

LAPORAN PENELITIAN

PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK DAN PUPUK HAYATI PADA TANAMAN
BAWANG MERAH (*Alium ascalonicum* L) DI LAHAN MARGINAL UNTUK
MENINGKATKAN PRODUKSI TANAMAN

Tim Peneliti
Ir. Budiarto, MP
Dr. Lisa Navitasari, SP., MP



POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MALANG
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
TAHUN 2023

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Penggunaan Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati
Pada Tanaman Bawang Merah (*Alium
ascalonicum* L) Di Lahan Marginal Untuk
Meningkatkan Produksi Tanaman

Bidang penelitian : Bidang Penelitian Tanaman Hortikultura
(Pertanian ramah lingkungan dan berkelanjutan)

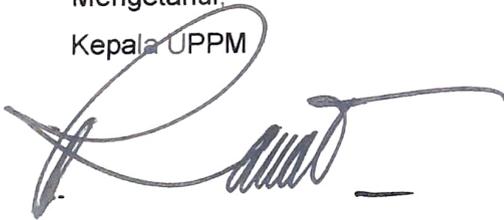
Peneliti

a) Nama lengkap : Dr. Lisa Navitasari, SP., MP
b) NIDN : 4412118401
c) Jabatan Fungsional : Dosen (Lektor)
d) Program Studi : Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan
e) E-Mail : lissa.nav@gmail.com
f) No. HP : 081385356307
g) Lama penelitian : 8 Bulan
h) Biaya tahun Berjalan : 19.519.000
i) Biaya DIPA : 19.519.000

Malang , 8 Desember 2023

Peneliti,

Mengetahui,
Kepala UPPM



Dr. Ir. Suhirmanto, MSi
NIP. 19640511198903001



Dr. Lisa Navitasari, SP., MP.
NIP. 198411122009122002

Mengetahui,

Direktur Rimbangtan Malang,



Dr. Setya Budi Udayana., SPt., MSi
NIP. 198905111996021001

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati pada sistem tumpang sari Bawang Merah (*Allium ascafonicum* L) dan cabai (*Capsicum annum* L) untuk meningkatkan produksi tanaman

Bidang Penelitian : Bidang Penelitian Tanaman Hortikultura (Pertanian ramah lingkungan dan berkelanjutan)

Ketua Peneliti

Nama Lengkap : Ir. Budianto, MP

a) NIDN : 4421025901

b) Jabatan : Dosen (Lektor Kepala)
Fungsional

c) Program Studi : Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan

d) Nomor HP : 082233241151

e) E-mail : budiantobdt@yahoo.co

f) Lama Penelitian : 8 bulan

g) Biaya tahun berjalan : 40.359.000

Dana DIPA : 40.359.000

Menyetujui,
Kepala UPPM



Dr. Ir. Suhirmanto, Msi
NIP. 19640511198903001

Malang, Februari 2023
Ketua Peneliti,

Ir. Budianto, MP
NIP. 1959022119810111002

Menyetujui,
Direktur Pembinaan Malang



D. Setya Bhuani Utayana, SPL, Msi
NIP. 196905171996021001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ir. Budiarto, MP
Pekerjaan : Dosen
Alamat Kantor : Jl. Dr. Cipto No. 144, Bedali, Lawang, Malang
Telepon : 082233241151

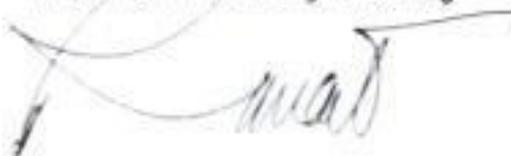
Sebagai ketua penelitian, dengan ini menyatakan bahwa penelitian yang berjudul "Penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati pada sistem tumpang sari Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L) dan cabai (*Capsicum annuum* L) untuk meningkatkan produksi tanaman" yang dilaksanakan atas biaya DIPA Politeknik Pembangunan Pertanian Malang tahun Anggaran 2023, belum pernah saya laksanakan sebelumnya, atau dilaksanakan oleh peneliti lainnya sebelumnya.

Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa penelitian tersebut bahwa penelitian tersebut telah saya laksanakan dan atau telah dilaksanakan oleh penelitian lainnya, maka saya bersedia mengembalikan seluruh dana yang telah diterima dari DIPA Politeknik Pembangunan Pertanian Malang sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Malang, 5 Februari 2023

Mengetahui,
Kepala UPPM Polbangtan Malang



Dr. Ir. Suhirmanto, Ms.
NIP. 19640511*98903001

Yang membuat pernyataan



Ir. Budiarto, MP
NIP. 1959022119810111002

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya bahwa Laporan Penelitian tahun anggaran 2023 dengan judul “ Penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati pada tanaman Bawang Merah (*Alium ascalonicum* L) dilahan marginal untuk meningkatkan produksi tanaman” dapat disusun dan dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang ditetapkan.

Penulisan laporan penelitian ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, maka kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat diharapkan. Demikian disampaikan, dengan penuh harapan bahwa laporan ini dapat dipertanggungjawabkan dan dipergunakan sebagaimana mestinya. Terima Kasih.

Malang, Desember 2023
Penyusun

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

Judul Penelitian: Penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati pada tanaman Bawang Merah (*Alium ascalonicum* L) di lahan marginal untuk meningkatkan Produksi tanaman

1. Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Alokasi waktu
1	Ir. Budianto, MP	Ketua	Agronomi	Politeknik Pembangunan Pertanian Malang	13 jam/Minggu
2	Dr. Lisa Navitasari, SP., MP	Anggota 1	Agroekoteknologi (Pertanian organik)	Politeknik Pembangunan Pertanian Malang	13 jam/minggu

2. Objek Penelitian

Objek penelitian yang akan dilakukan meliputi beberapa kegiatan yaitu:

- a) Pemanfaatan pupuk organik (pupuk organik dari kotoran ternak dan paitan, dan limbah teh) dan pupuk hayati berbasis konsorsium.
- b) Pengamatan pertumbuhan tanaman dan produksi tanaman serta tingkat serangan Hama dan Penyakit utama pada tanaman Bawang merah

3. Masa Pelaksanaan

Mulai: Juni sampai dengan Desember 2023

4. Usulan Biaya

Tahun 2023: Rp. 37.359.000 refocusing realisasi menjadi RP. 19. 519.000

5. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang akan digunakan adalah

- a) Laboratorium proteksi tanaman, Politeknik Pembangunan Pertanian Malang
- b) Lahan Praktik Politeknik Pembangunan Pertanian Malang

6. Temuan yang ditargetkan

Temuan yang ditargetkan dalam penelitian ini adalah:

- a) budidaya tanaman bawang merah dengan pupuk kompos dan pupuk hayati untuk meningkatkan produksi tanaman di lahan marginal
- b) budidaya bawang merah dengan cabai dengan pupuk kompos dan pupuk hayati untuk menekan hama dan penyakit

7. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dengan sistem pertanian organik pada budidaya bawang merah.

8. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran adalah Jurnal Ilmu Pertanian IPB

9. Rencana luaran

Rencana luaran dalam penelitian ini adalah

- a) Budidaya tanaman bawang merah dengan penggunaan pupuk kompos dan pupuk hayati
- b) Rekomendasi budidaya bawang merah yang ramah lingkungan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
IDENTITAS DAN URAIAN UMUM	v
DAFTAR ISI	vii
RINGKASAN.....	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Dasar Pertimbangan	2
1.5. Keluaran	3
1.6. Manfaat Penelitian	3
1.7. Dampak Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tanaman bawang merah.....	4
2.4. Pupuk hayati	8
2.5. Pupuk organik.....	11
2.6. Pupuk hijau dari tanaman paitan.....	13
2.7. Kerangka pemikiran.....	15
2.8. Hipotesa.....	16
BAB III. BAHAN DAN METODE	17
3.1. Tempat dan waktu penelitian	17
3.2. Alat dan bahan penelitian	17
3.3. Metode Penelitian	17
3.4. Analisis data.....	20
BAB IV. PERSONEL.....	21
BAB V. JADWAL PENELITIAN	22
BAB VI. ANALISIS RESIKO	23
BAB VII. ANGGARAN PENELITIAN	24
BAB VIII. HASIL DAN PEMBAHASASN	26
BAB IX. PENUTUP	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34

RINGKASAN

Bawang merah (*Alium ascalonicum* L) merupakan salah satu produk hortikultura unggulan di Indonesia dan sudah sejak lama diusahakan petani. Pemanfaatan bawang merah terutama sebagai bumbu masakan dan obat tradisional yang tidak tergantikan dengan bahan lain sehingga permintaan akan bawang merah terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Namun demikian bawang merah terus menurun, Salah satu factor menurunnya produktifitas adalah adanya degradasi lahan yang disebabkan oleh penggunaan bahan kimia yang terus-menerus dan semakin meningkat setiap tahunnya. Salah satu alternatif penerapan budidaya tanaman bawang merah dengan penggunaan pupuk organik. Dan pupuk hayati. Penelitian ini bertujuan mengkaji penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati pada bawang merah meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman serta serangan hama utama pada tanaman bawang merah (*Spodoptera exigua*). Hasil penelitian menunjukkan Penggunaan pupuk organik dengan berbagai dosis dan pupuk hayati menunjukkan pengaruh yang sama dengan penggunaan pupuk kimia dosis 100% di pertumbuhan tanaman dan produksi tanaman bawang merah. Namun penggunaan pupuk organik dengan dosis 30 ton/ha dan pupuk hayati 6 cc/tanaman menunjukkan produksi di berat umbi dengan hasil tertinggi. Penggunaan pupuk organik dengan berbagai dosis dan pupuk hayati menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan penggunaan pupuk kimia dosis 100% terhadap tingkat serangan *S. exigua*. Persentase serangan *S. exigua* pada perlakuan pupuk organik berbagai dosis dan pupuk ayati menunjukkan tingkat serangan yang lebih rendah dibandingkan penggunaan pupuk kimia dosis 100%.

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bawang merah (*Alium ascalonicum* L) merupakan salah satu produk hortikultura unggulan di Indonesia dan sudah sejak lama diusahakan petani. Pemanfaatan bawang merah terutama sebagai bumbu masakan dan obat tradisional yang tidak tergantikan dengan bahan lain sehingga permintaan akan bawang merah terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Namun demikian sistem budidaya bawang merah yang konvensional dengan penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan secara terus-menerus dan meningkat setiap tahun mengakibatkan adanya degradasi lahan. Degradasi lahan mengakibatkan produktifitas tanaman menurun. Produktivitas bawang merah di Indonesia rata-rata hanya sekitar 9,48 ton/ ha, jauh di bawah potensi produksi yang berada di atas 20 ton/ha. Hal ini mengakibatkan perlunya upaya peningkatan produktifitas tanaman yang berkelanjutan untuk pemenuhan kebutuhan yang semakin meningkat. Salah satu alternatif upaya yang dapat dilakukan adalah pertanian yang ramah lingkungan dengan penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati.

Penggunaan pupuk organik mampu menekan degradasi lahan dan meningkatkan kesuburan tanah. Selanjutnya penggunaan pupuk hayati mampu membantu peyediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti N, P, K serta pupuk hayati sebagai penghasil fitohormon. Penelitian ini bertujuan mengkaji penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati pada tanaman bawang merah untuk meningkatkan produksi tanaman dan menekan serangan hama utama pada tanaman bawang merah.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati pada meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah?
2. Apakah penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati pada bawang merah mampu menurunkan serangan Hama dan penyakit utama tanaman?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Mendapatkan kombinasi perlakuan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.
2. Mendapatkan kombinasi perlakuan terbaik dalam menurunkan intensitas serangan hama dan penyakit utama pada tanaman bawang merah.

1.4. Dasar Pertimbangan

Dasar pertimbangan dalam penelitian ini adalah pertanian dengan input luaran tinggi yaitu pupuk kimia dan pestisida yang terus-menerus dan setiap tahun meningkat pada tanaman bawang merah berdampak pada degradasi lahan yaitu menurunnya kesuburan tanah. Hal ini mengakibatkan penurunan produksi tanaman. Sebaliknya permintaan akan bawang merah meningkat setiap tahun. Hal ini mengakibatkan perlunya menjaga kontinuitas produksi bawang merah. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan sistem pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati merupakan alternatif dalam meningkatkan produksi tanaman dan menurunkan tingkat serangan Hama dan penyakit tanaman bawang merah.

1.5 . Keluaran

Keluaran di dalam penelitian ini adalah (1) penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati pada tanaman bawang merah untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman; (2) budidaya tanaman bawang merah untuk menekan hama dan penyakit tanaman; (3) budidaya bawang merah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

1.6 . Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah adanya tambahan ilmu bagi peneliti dan petani terkait (1) budidaya tanaman bawang merah untuk meningkatkan produksi dan mengurangi serangan hama dan penyakit.; (2) budidaya bawang merah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

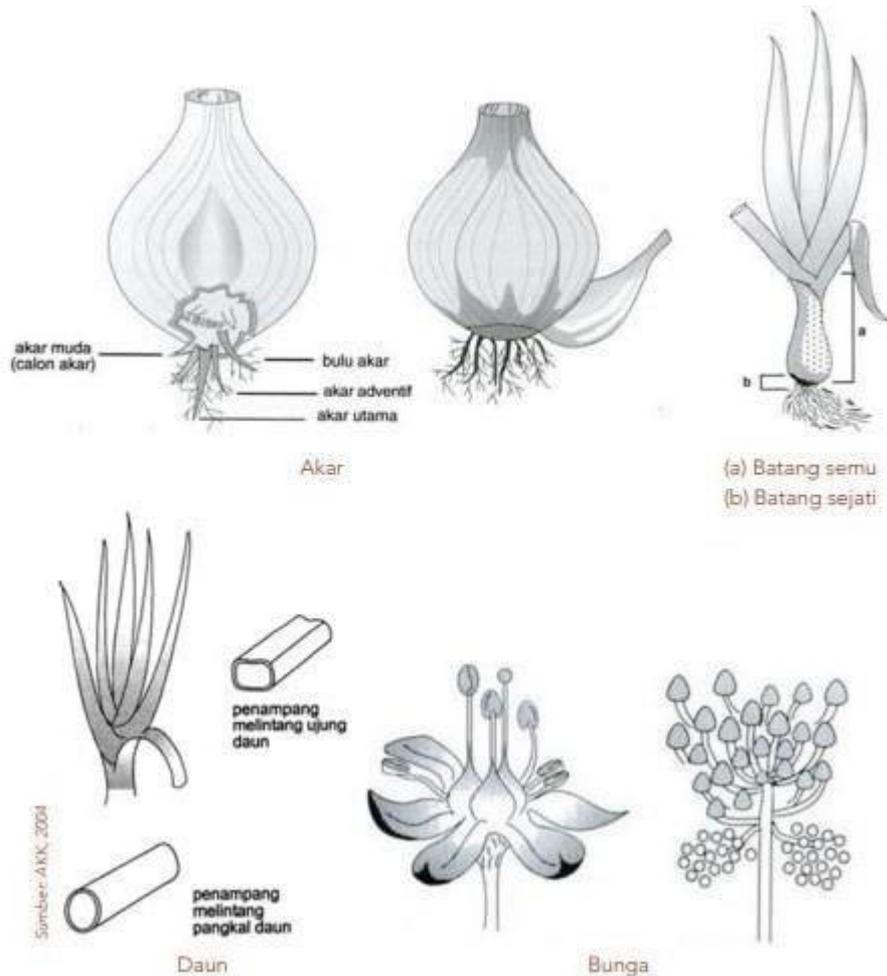
1.7 . Dampak Penelitian

Dampak penelitian ini adalah adanya (1) budidaya bawang merah untuk meningkatkan produksi dan menekan hama dan penyakit (2) Budidaya bawang merah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.)

Bawang merah termasuk ke dalam genus *Allium* dari famili Liliaceae. Morfologi fisik tanaman bawang merah bisa dibedakan menjadi bagian vegetatif dan generatif. Bagian vegetatif terdiri atas akar, batang, dan daun, sementara bagian generatif meliputi bunga, buah, dan biji (Gambar 1)



Gambar 1. Morfologi bawang merah akar, batang, daun, dan bunga

Bawang merah sudah sejak lama diusahakan petani dengan permintaan yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk. Hal ini dikarenakan bawang merah memiliki banyak manfaat dan nilai gizi, Pemanfaatan bawang merah terutama sebagai bumbu masakan dan obat tradisional yang tidak tergantikan dengan bahan lain dengan nilai gizi (nilai gizi per 100 g) menurut National Nutrient Database tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi bawang merah

Komponen	Satuan	Nilai
Energi	kcal	72
Protein	g	2,5
Total lemak	g	0,1
Karbohidrat	g	16,8
Total serat	g	3,2
Total gula	g	7,87
Kalsium, Ca	mg	37
Besi, Fe	mg	1,2
Magnesium, Mg	mg	21
Fosfor, P	mg	60
Kalium, K	mg	334
Natrium, Na	mg	12
Vitamin A, IU	IU	4
Vitamin B1	mg	0,06
Vitamin B2	mg	0,02
Vitamin B3	mg	0,2
Vitamin C, total	mg	8
Folat	µg	34

Sumber: <https://ndb.nal.usda.gov>.

Bawang merah juga menunjukkan kandungan yang kaya akan antioksidan flavonoid seperti kuersetin dan kaemferol. Kuersetin mampu menurunkan risiko serangan penyakit jantung dan kanker. Bawang merah juga mengandung Senyawa alisisn. Alisin dapat mengurangi produksi kolesterol serta memiliki aktivitas antibakteri, antivirus, dan antijamur. Banyaknya manfaat bawang merah dan nilai gizi yang terkandung mengakibatkan pentingnya menjaga produktifitas yang berkelanjutan. Produktifitas yang berkelanjutan dapat dilakukan dengan terlebih dahulu memahami cara budidaya bawang merah sesuai Good Agriculture practice (GAP).

Budidaya bawang merah perlu dipahami dengan baik. Hal ini dikarenakan pemahaman budidaya bawang merah dengan baik mampu meningkatkan produktifitas tanaman. Salah satu factor yang perlu dipahami adalah syarat tumbuh optimal bawang merah. Tanaman bawang merah lebih optimal tumbuh di daerah beriklim kering. Hal ini dikarenakan tanaman bawang merah peka terhadap curah hujan dan intensitas hujan yang tinggi serta cuaca berkabut. Selain itu, tanaman bawang merah juga membutuhkan penyinaran cahaya matahari yang maksimal (minimal 70% penyinaran), suhu udara 25-32°C, dan kelembapan nisbi 50-70%. Bawang merah akan membentuk umbi lebih besar bila ditanam di daerah dengan

penyinaran lebih dari 12 jam. Di bawah suhu udara 22°C tanaman bawang merah tidak akan berumbi. Bawang merah tumbuh baik pada tanah yang subur, gembur, dan banyak mengandung bahan organik dengan dukungan jenis tanah lempung berpasir atau lempung berdebu. Dengan tekstur tersebut, tanah lebih mudah diolah dan pertumbuhan umbi bawang merah menjadi optimal. Kemasaman tanah yang sesuai untuk bawang merah antara pH 5,6-6,5.

2.4. Pupuk hayati

Pupuk hayati merupakan pupuk yang berbasis mikroba baik itu dari kelompok bakteri maupun fungi. Salah satu kelompok bakteri yang digunakan di dalam pupuk hayati yaitu kelompok bakteri rizosfir. Kelompok bakteri rizosfir (rizobakteria) merupakan kelompok bakteri yang memiliki hubungan mutualisme dengan tanaman. Hubungan simbiotik mutualisme antara bakteri rizosfir dan tanaman diistilahkan sebagai Plant Growth Promoting Rizobacteria (PGPR) yang didefinisikan sebagai bakteri pada akar/rizosfir yang memberikan efek menguntungkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Choudhary et al., 2009). Pupuk hayati memiliki mekanisme sebagai PGPR yang secara langsung mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarenakan pupuk hayati memiliki mekanisme membantu penyerapan unsur hara, pelarut fosfat, dan penghasil hormon pertumbuhan. Disamping itu, pupuk hayati juga dapat berfungsi sebagai agen biocontrol terhadap patogen tanaman. *Pseudomonas* sp. dapat berfungsi sebagai penyubur, pengendali hayati patogen tanaman, dan meningkatkan ketahanan tanaman (induced systemic resistance (ISR) (McMilan, 2007). Bakteri rizosfir yang bersifat antagonis dan bermanfaat bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman memiliki peranan sebagai berikut:

1. Penekanan penyakit tular tanah

Patogen tular tanah (soil borne pathogen) maupun patogen bukan tular tanah ketika menyerang tanaman mengakibatkan respon ketahanan tanaman. Bakteri kelompok actinobacteria berlimpah seiring dengan berlimpahnya ketersediaan sumber C di rizosfir dan actinobacteria secara langsung berasosiasi dengan tanaman menekan penyakit tular tanah (Mendes et al., 2011).

2. Menyerap unsur hara yang efisien

Penyerapan unsur hara yang efisien terjadi ketika bakteri dan tanaman saling berinteraksi menghasilkan hubungan yang saling menguntungkan. Bakteri kelompok filum Proteobacteria dan Acidobacteria memiliki peranan penting dalam siklus karbon (C) di dalam tanah. Hal ini dikarenakan bakteri kelompok tersebut memiliki kemampuan mendegradasi selulosa dan lignin. Selain itu, bakteri kelompok filum proteobacteria, genus *Pseudomonas* dapat berfungsi sebagai bakteri pelarut fosfat yang melarutkan fosfat tidak tersedia menjadi fosfat tersedia dan dapat diserap tanaman. Hal ini mengakibatkan adanya penyerapan unsur hara fosfat yang efisien, dimana ketersediaan fosfat di dalam tanah yang sebagian besar dalam bentuk fosfat terikat oleh koloid tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman menjadi tersedia bagi tanaman.

3. Mencegah kolonisasi patogen

Pencegahan kolonisasi patogen yang dilakukan oleh bakteri bermanfaat adalah mekanisme kompetisi unsur hara, ruang dan air, serta produksi senyawa antibiotik (Raaijmakers dan Mark, 2012) dan atau memproduksi enzim lisis yang dikenal dengan antibiosis (Doornbos, R. et al., 2012). Antibiosis merupakan mekanisme pencegahan kolonisasi yang dilakukan oleh patogen dengan antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri. Antibiotik tersebut diantaranya (1) phenazine oleh *Brevibacterium*, *Burkholderia*, *Pseudomonas*, dan *Streptomyces*; (2) polyketide antibiotic 2,4-diacetylphloroglucinol (DAPG) oleh *P. fluorescens*; (3) pyoluteorin oleh *P. fluorescens*, *Streptomyces aureofaciens*, dan *Streptomyces pristinaespiralis*; (4) aminopolysols (Zwittermicin A) oleh *Bacillus* sp.

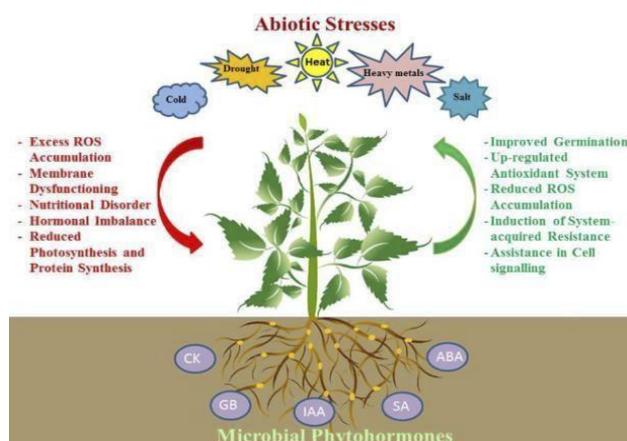
4. Menginduksi ketahanan tanaman (Induced Systemic Resistance /ISR)

Penginduksian ketahanan tanaman oleh bakteri bermanfaat dapat dikarenakan serangan patogen tular tanah terhadap tanaman. Ketahanan

tanaman terinduksi merupakan ketahanan tanaman yang bersifat sistemik karena kemampuan ketahanan tanaman terhadap patogen meningkat di seluruh bagian tanaman. Salah satu bakteri bermanfaat yang dapat menginduksi ketahanan sistemik tanaman adalah rizobakteri (Thaler et al., 2004). ISR ditandai dengan adanya peningkatan aktivitas enzim dalam lintasan produksi metabolit tertentu dan peningkatan produksi enzim kitinase beta 1,3 glukonase, peroksidase, dan/atau protein pathogen related (PR). ISR yang diinduksi oleh rizobakteri secara langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan, dan kesehatan tanaman (Thaler et al. 2004).

5. Toleransi terhadap stres abiotik.

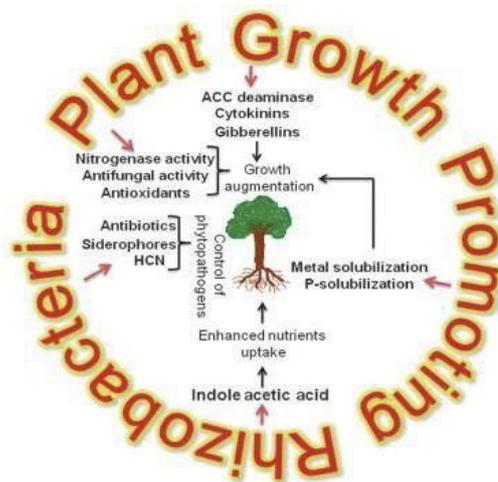
Bakteri bermanfaat pada tanaman memiliki peranan terhadap toleransi terhadap stress abiotik. Toleransi tanaman terhadap stress abiotik dipengaruhi oleh interaksi yang terjalin antara tanaman dengan bakteri. Peranan bakteri rizosfir dalam beradaptasi terhadap perubahan lingkungan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang adalah mengatasi stress abiotik (lingkungan) melalui fitohormon yaitu asam absisat (ABA), indole acetic acid (IAA), giberelin (GB), dan sitokinin (CK), dan asam salisilat (SA) yang dihasilkan oleh bakteri. Fitohormon yang dihasilkan oleh bakteri tersebut dapat membantu tanaman dalam mentoleransi adanya stress abiotik (Egamberdieva et al., 2017) (Gambar 5).



Gambar 5. Hubungan antara fitohormon rizobakteri dan cekaman abiotik (Egamberdieva et al., 2017)

6. Biofertilization dan pemacu pertumbuhan tanaman

Bakteri rizosfir yang bermanfaat bagi tanaman menunjukkan adanya sifat biofertilisasi dan pemacu pertumbuhan tanaman. Bakteri bermanfaat tersebut merupakan kelompok bakteri yang mampu melarutkan fosfat (bakteri pelarut fosfat), menghasilkan hormon pertumbuhan (IAA), fiksasi Nitrogen, dan memproduksi siderofor. Mekanisme biofertilization dan pemacu pertumbuhan tanaman secara umum dilakukan oleh kelompok rizobakteri (PGPR) (Gambar 6).



Gambar 6. Mekanisme rizobakteri sebagai bakteri pemacu pertumbuhan (Alam, 2018)

Kelompok bakteri rizosfir yang berpotensi dalam memacu pertumbuhan tanaman berdasarkan pada database GenBank dari National Center for Biotechnology Information (NCBI), adalah Actinobacteria, Firmicutes, Proteobacteria (Alfaproteobacteria, Betaproteobacteria, Gammaproteobacteria) dan Bacteroidetes, dan sebagian genus *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Enterobacter* serta kelompok bakteri rizosfir lain seperti *Verrucomicrobia*, *Sphingobacteria*, *Flavobacteria*, *Deinococcus*, *Fusobacteria*, dan *Epsilonproteobacteria* (Alam, 2018).

2.5. Pupuk organik

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat, cair yang digunakan untuk mensuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Permentan nomor: 02/Pert/HK.060/2/2006). Pupuk organik merupakan nama kolektif untuk semua jenis bahan organik asal tanaman dan hewan yang dapat dirombak menjadi hara

tersedia bagi tanaman, diantaranya adalah pupuk hijau dan pupuk kandang.

Pupuk hijau berasal dari semua bahan hijauan dari tanaman, baik yang ditanam secara khusus atau dari sisa tanaman, maupun yang berasal dari tanaman liar, bahan ini langsung digunakan atau dibenamkan pada lahan pertanaman. Pupuk kandang merupakan semua buangan dari binatang peliharaan yang dapat digunakan untuk menambah hara, memperbaiki sifat fisik, dan biologi tanah (Simanungkalit, dkk, 2010). Pakan ternak yang tercampur dengan kotorannya yang telah mengalami proses pengomposan baik alami maupun dengan campur tangan manusia juga termasuk pupuk kandang. Jenis pupuk kandang diantaranya adalah pupuk kandang unggas (ayam), pupuk kandang kambing dan pupuk kandang sapi.

Kualitas pupuk kandang bervariasi, tergantung pada jenis, umur hewan, jenis pakan, bahan yang tercampur pada kotoran hewan (pakan), teknik pengolahan dan penyimpanannya. Ternak yang masih muda menghasilkan feses dengan kandungan unsur hara yang lebih rendah karena membutuhkan unsur hara nitrogen dan mineral lainnya untuk pembentukan jaringan tubuhnya. Ternak yang pakannya konsentrat akan menghasilkan kotoran yang unsur haranya lebih tinggi dengan ternak yang hanya makan rumput saja. Banyak atau sedikitnya pakan ternak yang tercampur dengan kotoran akan menentukan kandungan unsur hara pupuk kandang. Begitu juga dengan air yang dikonsumsi oleh hewan, ikut menentukan unsur hara pupuk kandang. Penyimpanan pupuk kandang yang kurang tepat akan menurunkan kandungan unsur hara pupuk kandang. Contohnya penyimpanan kotoran ternak secara terbuka mengakibatkan kehilangan beberapa unsur hara, seperti terjadinya penguapan nitrogen (Hartatik et al., 2015).

Pupuk kandang dapat digunakan apabila proses penguraian oleh mikroba sudah selesai. Proses penguraian pupuk kandang salah satunya dipengaruhi oleh C/N rasio. Rasio C/N tinggi akan terjadi proses pengasaman yang menghambat pertumbuhan bakteri pengurai. Selain itu terjadi perebutan nitrogen antara tanaman dengan mikroorganisme pengurai (Arifiantari et al., 2012) Menurut Setyorini et al., (2010) semakin tinggi C/N rasio bahan organik maka proses pengomposan atau perombakan membutuhkan waktu yang lebih lama. Ciri-ciri proses penguraian telah selesai adalah panas yang dihasilkan pada saat proses pengomposan sudah tidak ada. Bau amoniak pada pupuk kandang sudah hilang. Pupuk sudah berbentuk tanah, gembur apabila diremas, tampak kering dan berwarna coklat tua (Sarindo, 2013).

Penambahan pupuk organik pada media tanam akan memberikan manfaat bagi tanaman maupun memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Yuliarti, 2009). Lebih lanjut dikatakan bahwa keuntungan penambahan pupuk organik adalah: 1) sumber unsur hara makro maupun mikro bagi tanaman; 2) menambah kemampuan media tanam menahan air karena mempunyai daya serap yang tinggi terhadap air; 3) menambah mikro organisme tanah; 4) sebagai energi bagi mikro organisme tanah; 5) memperbaiki struktur tanah. Souri (2001) menyatakan bahwa penambahan pupuk kandang yang merupakan pupuk organik: 1) mempunyai pengaruh susulan karena unsur hara tersedia secara bertahap; 2) meningkatkan kapasitas tukar kation sehingga unsur hara banyak tersedia bagi tanaman; 3) pada proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme menghasilkan hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman.

2.6. Pupuk hijau dari tanaman paitan

Paitan ialah salah satu pupuk hijau yang memiliki bahan organik cukup tinggi namun belum banyak dimanfaatkan petani. Tanaman tersebut digunakan sebagai pakan ternak, pupuk hijau atau kompos berkualitas tinggi, konservasi tanah dan air, bahan bakar, penahan angin, tanaman pagar, serta sumber pollen dan nektar pada lebah madu. *Tithonia diversifolia* mengandung N tersedia sebesar 3,17%, 0,2 % P₂O₅, 3,22 % K₂O, 3,5,% Ca, 9,41 % Mg dan trace element diantaranya Bo dan Mn sebesar 1,13 % (Opala et al., 2015). Hasil analisa lain menunjukkan bahwa kandungan unsur hara pada paitan dapat mencapai kisaran 3,1% - 4,8 % N, lignin 5,62 %, polifenol 1,95 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa paitan dapat dikategorikan bahan organik yang berkualitas tinggi dengan proses dekomposisi cepat dan lebih cepat dimineralisasi. Wijanarko et al., (2012) mengemukakan bahwa bahan organik dikatakan berkualitas tinggi apabila mempunyai N lebih dari 2,5 %, lignin kurang dari 5 % dan polifenol kurang dari 4 %. Kandungan N akan lebih cepat dimineralisasi apabila bahan organik tersebut mempunyai kandungan lignin dan polifenol rendah (Handayanto,1995).

Pemberian paitan pada tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Hasil penelitian Nazari dan Heremans (2007) menunjukkan bahwa pemberian biomasa paitan pada tanaman sawi dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman indeks luas daun, bobot segar dan bobot kering tanaman sampai dengan umur 35 hari setelah tanam dibandingkan dengan pupuk anorganik. Lebih lanjut dilaporkan bahwa pemberian paitan setara 250 N ha⁻¹

dapat meningkatkan jumlah umbi kentang pada umur 75 hari sebesar 9,44 buah lebih tinggi dari pupuk anorganik yang hanya mencapai 8,44 buah, demikian juga bobot segar umbi lebih tinggi dari umur 45 hari, 60 hari, dan 75 hari dibandingkan dengan pupuk anorganik. Hasil penelitian lain menunjukkan pemberian pupuk paitan segar 1,5 ton ha⁻¹ menghasilkan anakan padi rata-rata 22 anakan produktif. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian pupuk hijau dalam jumlah tertentu akan diikuti oleh kenaikan produksi tanaman sampai dengan batas optimal. Widodo (1999) melaporkan bahwa, perlakuan pupuk hijau paitan berpengaruh nyata pada bobot segar brangkasan dan jumlah umbi besar serta memberikan respons baik bagi peningkatan produktivitas ubi jalar di tanah mediteran ortik maupun tanah vulkanik muda.

Penggunaan pupuk organik kompos kotoran sapi kombinasi dengan paitan (75%; 25% atau pupuk sapi 14 ton/ha dan paitan 1,335 ton/ha) memberikan hasil yang paling tinggi dari pada perlakuan lainnya. Potensi panen adalah 2,904 ton/ha (Al Ghifari et al., 2014). Hasil Analisis Pupuk organik menunjukkan , bahwa pupuk organik dari hijauan paitan memiliki kandungan N total tinggi (4,10%), kotoran ayam tinggi (2,20 % dan Kanadang sapi rendah (0,80 %) , sedangkan C organik Paitan (14 %), kotoran ayam (14,52 %) , kotoran sapi (23,00 %) sehingga penggunaan pupuk organik dari bahan daun paitan perlu dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pupuk oraganik (Tabel 2)

Tabel 2. Hasil Analisis Pupuk Organik dari kotoran sapi, ayam dan paitan

Macam analisis	Kandang ayam		Kandang sapi		Hijau paitan	
	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria
pH H ₂ O	6.80	Rendah	7.0	Rendah	6.20	Rendah sekali
C organik %	14.52	Rendah	23.00	Sedang	14.90	Rendah
N total	2.20	Tinggi	0.80	Rendah	4.10	Tinggi
C/N rasio	6.60	Rendah	28.75	Tinggi	3.63	Rendah
P ₂ O ₅ (%)	1.54	Sedang	0.50	Rendah	3.80	Tinggi
K ₂ O	1.46	Tinggi	1.25	Sedang	4.15	Tinggi
Lignin	4.26		4.22		5.62	
Polifenol	0.86		0.96		1.95	

2.7 . Kerangka Pikir



Gambar 7. Kerangka pemikiran penelitian

2.8. Hipotesa

Hipotesa yang dapat diajukan di dalam penelitian ini antara lain:

1. Penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati pada tanaman bawang merah mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.
2. Penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati pada tanaman bawang merah mampu menurunkan tingkat serangan hama dan penyakit utama tanaman bawang merah.

BAB III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2022 s/d. November 2022 di laboratorium Produksi tanaman dan lahan praktek di politeknik pembangunan pertanian malang. Analisis kesuburan tanah dan pupuk dilakukan di laboratorium yang sudah terstandarisasi secara Nasional.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian meliputi benih bawang merah varietas Bima, benih cabai, pupuk NPK mutiara, pupuk organik kotoran sapi, pupuk hijau paitan, pupuk hayati, mulsa, tisu, alkohol 96%, terpal, molases, media tumbuh YPGA/NA (Bakteri) sedangkan alat yang digunakan adalah cangkul, hand tractor, saringan, PUTK, PH meter, tabung ependorf 50 ml, spatula, jarum ose dan sprayer.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Design Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan perlakuan penggunaan pupuk kompos (kotoran sapi dan paitan), dengan dosis pupuk kompos dengan 4 taraf dosis yaitu:

- 1) P1: pupuk anorganik 100%;
- 2) P2 : pupuk organik dosis 15 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;
- 3) P3 : pupuk organik dosis 20 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;
- 4) P4 : pupuk organik dosis 25 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;
- 5) P5 : pupuk organik dosis 30 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman.

Pupuk hayati diaplikasikan setiap 10 hari hingga tanaman bawang merah berumur 30 HST. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5X. Sampel tanaman sebanyak 10% dari populasi tanaman. Bedengan/petak seluas 2 m² dengan jarak tanam bawang merah 20 x 20 cm.

3.3.2. Pengujian kesuburan tanah

Pengujian kesuburan tanah dilakukan dengan melakukan analisis tanah. Analisis tanah dilakukan terhadap unsur NPK tersedia dan total, Sulfat, bahan organik, KTK, C-organik, dan pH tanah.

3.3.3. Analisis pupuk

Analisis pupuk dilakukan di laboratorium yang terstandar. Analisis dilakukan pada beberapa parameter C organik (%), rasio C/N, material ikutan dengan menghitung jumlah bahan ikutan seperti; kaca, plastik, kerikil, dan sebagainya (%), kadar air (%), logam berat (ppm), pH, unsur hara makro (N, P₂O₅, dan K₂O) dan unsur hara mikro (Fe, Mn, dan Zn), serta mikroba kontaminan (*E. coli* dan *Salmonella sp*) dan mikroba fungsional (penambat N dan pelarut P) dengan metode penetapan populasi mikroba.

3.3.4. Penanaman bawang merah di lahan

Benih yang digunakan adalah benih varietas unggul biru lancer Probolinggo. Pengolahan tanah dilakukan secara manual menggunakan cangkul kemudian dibuat bedengan dengan lebar 1,0 m dan panjang 1 m. Jarak antar bedengan adalah 30 cm dan tinggi 30 cm. Selanjutnya bedengan ditutup mulsa dan siap untuk ditanami bawang merah dengan jarak tanam 20cm x 20 cm. Tanaman dipelihara sampai panen.

3.3.5. Pengamatan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman

Parameter yang diamati pada tanaman bawang merah yaitu: pertumbuhan tanaman yang meliputi (1) tinggi tanaman dan jumlah daun; (2) Produksi bawang merah yang meliputi jumlah umbi/rumpun, diameter umbi, berat umbi/ rumpun; (3) brangkasan segar dan kering;

Pengamatan terhadap biomasa dilakukan terhadap brangkasan segar dan brangkasan kering sedangkan hasil buah ditimbang berat buah total hasil panen. Brangkasan segar diukur ketika tanaman dicabut dari tanah kemudian tanah yang menempel di akar dibersihkan dan ditimbang sedangkan brangkasan kering diukur ketika tanaman sudah kering dan mencapai berat akhir yang konstan.

3.3.6. Pengamatan terhadap Hama utama bawang merah

Pengamatan Hama Setiap tanaman contoh diidentifikasi jenis hama dan dihitung intensitas serangannya. Hama yang tidak dapat diidentifikasi di lapangan diidentifikasi di laboratorium. Intensitas serangan hama dihitung menggunakan rumus (Rivai, 2006):

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

IS = Intensitas serangan hama

ni = jumlah tanaman terserang dengan skor tertentu

vi = skor serangan hama

N = jumlah tanaman diamati

V = skor serangan hama tertinggi

Skor serangan hama (vi) mengacu pada Febrianasari et al. (2014) yang telah dimodifikasi sebagai berikut: 0: tidak ada gejala serangan

1: gejala serangan 1-20%

2: gejala serangan 21-40%

3: gejala serangan 41-60%

4: gejala serangan 61-80%

5: gejala serangan 81-100%

3.3.7. Pengamatan terhadap Penyakit utama

Pengamatan Penyakit Tanaman contoh yang menunjukkan gejala kemudian diidentifikasi lebih lanjut di laboratorium untuk mengetahui patogen penyebab penyakit tersebut Kejadian penyakit dihitung berdasarkan rumus:

$$IP = \sum \frac{(ni \cdot vi)}{N \cdot V} \times 100\%$$

Keterangan:

KP = kejadian penyakit

n = jumlah tanaman terinfeksi

N = jumlah tanaman diamati

Keparahan penyakit dihitung berdasarkan rumus Townsend dan Heuberger (1943):

$$IS = \sum \frac{(ni \cdot vi)}{N \cdot V} \times 100\%$$

Keterangan:

IS = intensitas serangan penyakit

ni = jumlah tanaman terinfeksi dengan skor tertentu

vi = skor infeksi penyakit

N = jumlah tanaman diamati

V = skor infeksi penyakit tertinggi Skor infeksi penyakit (vi):

0: tidak ada infeksi

1: bagian tanaman terinfeksi 1-20%

2: bagian tanaman terinfeksi 21-40%

3: bagian tanaman terinfeksi 41-60%

4: bagian tanaman terinfeksi 61-80%

5: bagian tanaman terinfeksi 81-100%

3.3.9. Analisis data

Kesehatan tanaman dianalisis dengan menghitung intensitas serangan hama dan penyakit utama pada tanaman bawang merah dan cabai. Data tingkat serangan HPT kemudian dianalisis Intensitas penyakit dengan sidik ragam ragam (ANOVA) dengan SPSS 21.0. Data yang menunjukkan hasil berbeda nyata dilakukan uji lanjut Duncan pada taraf alfa 5%. Data parameter pertumbuhan (tinggi tanaman dan jumlah cabang, brangkasan segar dan brangkasan kering) serta hasil tanaman dianalisis ragam (ANOVA) dengan SPSS 21.0. Parameter yang menunjukkan pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan dengan alfa 5%.

BAB IV. PERSONEL

No.	Nama	Komponen Kegiatan
1	Ir. Budiando, MP	<input type="checkbox"/> Menyusun kerangka operasional penelitian <input type="checkbox"/> Menyusun data base penelitian
3	Dr. Lisa Navitasari, SP. MP.	<input type="checkbox"/> Koordinator penelitian lapangan <input type="checkbox"/> Koordinator pengamatan dan pengumpulan data

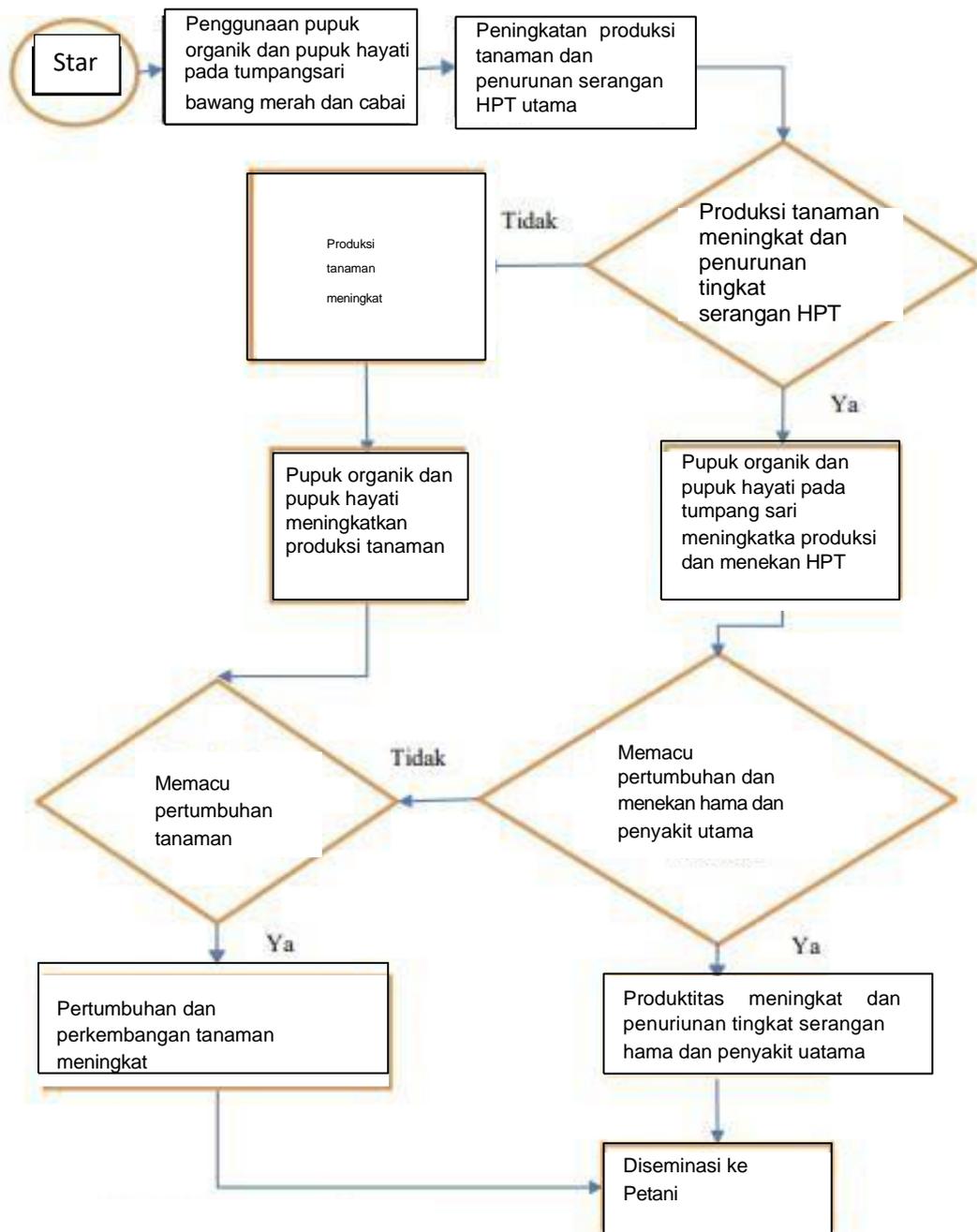
BAB V. JADWAL PENELITIAN

Tabel 3. Jadwal penelitian

No	Jenis Kegiatan	TAHUN 2023						
		Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	Analisis tanah sebelum perlakuan							
2	Penanaman bawang merah di							
4	Panen							
5	Analisis tanah setelah							
6	Analisis data							
7	Penyusunan Laporan							
8	Penyusunan publikasi ilmiah							

BAB V1. ANALISIS RESIKO

Analisis resiko dibuat untuk memaparkan beberapa kemungkinan yang dapat terjadi di dalam proses penelitian. Hal ini berakibat pada pengambilan beberapa alternatif kegiatan untuk menanggulangi kemungkinan-kemungkinan yang terjadi.



BAB VII. ANGGARAN PENELITIAN TAHUN 2023

No.	Komponen	Jml	Satuan	Harga satuan	Total	Ket. Lampiran
Material Habis Pakai						
1	Benih Bawang Merah	128	kg	40.00	5.120.00	Sdh
2	Benih Cabai rawit	11	bks	150.00	1.650.00	Sdh
2	Mulsa plastik	16	kg	40.00	700.00	Blm
3	NPK Mutiara	128	kg	13.00	1.664.00	Baru 400.000
4	Alkohol 96% dan suntikan 1 ml	3	ltr	100.00	300.00	Blm
5	Pupuk kotoran sapi	50	karung	20.00	1.000.00	Sdh
6	Pupuk paitan	50	karung	20.00	1.000.00	Sd
7	Pupuk hayati	10	botol	60.00	600.00	Sdh
8	Aquades (Galon Aqua)	5	bh	60.00	300.00	Blm
9	Kertas 80 g A4	3	rim	55.00	165.00	Blm
10	thermohyrometer	1	bh	300.00	300.00	Sdh
11	Media tumbuh bakteri NA	1	kg	3.000.00	3.000.00	Blm
12	ATK	1	paket	500.00	500.00	Sdh
Jumlah 1					16.299.00	

13	Laporan penelitian	1	paket	750.000	750.000	Blm
Jumlah 2					750.000	
Uji Laboratorium di luar kampus studi						
14	Analisis tanah rutin di BPTP (Sebelum)	10	sampel	350.000	3.500.000	Realisasi baru 1,2 jt
15	Analisis tanah rutin di BPTP (Sesudah)	10	sampel	350.000	3.500.000	
16	Analisis pupuk	3	sampel	550.000	1.650.000	
Jumlah 3					8.650.000	
Olah tanah s.d. panen						
17	Biaya olah tanah dan pembuatan bedengan	15	HOK	200.000	3.000.000	Sdh
18	Biaya tanam, pemupukan, dan pengairan	30	HOK	100.000	3.000.000	Sdh
19	Pemeliharaan dan pengendalian OPT	10	HOK	100.000	1.000.000	Sdh
20	Panen	5	HOK	100.000	500.000	Blm
Jumlah					7.300.000	
Perjalanan						
21	Biaya perjalanan analisis di BPTP Jatim	6	OJ	310.000	1.860.000	Realisasi baru 2 OJ
Jumlah 4					1.860.000	
Biaya						
22	Proofread	1	paket	1.500.000	1.500.000	Blm
23	Analisis data	1	paket	1.000.000	1.000.000	Blm
Jumlah 5					2.500.000	
TOTAL					37.359.000	

Menyetujui,
Ka UPPM

Mengetahui,
PPK

Dr. Ir. Suhirmanto., MSI
NIP. 19640511198903001

Dr. Ugik Romadi, SST., MSi
NIP. 198207132006041002

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil analisis tanah

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa pH tanah mendekati netral, kandungan N sebesar 0.19%, C organik 2,20%, P₂O₅ dan K tersedia masing masing sebesar 79,07 ppm dan 216,83 ppm (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis tanah

No	Parameter	Satuan	Metode	T-508/VIII?20231
1	pH H ₂ O	-	IKM 01-T 3 (Elektimetri)	6,97
	pH KCl	-		5,87
2	N-Kjeldahl	%	IKM 01-T 5(Titrimetri)	0,19
3	C-Organik	%	IKM 01-T4 (Spektrofotometri)	2,20
4	P ₂ O ₅ tersedia	ppm	IKM 01-T 7 (Spektrofotometri)	79,07
5	K-tersedia	ppm	Ekstrak Morgan Venema, AAS	216,83

Berdasarkan analisis tanah menunjukkan lahan marginal yaitu lahan dengan kandungan hara rendah, dengan kandungan N sebesar 0.19%, P₂O₅ sebesar 0.0079%, dan K sebesar 0,0217%. Hal ini sejalan dengan Jones dan Jacobsen (2005), yang menyatakan bahwa serapan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman adalah N sebesar 1-5%, P sebesar 0,1-0,5%, dan K sebesar 0,5-0,8%. Lahan marginal adalah kondisi lahan yang miskin unsur hara sehingga membutuhkan dosis pemupukan yang lebih tinggi dan/atau tanah berbatu sehingga sulit diolah secara mekanis (Rengganis, H., 2017). Kandungan C organik sebesar 2,20% juga menunjukkan ciri lahan marginal. Hal ini sesuai dengan Sari, dan Zahrosa, (2022) yang menyatakan bahwa Kandungan organik tanah pada lahan marginal sangat sedikit, yaitu 1 – 5% dari berat total tanah mineral.

B. Hasil analisis pupuk organik

Hasil analisis pupuk organik padat yang terdiri atas kotoran kambing, kotoran sapi, daun paitan, dan limbah teh menunjukkan adanya kandungan C organik yang tinggi yaitu sebesar 41,30%, n total sebesar 2,46%, P₂O₅ dan K₂O masing-masing sebesar 1,04% dan 1,30% (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis pupuk organik padat

No	Parameter	Satuan	Metode	Pupuk organik
1	pH H ₂ O	-	SNI 7763 : 2018 Butir 6.4	5,90
2	C organik	%	SNI 7763 : 2018 Butir 6.5	41,30
3	N-Total	%	SNI 7763 : 2018 Butir 6.6.1	2,46
4	C/N ratio	-	-	16,81
5	P ₂ O ₅	%	SNI 7763 : 2018 Butir 6.7.4.1.1	1,04
6	K ₂ O	%	SNI 7763 : 2018 Butir 6.7.4.1.1	1,30
7	Na	%	IKM 02-PO06 (Spektrofotometri Serapan atom)	0,08
8	Ca	%	IKM 02-PO06 (Spektrofotometri Serapan atom)	1,76

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa pupuk organik padaat dari campuran kotoran sapi, kambing, paitan, dan the memenuhi persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik padat. Hal ini ditunjukkan oleh kandungan C-organik sebesar 41,30%, C/N ratio, 16,81, N total sebesar 2,46%, pH 5,90, kandungan Na sebesar 800 ppm. Adapun standar persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik padat adalah kandungan C organik sebesar minimum 15%, C/N ratio ≤ 25 , N, P, dan K minimum 2%, pH 4-9, dan kandungan Na sebesar masksimum 2000 ppm (Indonesia, KPR, 2019). Hasil yang memenuhi syarat minimal standar mutu menunjukkan bahwa pupuk organik padat yang dibuat layak untuk digunakan di dalam budidaya tanaman bawang merah.

C. Pertumbuhan tanaman bawang merah

Penggunaan pupuk organik padat, dan pupuk hayati di dalam budidaya tanaman bawang merah menunjukkan respon positif terhadap pertumbuhan bawang merah. Hal ini ditunjukkan oleh adanya tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman bawang merah yang tidak berbeda nyata dengan penggunaan pupuk anorganik/kimia NPK (16:16:16) dengan dosis 100% (Tabel 3).

Tabel 3. Tinggi tanaman bawang merah

No	Perlakuan	N	Tinggi Tanaman (cm)			
			7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
1	Pupuk anorganik 1 dosis (100%);	35	24,49a*	31,74b	37,71b	42,69c
2	Pupuk organik dosis 15 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;	35	26,20a	32,10b	37,54b	40,83bc
3	Pupuk organik dosis 20 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;	35	24,30a	30,86ab	36,71ab	40,73bc
4	Pupuk organik dosis 25 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman	35	23,46a	30,89ab	36,97ab	41,57bc
5	Pupuk organik dosis 30 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman	35	23,60a	31,71b	38,51b	42,97c

* Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata

Penggunaan pupuk organik dengan berbagai dosis dan pupuk hayati menunjukkan hasil yang tidak berbeda dengan penggunaan 1 dosis pupuk kimia/anorganik. Pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme bermanfaat dapat mengurangi penggunaan pupuk sintetik (Farid et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati mampu menggantikan penggunaan pupuk kimia. Pengurangan penggunaan pupuk kimia hingga 100% akan berdampak pertanian yang ramah lingkungan. Hal ini sejalan (Mariana et al., 2012) yang menyatakan bahwa penggunaan pupuk anorganik dengan dosis yang tinggi secara terus menerus menimbulkan dampak negatif yaitu terjadinya kemerosotan kesuburan tanah secara drastis, bahkan dapat mencemari lingkungan. Selain itu, penggunaan pupuk organik juga berdampak pada peningkatan kesuburan tanah. Pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga menambah tingkat kesuburan tanah. Penggunaan pupuk organik selain meningkatkan pertumbuhan dan produksi bawang merah, juga dapat memperbaiki pH dan rasio C organik pada tanah ultisol (Aryani et al., 2019).

Pengaruh yang sama antara perlakuan pupuk kimia 1 dosis dengan perlakuan kombinasi pupuk organik dan pupuk hayati terhadap tinggi tanaman memberikan harapan baru di tengah kelangkaan pupuk dan budidaya tanaman bawang merah secara konvensional yang tinggi penggunaan pupuk kimia dan pestisida. Namun demikian perlakuan penggunaan pupuk organik pada berbagai dosis menunjukkan pengaruh yang sama di dalam tinggi tanaman. Hal ini sejalan dengan Kawilarang et al., (2023) yang menyatakan bahwa aplikasi pupuk kandang sapi pada berbagai taraf dosis dan cara aplikasi pupuk hayati tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan bawang merah. Hal ini juga ditunjukkan oleh jumlah daun tanaman bawang merah.

Jumlah daun tanaman bawang merah juga menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara perlakuan pupuk organik dengan berbagai dosis dan pupuk hayati. Selain itu,

perlakuan pupuk kimia 1 dosis juga menunjukkan pengaruh yang sama dengan perlakuan pupuk hayati dan pupuk organik berbagai dosis (Tabel 4)

Tabel 4. Jumlah anakan tanaman bawang merah

No	Perlakuan	N	Jumlah anakan			
			7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
1	Pupuk anorganik/ kimia 1 dosis (100%);	35	22,49ab	30,34ab	39,80ab	41,80bc
2	Pupuk organik dosis 15 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;	35	24,74b	32,91b	42,83b	43,51bc
3	Pupuk organik dosis 20 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;	35	23,97b	32,46b	42,86b	42,37bc
4	Pupuk organik dosis 25 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman	35	23,86b	30,80ab	40,00b	41,89bc
5	Pupuk organik dosis 30 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman	35	24,69b	32,89b	42,63b	42,89bc

* Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata

Kombinasi penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati berbasis konsorsium yang terdiri atas *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Pseudomonas* mampu menunjukkan pengaruh yang sama dengan penggunaan pupuk kimia 1 dosis. Hal ini dikarenakan pupuk organik mengandung unsur hara makro NPK dan mikro, Na, dan Ca yang dibutuhkan tanaman. Selain itu peranan pupuk hayati sebagai pelarut fosfat, pelarut K, dan penghasil hormone auksin dan sitokinin juga meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Azotobacter* sebagai salah satu species rizobakteri tidak hanya sebagai sumber hara nitrogen, tetapi juga menghasilkan fitohormon (auksin, sitokinin dan giberelin) yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Selain itu adanya C/N ratio yang rendah di pupuk organik yaitu sebesar 16,81 akan mudah dirombak oleh mikroorganisme di dalam pupuk hayati. Fauziati *et al.*, (1995) menyatakan bahwa bahan organik dengan perbandingan C/N rendah akan lebih mudah dirombak oleh mikroorganisme. Pemberian pupuk hayati dengan kandungan bakteri dapat mengurai bahan organik menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman.

D. Biomasa tanaman

Perlakuan pupuk anorganik dengan 1 dosis (100%) dan perlakuan kombinasi pupuk hayati dan pupuk organik berbagai dosis menunjukkan pengaruh yang sama di biomassa yaitu brangkasan segar dan brangkasan kering. Namun perlakuan pupuk organik dengan berbagai dosis kombinasi pupuk hayati memberikan pengaruh yang sama di biomassa tanaman bawang merah (Tabel 5).

Tabel 5. Biomasa tanaman bawang merah

No	Perlakuan	N	Brangkasan segar (gr)	Brangkasan kering (gr)
1	Pupuk anorganik 100%;	35	144,0b	87,0a
2	Pupuk organik dosis 15 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;	35	104,0ab	69,20a
3	Pupuk organik dosis 20 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;	35	140,2ab	79,8a
4	Pupuk organik dosis 25 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman	35	113,4ab	70,6a
5	Pupuk organik dosis 30 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman	35	128,4ab	73,4a

* Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata

Penggunaan pupuk kimia 1 dosis dan kombinasi pupuk organik dan pupuk hayati menunjukkan pengaruh yang sama di brangkasan segar dan kering, Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dan pupuk hayati mampu menggantikan penggunaan pupuk kimia 1 dosis (100%). Pupuk hayati yang digunakan merupakan konsorsium dari bakteri azotobacter, Azospirillum, dan Pseudomonas yang mana ketiga bakteri tersebut berfungsi sebagai pelarut fosfat dan mampu menghasilkan hormone auksin dan sitokinin. Hal ini sejalan dengan (Dasgupta, *et. al.*, 2021) yang menyatakan bahwa pupuk hayati yang mengandung bakteri Azotobacter sp. dan Azospirillum sp. yang berfungsi untuk mengfiksasi nitrogen, menghasilkan fitohormon yang memiliki dampak positif bagi pertumbuhan dan hasil tanaman diantaranya yaitu IAA, asam giberelin, sitokinin, dan vitamin yang dapat meningkatkan berat brangkasan tanaman bawang merah. Lebih lanjut dilaporkan bahwa Tanaman yang cukup mendapat suplai nitrogen akan membentuk helai daun yang luas dengan kandungan klorofil yang tinggi, sehingga tanaman dapat menghasilkan asimilat dalam jumlah cukup untuk menopang pertumbuhan vegetatifnya. Nugrahini (2013), pemberian pupuk hayati dapat meningkatkan serapan unsur hara terutama unsur hara N yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman. Pertumbuhan vegetatif yang baik akan membantu meningkatkan bobot brangkasan.

E. Produksi tanaman bawang merah

Perlakuan pupuk anorganik dengan dosis 100% dan perlakuan kombinasi pupuk hayati dengan pupuk organik berbagai dosis menunjukkan pengaruh yang sama di berat umbi, jumlah umbi per rumpun, dan diameter umbi (Tabel 4).

Tabel 6. Produksi umbi

No	Perlakuan	N	Berat umbi (gr)	Jumlah umbi	Diameter umbi (cm)
1	Pupuk anorganik 100%;	35	69,17b	8a	2,57b
2	Pupuk organik dosis 15 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;	35	62,06ab	9a	2,43ab
3	Pupuk organik dosis 20 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;	35	62,06ab	9a	2,31ab
4	Pupuk organik dosis 25 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman	35	64,86ab	9a	2,36ab
5	Pupuk organik dosis 30 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman	35	73,14b	9a	2,59ab

* Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata

Hal penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi pupuk hayati dan pupuk organik memiliki pengaruh yang sama di berat umbi, jumlah umbi dan diameter umbi. Hal ini menunjukkan penggunaan kombinasi pupuk organik dan pupuk hayati mampu menggantikan penggunaan pupuk kimia 1 dosis (100%). Semakin tinggi dosis pupuk organik yang digunakan maka berat umbi, jumlah umbi dan diameter umbi semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin besar dosis pupuk organik yang diberikan semakin besar nutrisi NPK yang diberikan pada tanaman. Penggunaan pupuk hayati membantu penyerapan unsur hara N, P, K yang diperlukan oleh tanaman. Hal ini dikarenakan pupuk hayati berbasis konsorsium yang terdiri atas *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Pseudomonas* berfungsi sebagai pelarut fosfat. Bakteri pelarut fosfat mampu menyediakan fosfat bagi tanaman dengan mengubah fosfat yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman. Unsur yang berperan penting dalam pembentukan umbi adalah unsur fosfor (Siagian et al., 2019). Unsur fosfor tersedia di tanah sangat kecil yaitu sebesar 79 ppm. Namun demikian adanya bakteri pelarut dapat menyediakan fosfat yang bentuk tidak tersedia karena terikat oleh Aluminium (Al), Besi (Fe) dan Calsium (Ca) menjadi tersedia bagi tanaman. Penyerapan fosfat dengan baik menujung pembentukan pembesaran umbi dengan baik (Siagian et al., 2019). Penyerapan fosfat yang baik ditunjukkan oleh berat umbi yang tinggi dengan rata-rata 65 gr pada perlakuan pupuk organik dan pupuk hayati. Siagian et al (2019) melaporkan bahwa perlakuan pupuk NPK dosisi 100% dan pupuk hayati dosisi 100% meberikan berat umbi sebesar 19,6 gr. Bakteri *Pseudomonas* sp., dan *Bacillus* sp. dapat melarutkan fosfat terikat menjadi unsur fosfat bebas dan dapat diserap langsung oleh tanaman (Surdiarti,2017).

F. Serangan Hama dan penyakit utama pada tanaman bawang merah

Serangan Hama dan penyakit utama pada tanaman bawang merah yang terdeteksi adalah serangan ulat *Spodoptera exigua*.

Tabel 7. Persentase serangan *Spodoptera exigua*

No	Perlakuan	N	Serangan <i>S. exigua</i> (%)
1	Pupuk anorganik 100%;	35	23,40b
2	Pupuk organik dosis 15 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;	35	2,80a
3	Pupuk organik dosis 20 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman;	35	6,40a
4	Pupuk organik dosis 25 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman	35	4,80a
5	Pupuk organik dosis 30 ton/ha + pupuk hayati 6 cc/tanaman	35	3,0a

Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati dan pupuk organik dengan berbagai dosis menunjukkan persentase serangan *S. exigua* yang berbeda nyata dengan perlakuan pupuk kimia atau anorganik dosis 100%. Penggunaan pupuk hayati berbasis konsorsium yang terdiri atas *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Pseudomonas* mampu menurunkan tingkat serangan *S. exigua*. Hal ini dikarenakan pupuk hayati tersebut berperan sebagai agen pengendali hayati. Hal ini sejalan dengan Dasgupta *et. al.*, (2021) yang melaporkan bahwa *Azospirillum* memfiksasi Nitrogen, memproduksi hormone pertumbuhan, menginduksi ketahanan terhadap penyakit dan kekeringan. Selanjutnya dilaporkan oleh Kousar, Bano, & Khan, (2020) yang menyatakan bahwa *Pseudomonas fluorescens* meningkatkan toleransi tanaman tomat terhadap serangan *Spodoptera litura* dengan memproduksi asam salicid dan asam absisat. Adanya konsorsium bakteri yaitu *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Pseudomonas* yang diaplikasikan ke tanaman bawang merah menunjukkan tingkat serangan rendah menjadi alternative dalam pengendalian *S. exigua*. Pupuk hayati dengan konsorsium bakteri tersebut selain bersifat sebagai pemacu pertumbuhan juga mampu berfungsi sebagai biopestisida. Tingkat serangan *s. exigua* yang rendah secara langsung mampu meningkatkan produksi tanaman.

PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan pupuk organik dengan berbagai dosis dan pupuk hayati menunjukkan pengaruh yang sama dengan penggunaan pupuk kimia dosis 100% di pertumbuhan tanaman dan produksi tanaman bawang merah. Namun penggunaan pupuk organik dengan dosis 30 ton/ha dan pupuk hayati 6 cc/tanaman menunjukkan produksi di berat umbi dengan hasil tertinggi.
2. Penggunaan pupuk organik dengan berbagai dosis dan pupuk hayati menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan penggunaan pupuk kimia dosis 100% terhadap tingkat serangan *S. exigua*. Persentase serangan *S. exigua* pada perlakuan pupuk organik berbagai dosis dan pupuk hayati menunjukkan tingkat serangan yang lebih rendah dibandingkan penggunaan pupuk kimia dosis 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryani, Nisya, K. Hendarto, D. Wiharso Dan A. Niswati. (2019). Peningkatan Produksi Bawang Merah Dan Beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol Akibat Aplikasi Vermikompos Dan Pupuk Pelengkap. *Journal Of Tropical Upland Resource*, 1(1), 145-160.
- Choudhary, D.K., B.N. Johri, & A Prakash. 2009. Volatiles As Priming Agent That Initiate Plant Growth And Defense Responses. *Curr. Sci.* 94 595-604
- Dasgupta, D., Kumar, K., Miglani, R., Mishra, R., Panda, A.K. And Bisht, S.S., 2021. Microbial Biofertilizers: Recent Trends And Future Outlook. *Recent Advancement In Microbial Biotechnology*, Pp.1-26.
- Doornbos, R., Van Loon L.C., & Bakker P.A.H.M. 2012. Impact Of Root Exudates And Plant Defense Signaling On Bacterial Communities In The Rhizosphere. A Review. *Agron. Sustain.* 32:227-240.
- Egamberdieva, D, Wirth S.J., Alqarawi A.A., Abd. A.E.F. & Hashem A. 2017. Phytohormones And Beneficial Microbes: Essential Components For Plants To Balance Stress And Fitness. *Frontiers In Microbiology.* 8:2104. Url=<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2017.02104>. Doi=10.3389/fmicb.2017.02104.
- Febrianasari, R., H. Tarno., Dan A. Afandhi. 2014. Efektivitas Klorantraniliprol Dan Flubendiamid Pada Ulat Bawang Merah (*Spodoptera Exigua* Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Hpt* Vol 2(4).
- Fauzi, Muhammad, Hapsoh, Dan E. Ariani. (2018). Pengaruh Pupuk Kascing Dan Pupuk P Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.). *Jom Ur*, 5(2), 1-14.
- Faried, M., Syam'un, E. And Mantja, K., 2021. Pertumbuhan Biji Botani Bawang Merah (True Shallot Seed) Yang Diaplikasi Vermikompos Dan Pupuk Hayati. *Jurnal Agrivigor*, 12(2), Pp.65-74.
- Hartatik, W., Husnain, H., & Widowati, L. R. 2015. Peranan Pupuk Organik Dalam Peningkatan Produktivitas Tanah Dan Tanaman.
- Indonesia, K.P.R., 2019. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati Dan Pembenah Tanah. *Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia*, (261), Pp.1-18.
- Jones, C. And Jacobsen, J., 2005. Plant Nutrition And Soil Fertility. *Nutrient Management Module*, 2(11), Pp.1-11.
- Kawilarang, L., Dirmawati, S.R., Ivayani, I. and Nurdin, M., 2023. Pengaruh Aplikasi Pupuk Kandang Sapi Dan Pupuk Hayati Terhadap Intensitas Penyakit Moler Dan Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(1), Pp.15-21.

- Kousar, B., Bano, A. And Khan, N., 2020. Pgpr Modulation Of Secondary Metabolites In Tomato Infested With Spodoptera Litura. *Agronomy*, 10(6), P.778.
- Mariana, P., Sipayung, R. Dan Sinuraya, M. (2012). Pertumbuhan Dan Pengaruh Produksi Bawang Merah (*Allium Ascolonicum* L.) Dengan Pemberian Vermikompos Dan Urine Domba. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1(1), 124-138
- Mcmilan, S. 2007. Promoting Growth With Pgpr. *The Canadian Organic Grower*. Soil Foodweb Canada Ltd. Soil Biology Lab. & Learning Centre. 32-34p.
- Mendes, R., Kruijt, M., De Bruijn, I., Dekkers, E., Van Der Voort, M., Schneider, J.H.M., Piceno, Y.M., Desantis, T.Z., Danersen, G.L., Bakker, P., & Raaijmakers, J. 2011. Deciphering The Rizosphere Microbiome For Disease-Suppressive Bacteria. *Science*. 33(2):1097-1100.
- Navitasari, L Dan Latarus F. 2021. *Sistem Pertanian*. Bandung Media Sains Indonesia.
- Nugrahini, Tutik. 2013. Respon Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascolonicum* L.) Varietas Tuk Tuk Terhadap Pengaturan Jarak Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair Nasa. *Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Mahakam: Samarinda*. 36(1):60–65.
- Opala, P. A., Kisinyo, P. O., & Nyambati, R. O. 2015. Effects Of Tithonia Diversifolia, Farmyard Manure And Urea, And Phosphate Fertiliser Application Methods On Maize Yields In Western Kenya. *Journal Of Agriculture And Rural Development In The Tropics And Subtropics (Jarts)*, 116(1), 1-9.
- Rengganis, Heni. 2017. *Potensi Dan Upaya Pemanfaatan Air Tanah Untuk Irigasi Lahan Kering Di Nusa Tenggara*. Pusat Litbang Sumber Daya Air, Balitbang, Kementerian Pupr. Bandung.
- Sari, S. And Zahrosa, D.B., 2022. *Lahan Marginal Menyimpan Ragam Potensi*.
- Siagian, T.V., Hidayat, F. And Tyasmoro, S.Y., 2019. Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Npk Dan Hayati Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(11), Pp.2151-2160.
- Souri, S. 2001. Penggunaan Pupuk Kandang Meningkatkan Produksi Padi. Laporan Penelitian. Instalasi Penelitian Dan Pengkajian Teknologi Pertanian Mataram.
- Sudiarti, D. 2017. Effectiveness Of Biofertilizer On Plant Growth Soybean “Edamame” . *Jurnal Sainhealth*. 1(2): 2548-8333
- Thaler, J.S., Owen, B. & Higgins, V.J. 2004. The Role Of The Jasmonate Response In Plant Susceptibility To Diverse Pathogens With A Range Of Lifestyles. *Plant Physiol*.135:530-538.
- Townsend, G.R. And Heuberger, J.W. 1943 Methods For Estimating Losses Caused By Diseases In Fungicide Experi Ments. *The Plant Disease Reporter*, 27, 340-343.
- Uroz, S., Yves D. & Phil O. 2009. Quorum Sensing And Quorum Quenching: The Yin And Yang Of Bacterial Communication. *Chembiochem*. 10(2):205-216. <https://doi.org/10.1002/Cbic.200800521>.

- Van Loon. 2007. Plant Responses To Plant Growth-Promoting Rizobacteria. In. New Perspectives And Approaches In Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Research. Springer. 243-25.
- Widodo, Y. 1999. Effectiveness Of Organic And Inorganic Fertilizers For Three Sweet Potato Local Cultivars In Marginal Areas. Edisi Khusus Balitkabi (Indonesia).
- Wijanarko, A., Purwanto, B. H., & Indradewa, D. 2012. Pengaruh Kualitas Bahan Organik Dan Kesuburan Tanah Terhadap Mineralisasi Nitrogen Dan Serapan N Oleh Tanaman Ubikayu Di Ultisol. Perkebunan Dan Lahan Tropika, 2(2),1-14