

LAPORAN AKHIR

PENGUJIAN EFEKTIVITAS PUPUK MIKRO B DAN Zn TERHADAP PENINGKATAN PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN TOMAT



Tim Penyusun:

Sutan Tarmizi Lubis, S.P., M.Sc.
Betha Silmia, S.Hut., M.Sc.

**POLITEKNIK LPP YOGYAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengujian Efektivitas Pupuk Mikro B Dan Zn Terhadap Peningkatan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Tomat

Bidang Penelitian : Agronomi Tanaman

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Sutan Tarmizi Lubi S.P., M.Sc.

b. NUPTK : 5457772673130303

c. Jabatan Fungsional : Tenaga Pengajar

d. Program Studi : Pengelolaan Perkebunan

e. Nomor HP : 085270044510

f. Alamat surel (email) : stn@polteklpp.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Betha Silmia, S.Hut., M.Sc.

b. NUPTK : 9757774675230292

c. Perguruan Tinggi : Universitas Turnojoyo Madura

Menyetujui,
Kepala UP2M



(Dr. Anna Kusumawati, S.P., M. Sc.)
NIDN: 0505048602

Yogyakarta, 2 September 2025
Dosen Pelaksana,

(Sutan Tarmizi Lubis, S.P., M.Sc.)
NUPTK: 5457772673130303

Mengetahui,
Direktur Politeknik LPP Yogyakarta



Dr.Ir. M. Mustangin , S.T., M. Eng., IPM

Ringkasan Eksekutif

Produksi tanaman pekebun di Indonesia belum optimal terutama karena defisiensi hara, sehingga diperlukan pemupukan presisi. Penelitian ini menguji efektivitas pupuk mikro majemuk pupuk mikro (Zn, Cu, B) pada tomat. Uji lapang dilaksanakan Januari–April 2025 di Kelurahan Srigading, Kec. Sanden, Kab. Bantul (tanah pasir pantai, luas 1.100 m²). Parameter meliputi hara tanah pra–pasca tanam, hara daun pasca tanam, pertumbuhan vegetatif, produksi, dan Relative Agronomic Efficiency (RAE). Kombinasi pupuk mikro + NPK (rasio 1,5:3,4) meningkatkan efisiensi penggunaan hara dan menghasilkan panen 40,50 ton/ha. Secara statistik, perbedaan nyata hanya pada tinggi tanaman, namun terjadi tren peningkatan hasil yang jelas. RAE tertinggi 319,35% menunjukkan efisiensi pemupukan 219,35% lebih tinggi dibanding standar, menegaskan peran Zn dan B sebagai pendukung efisiensi pupuk makro. Keseimbangan hara makro–mikro memperbaiki keragaan fisiologis sehingga meningkatkan pertumbuhan dan biomassa. pupuk mikro efektif untuk optimalisasi hasil tomat di lahan pasir pantai sebagai suplemen mikronutrien pendamping NPK.

Kata kunci: tomat; Pupuk Mikro; Zn; B; NPK; efisiensi hara; RAE; pasir pantai.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	4
DAFTAR TABEL.....	4
DAFTAR GAMBAR.....	4
I. PENDAHULUAN.....	5
1.1. Latar Belakang.....	5
1.2. Tujuan.....	7
1.3. Kerangka Pemikiran.....	7
II. METODOLOGI PENELITIAN.....	10
III. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	13
2.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian.....	13
3.2. Hasil Uji Mutu Pupuk yang Diuji.....	19
3.3. Hasil Analisis Tanah Sebelum Pelaksanaan Uji.....	20
3.4. Analisis Variabel Hasil Pengukuran (Pertumbuhan dan Hasil).....	23
3.5. Relative Agronomic Effectiveness (RAE).....	29
3.6. Kriteria Lulus Uji Efektivitas.....	30
IV. KESIMPULAN.....	31
VI. DAFTAR PUSTAKA.....	32
VIII. TIMELINE KAJIAN.....	Error! Bookmark not defined.
IX. Lampiran – Lampiran:.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rincian perlakuan pengujian produk pupuk.....	11
Tabel 2. Pengaruh Pemupukan Terhadap Tinggi Tanaman.....	25
Tabel 3. Pengaruh Pemupukan Terhadap Jumlah Cabang.....	26
Tabel 4. Pengaruh Pemupukan Terhadap Diameter Batang.....	26
Tabel 5. Pengaruh Pemupukan Terhadap Produksi Tomat.....	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Suhu rata-rata periode Januari – Mei 2025.....	14
Gambar 2. Kelembaban rata-rata periode Januari – Mei 2025.....	15
Gambar 3. Curah hujan periode Januari – Mei 2025.....	16
Gambar 4. Lama penyinaran matahari periode Januari – Mei 2025.....	18
Gambar 5. Relative Agronomic Efficiency perlakuan pemupukan tomat..	29

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Komoditas tanaman yang diusahakan oleh para pekebun di Indonesia secara umum masih belum memberikan produksi maksimal. Komoditas tanaman tersebut terutama mencakup pangan, hortikultura dan perkebunan. Semua komoditas tanaman yang masuk ke dalam masing-masing subsektor tersebut realisasi produktivitasnya masih jauh di bawah potensi yang seharusnya. Produktivitas tanaman dapat dikategorikan ke dalam tiga tingkatan yaitu *potential productivity*, *attainable productivity* dan *existing productivity*. *Potential productivity* merupakan produktivitas tanaman pada tingkatan pemulia yang memungkinkan tercapai ketika tanaman dikelola dalam populasi dan lingkungan terbatas (lingkungan yang kesemua anasirnya terkendali dan sangat sesuai dengan syarat tumbuh tanaman dimaksud). Dalam ranah operasional produksi tanaman, *potential productivity* ini tidak akan mungkin dapat dicapai mengingat populasi tanaman yang dikelola jumlahnya sangat besar, luasan lahan yang dikelola juga sangat besar dan faktor-faktor lingkungan yang ada di dalamnya tidak sepenuhnya terkontrol. *Attainable productivity* adalah produktivitas tanaman maksimal yang paling memungkinkan dapat diwujudkan jika operasional produksi dijalankan dengan memenuhi semua aspek intensifikasi. Secara umum pada komoditas tanaman, *attainable productivity* nilainya yaitu 80% dari *potential productivity*. Sedangkan *existing productivity* yaitu capaian produktivitas yang saat ini dapat dicapai oleh suatu komoditas tanaman.

Pada kondisi pengelolaan operasional produksi tanaman yang baik nilai dari *existing productivity* seharusnya sama dengan *attainable productivity*. Namun demikian, di Indonesia pada saat ini nilai *existing productivity* masih jauh di bawah *attainable productivity*. Hal ini terjadi karena operasional produksi tanaman dijalankan dengan tidak memenuhi beberapa aspek yang dibutuhkan, dan hal ini berlaku luas di kalangan para pelaku produksi tanaman di Indonesia. Secara nasional, nilai *existing productivity* hanya sekitar 50% dari *potential productivity*, dan hal ini

berlaku umum pada sebagian besar komoditas tanaman. Kejadian ini selanjutnya disebut sebagai kesenjangan hasil (*yield gap*).

Tim peneliti telah memiliki pengalaman panjang terkait kajian-kajian yang berhubungan dengan kejadian kesenjangan hasil pada sebagian besar komoditas tanaman yang menjadi andalan Indonesia. Hasil kajian yang telah dilakukan memberikan informasi bahwa urutan penyebab utama kejadian kesenjangan hasil yaitu 1) defisiensi nutrisi, 2) kehilangan hasil akibat manajemen panen yang tidak proper, 3) penggunaan bahan tanam asalan, 4) pengelolaan gulma yang tidak proper, 5) pengelolaan pemangkasan yang tidak proper (khusus untuk tanaman tahunan), 6) pengelolaan cover crops yang tidak proper dan 7) kehilangan hasil akibat serangan hama-penyakit. Hasil kajian yang telah dilakukan pada banyak komoditas tanaman mengindikasikan bahwa faktor defisiensi nutrisi adalah penyebab utama terjadinya masalah kesenjangan hasil.

Hasil tanaman pada semua komoditas di Indonesia dapat dimaksimalkan melalui minimalisasi kesenjangan hasil, bahkan jika memungkinkan yaitu menghilangkan kesenjangan hasil. Mendasarkan pada uraian di paragraf sebelumnya telah disebutkan bahwa penyebab pertama kejadian kesenjangan hasil yaitu masalah defisiensi nutrisi. Oleh karena itu, faktor utama yang diperlukan untuk dapat menghilangkan kejadian kesenjangan hasil yaitu melalui optimalisasi ketersediaan nutrisi tanaman. Ketersediaan nutrisi tanaman dapat optimal jika dilakukan pengelolaan nutrisi secara presisi. Penyediaan nutrisi tanaman merupakan aspek utama yang wajib dipenuhi dalam rangka menghilangkan kejadian kesenjangan hasil.

Penyediaan nutrisi tanaman secara optimal dilakukan melalui manajemen pemupukan secara presisi. Material pupuk merupakan komponen utama dalam manajemen nutrisi. Oleh karena itu, pupuk merupakan aspek utama untuk menjamin penyediaan nutrisi secara optimal bagi tanaman yang diusahakan. Mendasarkan pada hasil analisa ekonomi pada beberapa komoditas tanaman utama Indonesia, dapat diketahui bahwa komponen pupuk menguasai sekitar 40% dari biaya

produksi total. Situasi ini menyebabkan pupuk merupakan penentu utama sustainabilitas dalam operasional produksi tanaman. Menimbang hal ini maka material pupuk yang digunakan dalam operasional produksi tanaman haruslah efektif untuk digunakan. Untuk dapat memastikan bahwa suatu material pupuk memiliki efektivitas tinggi ketika digunakan dalam operasional produksi tanaman harus ditempuh melalui serangkaian aktivitas pengujian efektivitas yang diselenggarakan oleh institusi penelitian yang terpercaya (kredibel).

1.2. Tujuan

- a) Mengetahui pengaruh aplikasi produk pupuk pupuk mikro yang diproduksi oleh PT. Dyriz Indonesia pada pertumbuhan, komponen hasil dan hasil tanaman tomat.
- b) Mengetahui tingkat efektivitas produk pupuk pupuk mikro yang diproduksi oleh PT. Dyriz Indonesia ketika diaplikasikan dalam operasional produksi tanaman tomat.
- c) Menentukan produk pupuk manakah yang efektif dan tidak efektif ketika diaplikasikan dalam operasional produksi tanaman tomat.

1.3. Kerangka Pemikiran

PT. Dyriz Indonesia pada saat ini telah memproduksi pupuk mikro majemuk yang terfokus untuk mencukupi ketersediaan hara seng (Zn), tembaga (Cu) dan boron (B). Karakteristik produk pupuk yang demikian memiliki kekuatan sekaligus keunikan untuk dapat bersaing di market pupuk. Para produsen pupuk secara umum pada saat ini masih terfokus pada upaya untuk mencukupi ketersediaan hara makro primer khususnya nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K). Beberapa produsen mulai berekspansi untuk memproduksi produk pupuk di luar sumber N, P dan K. Namun demikian, secara umum ekspansi yang mereka lakukan masih terbatas pada upaya untuk memenuhi ketersediaan hara makro lainnya yaitu kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan sulphur (S).

Rangkaian kajian sebelumnya yang telah dilakukan oleh tim peneliti memberikan informasi bahwa faktor pembatas produksi tanaman dari aspek nutrisi yang saat ini jamak ditemukan di sentra-sentra pertanian Indonesia justru adalah hara mikro esensial. Untuk

hara makro, secara umum tingkat ketercukupannya sudah lebih baik jika dibandingkan dengan hara mikro karena produk pupuk yang memasok keperluan hara makro tersebut pilihannya saat ini sudah banyak. Kondisi tersebut menyebabkan limitasi produksi tanaman di sentra-sentra pertanian di Indonesia jarang yang faktor penyebabnya adalah defisiensi hara makro. Melalui kajian yang telah dilakukan secara rinci ditemukan bahwa *limiting factor* penyebab kesenjangan hasil di sentra-sentra pertanian Indonesia yaitu kejadian defisiensi hara mikro esensial.

PT. Dyriz Indonesia lebih terfokus untuk menghasilkan produk pupuk yang menangani ketercukupan hara mikro esensial. Secara spesifik, produk pupuk yang dihasilkan oleh PT. Dyriz Indonesia hanya terfokus pada upaya untuk mencukupi kebutuhan tiga hara esensial mikro yaitu Zn, Cu dan B. Strategi yang ditempuh ini juga sangat tepat karena hanya terfokus pada tiga hara mikro esensial yaitu Zn, Cu dan B, tidak melebar ke hara mikro esensial lainnya. Kenapa pilihan strategi ini tepat? Karena tipikal tanah pertanian di Indonesia yang merupakan kawasan hujan tropis basah tentu saja untuk hara mikro esensial selain Zn, Cu dan B sudah cukup melimpah tingkat ketersediaannya di dalam tanah, terutama besi (Fe), mangan (Mn), molybdenum (Mo) dan khlor (Cl). Oleh karena itu, penyediaan produk pupuk untuk mencukupi ketersediaan hara Fe, Mn, Mo dan Cl menjadi tidak relevan dan tidak strategis mengingat tingkat ketersediaan keempat hara mikro esensial tersebut di dalam tanah-tanah Indonesia sangat melimpah.

Tingkat ketersediaan hara Zn, Cu dan B di tanah-tanah Indonesia secara umum rendah mengingat tipikal iklim yang merupakan *tropical rain forest* dengan tingkat curah hujan tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan tanaman yang diusahakan di Indonesia lebih berpotensi mengalami kejadian defisiensi hara Zn, Cu dan B jika dibandingkan dengan hara mikro esensial lainnya. Oleh karena itu, untuk mencukupi kebutuhan hara Zn, Cu dan B bagi tanaman dipasok melalui aplikasi pupuk. Menimbang adanya peluang ini, maka pilihan yang diambil oleh

PT. Dyriz Indonesia untuk menghasilkan produk pupuk mikro majemuk focus Zn, Cu dan B sudah sangat tepat, relevan dan strategis.

Hara Zn, Cu dan B tergolong hara esensial mikro. Tingkat ketersediaan hara-hara ini di tanah Indonesia rendah sehingga wajib dipasok melalui kegiatan pemupukan. Hara Zn esensial bagi tanaman karena terlibat dalam sintesis protein dan hormone auksin. Defisiensi hara Zn menyebabkan hambatan pertumbuhan, pemendekan panjang internode, tanaman menjadi roset dan interveinal klorosis pada daun muda. Hara Cu juga merupakan hara mikro esensial. Hara ini esensial karena terlibat dalam proses fotosintesis terutama tahapan reaksi cahaya untuk proses revolusi oksigen. Sedangkan hara B esensial bagi tanaman karena terlibat dalam metabolisme karbohidrat. Hara ini juga esensial bagi tanaman karena menentukan pembungaan, perkecambahan polen dan metabolime N. Defisiensi B menyebabkan distorsi dan malformasi pada organ-organ yang baru dibentuk, kerontokan bunga, rendahnya fruitset dan kegagalan membentuk umbi pada tanaman yang berumbi.

Penelitian yang akan dilakukan terfokus untuk menguji efektivitas produk pupuk mikro majemuk pupuk mikro yang diproduksi oleh PT. Dyriz Indonesia. Produk pupuk mikro majemuk tersebut secara umum dimaksudkan untuk mencukupi kebutuhan tanaman terhadap hara Zn dan B sehingga kajian akan terfokus pada kedua hara tersebut.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pengujian efektivitas produk pupuk akan dilakukan terhadap produk pupuk mikro majemuk pupuk mikro yang diproduksi oleh PT. Dyriz Indonesia. Tujuan umum dari penelitian ini yaitu mengetahui efektivitas pupuk terhadap pertumbuhan, komponen hasil dan hasil tanaman dan atau efisiensi penggunaan pupuk. Produk pupuk tersebut ditargetkan untuk mencukupi kebutuhan hara Zn dan B tanaman tomat. Menimbang hal ini, maka kegiatan penelitian akan dilakukan di lokasi lahan yang memiliki tanah dengan status hara Zn dan B rendah sehingga diperoleh respon pemupukan yang signifikan. Rincian produk pupuk yang akan diuji, yaitu: pupuk mikro dengan kandungan pupuk mikro Zn sebesar 6,6% dan B sebesar 2,6%.

. Kegiatan penelitian untuk keperluan pengujian efektivitas pupuk akan dilakukan di tanah yang memiliki kandungan hara Zn dan B rendah. Tanaman tomat terpilih untuk kegiatan pengujian karena berumur lebih dari 2,5 bulan. Varietas tanaman uji yang akan digunakan, yaitu varietas Servo yang telah resmi dilepas oleh Kementerian Pertanian dan dominan dipergunakan oleh para pekebun.

Percobaan lapangan menggunakan rancangan lingkungan acak kelompok lengkap (RAKL) faktor tunggal dengan empat blok sebagai ulangan. Perlakuan yang akan diuji yaitu pemupukan, terdiri dari delapan aras pemupukan untuk masing-masing produk pupuk. Rincian perlakuan untuk masing-masing produk pupuk yang diuji dapat dilihat di Tabel 1.

Ukuran petak per perlakuan per blok yang akan digunakan dalam pengujian ini sebagai berikut, ukuran petak per perlakuan per blok, yaitu 20 m² terbagi ke dalam 4 bedengan dengan masing-masing bedengan berukuran 0,8m x 5m. Masing-masing unit penelitian untuk setiap produk pupuk terdiri dari delapan aras perlakuan dengan empat blok sebagai ulangan sehingga secara total terdapat 42 petak perlakuan. Jika masing-masing petak perlakuan memiliki luasan 20 m², maka setiap unit percobaan menggunakan lahan seluas 1.100 m².

Tabel 1. Rincian perlakuan pengujian produk pupuk

No	Perlakuan	Pupuk Mikro Majemuk	Urea	ZA	SP-36	KCI
			gram/tanaman			
1	Kontrol	0	0	0	0	0
2	1 Dosis NPK	0	2	2	2	1
3	1 Dosis NPK + 0,5 Dosis Pupuk Mikro Majemuk	0,5	2	2	2	1
4	3/4 Dosis NPK + 0,5 Dosis Pupuk Mikro Majemuk	0,5	0.5	0.5	0.5	0.25
5	1 Dosis NPK + 1 Dosis Pupuk Mikro Majemuk	1	2	2	2	1
6	3/4 Dosis NPK + 1 Dosis Pupuk Mikro Majemuk	1	0.5	0.5	0.5	0.25
7	1 Dosis NPK + 1,5 Dosis Pupuk Mikro Majemuk	1,5	2	2	2	1
8	3/4 Dosis NPK + 1,5 Dosis Pupuk Mikro Majemuk	1,5	0.5	0.5	0.5	0.25

Satuan percobaan akan diletakkan secara acak dalam kesatuan (satu ulangan atau blok) dan tidak terpengaruh. Letak ulangan akan dibuat tegak lurus dengan arah gradien kesuburan tanah. Dosis dan cara aplikasi pupuk disesuaikan dengan perlakuan yang akan diujikan. Pemeliharaan tanaman lainnya diluar aspek pemupukan mengacu pada prosedur standar budidaya tanaman untuk setiap jenis komoditas. Pengendalian hama dan penyakit yang dapat mengganggu pelaksanaan dan pencapaian hasil penelitian akan dilakukan secara maksimal dengan pendekatan preventif.

Variabel pengamatan terbagi ke dalam tiga macam kelompok, yaitu pertumbuhan tanaman, komponen hasil dan hasil. Pengamatan pertumbuhan tanaman akan dilakukan secara berkala mencakup variabel tinggi tanaman, jumlah cabang, dan diameter batang. Variabel hasil tanaman akan diukur dari petak panen, ukuran petak panen yaitu 1m x 1m per bedeng. Setelah mendapatkan ukuran hasil per petak panen, data tersebut selanjutnya dikonversi ke per hektar. Contoh tanaman (sampel) untuk pengukuran data pertumbuhan akan diambil secara acak dengan jumlah sampel sesuai jumlah populasi tanaman.

Data yang akan dikumpulkan disesuaikan dengan jenis tanaman uji. Data tersebut secara rinci yaitu:

1. Data karakteristik tanah awal: kandungan Zn, Cu dan B total dan tersedia
2. Data kandungan dan serapan Zn dan B daun tanaman tomat
3. Data karakteristik tanah akhir saat panen akhir: kandungan Zn dan B tersedia
4. Data pertumbuhan tanaman: tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter batang
5. Data komponen hasil dan hasil pada saat panen akhir

Data kandungan hara tanah dan daun, pertumbuhan, komponen hasil dan hasil tanaman diolah secara statistik dengan analisis varian (ANOVA) dilanjutkan menggunakan uji perbandingan antar rerata perlakuan yaitu HSD Tukey pada α 5%. Keseluruhan analisa data akan dilakukan menggunakan SAS Software. Sedangkan untuk penilaian efektivitas pupuk secara agronomis akan dilakukan dengan perhitungan nilai relativitas agronomi (*relative agronomic effectiveness- RAE*). Nilai RAE akan ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RAE = \frac{\text{Hasil pupuk yang diuji} - \text{kontrol}}{\text{Hasil pupuk standar} - \text{kontrol}} \times 100 \%$$

Pupuk yang diuji secara statistik akan dinyatakan efektif jika penambahan produk pupuk tersebut nyata meningkatkan pertumbuhan dan atau produksi tanaman dibandingkan dengan perlakuan standar. Efektivitas pupuk yang diuji juga dinilai berdasarkan RAE yang dianalisis menggunakan regresi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

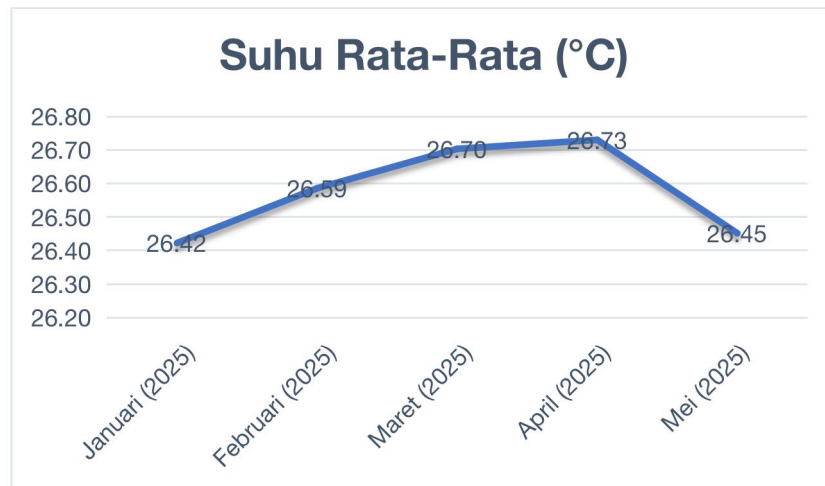
Lokasi penelitian terletak di Kelurahan Srigading, Kecamatan Sanden, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, pada bulan Januari sd April. Wilayah ini termasuk dataran rendah dengan ketinggian sekitar 2-10 mdpl dengan koordinat geografis - 8.0019371, 110.2594713. Lahan penelitian yang digunakan merupakan lahan pertanian hortikultura dan pangan dengan jenis tanah pasir pantai (non sawah), dengan luasan lahan yang digunakan seluas 160 m² /jenis pupuk. Kondisi iklim mikro di lokasi penelitian diamati selama 3 bulan saat mulai penanaman.

Lokasi penelitian yang digunakan merupakan lahan yang sebelumnya ditanami kacang tanah. Kondisi iklim mikro di lokasi penelitian diamati selama 4 bulan dimulai dari bulan Januari hingga April. Pengamatan variabel iklim mikro dilakukan pada lokasi penelitian. Variabel iklim mikro yang diamati meliputi intensitas cahaya, kelembaban udara, suhu udara, dan data curah hujan bulanan yang diperoleh dari BMKG Kabupaten Bantul. Faktor iklim terutama curah hujan berpengaruh terhadap tingkat produktivitas tanaman di samping suhu, kelembapan, dan lama penyinaran. Kondisi lingkungan tertentu seperti curah hujan, suhu, sinar matahari dan kelembaban diperlukan untuk pertumbuhan yang baik dan produksi tebu yang tinggi (Srivastava & Rai, 2012). Faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi rendahnya potensi produktivitas (Montaldo et al., 2021).

A. Suhu Udara

Suhu udara merupakan faktor lingkungan yang menentukan laju pertumbuhan tanaman. Suhu menjadi salah satu faktor lingkungan paling penting yang dapat mempengaruhi fotosintesis, karena aktivitas fotosintesis sensitif terhadap tekanan yang disebabkan oleh suhu (Ribeiro et al., 2006). Suhu optimal untuk pertumbuhan tomat mencapai 23°C pada siang hari dan untuk malam harinya 17°C. Suhu diatas 27°C dapat menghambat adanya

pembentukan buah dan pertumbuhan tomat (Harel et al., 2014) . Suhu hangat dengan sinar matahari yang cerah (sekitar 7 hingga 9 jam) baik untuk pembentukan batang dan peningkatan pertumbuhan dan perkembangan (Fageria et al., 2010).



Gambar 1. Suhu rata-rata periode Januari – Mei 2025

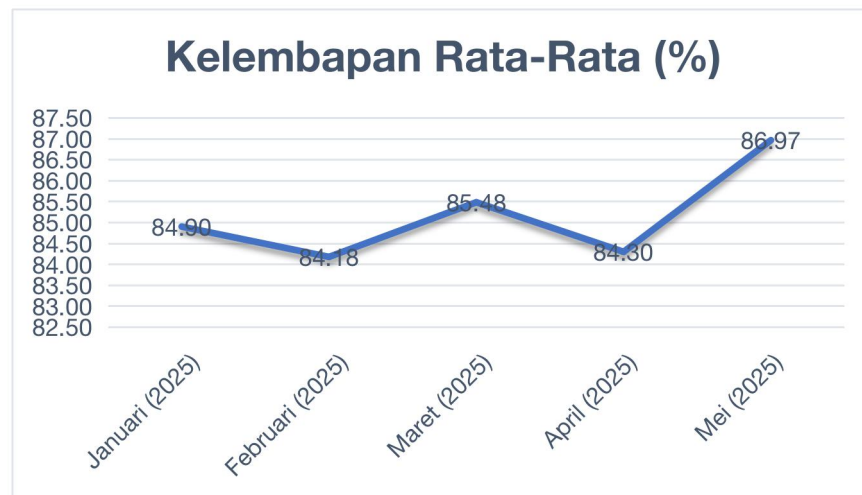
Data suhu rata-rata bulanan dari Januari hingga Mei 2025 menunjukkan adanya fluktuasi suhu yang relatif kecil, namun signifikan bagi pertumbuhan tanaman tomat. Suhu rata-rata terendah tercatat pada bulan Januari sebesar 26,42°C kemudian meningkat secara bertahap hingga mencapai puncaknya pada bulan April sebesar 26,73°C sebelum kembali menurun menjadi 26,45°C pada bulan Mei (Gambar 1). Suhu harian rata-rata 25–26 °C merupakan batas atas untuk pembentukan buah dan hasil buah yang tepat untuk tomat (Shamshiri et al., 2018).

B. Kelembapan Udara

Kelembaban lingkungan menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban lingkungan, khususnya kelembaban relatif merupakan salah satu faktor penting dalam pertumbuhan tanaman. Kelembaban relatif yaitu perbandingan antara jumlah uap air yang ada di udara dengan jumlah maksimum uap air yang dapat ditampung udara pada suhu tertentu yang dinyatakan dalam persen (%). Kelembaban relatif

(RH) secara langsung memengaruhi hubungan air tanaman dan secara tidak langsung memengaruhi pertumbuhan daun, fotosintesis, penyerbukan, dan terjadinya penyakit tanaman.

Kisaran kelembaban udara relatif yang optimal selama seluruh tahap pertumbuhan tomat disarankan antara 50-70%. Penelitian juga menunjukkan bahwa penyerbukan tomat meningkat secara signifikan ketika RH sekitar 60% (Harel et al., 2014) . Perlu digarisbawahi bahwa tanaman yang terkena suhu lebih tinggi memerlukan kelembaban yang lebih tinggi (Kittas et al., 2005) . Hal ini terkait dengan transpirasi pada tanaman.



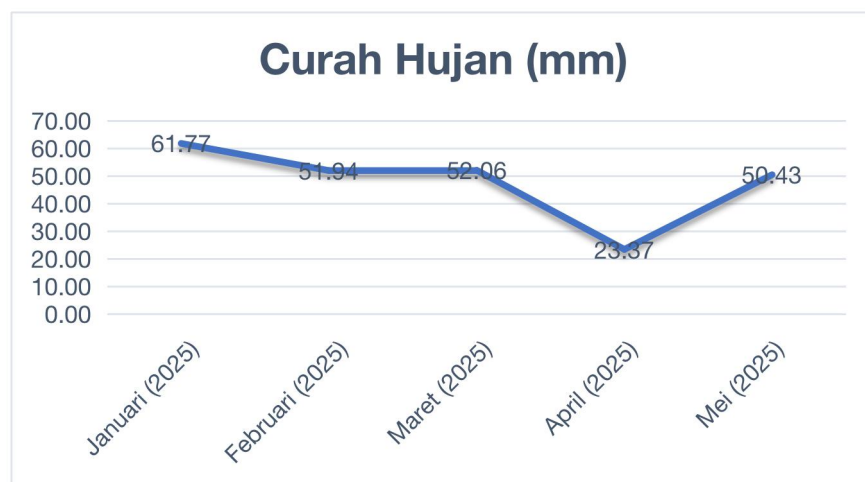
Gambar 2. Kelembapan rata-rata periode Januari – Mei 2025

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dapat dilihat bahwa kelembapan relatif cenderung fluktuatif antara 84,18% hingga 86,97% (Gambar 2). Kelembapan terendah terjadi pada bulan Februari sebesar 84,18%, sedangkan nilai tertinggi tercatat pada bulan Mei sebesar 86,97%. Secara umum, kelembapan berada dalam kisaran tinggi (>80%), yang dapat memengaruhi fisiologi tanaman, khususnya dalam proses transpirasi dan fotosintesis. kelembapan relatif yang tinggi dapat mengurangi defisit tekanan uap (VPD) dan menyebabkan penurunan laju transpirasi tanaman, yang pada akhirnya memengaruhi pendinginan daun dan penyerapan hara. Peningkatan kelembapan hingga 70% - 75% dapat meningkatkan viabilitas serbuk sari dan mendorong pembentukan buah tomat,

terutama pada kondisi suhu tinggi (Harel et al., 2014) . Namun, kelembapan yang terlalu tinggi seperti yang tercatat di bulan Mei (>86%) juga berpotensi meningkatkan risiko infeksi patogen jamur dan memperlambat penguapan air dari permukaan daun (Zheng et al., 2022).

C. Curah Hujan

Informasi jumlah curah hujan dan deret hari kering merupakan parameter yang diperlukan dalam perencanaan pertanian (Surmaini et al., 2020). Penanaman tebu di Indonesia umumnya dilakukan di lahan kering dan dipengaruhi oleh ketersediaan air dari curah hujan. Curah hujan berpengaruh penting terhadap pertumbuhan tebu, pemasakan tebu, serangan hama penyakit terkait kelembapan udara, dan produktivitas gula terkait dengan kelancaran dan ketepatan operasional panen serta angkut (Hartatie et al., 2020). Pada masa pertumbuhannya, tebu menghendaki perbedaan nyata antara musim hujan dan kemarau (kering).



Gambar 3. Curah hujan periode Januari – Mei 2025

Distribusi curah hujan selama penanaman tomat di lokasi penelitian tersaji pada Gambar 3. Data curah hujan bulanan dari Januari hingga Mei 2025 menunjukkan pola fluktuatif dengan penurunan pada bulan April. Curah hujan tertinggi tercatat pada bulan Januari sebesar 61,77 mm, kemudian menurun pada bulan

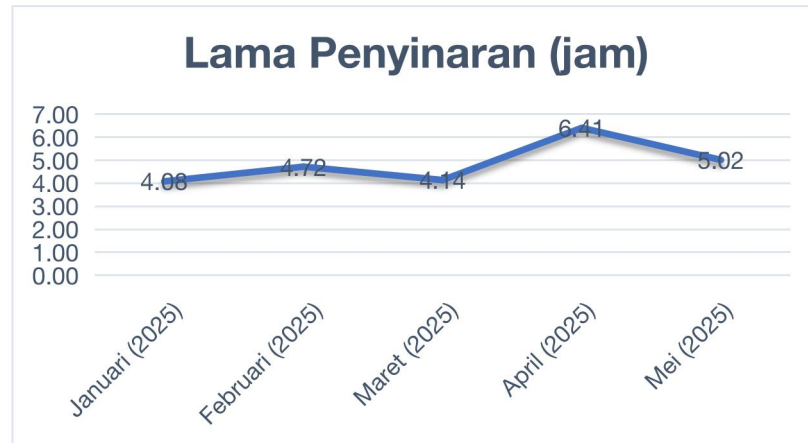
Februari dan Maret menjadi sekitar 51,94 mm dan 52,06 mm. Puncak penurunan terjadi pada bulan April, di mana curah hujan turun drastis hingga 23,37 mm sebelum kembali meningkat menjadi 50,43 mm di bulan Mei. Curah hujan yang cukup berperan penting dalam menjaga ketersediaan air tanah, mendukung pertumbuhan vegetatif, serta proses pembentukan bunga dan buah. Namun, curah hujan yang terlalu rendah seperti di bulan April dapat menyebabkan stres air yang berdampak pada penurunan fotosintesis, pembentukan buah, dan ukuran hasil panen.

Menurut penelitian Shamshiri et al. (2018) ketersediaan air yang terbatas selama fase pembungaan dan pembentukan buah dapat secara signifikan menghambat produktivitas tanaman tomat. Curah hujan yang sesuai untuk tanaman tomat adalah 750-1.250 mm/tahun, keadaan ini berhubungan erat dengan ketersediaan air tanah, terutama di daerah yang tidak terdapat teknik irigasi (Kusrini & Vrita, 2020). Sebaliknya, pola curah hujan yang sangat tinggi dapat menghambat jatuhnya serbuk sari ke kepala putik pada tanaman tomat. Curah hujan pada periode tersebut belum memenuhi kebutuhan air optimal tanaman tomat terhadap ketersediaan air di zona perakaran (Pebralia, 2022).

D. Lama Penyinaran

Lama penyinaran memiliki hubungan dengan intensitas curah hujan pada wilayah yang sama. Penelitian yang dilakukan oleh Budiman & Akhlakulkarimah (2015) menunjukkan bahwa antara jumlah hari hujan dan lama penyinaran memiliki hubungan yang sangat kuat, jumlah hari hujan dan lamanya penyinaran matahari berpengaruh signifikan terhadap curah hujan. Pada kondisi curah hujan yang rendah umumnya memiliki lama penyinaran matahari yang panjang, namun hal tersebut jika tidak ditemukan faktor penghalang lama penyinaran. Menurut Hamdi & Sumaryati (2020), faktor yang mempengaruhi lamanya penyinaran

matahari yaitu adanya awan yang menghalangi radiasi matahari sampai ke permukaan bumi, selain itu topografi dan keadaan meteorologi mempengaruhi lamanya penyinaran yang diberikan oleh matahari.



Gambar 4. Lama penyinaran matahari periode Januari – Mei 2025

Data lama penyinaran matahari dari Januari hingga Mei 2025 menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan, dengan rentang waktu antara 4,08 hingga 6,41 jam per hari. Lama penyinaran terendah terjadi pada bulan Maret (4,14 jam), sementara yang tertinggi terjadi pada bulan April (6,41 jam). Lama penyinaran kembali menurun menjadi 5,02 jam pada bulan Mei. Secara fisiologis, tanaman tomat membutuhkan penyinaran optimal sekitar 6–8 jam per hari untuk mendukung proses fotosintesis yang efisien, pembentukan bunga, dan pemasakan buah (Samuel & Ojeniyi, 2010). Ketika durasi penyinaran berada di bawah 5 jam, seperti pada bulan Januari hingga Maret, maka potensi penurunan laju fotosintesis cukup besar. Hal ini dapat berdampak pada keterlambatan fase berbunga, pertumbuhan vegetatif yang lambat, dan hasil panen yang lebih rendah. Penyinaran yang lebih tinggi pada bulan April (6,41 jam) kemungkinan besar mendukung peningkatan fotosintesis, namun perlu diperhatikan juga apakah suhu dan kelembapan tetap dalam batas optimal, karena sinar

matahari yang berlebihan disertai suhu tinggi dapat menyebabkan stres abiotik (Harel et al., 2014).

3.2. Hasil Uji Mutu Pupuk yang Diuji

Berdasarkan *Certificate of Sampling and Analysis* yang dikeluarkan oleh Sucofindo untuk Pupuk Mikro pupuk mikro produksi PT. Dyriz Indonesia dapat diperoleh hasil mutu pupuk Zinc (Zn) 4,55% dan Boron (B) 5,05% (Tabel 2).

Tabel 2. Pengujian Mutu Pupuk pupuk mikro

Parameter	Satuan	Hasil	Metode
Zn	%	4.55	PO/GEN-PK/19 (ICP-OES)
B	%	5.05	PO/GEN-PK/19 (ICP-OES)
Free Moisture	%	1.81	AOAC 22nd Ed., 2023, method 965.08
As	ppm	0.02	AOAC 22nd Ed., 2023, method 965.09
Hg	ppb	Tidak Terdeteksi	AOAC 22nd Ed., 2023, method 971.21
Pb	ppm	1.0	AOAC 22nd Ed., 2023, method 965.09
Cd	ppm	5.9	AOAC 22nd Ed., 2023, method 965.09

Kadar Zn dan B ini menunjukkan bahwa pupuk pupuk mikro memiliki komposisi unsur mikro yang cukup tinggi dan potensial dalam mendukung pertumbuhan tanaman karena berperan penting dalam proses metabolisme dan sintesis hormon. Sesuai fungsinya untuk mendukung proses fisiologis tanaman, terutama pembentukan enzim, pembelahan sel, dan pembentukan bunga/buah. Sedangkan untuk kadar air (free moisture) 1,81%. Nilai ini relatif rendah, artinya pupuk dalam kondisi kering dan stabil, sehingga mudah disimpan tanpa risiko penggumpalan berlebih.

Kontaminan logam berat terhadap arsenik (As) 0,02 ppm, merkuri (Hg) tidak terdeteksi, timbal (Pb) 1 ppm, dan kadmium (Cd) 5,9 ppm.

Nilai logam berat ini masih dalam batas aman menurut standar mutu pupuk mikro, sehingga tidak berisiko tinggi terhadap kesehatan tanah maupun tanaman jika digunakan sesuai dosis anjuran. Pupuk mikro memiliki kandungan unsur hara mikro (Zn dan B) yang cukup tinggi dengan kadar air rendah sehingga stabil disimpan. Kandungan logam beratnya sangat rendah dan masih aman digunakan. Namun, meskipun pupuk mikro memiliki potensi agronomis yang baik, aspek keamanan dan keberlanjutan penggunaannya harus melalui pengawasan ketat dan evaluasi secara berkala.

3.3. Hasil Analisis Tanah Sebelum Pelaksanaan Uji

. Pada umumnya, ketersediaan unsur hara mikro melimpah pada pH rendah. Pada penelitian ini terdapat dua unsur penting yang akan diuji, yaitu hara B dan Zn. Hara Zn (seng) membantu dalam meningkatkan asimilasi dan berperan dalam mengaktifkan fotosintesis, yang digunakan untuk mendukung pertumbuhan tanaman terutama pada fase vegetatif (Silahturrohman et al., 2019). Hara B (boron) penting untuk pembelahan sel, pembentukan dinding sel, serta transportasi gula. Pada tomat, B sangat berperan dalam pembentukan bunga, pembuahan, serta kualitas buah (Shorrocks, 1997) . Sedangkan hara Ca merupakan unsur penting dalam menjaga integritas membran sel dan mencegah gangguan fisiologis (Saure, 2001).

Hasil analisis sifat kimia tanah pada lokasi penelitian sebelum dilakukannya perlakuan pemupukan menunjukkan kondisi pH tanah termasuk ideal untuk budidaya tomat sedangkan untuk analisis kandungan hara tersedia dalam tanah, yaitu B, Ca, dan Zn termasuk ke dalam kategori cukup.

Perlakuan	Kandungan hara tersedia tanah (mg/kg)	
	B	Zn
P0	145.284 a	43.888 a
P1	258.489 a	40.400 a

P2	141.223 a	44.959 a
P3	179.222 a	46.155 a
P4	163.571 a	47.966 a
P5	265.395 a	47.292 a
P6	247.318 a	39.510 a
P7	150.460 a	42.035 a

Tabel 3. Ketersediaan hara B dan Zn pada Tanah Media Tumbuh Tomat

Keterangan: nilai yang diikuti oleh huruf yang sama mengindikasikan perbedaan yang tidak signifikan berdasarkan Tukey-HSD pada taraf 5%.

Setelah penambahan pupuk mikro majemuk diterapkan, uji tanah dilakukan kembali untuk mengetahui hara B dan Zn tersedia tanah setelah aplikasi perlakuan. Berdasarkan pada tabel 3, menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan baik hara B maupun Zn secara statistik. Hal tersebut diduga karena hara B dan Zn tersedia tanah pratanam sudah berada pada kondisi cukup sehingga penambahan pupuk, baik NPK saja atau dengan tambahan mikro majemuk dengan kandungan B dan Zn tidak berpengaruh secara nyata.

Perlakuan P6 menunjukkan nilai tertinggi (265,318 mg/kg), sedangkan nilai terendah terdapat pada P2 (141,223 mg/kg). Dibandingkan kontrol (P0 = 145,284 mg/kg), sebagian perlakuan mampu meningkatkan ketersediaan B, terutama P1, P5, dan P6. Sedangkan kandungan Zn tertinggi terdapat pada P4 (47,966 mg/kg), sedangkan nilai terendah pada P6 (39,510 mg/kg). Perlakuan memberikan pengaruh terhadap ketersediaan hara B dan Zn di tanah media tumbuh tomat, meskipun perbedaan tidak signifikan secara statistik. Kandungan B cenderung meningkat pada P5 dan P6, sedangkan Zn meningkat pada P4. Hal ini mengindikasikan bahwa formulasi pupuk atau perlakuan tertentu dapat meningkatkan salah satu unsur tetapi menekan unsur lainnya, sehingga keseimbangan hara tetap menjadi faktor penting untuk mendukung pertumbuhan optimal tomat.

Boron berperan penting dalam pembelahan sel, pembentukan dinding sel, transportasi gula, dan perkembangan bunga serta buah tomat. Kandungan B yang lebih tinggi (misalnya pada P6 dan P5) berpotensi mendukung pertumbuhan generatif tomat, terutama pembentukan bunga dan kualitas buah. Namun, kelebihan B juga dapat bersifat toksik bila melebihi ambang batas tertentu (Wimmer & Eichert, 2013). Zn berperan sebagai kofaktor enzim dan penting dalam sintesis protein serta metabolisme hormon pertumbuhan (auxin). Nilai Zn yang lebih tinggi (misalnya P4 = 47,966 mg/kg) dapat mendukung pertumbuhan vegetatif yang lebih optimal, sedangkan nilai lebih rendah (misalnya P6) dapat menyebabkan tanaman rentan terhadap gangguan fisiologis seperti klorosis dan pertumbuhan kerdil (Alloway, 2008). Adanya variasi ketersediaan B dan Zn di setiap perlakuan menunjukkan bahwa jenis pupuk atau perlakuan tanah yang digunakan berpengaruh terhadap dinamika unsur hara dalam tanah. Interaksi antar unsur juga dapat terjadi, misalnya tingginya B dalam tanah bisa mengganggu ketersediaan Zn karena kompetisi dalam proses serapan akar (Fageria, 2009).

abel
4.
Kan
dun
gan
Har
a B
dan
Zn
pad
a
Dau
n Tomat

Perlakuan	Kandungan hara tersedia tanah (mg/kg)	
	B	Zn
P0	244.652 a	38.356 a
P1	144.892 a	39.864 a
P2	174.799 a	51.254 a
P3	153.804 a	49.053 a
P4	152.015 a	52.185 a
P5	141.876 a	52.770 a
P6	226.070 a	53.048 a
P7	228.585 a	54.449 a

Keterangan: nilai yang diikuti oleh huruf yang sama mengindikasikan perbedaan yang tidak signifikan berdasarkan Tukey-HSD pada taraf 5%.

Keseimbangan B dan Zn dalam jaringan daun merupakan indikator penting untuk mendukung pertumbuhan vegetatif dan

generatif tomat secara optimal. Kandungan hara B tertinggi terdapat pada P0 (244,652 mg/kg), sedangkan terendah pada P5 (141,876 mg/kg). Sedangkan kandungan hara Zn Kandungan tertinggi terdapat pada P7 (54,449 mg/kg) dan terendah pada P0 (38,356 mg/kg). Secara statistik, tidak ada perbedaan signifikan antar perlakuan, namun variasi numerik menunjukkan adanya pengaruh perlakuan terhadap dinamika serapan hara. Interaksi antara B dan Zn bersifat antagonistik dalam aspek keseimbangan hara di dalam tanaman, namun bersifat sinergistik dalam aspek pertumbuhan tanaman.

3.4. Analisis Variabel Hasil Pengukuran (Pertumbuhan dan Hasil)

Tanaman membutuhkan unsur hara makro dan mikro dalam proporsi yang seimbang untuk mendukung aktivitas fisiologis yang berperan dalam pembentukan biomassa. Secara umum, tanaman memerlukan hara makro dalam jumlah lebih besar dibandingkan hara mikro, karena unsur makro biasanya berfungsi sebagai bagian penting dari struktur sel dan enzim yang vital bagi pertumbuhan. Unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan sulfur (S) berperan utama dalam pembentukan protein dan asam nukleat, sementara nitrogen dan magnesium (Mg) merupakan komponen utama klorofil. Fosfor juga berperan dalam pembentukan ikatan berenergi tinggi dan pengaturan aliran energi dalam tanaman. Kalium (K), meskipun tidak menjadi bagian dari senyawa organik, penting dalam proses osmoregulasi dan aktivitas enzimatis (Hossner, 2008). Di sisi lain, unsur mikro dibutuhkan dalam jumlah kecil, dan kelebihanannya dapat bersifat racun bagi tanaman.

Unsur hara mikro esensial adalah jenis hara mikro yang memiliki peran vital dalam proses metabolisme tanaman, dan kekurangannya di dalam tanah dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Hara ini mencakup unsur seperti besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), boron (B), molibdenum (Mo), dan klorin (Cl) (Tripathi et al., 2015). Besi penting dalam sintesis klorofil dan diserap tanaman dalam bentuk Fe^{3+} . Namun, pada tanah yang bersifat alkalis,

ion Fe^{3+} dapat terikat oleh mineral tanah, sehingga menyebabkan tanaman mengalami kekurangan besi (Rout & Sahoo, 2015). Tembaga terlibat dalam proses transfer elektron saat fotosintesis dan respirasi, pembentukan dinding sel, serta metabolisme sekunder tanaman (Schulten & Krämer, 2017; Yruela, 2009). Seng memiliki fungsi dalam sintesis protein, pengaturan aktivitas hormon tumbuhan, serta menjaga kestabilan dan fungsi membran plasma dengan mengatur pembentukan dan penetralan radikal bebas (Suganya et al., 2020). Sedangkan boron berperan dalam proses penyerbukan, pembentukan lignin, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres melalui sintesis senyawa fenolik (Lewis, 2019).

Penelitian ini menggunakan tomat dengan varietas Servo sebagai tanaman model untuk pengujian pemupukan. Varietas Servo dengan potensi hasil 2 – 3,5 kg/tanaman dengan hasil buah per hektar 45.34 – 73.58 ton/ha. Selain itu, varietas servo mampu beradaptasi dengan baik terhadap gemini virus dan layu bakteri sehingga cocok dibudidayakan.

Penggunaan pupuk makro N, P, K merupakan dasar penting dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman tomat, termasuk varietas Servo, karena unsur-unsur tersebut berperan langsung dalam proses fisiologis utama tanaman seperti sintesis protein, fotosintesis, dan pembentukan buah. Penambahan pupuk mikro seperti pupuk mikro yang mengandung seng (Zn) sebesar 6,6% dan boron (B) sebesar 2,6% dapat meningkatkan efektivitas pemupukan makro. Seng berperan penting dalam sintesis hormon pertumbuhan dan enzim, serta menjaga integritas membran dan mengendalikan stres oksidatif, sementara boron terlibat dalam proses pembelahan sel, pembentukan dinding sel, dan penyerbukan. Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi Zn dan B bersama NPK secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tomat, termasuk jumlah buah, bobot buah, dan kandungan nutrisi seperti vitamin C dan asam fenolat (Saha et al., 2022).

Selain itu, pemupukan kombinasi NPK dan Zn+B terbukti meningkatkan hasil tomat hingga 31% dibandingkan tanpa aplikasi mikronutrien, dan juga meningkatkan kualitas buah (TSS, berat buah, dan kadar asam askorbat) secara signifikan (Sultana et al., 2016). Hal ini menunjukkan bahwa penerapan pupuk mikro bersamaan dengan pemupukan makro merupakan strategi yang efektif dan efisien dalam meningkatkan produktivitas dan mutu hasil panen tomat varietas Servo.

Tabel 2. Pengaruh Pemupukan Terhadap Tinggi Tanaman

Perlakuan	Variabel Pengamatan		
	Tinggi Tanaman (cm)		
	1 MSA	2 MSA	3 MSA
P0	32.750 b	63.75 ab	64.875 b
P1	35.750 ab	61.125 b	72.375 ab
P2	36.750 ab	66.25 ab	74.250 ab
P3	37.50 ab	76.875 a	76 ab
P4	37.5625 ab	67.875 ab	76.625 ab
P5	38.6875 ab	68.75 ab	75.250 ab
P6	36.50 ab	68.250 ab	76.50 ab
P7	44.75 a	74.375 ab	83.750 a

Keterangan: nilai yang diikuti oleh huruf yang sama mengindikasikan perbedaan yang tidak signifikan berdasarkan Tukey-HSD pada taraf 5%.

Hasil analisis pada variabel tinggi tanaman tomat menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman, khususnya pada pengamatan minggu ke-3 setelah tanam (3 MSA). Peningkatan tinggi tanaman juga mulai terlihat sejak 1 MSA dan terus berlanjut secara signifikan hingga 3 MSA (Tabel 2). Perlakuan P7 menyediakan unsur hara makro (N, P, K, S) dan mikro secara lengkap dalam dosis yang lebih tinggi sehingga mampu mendukung proses fotosintesis, pembelahan dan pemanjangan sel serta pembentukan jaringan baru secara optimal. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Taiz et al. (2015) yang menyatakan bahwa nitrogen, kalium, dan unsur mikro seperti Zn dan B sangat penting dalam merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman melalui aktivasi enzim dan sintesis protein. Selain itu, kombinasi

pupuk mikro dan makro yang seimbang terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan hara oleh tanaman (Samuel & Ojeniye, 2010).

Tabel 3. Pengaruh Pemupukan Terhadap Jumlah Cabang

Perlakuan	Variabel Pengamatan		
	Jumlah Cabang		
	1 MSA	2 MSA	3 MSA
P0	1 a	2 a	2.25 a
P1	1 a	2.25 a	2.75 a
P2	1 a	2.25 a	2.5 a
P3	1 a	2.75 a	2.75 a
P4	1 a	2.50 a	2.75 a
P5	1 a	2.75 a	3.50 a
P6	1 a	2.5 a	3.25 a
P7	1 a	3.25 a	3.50 a

Keterangan: nilai yang diikuti oleh huruf yang sama mengindikasikan perbedaan yang tidak signifikan berdasarkan Tukey-HSD pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis menunjukkan bahwa pemupukan dengan kombinasi NPK dan pupuk mikro majemuk memberikan pengaruh positif terhadap jumlah cabang tanaman tomat. Perlakuan terbaik ditunjukkan oleh P7 (3/4 dosis NPK + 1,5 dosis pupuk mikro majemuk) yang menghasilkan jumlah cabang tertinggi pada 3 MSA. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi pemupukan dengan dosis yang optimal mampu merangsang pertumbuhan cabang lateral yang penting bagi peningkatan area fotosintesis dan produktivitas buah. Pemberian mikronutrien seperti Zn dan B dapat meningkatkan jumlah cabang bila dikombinasikan dengan NPK, karena mikronutrien tersebut berperan dalam aktivitas enzimatik dan metabolisme hormon tumbuh (Singh et al., 2021). Penelitian oleh Mahlatji et al. (2018) juga mendukung temuan ini, di mana kombinasi pupuk organik dan NPK mampu meningkatkan jumlah cabang dan struktur vegetatif lainnya. Pemberian mikronutrien melalui aplikasi daun atau media tanam juga dilaporkan meningkatkan pertumbuhan tunas dan percabangan tanaman tomat (Oumarou, 2004).

Tabel 4. Pengaruh Pemupukan Terhadap Diameter Batang

Perlakuan	Variabel Pengamatan
-----------	---------------------

	Diameter Batang (cm)		
	1 MSA	2 MSA	3 MSA
P0	0.3550 a	0.4375 a	0.5250 a
P1	0.3275 a	0.4875 a	0.5500 a
P2	0.3700 a	0.4375 a	0.5500 a
P3	0.3700 a	0.5125 a	0.5625 a
P4	0.3825 a	0.5125 a	0.6250 a
P5	0.3525 a	0.4875 a	0.6250 a
P6	0.3800 a	0.5125 a	0.5875 a
P7	0.4275 a	0.5500 a	0.6375 a

Keterangan: nilai yang diikuti oleh huruf yang sama mengindikasikan perbedaan yang tidak signifikan berdasarkan Tukey-HSD pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4, hasil analisis diameter batang tanaman tomat menunjukkan bahwa kombinasi pemupukan NPK dan pupuk mikro majemuk berpengaruh terhadap peningkatan diameter batang, terutama pada perlakuan P7 (3/4 dosis NPK + 1,5 dosis pupuk mikro majemuk) yang menghasilkan diameter batang terbesar pada pengamatan 3 MSA. Peningkatan diameter batang ini berkaitan dengan peran unsur mikro seperti Zn dan B yang mendukung sintesis hormon pertumbuhan (seperti auksin), aktivitas enzimatis, dan pembelahan sel yang intensif pada jaringan meristematik batang (Singh et al., 2021). Menurut (Leye Samuel & Samson Ezech, 2017) juga melaporkan bahwa kombinasi NPK dengan pupuk organo-mineral atau mikronutrien mampu meningkatkan ketebalan batang dibandingkan dengan pemupukan tunggal karena sinergi unsur hara makro dan mikro dalam mendukung pertumbuhan struktural tanaman. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa penggunaan kombinasi pupuk NPK dan mikronutrien sangat efektif dalam meningkatkan diameter batang tomat, yang berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang lebih kuat dan produktif.

Tabel 5. Pengaruh Pemupukan Terhadap Produksi Tomat

Perlakuan	Variabel Pengamatan
	Panen (ton/ha)
P0	15.75 g
P1	23.50 f
P2	26.75 e
P3	29.50 d

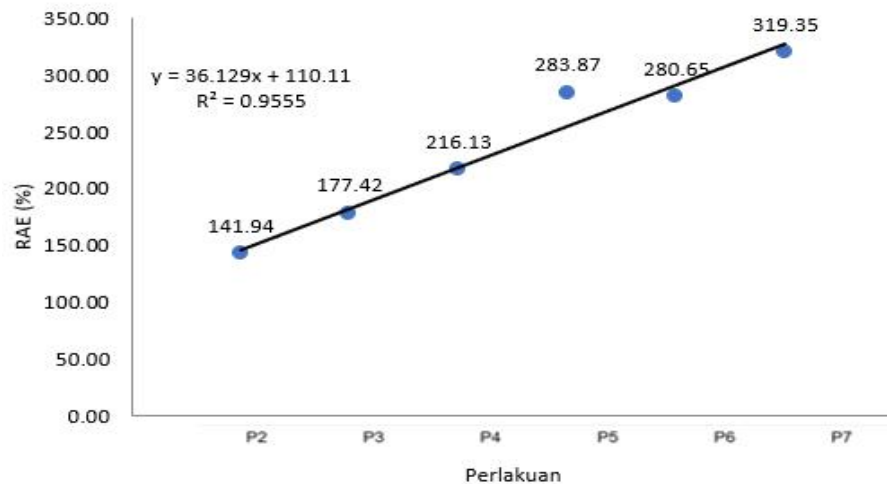
P4	32.50 c
P5	37.75 b
P6	37.50 b
P7	40.50 a

Keterangan: nilai yang diikuti oleh huruf yang sama mengindikasikan perbedaan yang tidak signifikan berdasarkan Tukey-HSD pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 5, hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK dan pupuk mikro majemuk secara signifikan meningkatkan hasil panen tomat dibandingkan perlakuan kontrol (P0) dan NPK tunggal (P1). Perlakuan P7 (3/4 dosis NPK + 1,5 dosis pupuk mikro majemuk) memberikan hasil tertinggi sebesar 40,50 ton/ha. Hasil ini mengindikasikan bahwa pemupukan yang mengombinasikan unsur hara makro dan mikro dalam dosis optimal dapat secara sinergis meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi, pertumbuhan vegetatif, pembentukan buah, dan akhirnya meningkatkan hasil panen. Secara fisiologis, unsur NPK berperan penting dalam pertumbuhan dasar tanaman: nitrogen untuk pertumbuhan daun, fosfor untuk perkembangan akar dan bunga, serta kalium untuk pengisian buah dan kualitas hasil (Roushan et al., 2023). Sementara itu, mikronutrien seperti Zn dan B mendukung pembelahan sel, metabolisme hormon, dan pembentukan jaringan vaskular, yang sangat krusial dalam mendukung hasil generatif seperti buah (Saravaiya et al., 2014).

Penelitian Mahlatji et al. (2018) juga menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik, anorganik, dan mikronutrien mampu meningkatkan hasil buah tomat secara signifikan dibandingkan dengan penggunaan tunggal NPK atau pupuk organik saja. Dengan demikian, hasil ini mendukung bahwa kombinasi 3/4 dosis NPK dengan 1,5 dosis pupuk mikro majemuk merupakan strategi pemupukan yang efisien dan efektif dalam meningkatkan produktivitas tomat secara berkelanjutan.

3.5. Relative Agronomic Effectiveness (RAE)



Gambar 5. *Relative Agronomic Efficiency* perlakuan pemupukan tomat

Efisiensi pemupukan bawang merah direpresentasikan oleh nilai *Relative Agronomic Efficiency* (RAE). Nilai RAE mencerminkan seberapa efisien suatu perlakuan pemupukan dalam meningkatkan hasil panen kubis dibandingkan dengan perlakuan standar. Perlakuan standar dianggap memiliki efisiensi sebesar 100% dan dijadikan sebagai acuan pembandingan. Jika suatu perlakuan menunjukkan nilai RAE lebih tinggi dari standar, maka pemupukan tersebut dianggap lebih efisien dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman. Sebaliknya, nilai RAE di bawah 100% menunjukkan efisiensi yang lebih rendah dibandingkan perlakuan standar. Apabila nilai RAE sama dengan 100%, maka efisiensi pemupukan dianggap setara dengan perlakuan standar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa RAE aplikasi pemupukan tomat dengan pupuk mikro pupuk mikro perlakuan P7 menghasilkan RAE tertinggi sebesar 319,35%, menunjukkan bahwa kombinasi dosis tersebut paling efisien dalam meningkatkan hasil tanaman dibanding perlakuan lain dengan koefisien determinasi 95,55% (Gambar 5).

Hal ini menandakan bahwa penambahan kombinasi pupuk mikro Zn dan B mampu secara signifikan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk makro dan mendukung peningkatan hasil

tanaman. Mikronutrien tersebut berperan penting dalam mendukung aktivitas enzimatik, pembentukan jaringan baru, serta meningkatkan metabolisme tanaman. Efektivitas ini juga sejalan dengan prinsip pemupukan berimbang yang menyatakan bahwa ketersediaan hara mikro yang cukup dapat meningkatkan respons tanaman terhadap pupuk makro sehingga produktivitas tanaman meningkat secara efisien dan berkelanjutan.

3.6. Kriteria Uji Efektivitas

Penentuan kriteria lulus uji efektivitas pupuk ditetapkan berdasarkan peningkatan hasil tanaman, nilai RAE, pertumbuhan vegetatif, dan peningkatan unsur hara di tanah setelah pengujian. Secara umum, hasil panen tomat mencapai hasil panen sebesar 40,50 ton/ha. Selain itu, nilai RAE juga mencapai 319,35% yang mengindikasikan bahwa kombinasi tersebut mampu meningkatkan efisiensi pemupukan 219,35% lebih tinggi dibandingkan pemupukan standar. Sementara, apabila ditinjau berdasarkan kandungan unsur hara tersedia, peningkatan unsur hara jelas terlihat pada unsur Zn dibandingkan unsur B dengan peningkatan melebihi 200%. Keseimbangan rasio hara makro dan mikro berkontribusi terhadap optimasi keragaan fisiologis sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan biomassa tanaman. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pupuk mikro memenuhi kriteria LULUS uji efektivitas.

IV. KESIMPULAN

Penggunaan pemupukan menggunakan kombinasi pupuk mikro majemuk pupuk mikro dan NPK (1,5:3,4) terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan hara dan berkontribusi terhadap produksi tomat mencapai hasil panen sebesar 40,50 ton/ha. Meskipun variabel pertumbuhan menunjukkan perbedaan nyata secara statistik hanya pada tinggi tanaman, namun tren peningkatan signifikan pada hasil panen membuktikan bahwa pupuk mikro berperan sebagai mikronutrien pendukung efisiensi pupuk makro. Nilai RAE tertinggi yang dicapai adalah 319,35% yang mengindikasikan bahwa kombinasi tersebut mampu meningkatkan efisiensi pemupukan 219,35% lebih tinggi dibandingkan pemupukan standar. Keseimbangan rasio hara makro dan mikro berkontribusi terhadap optimasi keragaan fisiologis sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan biomassa tanaman.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Harel, D., Fadida, H., Slepoy, A., Gantz, S., & Shilo, K. (2014). The effect of mean daily temperature and relative humidity on pollen, fruit set and yield of tomato grown in commercial protected cultivation. *Agronomy*, 4(1), 167–177. <https://doi.org/10.3390/agronomy4010167>
- Kittas, C., Karamanis, M., & Katsoulas, N. (2005). Air temperature regime in a forced ventilated greenhouse with rose crop. *Energy and Buildings*, 37(8), 807–812. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.10.009>
- Kusrini, & Vrita Tri Aryuni. (2020). FAKTOR BERPENGARUH DALAM PRODUKTIVITAS TOMAT DI GURABUNGA KOTA TIDORE KEPULUAN. *Jurnal Geocivic*, 262–265.
- Leye Samuel, A., & Samson Ezech, O. (2017). Comparative Effect of NPK 20:10:10, Organic and Organo-mineral Fertilizers on Soil Chemical Properties, Nutrient Uptake and Yield of Tomato (*Lycopersicon esculentum*). In *Applied Tropical Agriculture* (Vol. 22, Issue 1). <https://www.researchgate.net/publication/353732385>
- Mahlatji, M. B., Ayodele, V. I., & Kutu, F. R. (2018). Effects of fertilisers on growth and yield of tomato. *Acta Horticulturae*, 1225, 133–138. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1225.17>
- Pebralia, J. (2022). Analisis Curah Hujan Menggunakan Machine Learning Metode Regresi Linier Berganda Berbasis Python dan Jupyter Notebook Rainfall Analysis using Machine Learning-Multiple Linear Regression Method Based on Python and Jupyter Notebook. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya*, 6(2), 23–30. <http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/jifp/>
- Roushan, K., Deepanshu, & Singh, D. (2023). Effect of Traditional Fertilizer, Nano-Fertilizer and Micronutrient on Growth, Yield and Quality of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(9), 3154–3162. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i92584>
- Samuel, A., & Ojeniyi, S. O. (2010). Evapotranspiration, Water Use Efficiency and Yield of Rainfed and Irrigated Tomato. *INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE & BIOLOGY*. <http://www.fspublishers.org>
- Saravaiya, S. N., Wakchaure, S. S., Jadhav, P. B., Tekale, Patil, N. B., Dekhane, & Patel. (2014). INFLUENCE OF FOLIAR APPLICATION OF MICRONUTRIENTS ON TOMATO (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.) CV. “GUJARAT TOMATO 2”.” *International Journal of Development Research*. <http://www.journalijdr.com>
- Saure, M. (2001). Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Is a calcium-or a stress-related disorder? *Scientia Horticulture*, 193–208. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(01\)00227-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0304-4238(01)00227-8)
- Shamshiri, R. R., Jones, J. W., Thorp, K. R., Ahmad, D., Man, H. C., & Taheri, S. (2018). Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: A review. In *International Agrophysics* (Vol. 32, Issue 2, pp. 287–302). Walter de Gruyter GmbH. <https://doi.org/10.1515/intag-2017-0005>
- Shorrocks, V. M. (1997). The occurrence and correction of boron deficiency. In *Plant and Soil* (Vol. 193). Kluwer Academic Publishers.

- Singh, S. K., Singh, M. K., Singh, R. K., Mishra, S. K., Mishra, K., & Singh, D. (2021). Effect of micro-nutrients on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). ~ 108 ~ *The Pharma Innovation Journal*, 10(2), 108–111. <http://www.thepharmajournal.com>
- Sultana, S., Naser, H. M., Akhter, S., & Begum, R. A. (2016). EFFECTIVENESS OF SOIL AND FOLIAR APPLICATIONS OF ZINC AND BORON ON THE YIELD OF TOMATO. In *Online) Bangladesh J. Agril. Res* (Vol. 41, Issue 3).
- Zheng, Y., Yang, Z., Wei, T., & Zhao, H. (2022). Response of Tomato Sugar and Acid Metabolism and Fruit Quality under Different High Temperature and Relative Humidity Conditions. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 91(9), 2033–2054. <https://doi.org/10.32604/phyton.2022.019468>

Deskripsi Tanaman Sesuai Varietas

Benih Tomat Servo F1

Deskripsi varietas

Nomor izin	: 093/Kpts/SR.120/D.2.7/9/2013
Dataran	: rendah-menengah
Umur panen (HST)	: 60-70
Bobot buah	: 80-90 gram
Ketahanan penyakit	: tahan gemini virus dan layu bakteri
Bentuk buah	: bulat dan keras
Potensi hasil	: 2-3,5 kg/tanaman
Tipe pertumbuhan	: determinate
Jenis tomat	: hibrida

Lampiran.2 Biodata Ketua Tim Peneliti/Pelaksana

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Sutan Tarmizi Lubis
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Tenaga Pengajar
4	NIK	1274052511940003
5	NUPTK	5457772673130303
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Tanjungbalai 25 Nopember 1994
7	e-mail	stn@poltek.ac.id
8	No Hp	085270044510
9	Alamat Kantor	Jl. Urip Sumoharjo No.1, Klitren, Kec. Gondokusuman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55222
10	No Telepon/Faks	(0274) 555776
11	Lulusan yanag Telah Dihasilkan	-
12	Bidang Keahlian / Kepakaran Sub Bidang Kepakaran	Budidaya Tanaman Perkebunan / Sistem Produksi Tanaman

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	USU	UGM	–
Bidang Ilmu	Agroekoteknologi	Agronomi	–
Tahun Masuk–Lulus	2012–2016	2019–2021	
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh dan Komposisi Media Tanam Terhadap Keberhasilan Sambung Ubi Mukibat	Tanggapan Anatomi Tanaman Kakao Terhadap Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Kalsium	–
Nama Pembimbing	Dr. Nini Rahmawati, S.P., M.Si. (Pembimbing 1) Dr.Ir.T. Irmansyah, M.P (Pembimbing 2)	Eka Tarwaca Susila Putra, S.P.,M.P., Ph.D (Pembimbing 1) Ir. Budiastuti Kurniasih, M.Sc., Ph.D. (Pembimbing 2)	–

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir (Bukan Skripsi,Tesis maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber Dana	Jumlah (Juta Rp)
1	2025	Pengembangan model DSS untuk prediksi status hara NPK tebu, rekomendasi pemupukan NPK tebu dan proyeksi hasil panen tebu	PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang	Rp. 495.000.000

		Ratoon		
2	2023	Pengembangan model DSS untuk prediksi status hara NPK tebu, rekomendasi pemupukan NPK tebu dan proyeksi hasil panen tebu	PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang	Rp. 590.000.000
3	2023	Produksi dan Komersialisasi Pupuk NPK Custom Komoditas Tebu untuk Peningkatan Produktivitas , Rendemen dan Produksi Gula Nasional	PT. Pupuk Indonesia Holding	Rp. 250.000.000
4	2023	Pengembangan penanda-penanda biokemis sifat hemat pupuk K progeni-progeni kelapa sawit	Ristek Dikti	Rp. 85.000.000
5	2022	Optimalisasi Produksi Kedelai Melalui Intercropping dengan Kelapa Sawit Fase TBM-1 Wilayah Oprasional PTPN III (Persero)	PTPN III Holding	Rp. 250.000.000
6	2022	Program percepatan Pengembangan Kawasan Agropolitan Segobatom dan Palempari Kabupaten Kediri	BAPEDA Kab. Kediri	Rp. 200.000.000

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber Dana	Jumlah (Juta Rp)
1	2025	Pengembangan Agroindustri Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Kemandirian Ekonomi di Padukuhan Gandekan, Kalurahan Guwosari, Kabupaten Bantul.	Politeknik LPP	Rp. 800.000
2	2022	Inovasi Kebun Campuran Di Lereng Selatan Pegunungan Menore Sidoharjo, Samigaluh, Kulon Progo Untuk Mewujudkan Ekonomi Biosirkular Yang Produktif, Resilien Dan Berkelanjutan. (Tahun Kedua) Produksi Dan Komersialisasi Specialty Coffe	LPPM UGM	Rp. 40.000.000

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/ Tahun
1	Agriculture Science	Anatomical Characteristics of Cocoa Plant Roots at Some Level of Calsium fertilization (agriculture science 2022)	2022

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1			

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1				

H. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku/Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1				

I. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Instansi Pemberi Penghargaan	Tahun
1			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya sebagai dokumen pelengkap Laporan Usulan Penelitian Hibah Kompetitif Politeknik LPP Yogyakarta Tahun 2025.

Yogyakarta, 2 September 2025



Sutan Tarmiz Lubis
NUPTK. 5457772673130303

Dokumentasi Kegiatan

