sampel tanah awal, didapatkan nilai kalium total sebesar 0,30%. Unsur kalium adalah unsur yang istimewa (dapat diserap tanaman secara berlebihan) akan tetapi mempunyai sifat “mobil” didalam tanah. Unsur kalium di dalam tanah mudah hilang karena pencucian tanah akibat erosi tanah maupun air hujan (Rahmawan *et al.*, 2019).

4.3 Karakteristik MOL Limbah Cair Tahu

Pembuatan pupuk organik cair yang berbahan baku limbah cair tahu dengan metode MOL dilakukan dengan mencampurkan bahan baku utama, 1 liter limbah cair tahu, dengan 1 liter air cucian beras dan 100 gram gula merah. Campuran tersebut kemudian difermentasi selama 14 hari serta diamati perubahan pH dan suhunya. Data pengamatan dapat dilihat dalam tabel berikut.

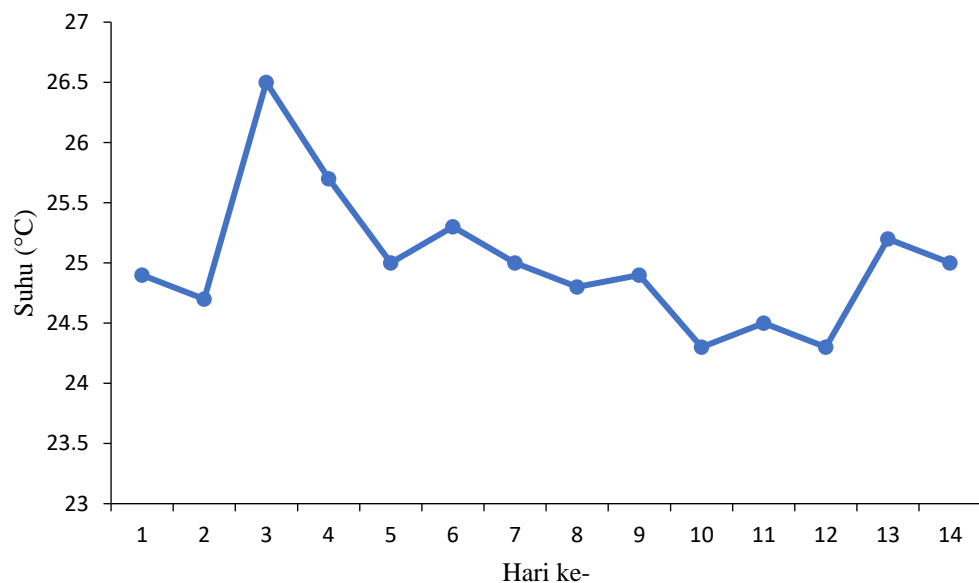
Tabel 4.2 Data suhu dan pH selama pembuatan MOL limbah cair tahu

Hari ke-	pH	Suhu
1	5.08	24.9
2	5.32	24.7
3	4.78	26.5
4	4.72	25.7
5	4.63	25
6	4.62	25.3
7	4.57	25
8	4.53	24.8
9	4.42	24.9
10	4.37	24.3
11	4.33	24.5
12	4.25	24.3
13	4.21	25.2
14	4.14	25



Gambar 4.3 pH MOL limbah cair tahu selama 14 hari

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.3 diketahui bahwa cenderung terjadi penurunan nilai pH. Nilai pH pada hari pertama bernilai sebesar 5,08. Nilai pH cenderung terus menurun hingga pada hari ke-14 yang bernilai 4,14. Penurunan nilai pH dari hari ke hari dapat terjadi karena adanya proses dekomposisi yang terjadi padalimbah cair tahu yang melepas asam-asam organik. Asam organik tersebut menyebabkan terjadinya penurunan pH.



Gambar 4.4 Suhu MOL limbah cair tahu selama 14 hari

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.4 diketahui terjadi perubahan-perubahan nilai parameter suhu. Nilai suhu pada hari pertama bernilai sebesar 24,9°C. Nilai suhu terus mengalami perubahan hingga hari ke-14. Nilai suhu yang paling tinggi adalah pada hari ketiga yaitu 26,5°C sedangkan nilai suhu yang paling rendah adalah 24,3°C.

Mikroorganisme Lokal (MOL) hasil dekomposisi limbah cair tahu dianalisis untuk mengetahui kandungan didalamnya. Berdasarkan analisis tersebut, diperoleh karakteristik sifat kimia MOL adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Karakteristik MOL limbah cair tahu

Parameter	Satuan	Nilai	Standar
Kadar Air	%	98.69	-
pH		4.14*	4 – 9
DHL	mS/cm	1.84	-
Bahan Organik	%	4.08	-
C-Organik	%	2.37	Min 10
Nisbah C/N		9.11	
Hara Makro:			
N + P + K	%	2.43*	2 – 6
N total	%	0.26	
P total	%	1.44	
K total	%	0.73	

Keterangan : *) parameter yang sudah memenuhi kriteria menurut Peraturan Menteri Pertanian nomor 1 tahun 2019.

Kadar air merupakan jumlah air yang terkandung dalam suatu bahan. Kadar air pada umumnya dinyatakan dalam persen. Dalam tabel 4.3, diketahui bahwa kadar air yang ada dalam MOL limbah cair tahu sebesar 98,69%. Kadar air MOL limbah cair tahu termasuk dalam kategori yang sangat tinggi dikarenakan industri tahu banyak menggunakan air dalam proses produksinya (Agung & Winata, 2010). Nilai kadar padatan dalam MOL limbah cair tahu diperoleh dari selisih persentase kadar air. Dalam tabel 4.2, diketahui bahwa kadar padatan dalam MOL limbah cair tahu sebesar 1,31%. Kadar padatan tersebut dapat berasal dari residu penggilingan kedelai yang terakumulasi.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian nomor 1 tahun 2019, derajat keasaman atau pH MOL limbah cair tahu akan memenuhi syarat jika berada dalam rentang 4 – 9. Dalam tabel 4.3, diketahui bahwa nilai rentang pH MOL

limbah cair tahu yang didapatkan adalah 4.14 sehingga telah mencapai standar. Nilai pH MOL limbah cair tahu akan mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dan kesuburan tanah.

Daya Hantar Listrik (DHL) merupakan nilai yang mencerminkan keberadaan jumlah elektrolit dalam suatu larutan. Semakin tinggi nilai DHL, maka semakin banyak pula garam yang terlarut dalam larutan (Firdani *et al.*, 2021). Berdasarkan tabel 4.3, diketahui bahwa nilai DHL MOL limbah cair tahu bernilai 1,84 mS/cm. Nilai dari banyaknya kandungan garam yang terionisasi akan mempengaruhi hasil dari pengujian daya hantar listrik (Nitasari *et al.*, 2023).

Nitrogen dibutuhkan tanaman untuk pembentukan protein tanaman, pembentukan sel, pembelahan sel, dan penyusun klorofil (Saleh *et al.*, 2016). Dalam tabel 4.3 diketahui bahwa nilai N total yang terkandung dalam MOL limbah cair tahu adalah 0,26%. Hara nitrogen diperlukan oleh tanaman dalam pada masa pertumbuhannya. Kekahatan hara nitrogen dapat menyebabkan pertumbuhan daun dan tanaman yang kurang optimal (Pramana & Heriko, 2020).

Fosfor (P) merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah banyak dan esensial bagi pertumbuhan tanaman (Iswahyudi & Bakri, 2019). Dalam tabel 4.3 diketahui bahwa nilai P total yang terkandung dalam MOL limbah cair tahu adalah 1,44%. Unsur hara P dibutuhkan tanaman untuk perkembangan dan percabangan akar sehingga akan mengoptimalkan penyerapan dan pendistribusian nutrisi ke seluruh bagian tanaman (Pramana & Heriko, 2020).

Kalium adalah unsur hara mineral yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang banyak setelah nitrogen dan fosfor. Kalium diperlukan dalam penyerapan ketika berupa bentuk ion K^+ . Dalam tabel 4.3 diketahui bahwa nilai K total yang terkandung dalam MOL limbah cair tahu adalah 0,73%. Kekahatan unsur K, akan mengganggu berjalannya proses-proses yang terjadi seperti akumulasi karbohidrat, menurunnya kadar pati, dan akumulasi senyawa nitrogen dalam tanaman. Kegiatan enzim terhambat menyebabkan terjadinya penimbunan senyawa tertentu karena prosesnya menjadi terhenti (Pramana & Heriko, 2020). Akumulasi nilai hara makro N sebesar 0,26%; P sebesar 1,44%; dan K sebesar

0,73% adalah 2,43% sehingga nilai kandungan hara makro telah memenuhi standar mutu POC menurut Permentan nomor 1 tahun 2019.

4.4 Pengaruh MOL Limbah Cair Tahu Terhadap Karakteristik Sifat Kimia Tanah

4.4.1 pH Tanah

Kemasaman tanah atau alkalinitas tanah menunjukkan adanya reaksi tanah dan pada umumnya dinyatakan dalam nilai pH (Rukmana *et al.*, 2019). Hasil analisis tanah untuk mengetahui hasil pH aktual setelah pemberian perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap pH aktual tanah saat panen

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	6.69ab	6.65ab	6.74a	6.69
P2 (10 hari)	6.45b	6.74b	6.73a	6.64
P3 (15 hari)	6.55ab	6.47a	6.54ab	6.52
Rerata Konsentrasi	6.56	6.62	6.67	(+)
P0 (kontrol)	6.68a			

Keterangan: Pr>F kombinasi 0,043*; faktor konsentrasi 0,271; faktor intensitas 0,037*
Nilai Pr>F lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.4, diketahui bahwa terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter pH aktual. Nilai pH aktual memiliki nilai yang paling tinggi pada perlakuan K3P1 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% dengan intensitas pemberian 5 hari 1x) yaitu sebesar 6.74 sedangkan nilai terendah dimiliki perlakuan K1P2 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 10% dengan intensitas pemberian 10 hari 1x) dengan nilai 6,45. Kombinasi perlakuan yang diberikan menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pH aktual tanah. Faktor intensitas penyiraman memberikan pengaruh yang lebih signifikan dibandingkan dengan faktor konsentrasi.

Derajat kemasaman tanah penting untuk diketahui dikarenakan nilai pH tanah mampu menunjukkan ketersediaan unsur hara serta unsur

beracun dalam tanah. Data pH juga membantu dalam menganalisis tingkat kemasaman ataupun alkalinitas tanah (Suarmaprasetya & Soemarno, 2021). Hasil analisis tanah untuk mengetahui hasil pH aktual setelah pemberian perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap pH potensial tanah saat panen

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	5.48	5.49	5.52	5.50a
P2 (10 hari)	5.12	5.42	5.24	5.26a
P3 (15 hari)	5.25	5.13	5.15	5.18a
Rerata Konsentrasi	5.28a	5.34a	5.30a	(-)
P0 (kontrol)	5.64a			

Keterangan: Pr>F kombinasi 0,274; faktor konsentrasi 0,252; faktor intensitas 0,043*
Nilai Pr>F lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.5, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter pH potensial. Faktor intensitas penyiraman memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor konsentrasi. Hal dapat terlihat dari rerata intensitas, dimana semakin sering intensitas penyiraman maka pH semakin meningkat. Pemberian pupuk organik cair mampu meningkatkan pH tanah dapat terjadi apabila bahan organik yang ditambahkan telah terdekomposisi secara lanjut. Bahan organik yang telah termineralisasi akan melepaskan mineral yang berupa kation-kation basa yang mampu meningkatkan nilai pH (Kaya, 2016).

4.4.2 DHL

Daya Hantar Listrik (DHL) merupakan nilai yang mencerminkan keberadaan jumlah elektrolit dalam suatu larutan. Semakin tinggi nilai DHL. Hasil analisis tanah untuk mengetahui hasil DHL setelah pemberian perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap DHL (mS) tanah saat panen

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	0.59	0.52	0.50	0.54ab
P2 (10 hari)	0.39	0.40	0.41	0.40a
P3 (15 hari)	0.44	0.42	0.39	0.42a
Rerata Konsentrasi	0.47ab	0.45a	0.43a	(-)
P0 (kontrol)	0.51a			

Keterangan: Pr>F kombinasi 0,388; faktor konsentrasi 0,086; faktor intensitas 0,160
Nilai Pr>F lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Nilai DHL dipengaruhi oleh banyaknya garam yang terlarut dalam larutan (Firdani *et al.*, 2021). Berdasarkan tabel 4.6, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter DHL. Nilai DHL terendah adalah pada perlakuan K3P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% dengan intensitas pemberian 15 hari 1x) yaitu 0,39 mS sedangkan nilai DHL tertinggi adalah perlakuan K1P1 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 10% dengan intensitas pemberian 5 hari 1x) dengan nilai 0,59 mS. Faktor konsentrasi MOL limbah cair tahu memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor intensitas penyiraman. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata konsentrasi, dimana lebih kecil konsentrasi diberikan maka DHL semakin besar.

4.4.3 Bahan Organik

Karbon organik merupakan hasil dari proses dekomposisi biomassa ataupun bahan organik yang berada di dalam tanah. Kadar karbon organik yang terkandung dalam tanah memiliki suatu peranan

penting dalam menentukan kesuburan tanah baik itu dari segi fisik, kimia, maupun secara biologis tanah (Siswanto & Widowati, 2018). Hasil analisis tanah untuk mengetahui hasil bahan organik setelah pemberian perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap bahan organik tanah (%) saat panen

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	2.99	3.31	3.04	3.11a
P2 (10 hari)	2.71	2.94	3.08	2.91a
P3 (15 hari)	2.85	3.18	3.59	3.21a
Rerata Konsentrasi	2.85a	3.14a	3.24a	(-)
P0 (kontrol)	3.24a			

Keterangan: $Pr > F$ kombinasi 0,794; faktor konsentrasi 0,441; faktor intensitas 0,504
Nilai $Pr > F$ lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.7, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter bahan organik. Nilai bahan organik terendah adalah pada perlakuan K1P2 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 10% dengan intensitas pemberian 10 hari 1x) yaitu 2,71% sedangkan nilai bahan organik tertinggi adalah perlakuan K3P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% dengan intensitas pemberian 15 hari 1x) dengan nilai 3,59%. Kombinasi perlakuan yang diberikan menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan terhadap parameter bahan organik. Faktor konsentrasi MOL limbah cair tahu memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor intensitas penyiraman. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata konsentrasi, dimana lebih besar konsentrasi diberikan maka nilai bahan organik semakin besar. Bahan organik dalam tanah setelah panen masih tergolong rendah karena MOL limbah cair tahu yang ditambahkan juga memiliki nilai bahan organik yang rendah pula. Rendahnya nilai BO juga dapat terjadi akibat tekstur tanah yang didominasi oleh fraksi pasir sehingga memiliki potensi *leaching* yang besar.

4.5 Pengaruh MOL Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Rumput Gama Umami

4.5.1 Tinggi Tanaman

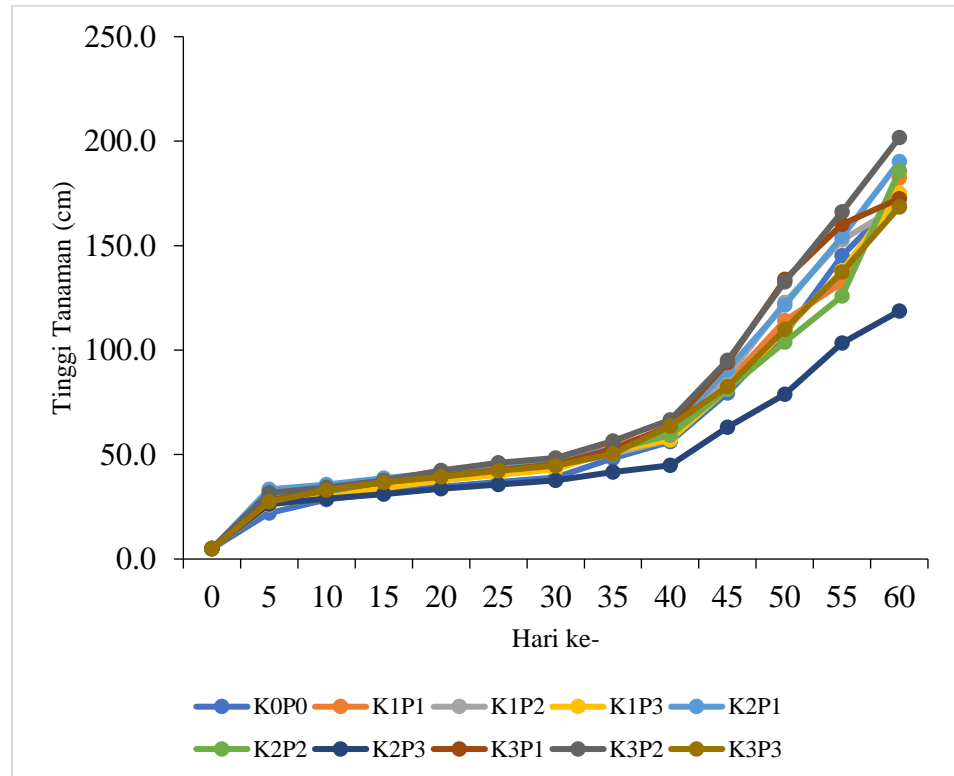
Dalam penelitian ini, tinggi tanaman merupakan salah satu parameter agronomi yang diamati. Tinggi tanaman diamati sebagai suatu penentu indikator pertumbuhan rumput gama umami. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan tiap 5 hari sekali dengan menggunakan meteran dan ditulis dalam satuan centimeter.

Tabel 4.8 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap tinggi rumput gama umami (cm) pada hari ke-60

Perlakuan	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (40 ml)	K2 (80 ml)	K3 (120 ml)	
P1 (5 hari)	182.5	190.2	172.5	181.7a
P2 (10 hari)	169.2	185.7	201.7	185.5a
P3 (15 hari)	175.0	118.7	168.5	154.1a
Rerata Konsentrasi	175.6a	164.9a	180.9a	(-)
P0 (kontrol)	173.0a			

Keterangan: $Pr > F$ kombinasi 0,399; faktor konsentrasi 0,829; faktor intensitas 0,164
Nilai $Pr > F$ lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.8, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter tinggi rumput gama umami. Akan tetapi, faktor intensitas penyiraman memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor konsentrasi MOL limbah cair tahu. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata intensitas, dimana lebih sering intensitas pemberian MOL maka nilai tinggi rumput gama umami semakin besar. Rumput gama umami yang tertinggi adalah pada kombinasi perlakuan K3P2 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% atau 120 ml dengan intensitas penyiraman tiap 10 hari sekali) yaitu sebesar 201,7 cm. Sedangkan rumput gama umami terendah adalah pada perlakuan K2P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% atau 120 ml dengan intensitas penyiraman tiap 15 hari sekali) yaitu sebesar 118,7 cm. Data tinggi tanaman yang diamati tiap 5 hari sekali selama 60 hari dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap tinggi rumput gama umami

Keterangan : K1 = 10%, K2 = 20%, K3 = 30%, P1 = 5 hari 1x, P2 = 10 hari 1x, P3 = 15 hari 1x

Tinggi rumput gama umami memiliki *trendline* yang cenderung meningkat tiap pengamatan. Rumput gama umami paling tinggi adalah pada kombinasi perlakuan K3P2 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% atau 120 ml dengan intensitas penyiraman tiap 10 hari sekali) yaitu sebesar 201,7 cm. Sedangkan rumput gama umami terendah adalah pada perlakuan K2P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% atau 120 ml dengan intensitas penyiraman tiap 15 hari sekali) yaitu sebesar 118,7 cm.

4.5.2 Jumlah Daun

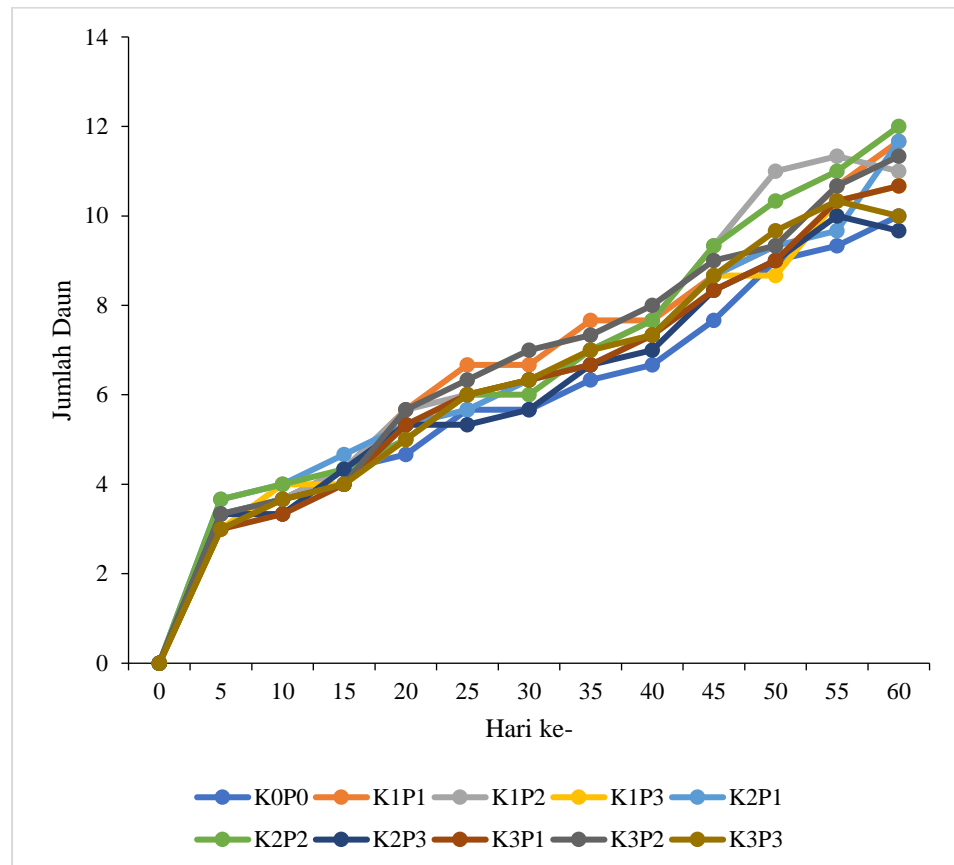
Dalam penelitian ini, parameter agronomi yang digunakan juga meliputi jumlah daun. Jumlah helaian daun tiap tanaman akan diamati dan dihitung setiap 5 hari sekali. Selanjutnya, data jumlah helai daun akan dihitung reratanya tiap perlakuan

Tabel 4.9 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap jumlah daun rumput gama umami pada hari ke-60

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	12	12	11	11.3a
P2 (10 hari)	11	12	11	11.4a
P3 (15 hari)	11	10	10	10.1a
Rerata Konsentrasi	11.3a	11.3a	10.7a	(-)
P0 (kontrol)	10a			

Keterangan: $Pr > F$ kombinasi 0,492; faktor konsentrasi 0,578; faktor intensitas 0,089
Nilai $Pr > F$ lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.9, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter jumlah daun rumput gama umami. Akan tetapi, faktor intensitas penyiraman memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor konsentrasi MOL limbah cair tahu. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata intensitas, dimana lebih sering intensitas pemberian MOL maka nilai jumlah daun rumput gama umami semakin banyak. Jumlah daun rumput gama umami yang terbanyak adalah pada kombinasi perlakuan K1P1 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 10% atau 40 ml dengan intensitas penyiraman tiap 5 hari sekali) yaitu sebanyak 12 helai. Sedangkan jumlah daun rumput gama umami yang paling sedikit adalah pada perlakuan kontrol, K2P2 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 20% atau 80 ml dengan intensitas penyiraman tiap 10 hari sekali), serta K3P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% atau 120 ml dengan intensitas penyiraman tiap 15 hari sekali) yaitu sebanyak 10 helai. Data jumlah daun tanaman yang diamati tiap 5 hari sekali selama 60 hari dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap jumlah daun rumput gama umami

Keterangan : K1 = 10%, K2 = 20%, K3 = 30%, P1 = 5 hari 1x, P2 = 10 hari 1x, P3 = 15 hari 1x

Jumlah daun rumput gama umami memiliki *trendline* yang cenderung meningkat tiap pengamatan. Pemberian pupuk organik cair mampu memberikan penambahan unsur K dalam tanah. Unsur K diperlukan tanaman dalam pembukaan stomata. Pembukaan stomata memiliki kaitan yang erat dengan laju fotosintesis. Laju fotosintesis yang meningkat mampu mendorong sel-sel tanaman untuk membelah dan memanjang. Sehingga dapat dikatakan apabila pemberian MOL limbah cair tahu mampu meningkatkan jumlah daun tanaman (Rofi & Pratiwi, 2023).

4.5.3 Jumlah Anakan

Jumlah anakan rumput gama umami diamati sebagai parameter agronomi dalam penelitian ini. Jumlah anakan rumput gajah diamati guna

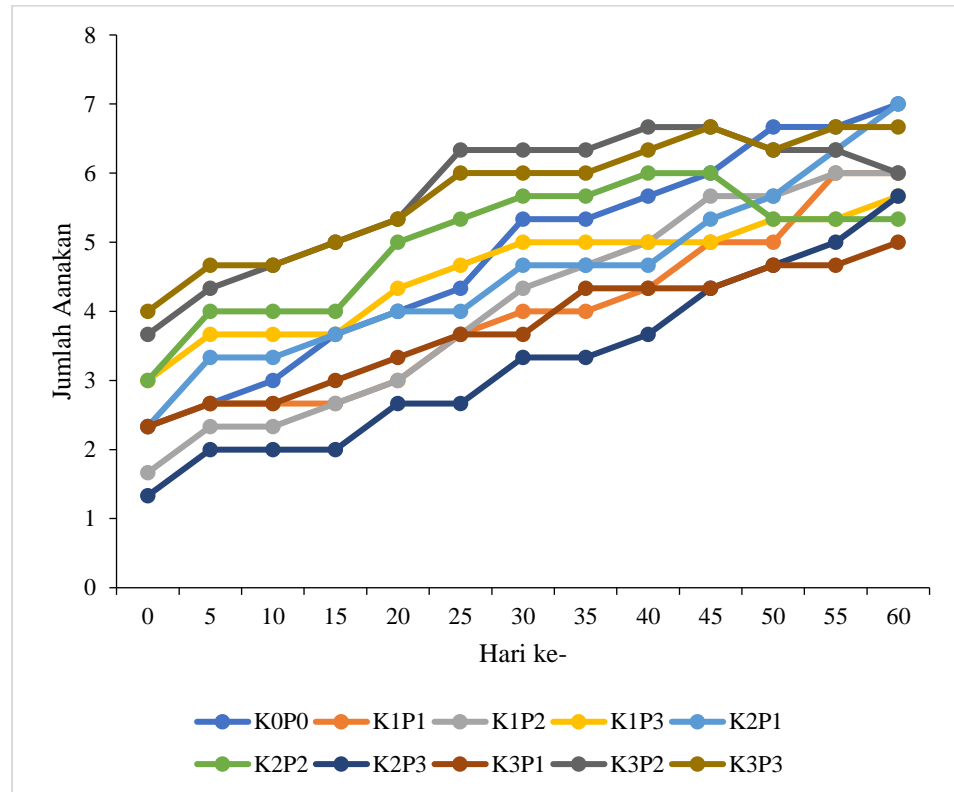
menunjukkan indikator pertumbuhan rumput gama umami. Jumlah anakan diamati tiap 5 hari sekali dan dicatat kemudian dihitung reratanya pada setiap perlakuan.

Tabel 4.10 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap jumlah anakan rumput gama umami pada hari ke-60

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	6	7	5	6.0a
P2 (10 hari)	6	5	6	5.8a
P3 (15 hari)	6	6	7	6.0a
Rerata Konsentrasi	6a	6a	6a	(-)
P0 (kontrol)	7a			

Keterangan: $Pr > F$ kombinasi 0,844; faktor konsentrasi 0,744; faktor intensitas 0,944
Nilai $Pr > F$ lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.10, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter tinggi rumput gama umami. Akan tetapi, faktor konsentrasi penyiraman memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor intensitas pemberian MOL limbah cair tahu. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata konsentrasi, dimana lebih besar konsentrasi maka nilai jumlah anakan rumput gama umami semakin besar. Jumlah anakan rumput gama umami yang terbanyak adalah pada kombinasi perlakuan kontrol, K2P1 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 20% atau 80 ml dengan intensitas penyiraman tiap 5 hari sekali), serta K3P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% atau 120 ml dengan intensitas penyiraman tiap 15 hari sekali) yaitu sebanyak 7 anakan. Sedangkan jumlah anakan rumput gama umami yang paling sedikit adalah pada perlakuan K2P2 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 20% atau 80 ml dengan intensitas penyiraman tiap 10 hari sekali) serta K3P1 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% atau 120 ml dengan intensitas penyiraman tiap 5 hari sekali) yaitu sebanyak 5 anakan. Data jumlah anakan tanaman yang diamati tiap 5 hari sekali selama 60 hari dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap jumlah anakan rumput gama umami
Keterangan : K1 = 10%, K2 = 20%, K3 = 30%, P1 = 5 hari 1x, P2 = 10 hari 1x, P3 = 15 hari 1x

Jumlah anakan rumput gama umami memiliki *trendline* yang cenderung meningkat tiap pengamatan. Jumlah anakan rumput gama umami yang terbanyak adalah pada kombinasi perlakuan kontrol, K2P1 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 20% atau 80 ml dengan intensitas penyiraman tiap 5 hari sekali), serta K3P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% atau 120 ml dengan intensitas penyiraman tiap 15 hari sekali) yaitu sebanyak 7 anakan. Sedangkan jumlah anakan rumput gama umami yang paling sedikit adalah pada perlakuan K2P2 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 20% atau 80 ml dengan intensitas penyiraman tiap 10 hari sekali) serta K3P1 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% atau 120 ml dengan intensitas penyiraman tiap 5 hari sekali) yaitu sebanyak 5 anakan.

4.5.4 Bobot Segar dan Bobot Kering

Bobot tanaman merupakan salah satu indikator dalam pertumbuhan tanaman. Bobot segar merupakan berat tanaman sebelum tanaman layu akibat kehilangan air. Sedangkan bobot kering merupakan berat tanaman setelah tanaman kehilangan air akibat proses oven pada umumnya. Dalam tabel 4.11 terdapat hasil yang diperoleh pada bobot segar tajuk rumput gama umami yang diukur pada hari ke-60.

Tabel 4.11 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap bobot segar (BS) tajuk (gram/tanaman) pada hari ke-60

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	251.77	221.73	197.13	223.54a
P2 (10 hari)	222.20	182.93	216.00	207.04a
P3 (15 hari)	186.30	176.63	192.60	185.18a
Rerata Konsentrasi	220.09a	193.76a	201.91a	(-)
P0 (kontrol)	191.80a			

Keterangan: $Pr > F$ kombinasi 0,959; faktor konsentrasi 0,837; faktor intensitas 0,482
Nilai $Pr > F$ lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.11, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter bobot segar tajuk rumput gama umami. Akan tetapi, faktor intensitas penyiraman memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor konsentrasi MOL limbah cair tahu. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata intensitas, dimana lebih sering intensitas pemberian MOL maka nilai berat segar tajuk rumput gama umami semakin besar. Bobot segar tajuk rumput gama umami yang terbesar adalah pada kombinasi perlakuan K1P1 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 10% atau 40 ml dengan intensitas penyiraman tiap 5 hari sekali) yaitu sebanyak 251,77 gram. Sedangkan bobot segar tajuk rumput gama umami yang paling kecil adalah pada perlakuan K2P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 20% atau 80 ml dengan intensitas penyiraman tiap 15 hari sekali) yaitu sebesar 176,63 gram.

Tabel 4.12 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap bobot kering (BK) tajuk (gram/tanaman) pada hari ke-60

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	48.33	48.17	40.70	45.73a
P2 (10 hari)	43.17	41.87	43.33	42.79a
P3 (15 hari)	40.83	36.47	40.60	39.30a
Rerata Konsentrasi	44.11a	42.17a	41.54a	(-)
P0 (kontrol)	42.83a			

Keterangan: $Pr > F$ kombinasi 0,923; faktor konsentrasi 0,943; faktor intensitas 0,350
Nilai $Pr > F$ lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.12, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter bobot kering tajuk rumput gama umami. Akan tetapi, faktor intensitas penyiraman memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor konsentrasi MOL limbah cair tahu. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata intensitas, dimana lebih sering intensitas pemberian MOL maka nilai berat kering tajuk rumput gama umami semakin besar. Bobot kering tajuk rumput gama umami yang terbesar adalah pada kombinasi perlakuan K1P1 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 10% atau 40 ml dengan intensitas penyiraman tiap 5 hari sekali) yaitu sebanyak 48,33 gram. Sedangkan bobot kering rumput gama umami yang paling kecil adalah pada perlakuan K2P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 20% atau 80 ml dengan intensitas penyiraman tiap 15 hari sekali) yaitu sebesar 36,47 gram.

Tabel 4.13 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap bobot segar (BS) akar (gram/tanaman) pada hari ke-60

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	24.30	24.60	20.35	23.08a
P2 (10 hari)	25.65	18.20	25.45	23.10a
P3 (15 hari)	18.50	26.40	27.65	24.18a
Rerata Konsentrasi	22.81a	23.07a	24.48a	(-)
P0 (kontrol)	18.85a			

Keterangan: $Pr > F$ kombinasi 0,155; faktor konsentrasi 0,518; faktor intensitas 0,891
Nilai $Pr > F$ lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.13, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter bobot segar akar rumput gama umami. Akan tetapi, faktor konsentrasi memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata konsentrasi, dimana lebih besar konsentrasi MOL maka nilai berat segar akar rumput gama umami semakin besar. Bobot segar akar rumput gama umami yang terbesar adalah pada kombinasi perlakuan K3P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 30% atau 120 ml dengan intensitas penyiraman tiap 15 hari sekali) yaitu sebanyak 27,65 gram. Sedangkan bobot segar akar rumput gama umami yang paling kecil adalah pada perlakuan K2P2 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 20% atau 80 ml dengan intensitas penyiraman tiap 10 hari sekali) yaitu sebesar 18,20 gram.

Tabel 4.14 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap bobot kering (BK) akar (gram/tanaman) pada hari ke-60

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	17.50	17.75	15.45	16.90a
P2 (10 hari)	18.25	14.40	16.15	16.27a
P3 (15 hari)	14.10	15.40	18.15	15.88a
Rerata Konsentrasi	16.61a	15.85a	16.58a	(-)
P0 (kontrol)	14.75a			

Keterangan: $Pr > F$ kombinasi 0,280; faktor konsentrasi 0,533; faktor intensitas 0,390
Nilai $Pr > F$ lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.14, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter bobot kering akar rumput gama umami. Akan tetapi, faktor intensitas penyiraman memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor konsentrasi MOL limbah cair tahu. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata intensitas, dimana lebih sering intensitas pemberian MOL maka nilai berat kering akar rumput gama umami semakin besar. Bobot kering akar rumput gama umami yang terbesar adalah pada kombinasi perlakuan K1P2 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 10% atau 80 ml dengan intensitas penyiraman tiap 10 hari sekali) yaitu sebanyak 18,25 gram. Sedangkan bobot kering akar rumput gama umami yang paling kecil adalah pada perlakuan K1P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 10% atau 40 ml dengan intensitas penyiraman tiap 15 hari sekali) yaitu sebesar 14,10 gram.

4.6 Pengaruh MOL Limbah Cair Tahu Terhadap Kalium (K) dalam Tanah dan Jaringan

4.6.1 Kalium Total Tanah

Kalium merupakan salah satu unsur hara makro utama yang sangat penting bagi tanaman, sehingga jika K tersedia dalam tanah cukup rendah, maka tanaman akan terjadi defisiensi kalium (Sufardi *et al.*, 2017).

Tabel 4.15 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap K total tanah (%) pada hari ke-60

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	0.02bc	0.02abc	0.02bc	0.02
P2 (10 hari)	0.01bc	0.02ab	0.01c	0.01
P3 (15 hari)	0.02ab	0.02abc	0.01c	0.02
Rerata Konsentrasi	0.02	0.02	0.01	(+)
P0 (kontrol)	0.03a			

Keterangan: Pr>F kombinasi 0,0128*; faktor konsentrasi 0,00187*; faktor intensitas 0,697. Nilai Pr>F lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.15, diketahui bahwa terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam parameter K-total tanah inceptisol setelah panen. Akan tetapi, faktor konsentrasi MOL memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor intensitas penyiraman. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata konsentrasi, dimana lebih besar konsentrasi MOL maka nilai K-total tanah inceptisol semakin kecil. Hal tersebut dapat terjadi karena kandungan K total dalam tanah pada hari ke-60 merupakan kadar residu K yang berada dalam tanah setelah diserap oleh rumput gama umami. Kandungan K total yang tertinggi adalah pada perlakuan kontrol yaitu sebesar 0.03%. Sedangkan kandungan K-total yang terkecil adalah pada perlakuan K1P1, K3P2, dan K3P3 yaitu sebesar 0,01%. Setelah ditanami, kadar K dalam tanah yang diberi MOL limbah cair tahu cenderung lebih rendah daripada kontrol. Hal ini dikarenakan kadar K yang ada dalam tanah telah diserap oleh rumput gama umami.

Kadar kalium dalam tanah merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam kesuburan tanah. Kalium di dalam tanah bersifat peka akan pencucian saat berada dalam lingkungan yang memiliki curah hujan yang tinggi (Rochman *et al.*, 2023). Keberadaan kalium di dalam tanah juga erat kaitannya dengan penyerapan rumput (Silvitri *et al.*, 2023).

4.6.2 Kalium Jaringan

Kalium merupakan salah satu unsur hara makro yang diperlukan tanaman. Kalium yang berada dalam jaringan merupakan hasil penyerapan kalium yang tersedia dalam tanah.

Tabel 4.16 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap kadar K akar (%) pada hari ke-60

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	0.37	0.21	0.25	0.28a
P2 (10 hari)	0.12	0.18	0.31	0.20a
P3 (15 hari)	0.25	0.27	0.26	0.26a
Rerata Konsentrasi	0.25a	0.22a	0.24a	(-)
P0 (kontrol)	0.31a			

Keterangan: Pr>F kombinasi 0,473; faktor konsentrasi 0,690; faktor intensitas 0,497
Nilai Pr>F lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.16, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam kandungan K jaringan akar setelah panen. Akan tetapi, faktor intensitas penyiraman MOL memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor konsentrasi. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata intensitas, dimana lebih sering MOL diberikan maka nilai K akar rumput gama umami semakin besar. Kandungan K-total yang tertinggi adalah pada perlakuan K1P1 yaitu sebesar 0.37%. Sedangkan kandungan K-total yang terkecil adalah pada perlakuan K1P2 yaitu sebesar 0,12%.

Tabel 4.17 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap kadar K tajuk (%) pada hari ke-60

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	2.25	2.51	3.08	2.61a
P2 (10 hari)	3.33	2.95	2.56	2.95a
P3 (15 hari)	2.82	2.29	2.51	2.54a
Rerata Konsentrasi	2.80a	2.58a	2.72a	(-)
P0 (kontrol)	2.48			

Keterangan: $Pr > F$ kombinasi 0,0572; faktor konsentrasi 0,688; faktor intensitas 0,177
Nilai $Pr > F$ lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.17, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam kandungan K jaringan tajuk setelah panen. Akan tetapi, faktor intensitas penyiraman MOL memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor konsentrasi. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata intensitas, dimana lebih sering MOL diberikan maka nilai K tajuk rumput gama umami semakin besar. Kandungan K-total yang tertinggi adalah pada perlakuan K3P1 yaitu sebesar 3,08%. Sedangkan kandungan K-total yang terkecil adalah pada perlakuan K1P1 yaitu sebesar 2,25%.

4.7 Pengaruh MOL Limbah Cair Tahu Terhadap Serapan Kalium (K) dalam Jaringan Tanaman

Unsur hara yang tersedia dalam tanah mampu diserap oleh tanaman melalui beberapa mekanisme. Unsur hara mampu diserap akar tanaman dalam bentuk anorganik. Serapan hara merupakan nilai hara tertentu yang masuk atau berhasil diserap oleh tanaman selama pertumbuhannya. Nilai serapan hara tanaman dapat diperoleh setelah dilakukannya analisis jaringan tanaman. Perhitungan serapan hara mampu membantu dalam pembuatan rekomendasi pemupukan (Pogon *et al.*, 2023).

Tabel 4.18 Pengaruh dosis dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap serapan K jaringan tajuk (gr/tanaman)

Intensitas Penyiraman	Konsentrasi MOL			Rerata Intensitas
	K1 (10%)	K2 (20%)	K3 (30%)	
P1 (5 hari)	1.05	1.11	1.16	1.11a
P2 (10 hari)	1.68	1.11	1.16	1.32a
P3 (15 hari)	1.12	0.87	1.18	1.06a
Rerata Konsentrasi	1.28a	1.03a	1.17a	(-)
P0 (kontrol)	1.01a			

Keterangan: Pr>F kombinasi 0,19; faktor konsentrasi 0,296; faktor intensitas 0,173

Nilai Pr>F lebih dari 5% menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Berdasarkan tabel 4.18, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor intensitas penyiraman dan konsentrasi MOL dalam serapan K tajuk setelah panen. Akan tetapi, faktor intensitas penyiraman MOL memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor konsentrasi. Hal tersebut dapat terlihat dari rerata intensitas, dimana lebih sering MOL diberikan maka nilai serapan K tajuk rumput gama umami semakin besar. Serapan K yang tertinggi dimiliki oleh perlakuan K1P2 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 10% dengan intensitas penyiraman 10 hari sekali) dengan nilai 1,68 gr/tanaman. Sedangkan nilai serapan K yang paling rendah dimiliki oleh perlakuan K2P3 (konsentrasi MOL limbah cair tahu 20% dengan intensitas penyiraman 15 hari sekali) dengan nilai 0,87 gr/tanaman.

Unsur K dapat diserap oleh tanaman dalam bentuk ion K⁺. Peyerapan K dalam tanaman berlangsung secara difusi dan akan terakumulasi dalam sel. Berkurangnya kandungan K dalam tanah seiring berlajannya waktu tak lepas dari pengaruh penyerapan unsur K oleh tanaman. Pemberian pupuk organik cair dilakukan dengan tujuan untuk menambah kadar K dalam tanah sehingga mampu menambah penyerapan K oleh tanaman (Rofi & Pratiwi, 2023).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Limbah cair tahu dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair melalui metode MOL dengan komposisi bahan 1 liter limbah tahu: 1 liter air cucian beras: 100 gr gula merah. MOL limbah cair tahu memiliki karakteristik pH 4,14; DHL 1,84 mS/cm; N total 0,26%; P total 1,44%; K total 0,73% dan NPK sebesar 2,43%. Karakteristik yang telah memenuhi standar mutu PERMENTAN adalah pH dan NPK.
2. Kombinasi perlakuan faktor konsentrasi dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap kadar K-total tanah setelah panen menunjukkan hasil yang signifikan. Faktor intensitas penyiraman memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap kadar K-total daripada faktor konsentrasi.
3. Kombinasi perlakuan faktor konsentrasi dan intensitas penyiraman MOL limbah cair tahu terhadap pertumbuhan rumput gama umami cenderung menunjukkan hasil yang kurang signifikan. Akan tetapi, faktor intensitas penyiraman memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap pertumbuhan rumput gama umami daripada faktor konsentrasi.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan kajian yang lebih mendalam mengenai dosis dan intensitas pemberian MOL limbah cair tahu agar didapatkan hasil yang maksimal.
2. Perlu dilakukan pengujian dengan parameter lain agar dapat diketahui karakteristik pupuk organik cair yang dihasilkan.
3. Pemberian pupuk organik cair perlu meninjau tekstur tanah karena pupuk bentuk cair memiliki kemungkinan *leaching* yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, A., J. Syamsiyah, D. Riyanto, dan S. Minardi. 2011. Pengaruh pupuk zeolit dan kalium terhadap ketersediaan dan serapan K di lahan berpasir pantai Kulonprogo, Yogyakarta. *Bonorowo Wetlands* 1: 1 – 7.
- Agung, R. T., dan H. S. Winata. 2010. Pengolahan air limbah industri tahu dengan menggunakan teknologi plasma. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 2: 19 – 28.
- Ahmad, T., R. M. Aadil, H. Ahmed, U. ur Rahman, B. C. V. Soares, S. L. Q. Souza, T. C. Pimentel, H. Scudino, J. T. Guimarães, E. A. Esmerino, M. Q. Freitas, R. B. Almada, S. M. R. Vendramel, M. C. Silva, dan A. G. Cruz. 2019. Treatment and utilization of dairy industrial waste: a review. *Trends in Food Science & Technology* 88: 361 – 372.
- Akbari, A. N., dan R. H. Jatmiko. 2016. Pemanfaatan citra landsat 8 oli dan sistem informasi geografis untuk pemetaan kandungan bahan organik tanah di kabupaten Karanganyar. *Jurnal Bumi Indonesia* 5: 1 – 10.
- Akhsan, F., Sukriandi, A. F. K. Amris, dan M. Irmansyah. 2020. Pengaruh pupuk organik cair dengan konsentrasi urin dan MOL berbeda terhadap produksi rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). *Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan* 2: 13 – 18.
- Aldrian, E. 2016. Sistem peringatan dini menghadapi iklim ekstrem. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 10: 79 – 90.
- Anggraini, S., S. Aji, dan B. Sitorus. 2018. Pengaruh pemberian limbah cair tahu dan interval waktu terhadap pertumbuhan tanaman bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pre nursery. *Agroprimatech* 2: 25 – 35.
- Anggraini, W., M. Zulfa, N. N. Prihantini, F. Batubara, dan R. Indriyani. 2019. Utilization of tofu wastewater for the growth of red spinach (*Alternanthera amoenavoss*) in floating raft hydroponic cultures. *Journal of Physics: Conference Series* 1: 1 – 8.
- Arabia, T., Manfarizah, S. Syakur, dan B. Irawan. 2018. Karakteristik tanah inceptisol yang disawahkan di Kecamatan Indrapuri Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Floratek* 13: 1 – 10.
- Arifan, F., W. A. Setyati, R. T. D. W. Broto, dan A. L. Dewi. 2020. Pemanfaatan nasi basi sebagai mikro organisme lokal (MOL) untuk pembuatan pupuk cair organik di desa Mendongan kecamatan Sumowono kabupaten Semarang. *Jurnal Pengabdian Vokasi* 1 : 252 – 255.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. 2014. Sistem Informasi dan Profil Daerah Kabupaten Sleman.

- Cai, A., M. Xu, B. Wang, W. Zhang, G. Liang, E. Hou, dan Y. Luo. 2019. Manure acts as a better fertilizer for increasing crop yields than synthetic fertilizer does by improving soil fertility. *Soil & Tillage Research* 189: 168-175.
- Fauzi, A. 2008. Analisa kadar unsur hara karbonorganik dan nitrogen di dalam tanah perkebunan kelapa sawit bengkalis Riau. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara*.
- Fauziah, N., dan M. Idris. 2022. The effect of liquid tofu waste and growing media on the growth and yield of long beans (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia* 9: 204 – 213.
- Firdany, S. A., S. R. Suprpto, dan P. Sulistyanto. 2021. Pengaruh dosis pupuk kotoran ayam dan dolomit terhadap sifat kimia ultisol dan tanaman caisim. *Jurnal Sosains* 1: 1292 – 1304.
- Hadi, R. A. 2019. Pemanfaatan MOL (mikroorganisme lokal) dari materi yang tersedia disekitar lingkungan. *Agroscience* 9: 93 – 104.
- Hadisuwito, S. 2012. *Membuat Pupuk Organik Cair*. PT Agromedia Pustaka, Jakarta Selatan.
- Hakim, D. L. 2019. *Ensiklopedi Jenis Tanah di Dunia*. Uwais Inspirasi Indonesia, Ponorogo.
- Hasibuan, M., Budijono, dan S. Harahap. 2015. N, P, and K content in the EM4 fermented made from mixed fish market and tofu industry wastes to the growth of *Azolla microphylla*. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau* 2: 1 – 7.
- Hasibuan, S. dan N. E. Darfia. 2021. *Buku Ajar Produktivitas Tanah Kolam*. UR Press, Pekanbaru.
- Havlin, J. L., J. D. Beaton., S. L. Tisdale., dan W. L. Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management*. Sixth ed. Prentice Hall, New Jersey.
- Irwan, M. 2022. *Buku Referensi Ilmu Tanaman Pakan: Budidaya dan Pemanfaatannya*. Penerbit Media Sains Indonesia, Bandung.
- Iswahyudi, B., dan B. Bakri. 2019. Pemetaan Status Unsur Hara Fosfor Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat di Kelurahan Babat Sumatera Selatan. *Journal of Suboptimal Lands* 8(1): 77-85.
- Juarti. 2016. Analisis indeks kualitas tanah andisol pada berbagai penggunaan lahan di Desa Sumber Brantas Kota Batu. *Jurnal Pendidikan Geografi* 21 : 58 – 71.

- Jupry, R. dan T. D. Kurnia. 2020. Pertumbuhan hasil tanaman sawi hijau pada hidroponik sistem rakit apung terhadap konsentrasi pupuk organik cair dari limbah tahu. *Jurnal Pertanian Agros* 22: 61 – 70.
- Kaya, E. 2014. Pengaruh pupuk organik dan pupuk NPK terhadap pH dan K-tersedia tanah serta serapan K, pertumbuhan, dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Buana Sains* 2: 113 – 122.
- Ketaren, S. E., P. Marbun, dan P. Marpaung. 2014. Klasifikasi Inceptisol pada ketinggian tempat yang berbeda di Kecamatan Lintong Nihuta Kabupaten Hasundutan. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 2: 1451 – 1458.
- Kholif, M. A., Pungut, Sugito, J. Sutrisno, dan W. S. Dewi. 2020. Pengaruh waktu tinggal dan media tanam pada constructed wetland untuk mengolah air limbah industri tahu. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan* 5: 107 – 115.
- Kusuma, Y. R. dan I. Yanti. 2021. Pengaruh kadar air dalam tanah terhadap kadar C-Organik dan keasaman (pH) tanah. *IJCR-Indonesian Journal of Chemical Research* 6: 92 – 97.
- Mansyur, N. I., E. H. Pudjiwati, dan A. Murti Laksono. 2021. Pupuk dan Pemupukan. Syiah Kuala University Press, Aceh.
- Marian, E., dan S. Tutuheru. 2019. Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai pupuk organik cair pada pertumbuhan dan hasil tanaman sawi putih (*Brassica pakinensis*). *Agrotrop* 17: 134 – 144.
- Marschner, H., 1997. Mineral Nutrition of Higher Plant. 2nd edition. Academic press. Harcourt brace & Company, Publisher. Tokyo.
- Mastur. 2016. Respon fisiologis tanaman tebu terhadap kekeringan. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* 8: 98 – 111.
- Mulyono. 2016. Membuat MOL dan Kompos dari Sampah Rumah Tangga. PT AgroMedia Pustaka, Jakarta Selatan.
- Muslim, R. Q., P. Kricella, M. M. Pratamaningsih, S. Purwanto, E. Suryani, dan S. Ritung. 2020. Characteristics of Inceptisol derived from basaltic andesite from several locations in volcanic landform. *SAINS TANAH – Journal of Soil Science and Agroclimatology* 17: 115 – 121.
- Mustamin, T., R. Rahim, Baharuddin, R. Mulyadi, N. Jamala, A. Kusno. 2017. Analisis fluktuasi temperatur udara dalam ruang pada ruang seminar laboratorium sains dan bangunan Kampus Gowa Tayeb Mustamin. *Prosiding Temu Ilmiah IPLBI* 1: 41 – 44.

- Nariratih, I., M. M. B. Damanik, dan G. Sitanggang. 2013. Ketersediaan nitrogen pada tiga jenis tanah akibat pemberian tiga bahan organik dan serapannya pada tanaman jagung. *Jurnal Online Agroteknologi* 1: 479-488.
- Nasir, M., dan E. P. Saputro. 2016. Manajemen pengelolaan limbah industri. *Benefit: Jurnal Manajemen dan Bisnis* 19: 143 – 149.
- Nitasari, A. N., F. N. Salsabila, D. T. Ramadhanty, M. R. Anggriawan, D. Amelia, M. F. F. Mardianto, dan E. Ana. 2023. Reduksi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air hujan dengan metode analisis komponen utama. *Zeta – Math Journal* 8: 7 – 15.
- Nursita, I. W., W. Busono, A. Irsyammawati, P. H. Ndaru, E. Widodo, G. Ciptadi, N. Isnaini, A. N. Huda, A. P. A. Yekti, dan S. Wahjuningsih. 2020. *Biologi Peternakan*. UB Press, Malang.
- Patangga, A. dan N. Yuliarti. 2013. *Pembuatan, Aplikasi, dan Bisnis Pupuk Organik*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Prakuso, R. M., C. Ginting, dan R. M. Hartati. 2017. Meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit pada pembibitan awal (pre nursery) dengan menggunakan mol urin pada berbagai komposisi media tanam. *Jurnal Agromast* 2: 1 – 13.
- Pramana, A. dan W. Heriko. 2020. Perbandingan kandungan hara limbah tahu dan limbah tahu plus buah maja sebagai pupuk organik cair (POC). *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika* 2: 119 – 127.
- Pratama, J. M. R., I. Yulianti, dan Masturi. 2017. Analisis sebaran butiran agregat tanah, sebaran butir primer tanah, dan permeabilitas tanah pada pabrik teh. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika* 2: 7 – 9.
- Purba, T., R. Situmerang, H. F. Rohman, M. Mahyati, dan A. Arsi. 2021. *Pupuk dan Teknologi Pemupukan*. Yayasan Kita Menulis, Medan.
- Pogon, T. Y., D. P. Putra, dan U. K. Rusmarini. 2023. Efektivitas serapan unsur hara nitrogen pada pembibitan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Agrisintech* 4: 53 – 57.
- Rahmadani, A.Y., I. Wahyudi, dan Rois. 2020. Status unsur hara nitrogen tanah pada tiga penggunaan lahan di desa lolu kabupaten Sigi. *Jurnal Agrotekbis* 8: 32 – 37.
- Rahmawan, I. S., A. Z. Arifin, dan Sulistyawati. 2019. Pengaruh pemupukan kalium (K) terhadap pertumbuhan dan hasil kubis (*Brassica oleraceae* var. *capitata*, L.). *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan* 3: 17 – 23.
- Rochman, F., Priyadi, dan R. Rahmadi. 2023. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays* ssp. *Mays*) akibat aplikasi dosis pupuk kalium dan

nitrogen pada tanah kering masam dengan pemberian ameliorant. *Agricola* 13: 50 – 58.

- Rofi, A. I. dan A. Pratiwi. 2023. Respon pertumbuhan dan hasil ciplukan (*Physalis peruviana* L.) dengan pemberian pupuk petrogranik dan POC sabut kelapa. *Bioscientist* 11: 948 – 961.
- Romli, M., dan Suprihatin. 2009. Beban pencemaran limbah cair tahu dan analisis alternatif strategi pengelolaannya. *Jurnal Purifikasi* 10: 141 – 154.
- Rusdaling, M. T. Hemon, Namriah, H. Syaf, Darwis, dan Zulfikar. 2021. Karakteristik Inceptisol pada topsekuen perkebunan cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) di Kecamatan Kulisusu Utara Kabupaten Buton Utara. *Jurnal Berkala Penelitian Agronomi* 9: 38 – 47.
- Rukmana, A., H. Susilawati, dan Galang. 2019. Pencatat pH tanah otomatis. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Teknik Elektro Telekomunikasi Indonesia* 10: 25 – 32.
- Saleh, N., A. Taufiq, Y. Widodo, T. Sundari, D. Gusyana, R. P. Rajagukguk, dan S. A. Suseno. 2016. *Pedoman Budi Daya Ubi Kayu di Indonesia*. IAARD Press, Jakarta.
- Sally, Y. P. Budianto, M. W. K. Hakim, dan W. E. Kiyat. 2019. Potensi pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas untuk skala industri rumah tangga di Provinsi Banten. *Agrointek* 13: 43 – 53.
- Samsudin, W., M. Selomo, dan M. F. Natsir. 2018. Pengolahan limbah cair industri tahu menjadi pupuk organik cair dengan penambahan effective mikroorganisme-4 (EM-4). *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan* 1: 1 – 14.
- Sanchez, R. G., D. S. Barrientos, dan J. L. Galindez. 2018. Effect of indigenous microorganism extended solution (IMO-ES) on basmati rice. *International Journal of Agricultural Technology* 14: 1871 – 1882.
- Sanjaya, H. B., N. Umami, A. Astuti, Muhlisin, B. Suwignyo, M. M. Rahman, K. Umpuch, dan E. R. V. Rahyu. 2022. Performance and in vivo digestibility of three varieties of napier grass in thin-tailed sheep. *Pertanika Journals* 45: 505 – 517.
- Sari, D., Z. Miranda, A. Junaiedi, M. Elina, dan H. J. Adiasuti. 2023. Membuka peluang wirausaha mandiri dengan mengembangkan produk inovasi limbah ampas tahu menjadi nugget di Kelurahan Sumber Rejo Kemiling. *Devotion: Journal Corner of Community Service* 1: 71 – 80.
- Sharma, B. D., Harsh-Aora, Raj-Kumar, dan V. K. Nayyar. 2004. Relationships between soil characteristics and total and DTPA-extractable micronutrients in Inceptisol of Punjab. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 35: 799 – 818.

- Silvitri, L. Y., H. Sulistyowati, dan A. Ruliyansyah. 2023. Pengaruh abu tandan kosong kelapa sawit dan pupuk kalium terhadap pertumbuhan dan hasil lobak putih pada tanah alluvial. *Jurnal Penelitian Agros* 25: 3211 – 3221.
- Simbolon, A. M. 2020. *Sustainable Industry: Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. CV Andi Offset, Yogyakarta.
- Siswanto, B. dan Widowati. 2018. Pengaruh limbah industri agar-agar rumput laut terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman jagung pada inceptisol kecamatan Pandaan Pasuruan. *Buana Sains* 18: 57-66.
- Sitanggang, Y., E. M. Sitinjak, N. V. M. D. Marbun, S. Gideon, F. Sitorus, dan O. Hikmawan. 2022. Pembuatan pupuk organik cair (POC) berbahan baku limbah sayuran/buah di lingkungan I, kelurahan Namo Gajah kecamatan Medan Tuntungan, Medan. *Jurnal Apitek* 1: 17 – 29.
- Styawan, F., D. H. Darwanto, dan L. R. Waluyati. 2016. Permintaan kedelai pada industri rumah tangga tahu di kabupaten sleman. *Agro Ekonomi* 27: 215 – 232.
- Suarmaprasetya, R. A. dan Soemarno. 2021. Pengaruh kompos kotoran kambing terhadap kandungan karbon dan fosfor tanah dari kebun kopi bangelan. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 8: 505 – 514.
- Sufardi, Darusman, Zaitun, S. Zakaria, and T.F. Karmil. 2017. Chemical characteristics and status of soil fertility on some dryland areas of Aceh Besar District (Indonesia). *Proceeding of International Conference on Sustainable Agriculture*. Yogyakarta.
- Suhastyo, A. A. dan B. H. Setiawan. 2017. Aplikasi pupuk cair MOL pada tanaman padi metode SRI (system of rice intensification). *Agritech* 19: 26 – 34.
- Sukmawati, D. 2017. Kebutuhan kedelai dan kapasitas produksi tahu pada pengrajin tahu di kabupaten Sumedang. *Paspalum : Jurnal Ilmiah Pertanian* 1: 1 – 10.
- Supartha, I. N. Y, G. Wijana, dan G. M. Adnyana. 2012. Aplikasi jenis pupuk organik pada tanaman padi sistem pertanian organik. *E-Jurnal Agroteknologi Tropika* 1: 98-106.
- Syachroni, S.H. 2015. Kajian beberapa sifat kimia pada tanah sawah di berbagai lokasi di kota Palembang. *Sylva* 8: 60 – 65.
- Syaiful, F. L., dan Y. S. Utami. 2020. Pengembangan rumput gajah sebagai pakan sapi di Ophir Nagari Koto Baru kabupaten Pasaman Barat. *Jurnal Hilirisasi* 3: 305 – 312.
- Utomo, P. S. dan A. Suprianto. 2019. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas thailand terhadap perlakuan dosis pupuk kusuma Bioplus dan KNO₃ putih. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia* 4: 28 – 33.

- Wahyunto, Hikmatullah, E. Suryani, C. Tafakresnanto, S. Ritung, A. Mulyani, Sukarman, K. Nugroho, Y. Sulaeman, Y. Apriyana, Suciantini, A. Pramudia, Suparto, R.E. Subandiono, T. Sutriadi, D. Nursyamsi. 2016. Petunjuk Teknis Pedoman Penilaian Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Pertanian Strategis Tingkat Semi Detail Skala 1:50.000. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Widdakso, I., Fadelan, dan K. Winangun. 2019. Perancangan alat pencacah rumput gajah dengan pisau lengkung kapasitas 110 kg/jam. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Ponorogo (KOMPUTEK) 3: 22 – 32.
- Widodo, K. H., dan Z. Kusuma. 2018. Pengaruh kompos terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung di inceptisol. Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan 5: 959 – 967.
- Widyaiswara. 2016. Gerakan Pemberdayaan Petani Terpadu Materi Ternak Sapi Potong. Media Nusa Creative, Malang.
- Widyaningrum, P. 2016. Penggunaan EM4 dan mol limbah tomat sebagai bioaktivator pada pembuatan kompos. Life Science 5: 18 – 24.
- Wiryana, K. D., G. Permana, dan I. K. Astawan. 2023. Pelapukan sampah menggunakan mol pada tebe kekinian (biopori skala besar) di desa Penebel. Dikemas 7: 18 – 22.
- Zhang, J., H.Wang, Y. Xiao, J. Tang, C. Liang, F. Li, H. Dong, dan W. Xu. 2017. A simple approach for synthesizing of fluorescent carbon quantum dots from tofu wastewater. Nanoscale Research Letters 12: 1 – 7.