

SKRIPSI

**UJI EFEKTIVITAS *Bacillus* spp. DAN PUPUK KALIUM
DENGAN DOSIS BERBEDA TERHADAP INTENSITAS
PENYAKIT KARAT DAUN PADA JAGUNG MANIS**



Oleh
Lisma Amin
NIM 20220101012

**PROGAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA PURWOKERTO
PURWOKERTO
2026**

SKRIPSI

UJI EFEKTIVITAS *Bacillus* spp. DAN PUPUK KALIUM DENGAN DOSIS BERBEDA TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT KARAT DAUN PADA JAGUNG MANIS



Oleh
Lisma Amin
NIM 20220101012

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian pada Pendidikan Srata Satu Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto

**PROGAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA PURWOKERTO
PURWOKERTO
2026**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

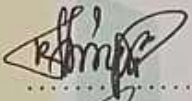
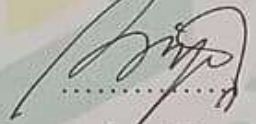
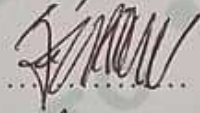
UJI EFEKTIVITAS APLIKASI *Bacillus* spp. DAN PUPUK KALIAM DENGAN DOSIS BERBEDA TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT KARAT DAUN PADA JAGUNG MANIS

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Lisma Amin
NIM.20220101012

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Progam Studi Agroteknologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto pada tanggal 17 Juli - 2026

Tim Penguji :

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Ratna Dwi Hirma Windriyati, S.Si., M.Si. (Pembimbing Utama)		<u>23/7/2026</u>
Bagus Nur Rochman, S.P., M.P. (Pembimbing Pendamping)		<u>23-7-2026</u>
Prof. Dr. Ir. Heru Adi Djatmiko, M.P. (Ketua Penguji)		<u>23-7-2026</u>
Gita Anggraeni, S.P., M.Si. (Anggota Penguji)		<u>23-7-2026</u>

Purwokerto, 23 Juli 2026



Eti Wahyuningsih, S.Si., M.Pd.
NPP. 19860312 201707 2 013

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Purwokerto, Juli 2026
Yang menyatakan,



Lisma Amin
NIM. 20220101012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas karunia-Nya, sehingga penulisan skripsi ini yang berjudul “Uji Efektivitas *Bacillus* spp. dan Pupuk Kalium dengan Dosis Berbeda terhadap Intensitas Penyakit Karat Daun pada Jagung Manis” berhasil diselesaikan. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan kesempatan menjadi penerima KIP-K sehingga dapat membantu dalam pembayaran pendidikan dan biaya hidup selama kuliah di kampus UNU Purwokerto.
2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto, Eti Wahyuningsih, S.Si., M.Pd., atas izin penelitian yang diberikan.
3. LPPM dan UNU Purwokerto melalui Hibah Internal Penelitian Lanjutan Tahun 2025.
4. Ratna Dwi Hirma Windriyati, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing Utama dan Ketua Tim Hibah Penelitian, Bagus Nur Rochman, S.P., M.P. selaku Pembimbing Pendamping, yang telah banyak memberikan saran dan bimbingan dalam penulisan skripsi.
5. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penelitian. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, meskipun demikian penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Purwokerto, 23 Juli 2026

Penulis

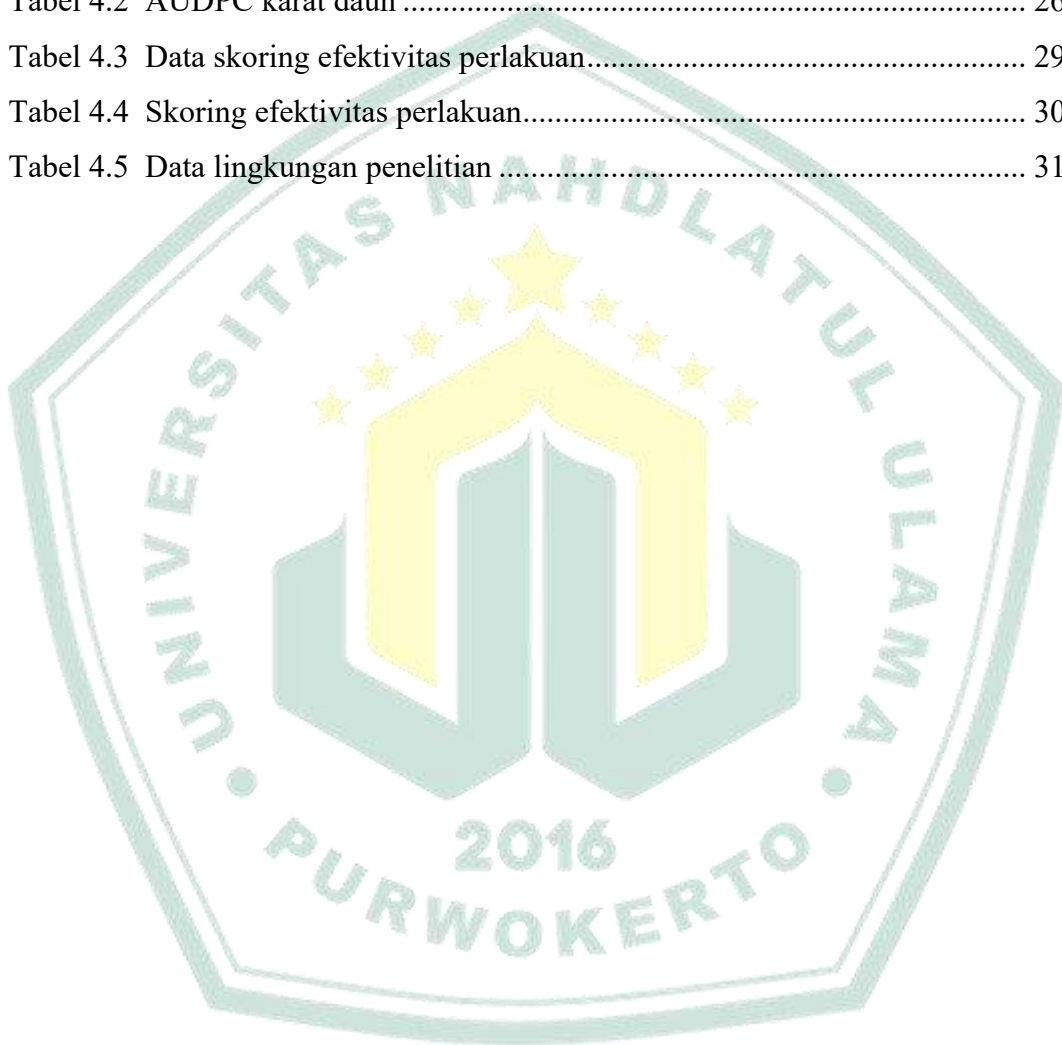
DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	x
<i>SUMMARY</i>	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Cakupan dan Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Tanaman jagung manis.....	6
2.1.3 Penyakit karat daun	8
2.1.4 <i>Bacillus</i> spp. sebagai agen hayati	10
2.1.5 Peran pupuk kalium.....	11
2.2 Hipotesis.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Tempat dan Waktu	13
3.2 Bahan dan Alat.....	13
3.3 Rancangan Percobaan	13
3.4 Variabel Pengamatan	14
3.4.1 Masa inkubasi (mst)	14
3.4.2 Gejala patogen karat daun	14
3.4.3 Intensitas penyakit (%).....	15
3.4.4 Luas area di bawah kurva perkembangan penyakit.....	15
3.4.5 Efektivitas perlakuan	16
3.6 Garis Besar Penelitian	16

3.6.1	Persiapan tanam.....	16
3.6.2	Pembuatan larutan stok bakteri	17
3.6.3	Penanaman.....	17
3.6.4	Pemeliharaan	17
3.6.5	Pemupukan	18
3.6.6	Aplikasi <i>Bacillus</i> spp.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		19
4.1	Gejala karat dan Masa Inkubasi Penyakit Karat.....	19
4.2	Intensitas Penyakit Karat Daun Jagung.....	22
4.3	AUDPC (<i>Area Under Disease Progress Curve</i>).....	26
4.4	Efektivitas Perlakuan.....	29
KESIMPULAN DAN SARAN.....		34
5.1	Kesimpulan	34
5.2	Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN.....		43
RIWAYAT HIDUP.....		58

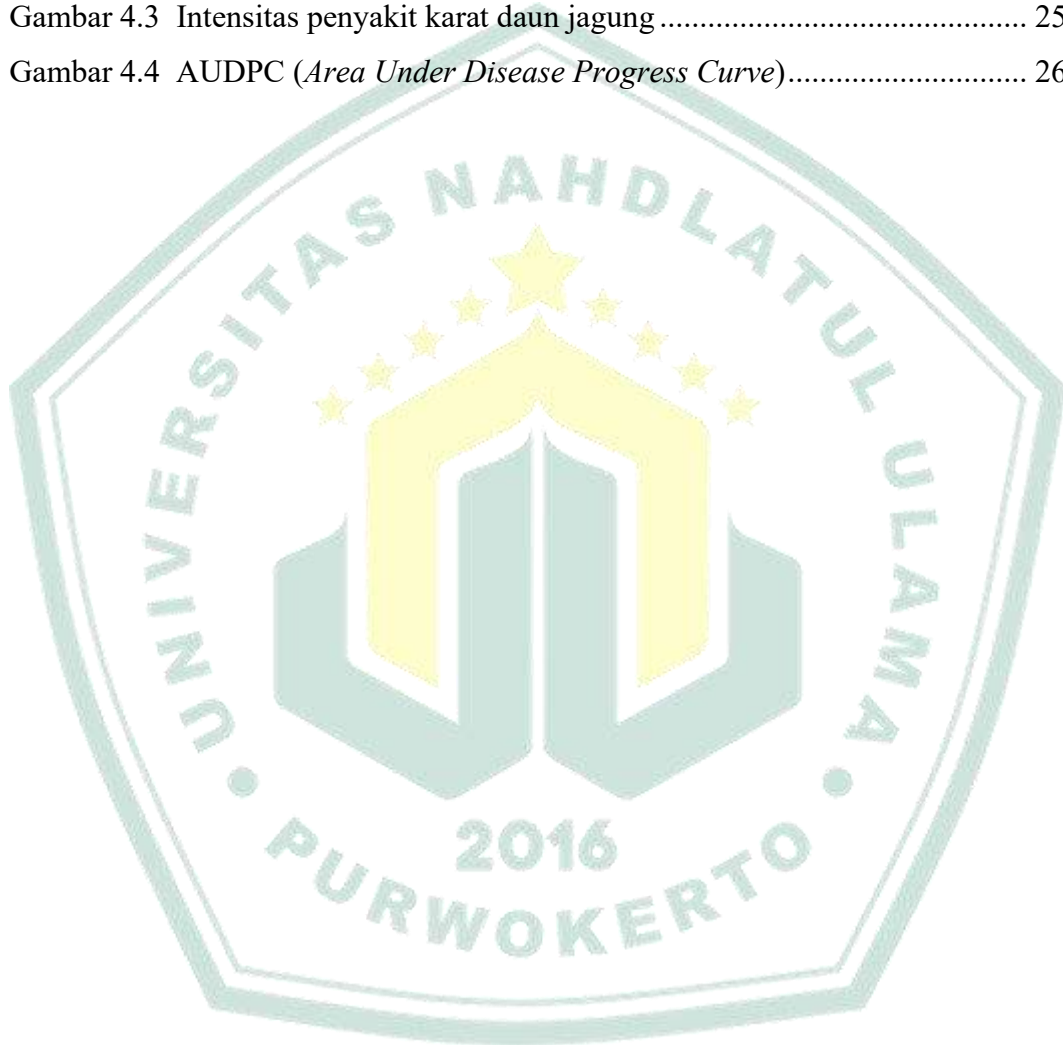
DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Produksi jagung secara nasional	2
Tabel 3.1	Skoring efektivitas perlakuan.....	15
Tabel 4.1	Intensitas penyakit karat daun pada tanaman jagung.....	22
Tabel 4.2	AUDPC karat daun	26
Tabel 4.3	Data skoring efektivitas perlakuan.....	29
Tabel 4.4	Skoring efektivitas perlakuan.....	30
Tabel 4.5	Data lingkungan penelitian	31



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Gejala karat daun.....	9
Gambar 4.1 Gejala karat daun penelitian.....	19
Gambar 4.2 Uredospora karat daun	21
Gambar 4.3 Intensitas penyakit karat daun jagung	25
Gambar 4.4 AUDPC (<i>Area Under Disease Progress Curve</i>).....	26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Penelitian.....	37
Lampiran 2. Kebutuhan pupuk.....	38
Lampiran 3. Kebutuhan <i>Bacillus</i> spp.....	39
Lampiran 4. Deskripsi Varietas.....	40
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	41
Lampiran 6. Hasil perhitungan penelitian.....	44



RINGKASAN

Jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) merupakan salah satu komoditas pangan penting di Indonesia setelah padi. Produktivitas jagung manis masih menghadapi berbagai kendala, salah satunya serangan patogen karat daun yaitu *Puccinia* sp.. Pengendalian penyakit karat daun umumnya dilakukan menggunakan pestisida kimia yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan, salah satunya melalui pemanfaatan agen hayati *Bacillus* spp. dan pupuk kalium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas aplikasi *Bacillus* spp. dan pupuk kalium dengan dosis berbeda terhadap intensitas penyakit karat daun pada tanaman jagung manis, serta menentukan kombinasi perlakuan terbaik dalam menekan perkembangan penyakit.

Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu dosis *Bacillus* spp. terdiri atas B0 (0 ml/tanaman), B1 (15 ml/tanaman), dan B2 (20 ml/tanaman), serta dosis pupuk kalium terdiri atas K0 (0 g/tanaman), K1 (6 g/tanaman), dan K2 (9 g/tanaman). Pengamatan meliputi masa inkubasi, intensitas penyakit, nilai AUDPC dan efektivitas perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas penyakit atau kerusakan karena karat daun pada tanaman jagung manis tertinggi terjadi pada perlakuan kontrol (B0K0) sebesar 37,33% dan intensitas penyakit terendah pada perlakuan B2K1 sebesar 32% pada umur 70 hst. Pemberian *Bacillus* spp. dan pupuk kalium berpengaruh terhadap intensitas penyakit karat daun, terutama pada pengamatan umur 56 hst dan aplikasi *Bacillus* spp. secara mandiri berpengaruh pada 70 hst. Perlakuan B2K1 kombinasi terbaik yang menghasilkan nilai AUDPC terendah, yaitu sebesar 597,3. Efektivitas seluruh perlakuan masih tergolong sedang dengan nilai efektivitas tertinggi hanya mencapai 21,04%.

Kata kunci : *Bacillus* spp., Dosis aplikasi, Jagung manis, Kalium, Penyakit karat daun

SUMMARY

Sweet corn (Zea mays saccharata Sturt) is a key food commodity in Indonesia, second only to rice. Sweet corn productivity faces various challenges, notably infestations by the leaf rust pathogen Puccinia sp. Leaf rust control typically relies on chemical pesticides, which can have negative environmental impacts. Consequently, there is a need for more environmentally friendly control alternatives, such as the use of the biological agent Bacillus spp. and potassium fertilizer. This study aims to evaluate the effectiveness of applying Bacillus spp. and potassium fertilizer at varying dosages on leaf rust disease intensity in sweet corn, as well as to identify the optimal treatment combination for suppressing disease progression.

The study was conducted using a factorial Randomized Block Design (RBD) with two factors, Bacillus spp. dosage—comprising B0 (0 ml/plant), B1 (15 ml/plant), and B2 (20 ml/plant)—and potassium fertilizer dosage—comprising K0 (0 g/plant), K1 (6 g/plant), and K2 (9 g/plant). Observations included incubation period, disease intensity, AUDPC value, and treatment effectiveness.

The research results indicate that the highest intensity of disease or damage caused by leaf rust on sweet corn occurred in the control treatment (B0K0) at 37.33%, while the lowest intensity was observed in the B2K1 treatment at 32% at 70 days after planting (DAP). The application of Bacillus spp. and potassium fertilizer influenced leaf rust intensity, particularly at the 56 DAP observation point, while the application of Bacillus spp. alone had an effect at 70 DAP. The B2K1 treatment was the best combination, yielding the lowest AUDPC value of 597.3. The effectiveness of all treatments was classified as moderate, with the highest effectiveness value reaching only 21.04%.

Keywords: *Bacillus spp., Application rate, Sweet corn, Potassium, Leaf rust disease*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia selama ini dikenal sebagai negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah dan beranekaragam, khususnya dalam pertanian sehingga sering disebut sebagai negara agraris yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Budi daya tanaman pangan yang umum diusahakan di Indonesia adalah jagung manis (Dimaspatti *et al.*, 2023). Jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) sebagai komoditas pangan primer setelah padi. Jagung memegang peranan strategis dalam memajukan sektor pertanian dan menggerakkan roda perekonomian negara (Wahyuningsih *et al.*, 2018). Jagung manis mengandung gizi 96 kal, protein 3,5 g, lemak 1,0 g, karbohidrat 22,8 g, kalsium 3,0 mg, fosfor 111 mg, besi 0,7 mg, vitamin A 40 mg, vitamin B 0,15 mg, vitamin C 12,0 mg, dan air 72,7 g (Regyta *et al.*, 2023). Jagung manis hampir mirip dengan jagung biasa tetapi memiliki perbedaan utama yaitu kadar gula yang lebih tinggi sekitar 5-6%, sedangkan jagung biasa hanya sekitar 2-3%. Rerata waktu panen jagung manis adalah 60-70 hari setelah ditanam (Dodo & Wawan, 2024).

Kebutuhan jagung manis berpotensi untuk terus meningkat seiring dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk Indonesia dan meningkatnya kebutuhan pakan (Fitriana *et al.*, 2024). Barus *et al.* (2025) mengatakan kebutuhan pasar pada jagung manis meningkat, tetapi produktivitas jagung manis masih belum optimal dimanfaatkan oleh petani dan pengusaha di Indonesia karena bermacam hambatan. Rerata produksi jagung nasional menurut Badan Pusat Statistika (2024) menunjukkan peningkatan dari tahun 2020 hingga 2022. Namun, mengalami penurunan pada tahun 2023 dan meningkat pada tahun 2024. Hal ini terlihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Produksi jagung secara nasional menurut Badan Pusat Statistik (2024)

Tahun	Produksi (juta ton)	Luas Panen (juta ha)	Produktivitas (ton/ha)
2020	12,93	2,34	5,52
2021	13,41	2,33	5,75
2022	16,52	2,76	5,98
2023	14,77	2,48	5,95
2024	15,14	2,55	5,93

Sinaga *et al.* (2024) mengatakan peningkatan produksi jagung dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya melalui peningkatan kesuburan tanah, yaitu dengan melakukan pemupukan berimbang. Pemupukan berimbang bertujuan untuk mendapatkan perkembangan yang lebih baik serta meningkatkan kesuburan tanah dan menambah unsur hara di dalam tanah. Namun, ada faktor utama yang menghambat peningkatan kualitas dan kuantitas produksi jagung manis yaitu serangan patogen (penyebab penyakit). Patogen menyebabkan kerusakan dan kehilangan hasil serta munculnya penyakit pada tanaman jagung. Hal ini berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman seperti tanaman rusak dan bahkan mati. Penyakit pada daun jagung yang paling umum ditemukan di lapangan sebagian besar disebabkan oleh jamur (Sulastri, 2024).

Salah satu penyakit penting pada tanaman jagung adalah penyakit karat daun (Sambur *et al.*, 2023). Penyakit ini dapat menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan, bahkan hingga 80–100% jika tidak ditangani dengan baik (Hasanah, 2025). Penyakit karat dapat disebabkan oleh dua jenis patogen yang menyerang pada daun jagung yaitu *Puccinia sorghi* dan *P. polysora*. Uredospora pada *P. sorghi* berbentuk bulat sedangkan pada *P. polysora* lonjong (Ruimassa *et al.*, 2022). Penyakit karat biasanya mulai muncul setelah umur generatif dengan menampakkan gejala pada daun yaitu adanya timbul bisul (pustul atau sori). Bisul ini terbentuk dan tersebar pada kedua permukaan daun bagian atas dan bawah dengan warna cokelat kemerahan kemudian berubah warna menjadi hitam kecokelatan. Setelah teliospora berkembang dan pada tingkat serangan yang berat, maka daun jagung akan menjadi kering (Santoso *et al.*, 2024).

Pengendalian penyakit umumnya dilakukan petani dengan menggunakan pestisida kimia. Penggunaan pestisida dinilai lebih praktis, efektif dan efisien dalam mengendalikan hama dan penyakit tanaman, namun hal ini berdampak buruk bagi lingkungan. Salah satu alternatif penyakit tanaman jagung yang lebih tepat dan ramah lingkungan adalah pemanfaatan agen hayati sebagai pengendali alami untuk menekan penyakit tanaman (Lestari *et al.*, 2023). *Bacillus* spp. termasuk agen hayati yang dapat digunakan untuk pengendalian karena lebih aman karena tidak menimbulkan residu, ramah lingkungan, dan berpengaruh positif pada tanaman (Sambur *et al.*, 2023).

Syofiana & Masnilah (2019) menyatakan *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *B. alvei*, dan *B. coagulans* mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. dengan persentase hambatan sebesar 73%. *Bacillus* spp. berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dengan berbagai mekanisme, seperti produksi hormon tanaman, peningkatan ketersediaan nutrisi, pengendalian penyakit, peningkatan ketahanan terhadap stres lingkungan, serta pengikatan senyawa beracun. *Bacillus* spp. berperan sebagai *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Laia *et al.* (2024) mengatakan peran *Bacillus* sp. diketahui mampu memproduksi eksopolisakarida dan siderofor, yang berfungsi untuk mengatur keseimbangan ionik dan transportasi air dalam jaringan tanaman, sekaligus membantu mengendalikan populasi mikroba patogen di sekitar akar tanaman.

Agustina *et al.* (2022) mengatakan bahwa *Bacillus* sp. kode isolat Ba17 dan *Pseudomonas fluorescens*, yang mampu menekan intensitas penyakit layu fusarium pada tanaman cabai hingga 29,03% serta meningkatkan jumlah daun sebesar 56,58%. Selain penggunaan agen hayati, langkah perlindungan tanaman jagung dari serangan patogen juga memerlukan strategi pemupukan anorganik yang tepat guna meningkatkan daya tahan tanaman secara struktural salah satunya pupuk kalium dalam bentuk KCl (Maryani, 2021). Kalium merupakan unsur hara esensial kedua yang paling banyak digunakan setelah nitrogen. Kalium memiliki peran penting pada masa pematangan tanaman karena kalium memengaruhi pembentukan klorofil yang digunakan dalam proses fotosintesis,

pengisian biji dan esensial dalam pembentukan karbohidrat. Kalium diserap oleh tanaman dalam bentuk kation K^+ yang berperan dalam proses respirasi dan fotosintesis (Dini *et al.*, 2025) .

Bayindir & Kucukyumuk (2025) menyatakan bahwa pemberian kalium mampu menekan tingkat keparahan penyakit dan meningkatkan ketahanan tanaman cabai terhadap patogen tular tanah busuk akar (*Rhizoctonia solani*), dengan dosis terbaik 150 kg/ha. Penelitian Firmansyah *et al.* (2022) menyatakan dosis pupuk terbaik untuk menekan serangan patogen penyakit bulai sekaligus mengoptimalkan produktivitas jagung manis adalah pemberian pupuk kalium sebesar 6 gr/tanaman. Pemupukan kalium secara nyata menghasilkan persentase serangan bulai terendah, yaitu sebesar 55,2%, Hal ini dikarenakan unsur kalium berperan dalam memperkuat dinding sel dan mengatur penutupan stomata untuk menghambat penetrasi patogen.

Pemberian pupuk anorganik pada jagung manis dapat dikolaborasi dengan agen hayati agar dapat membantu pertumbuhan tanaman dengan baik. Berdasarkan beberapa uraian tersebut maka diperlukan penelitian tentang aplikasi *Bacillus* spp. dan pupuk kalium dalam menekan persentase serangan penyakit karat daun pada jagung manis.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut :

1. Apakah aplikasi *Bacillus* spp. dan pupuk kalium dapat memacu terhadap penyakit karat daun jagung?
2. Bagaimana *Bacillus* spp. dan pupuk kalium untuk dosis yang tepat terhadap intensitas penyakit karat daun jagung?

1.3 Cakupan dan Batasan Masalah

Cakupan dan batasan masalah dalam penelitian ini mengenai efektivitas *Bacillus* spp. dan pupuk kalium dengan dosis berbeda terhadap intensitas penyakit karat daun jagung.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui kerusakan akibat adanya penyakit karat daun.
2. Mengetahui pengaruh pemberian *Bacillus* spp. dan pupuk kalium dengan dosis berbeda terhadap penyakit karat daun.
3. Mendapatkan kombinasi dosis *Bacillus* spp. dan pupuk kalium terbaik dalam menekan penyakit karat daun.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini sebagai berikut :

1. Dapat dijadikan acuan serta referensi terkait pengendalian penyakit karat daun.
2. Dapat memberikan informasi baru terkait dosis *Bacillus* spp. dan pupuk kalium untuk menekan penyakit karat daun.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Tanaman jagung manis

Jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) adalah tanaman pangan dari famili Graminae atau rumput-rumputan. Budi daya tanaman jagung manis relatif lebih menguntungkan dikarenakan jagung manis mempunyai nilai ekonomis yang tinggi di pasaran dan masa produksinya relatif lebih cepat. Jagung manis mempunyai nilai gizi tinggi sehingga membuat jagung manis mempunyai permintaan pasar yang tinggi (Kantikowati *et al.*, 2022). Menurut Sinaga (2023), tanaman jagung manis diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Monocotyledone
Ordo	: Poales
Famili	: Gramineae
Genus	: <i>Zea</i>
Spesies	: <i>Zea mays saccharata</i> Sturt.

Jagung memiliki akar adventif (akar penyangga) yang muncul pada 2 atau 3 buku di atas permukaan tanah. Bentuk ujung daun jagung memiliki variasi bentuk, mulai dari runcing, runcing agak bulat, bulat, bulat agak tumpul, hingga tumpul (Tadidik *et al.*, 2025). Biji tanaman jagung dikenal sebagai kernel terdiri dari 3 bagian utama, yaitu dinding sel, endosperma, dan embrio. Bagian biji ini merupakan bagian yang terpenting dari hasil pemanenan. Bagian biji rata-rata terdiri dari 10% protein, 70% karbohidrat, 2.3% serat. Biji jagung juga merupakan sumber dari vitamin A dan E (Cahyadi, 2022). Batang jagung berwarna hijau hingga kekuningan, tidak bercabang, beruas-ruas biasanya

berjumlah 14 ruas, panjang ruas batang tidak sama, ruas yang paling bawah pendek dan tebal, dan semakin ke atas ukurannya semakin panjang (Supriyanta *et al.*, 2020). Fase *tasseling* (berbunga jantan) biasanya berkisar antara 45-52 hari, ditandai oleh adanya cabang terakhir dari bunga jantan sebelum munculnya bunga betina (rambut tongkol) dimana pada periode ini tinggi tanaman hampir mencapai maksimal dan mulai menyebarkan serbuk sari (pollen) (Oktaviani *et al.*, 2020).

2.1.2 Syarat tumbuh jagung

Tanaman jagung membutuhkan nutrisi untuk tumbuh. Nutrisi yang dibutuhkan meliputi unsur hara makro seperti fosfor, nitrogen, dan kalium. Ketiga unsur tersebut akan dibutuhkan pada fase pertumbuhan dan masa pembuahan (Latif *et al.*, 2025). Jagung dapat tumbuh pada ketinggian 1000-1800 mdpl (Parawansa, 2024). Suhu optimal yang dikehendaki 23-30 °C. Tanaman jagung memerlukan penyinaran yang tinggi. Semakin tinggi intensitas penyinaran, akan meningkatkan pertumbuhan dan hasil (Maryani, 2021).

Daeli *et al.* (2022) mengatakan kelembapan udara yang ideal untuk tanaman jagung manis berkisar antara 80% - 90%. Tanaman jagung memerlukan intensitas penyinaran yang tinggi untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Curah hujan yang ideal sekitar 85-200 mm/bulan dan harus merata. Jagung sangat sesuai di daerah dengan curah hujan sekitar 807-1.200 mm/tahun (Nadiroh *et al.*, 2024).

Intensitas cahaya matahari bagi tanaman jagung manis yang merupakan sumber energi untuk proses fotosintesis. Jika jarak tanam terlalu dekat atau rapat, daun-daun tanaman akan menjadi saling tumpang tindih menutupi dan menghalangi cahaya sinar matahari dapat mengakibatkan perkembangan dan juga pertumbuhan menjadi terhambat dan produksi yang tidak optimal karena adanya persaingan dalam mendapatkan cahaya (Asmuliani *et al.*, 2024)

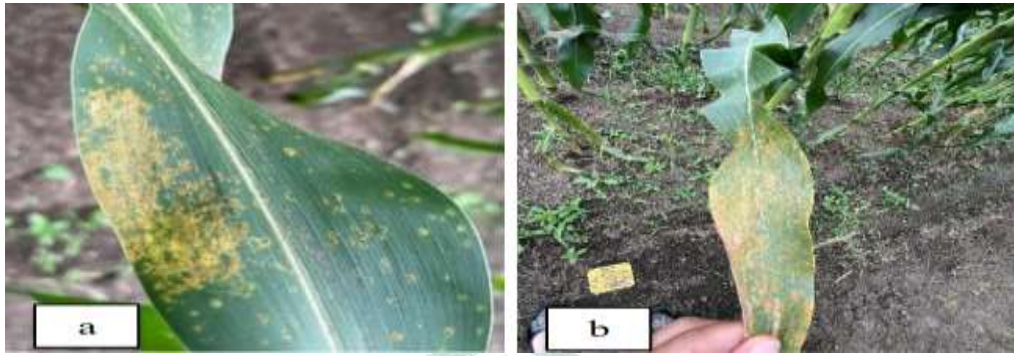
Tanah yang gembur dan kaya akan humus menjadikan tanaman jagung tumbuh dengan optimal dan dengan derajat kemasaman (pH) tanah antara 5,5 –

7,5, dengan kedalaman air tanah 50 – 200 cm dari permukaan tanah dan kedalaman efektif tanah mencapai 20 - 60 cm dari permukaan tanah. Tanaman jagung dapat tumbuh di berbagai jenis tanah mulai dari lempung berdebu sampai dengan liat, namun jagung lebih menghendaki jenis tanah lempung berdebu (Fiquriansyah *et al.*, 2021).

2.1.3 Penyakit karat daun

Penyakit karat merupakan penyakit dahsyat yang menyerang jagung, menyebabkan kerugian hasil panen global yang signifikan (Yan *et al.*, 2025). Penyakit karat daun umumnya berkembang optimal pada kelembapan >90%. Penyakit ini terdapat pada permukaan daun dan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama suhu yang mendekati optimal, yaitu antara 25 hingga 30°C. Saat kondisi lingkungan yang mendukung, spora jamur dapat dengan cepat berkecambah dan memulai proses infeksi yang pada akhirnya menyebabkan kerusakan serius pada tanaman jagung (Sainong *et al.*, 2025).

Gejala serangan penyakit karat daun jagung berupa bintik-bintik (pustul) kecil, bulat, berwarna kuning kecokelatan pada permukaan atas daun. Pustul bagian daun yang terserang paling parah adalah daun paling tua yang terletak paling bawah, di mana karat terlihat hampir menutupi semua permukaan daun (Putri, 2025). Pustul dapat meletus yang akan pecah sehingga spora akan menyebar melalui angin sehingga dapat menyebabkan infeksi ke tanaman lainnya. Apabila penyakit ini dibiarkan dan dalam kondisi cuaca yang mendukung patogennya untuk berkembang akan menyebabkan perkembangan dan penyebaran dari penyakit karat daun ini semakin meluas dan akhirnya daun jagung akan mengering bahkan mati (Arsi *et al.*, 2024).



Gambar 3.1 Gejala penyakit karat daun jagung (a) gejala karat permukaan atas daun, (b) gejala karat daun paling tua (Sumber: Putri, 2025).

Kondisi panas dan lembap dibutuhkan untuk bertahan hidup dan pemencaran *P. polysora*. uredospora menunjukkan kisaran suhu optimum sekitar 23-28 °C untuk perkecambahan dan patogen tidak tampak bertahan lama pada suhu di bawah 20 °C. *Puccinia polysora* terutama menyebar di daerah tropis dan subtropis, karena sensitif terhadap suhu, tetapi di bawah kondisi menguntungkan dan level inokulum tinggi dapat menyebar dari daerah tropis ke dalam daerah subtropis (Puspawati & Sudarma, 2016).

Penyakit karat pada jagung mempunyai lima stadium spora yaitu pikniospora, aesiopora, uredospora, teliospora dan basidiospora. Uredospora berbentuk bulat telur atau ovoid dengan ukuran 20-35 μm x 21-25 μm (Muhirani, 2016). Dua jenis spora utama yang sering terlihat yaitu uredospora & teliospora (Sun *et al.*, 2021). Uredospora dari *P. polysora*. berbentuk agak bulat dan oval, serta berwarna kuning kecokelatan (Sambur *et al.*, 2023). Menurut Prasetyo *et al.* (2017), karat daun dapat menyebabkan tanaman tidak dapat melakukan fotosintesis dengan sempurna sehingga pertumbuhannya melambat, bahkan tanaman dapat mati. Pengendalian penyakit yang saat ini telah banyak dikembangkan adalah penggunaan agen hayati seperti *Bacillus* sp.. Pengendalian ini aman, efektif, serta tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan organisme lain. Aplikasi agen hayati terhadap patogen tanaman diharapkan mampu mempersempit penyebaran dari patogen (Syofiana *et al.*, 2019).

2.1.4 *Bacillus* spp. sebagai agen hayati

Bacillus sp. merupakan salah satu agen antagonis yang dapat digunakan dalam mengendalikan penyakit. *Bacillus* sp. dapat mengendalikan penyakit tanaman secara langsung dengan mengendalikan patogen terutama patogen tular tanah ataupun secara tidak langsung yaitu dengan membentuk ketahanan tanaman (Sholeha & Masnilah, 2022). Ciri-ciri *Bacillus* sp. menurut Mendrofa & Lase (2025) yaitu berwarna putih, bulat, tepi timbul, berukuran ± 2 mm, mempunyai elevasi cembung, mempunyai topografi halus, buram, serta mempunyai sifat gram positif dan katalase positif. Bakteri ini umumnya ditemukan di berbagai lingkungan seperti tanah, air dan sisa-sisa tanaman. *Bacillus* termasuk dalam genus yang memiliki tingkat keanekaragaman spesies yang melimpah dan lebih tinggi dibanding dengan genus lainnya dalam agroekosistem.

Hartono *et al.* (2024) menyatakan bahwa perendaman benih jagung selama 1 jam dengan variasi konsentrasi terbaik pada pemberian *Bacillus* sp. 15% dan *Pseudomonas* 15%. Hal ini karena *Bacillus* sp. mampu meningkatkan kecepatan perkecambahan benih, sebagai pelindung benih dengan cara membentuk koloni pada daerah perakaran tanaman. Selain itu, menghasilkan enzim protease, amilase dan kitinase, serta memiliki kemampuan sebagai enzim yang mampu menguraikan dinding sel patogen.

Hasanah *et al.* (2025) menyatakan agen hayati yang mengandung mikroorganisme antagonis seperti *Bacillus* sp., *Trichoderma*, dan *Pseudomonas* terbukti sangat efektif dalam menekan penyakit karat daun (*Puccinia polysora*) pada tanaman jagung manis melalui mekanisme kompetisi nutrisi, ruang, serta produksi senyawa antimikroba yang menghambat pertumbuhan patogen. Selain memperkuat sistem imun tanaman dengan memperbaiki keseimbangan mikrobiologis di zona akar (*rhizosfer*), perlakuan yang memberikan hasil terbaik dan paling stabil terhadap penekanan penyakit karat daun pada perlakuan P3 yaitu dengan dosis 7 liter/ha agen hayati (*Bacillus* sp., *Trichoderma*, dan *Pseudomonas*) dan NPK 150 kg/ha + Urea 100 kg/ha.

Mugiastuti *et al.* (2025) menyatakan *Bacillus* spp. mampu mengendalikan penyakit bulai jagung dengan menekan perkecambahan spora (80,55- 100%). Aplikasi *Bacillus* spp. dilakukan dengan penyemprotan daun pada 7 & 14 hst (hari setelah tanam) menggunakan suspensi bakteri dengan konsentrasi 10^9 CFU/ml, dan perendaman benih sebanyak 20 ml. Djaenuddin *et al.* (2017) mengatakan bahwa formula *B. subtilis* TM4 mampu menekan keparahan penyakit hawar pelepah dan upih daun pada tanaman jagung hingga umur 45 hst. untuk penyemprotan dibuat dengan mencampurkan 3 g *B. subtilis* TM4 ke dalam 1 liter air. Aplikasi penyemprotan dilakukan pada 1 dan 15 hari sesudah inokulasi patogen *Bipolaris maydis*.

2.1.5 Peran pupuk kalium

Kadar nutrisi K yang berperan bagi tanaman berkorelasi positif dengan akumulasi lignin ke dalam berkas pembuluh dan sel-sel sklerenkim dinding sel tanaman yang meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Putra *et al.*, 2022). Kalium (K) salah satu nutrisi penting bagi tanaman dan terlibat dalam banyak proses seluler yang dapat memengaruhi tingkat keparahan penyakit karat pada tanaman jagung (Zambolim *et al.*, 2019).

Tripathi *et al.* (2022) mengatakan kalium terbukti dapat menurunkan tingkat keparahan penyakit karat daun (*leaf rust*) yang disebabkan oleh patogen *Puccinia triticina* pada tanaman gandum. Penggunaan pupuk kalium dengan dosis yang optimal merupakan alternatif lainnya untuk pengendalian penyakit tanaman dan meningkatkan hasil tanaman jagung (Deviyanti *et al.*, 2017). Mutaqin *et al.* (2019) menyatakan dosis terbaik pupuk kalium yaitu 150 kg/ha mampu menghasilkan produksi tanaman jagung manis terbaik, unsur kalium dapat meningkatkan sintesis dan translokasi karbohidrat, sehingga meningkatkan ketebalan dinding sel dan kekuatan batang. Selain itu, kalium juga terdapat di dalam tanaman dalam kation K^+ yang berperan penting dalam respirasi dan fotosintesis.

Arif *et al.* (2022) mengatakan dosis pupuk kalium (KCl) paling efektif untuk menghasilkan kondisi tanaman yang prima dan produktif adalah perlakuan

K2 sebesar 2,80 gram/tanaman atau setara dengan 200 kg/ha. Hal ini dikarenakan unsur kalium (K) memiliki fungsi fisiologis yang krusial dalam pembentukan protein, transportasi air, distribusi nutrisi, serta proses fotosintesis dan pemanfaatan nitrogen. Selain mendukung pertumbuhan awal, kecukupan kalium juga berperan penting untuk meningkatkan resistensi alami tanaman terhadap serangan serangga dan penyakit utama jagung, seperti karat daun (*Puccinia polysora*), bercak daun (*Helminthosporium* sp.), dan penyakit bulai (*Peronosclerospora* sp).

2.2 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Jika nilai $H_0 > H_1$, maka H_1 ditolak, artinya pemberian *Bacillus* spp. dan pupuk kalium tidak berpengaruh terhadap intensitas penyakit karat daun pada tanaman jagung manis.
2. Jika nilai $H_0 < H_1$, maka nilai H_1 diterima, artinya pemberian *Bacillus* spp. dan pupuk kalium berpengaruh terhadap intensitas penyakit karat daun pada tanaman jagung manis.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di lahan pertanian dan Laboratorium Dasar IPA Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto pada bulan November 2025 – Maret 2026. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 75 meter diatas permukaan laut (mdpl) dengan suhu rata-rata selama penelitian sebesar 27 °C. Jenis tanah pada lokasi penelitian adalah tanah latosol.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu, benih jagung manis Varietas Bonanza MB F1, abu, pupuk urea, pupuk TSP, pupuk kalium, pupuk kandang kambing, larutan stok *Bacillus* spp., kentang 150 gr, air kelapa 250 ml, gula pasir 20 gram, air bersih 750 ml, spiritus, akuades, alkohol. Alat yang digunakan meliputi cangkul/sekop, alat tulis, kamera, talenan, pisau, alumunium foil, korek gas, plastik *wrapping*, kapas, labu erlenmeyer, tabung reaksi, cawan petri, timbangan digital, mikroskop cahaya, autoklaf, kompor, bunsen, tabung gas.

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama dosis *Bacillus* spp. terdiri atas 3 taraf yaitu B0 (0 ml/tanaman), B1 (15 ml/tanaman), B2 (20 ml/tanaman). Faktor kedua yaitu dosis pupuk kalium (KCl) yang terdiri atas 3 taraf K0 (0 gram/tanaman), K1 (6 gram/tanaman), K2 (9 gram/tanaman). Terdapat 9 kombinasi perlakuan, 3 ulangan, sehingga ada 27 unit perlakuan.

B0K0 : *Bacillus* spp. (0 ml), kalium (0 g)

B0K1 : *Bacillus* spp. (0 ml), kalium (6 g)
B0K2 : *Bacillus* spp. (0 ml), kalium (9 g)
B1K0 : *Bacillus* spp. (15 ml), kalium (0 g)
B1K1 : *Bacillus* spp. (15 ml), kalium (6 g)
B1K2 : *Bacillus* spp. (15 ml), kalium (9 g)
B2K0 : *Bacillus* spp. (20 ml), kalium (0 g)
B2K1 : *Bacillus* spp. (20 ml), kalium (6 g)
B2K2 : *Bacillus* spp. (20 ml), kalium (9 g)

3.4 Variabel Pengamatan

3.4.1 Masa inkubasi (mst)

Waktu inkubasi diamati saat munculnya gejala. Pengamatan gejala dilakukan sejak satu minggu setelah tanam (mst) sampai tanaman menunjukkan gejala penyakit karat, cara mengamati secara langsung pada daun jagung pada setiap tanaman sampel. Frekuensi pengamatannya dilakukan sebanyak beberapa kali untuk tanaman jagung yaitu 5, 6, 7, 8, 9, 10 dan 11 mst (Ruimassa *et al.*, 2022).

3.4.2 Gejala patogen karat daun

Cara pengukuran tingkat keparahan penyakit karat menurut Hendrayana *et al.* (2020) yaitu dengan menggunakan skala penilaian berdasarkan persentase gejala pada permukaan daun dan lokasi penyebarannya. Penilaian ini terbagi ke dalam lima kategori skor sebagai berikut:

1. Infeksi terlalu kecil sekali, satu atau dua sampai beberapa pustul yang tersebar di daun bawah (0–5%).
2. Jumlah pustul cukup rendah pada daun bawah (infeksi ringan) (>5–15%).
3. Pustul melimpah di daun bawah, beberapa di daun tengah (>15–30%)
4. Pustul banyak di daun bawah dan tengah, membentang ke atas daun dibagian tengah (>30–50%).

5. Pustul banyak pada semua daun, tanaman mengering sebelum waktunya dan mati oleh penyakit. (>50–100%).

3.4.3 Intensitas penyakit (%)

Perhitungan intensitas penyakit menurut Windriyati *et al.* (2023).

$$\text{Intensitas penyakit} = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

n : banyaknya tanaman atau bagian tanaman yang diamati dari setiap kategori serangan

V : nilai skala tiap katagori serangan.

Z : nilai skala setiap kategori serangan tertinggi.

N : banyaknya tanaman atau bagian tanaman yang diamati.

Tabel 3.1 Skoring gejala karat daun

Nilai kerusakan	Keterangan
0	Daun sehat (tidak ada gejala karat),
1	≤10 % bagian lembaran daun bergejala sakit,
2	>10 %-≤25% bagian lembaran daun bergejala sakit,
3	>25%-≤50% bagian lembaran daun bergejala sakit,
4	>50%-≤75% bagian lembaran daun sakit,
5	>75% bagian lembaran daun bergejala sakit

Sumber : (Puspawati & Sudarma, 2016).

3.4.4 Luas area di bawah kurva perkembangan penyakit

AUDPC (*Area Under the Disease Progress Curve* /area di bawah kurva perkembangan penyakit) dihitung sebagai berikut (Ginting *et al.*, 2025).

$$\text{AUDPC} = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{X_i + X_{i+1}}{2} \right) \times (T_{i+1} - T_i)$$

Keterangan :

AUDPC : area di bawah kurva perkembangan penyakit

X_i : tingkat keparahan penyakit ke-i

T_i : waktu pengamatan ke-i

n : jumlah pengamatan

3.4.5 Efektivitas perlakuan

Efektivitas perlakuan terhadap populasi karat daun dihitung dengan formula berikut (Suparto *et al.*, 2023).

$$E (\%) = \frac{IPk - IPp}{IPk} \times 100\%$$

Keterangan :

E : Efektivitas (%)

IPk : Keparahan penyakit pada kontrol

IPp : Keparahan penyakit pada perlakuan

Tabel 3.2 Skoring efektivitas perlakuan

Efektivitas	Keterangan
Tidak efektif	0%
Sangat kurang efektif	>0-20%
Kurang efektif	>20-40%
Cukup efektif	>40-60%
Efektif	>60-80%
Sangat efektif	>80%

Sumber : (Suparto *et al.*, 2023).

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh selanjutnya diolah menggunakan analisis sidik ragam atau ANOVA (*Analysis Of Variance*) atau uji F. Jika terdapat perbedaan yang nyata maka hasilnya diuji lanjut dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada tingkat kepercayaan 5%.

3.6 Garis Besar Penelitian

3.6.1 Persiapan tanam

Pengolahan tanah menggunakan cangkul dilakukan sebelum penanaman yang bertujuan untuk menggemburkan, kemudian pembuatan bedengan. Lahan yang akan ditanami jagung manis harus terbebas dari hama dan penyakit,

gulma agar terciptanya kondisi lingkungan yang baik bagi pertumbuhan, perkembangan dan produktivitas jagung manis. Pengolahan lahan dilakukan dengan dicangkul dan digaru dengan sempurna (Sari, 2024).

3.6.2 Pembuatan larutan stok bakteri

Isolat bakteri *Bacillus* spp. ditumbuhkan pada media NA miring selanjutnya dilakukan perbanyakan dalam media NB (*Nutrient Broth*). Media NB dibuat dengan mencampurkan ekstrak kentang dan air kelapa serta dilakukan sterilisasi. Isolat bakteri diambil dengan menggunakan jamur ose dan dimasukkan ke dalam media NB.

Formulasi bakteri dibuat dengan cara mencampurkan ekstrak kentang 750 ml dan air kelapa 250 ml sehingga menjadi 1 liter, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu yang digunakan 121°C dengan tekanan 15 lbs selama 30 menit (Idah, 2024). Setelah itu dinginkan/diamkan pada suhu ruang selama satu hari. Jika sudah dingin, berikan *Bacillus* spp. sebanyak 100 ml, kemudian diinkubasi selama satu minggu. Selain itu juga dilakukan penggojokan agar populasi *Bacillus* spp. semakin banyak.

3.6.3 Penanaman

Penanaman benih jagung manis dengan cara dibuat lubang tanam dibuat sedalam 3 cm. Jarak tanam jagung manis adalah 75 cm x 25 cm (Usmadi *et al.*, 2023).

3.6.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan setiap dua minggu sekali. Saat tanaman muda, penyiangan dilakukan menggunakan tangan, cangkul kecil, atau garpu. Pemeliharaan harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak perakaran yang belum kuat (Panggabean *et al.*, 2024).

3.6.5 Pemupukan

Pemberian pupuk kandang dilakukan bersamaan dengan pengolahan tanah. Dosis pemupukan NPK yang digunakan yaitu Urea 350 kg/ha, TSP 100 kg/ha (Kementan, 2022) dan KCl sesuai perlakuan. Pemupukan pertama 1/3 pada umur 8 HST yaitu, urea 3,96 gram, TSP 1,95 gram, untuk dosis perlakuan kalium K1 2 gram & K2 3 gram. Pemupukan kedua 2/3 pada umur 24 HST yaitu, urea 7,92 gram, TSP 3,90 gram, untuk dosis perlakuan kalium K1 4 gram & K2 6 gram. Pupuk diberikan dengan cara tugal sedalam 5 cm dengan jarak 10 cm dari batang tanaman dan ditutup dengan tanah.

3.6.6 Aplikasi *Bacillus* spp.

Sebelum aplikasi, pencampuran 1100 ml larutan stok *Bacillus* spp. dicampur dengan 11 liter air biasa. Aplikasi pada tanaman menggunakan dosis sesuai perlakuan B1 yaitu 15 ml & B2 20 ml per tanaman. Pengaplikasian formulasi *Bacillus* spp. dilakukan 10 kali, yaitu:

- a. Sebelum penanaman, dilakukan dengan perendaman benih jagung dengan *Bacillus* spp..
- b. Tanaman berumur 10 hst, yaitu dengan mengocorkan larutan ke perakaran.
- c. Tanaman berumur 15 hst, yaitu dengan mengocorkan larutan ke perakaran.
- d. Tanaman berumur 20 hst, yaitu dengan mengocorkan larutan ke perakaran.
- e. Tanaman berumur 25 hst, yaitu dengan menyemprot larutan ke daun.
- f. Tanaman berumur 30 hst, yaitu dengan menyemprot larutan ke daun.
- g. Tanaman berumur 35 hst, yaitu dengan menyemprot larutan ke daun.
- h. Tanaman berumur 40 hst, yaitu dengan menyemprot larutan ke daun.
- i. Tanaman berumur 50 hst, yaitu dengan mengocorkan larutan ke perakaran.
- j. Tanaman berumur 55 hst, yaitu dengan mengocorkan larutan ke perakaran.
- k. Tanaman berumur 60 hst, yaitu dengan mengocorkan larutan ke perakaran.

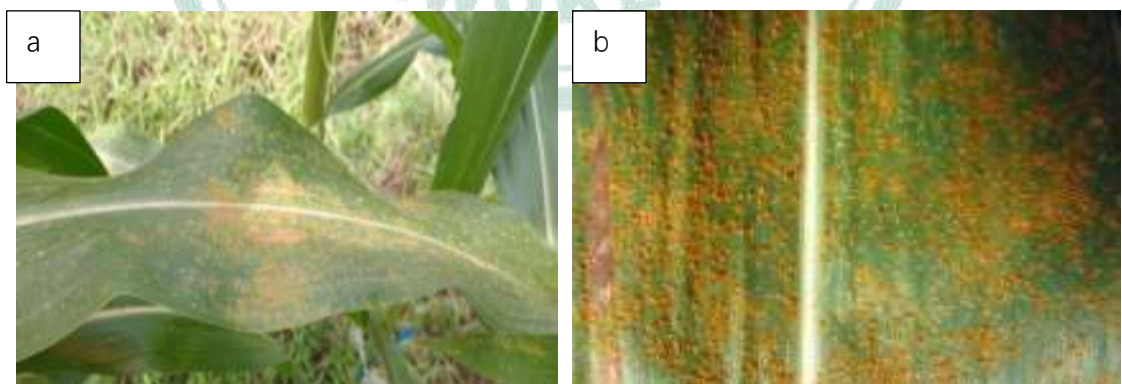
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gejala dan Masa Inkubasi Penyakit Karat Daun

Gejala penyakit karat daun dalam penelitian ini mulai muncul pada tanaman umur 42 hst (hari setelah tanam). Gejala karat daun ini ditandai dengan munculnya bintik-bintik kecil berbentuk bulat berwarna kuning pucat. Gejala karat daun menurut Sari *et al.* (2022) berupa bercak dengan berwarna cokelat kemerahan pada permukaan daun bagian bawah dan atas. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Pfordt & Paulus (2025) bahwa gejala awal penyakit karat daun jagung umumnya ditandai dengan munculnya bercak kecil berwarna kuning pucat pada permukaan daun atas dan bawah yang kemudian berkembang menjadi pustul berwarna cokelat kemerahan.

Ismiaji *et al.* (2025) dalam penelitiannya menyatakan bahwa gejala karat daun terlihat pada permukaan daun dengan struktur menonjol yang disebut pustula (bintil spora), dan tersebar pada permukaan helaian daun tanaman jagung. Bintik tersebut kemudian berkembang. Seiring dengan bertambahnya umur tanaman, pustul tersebut pecah dan mengeluarkan serbuk halus berwarna cokelat kemerahan atau jingga seperti karat besi. Pembentukan pustula ini mengganggu karena fotosintesis tanaman akibat rusaknya jaringan klorofil daun.



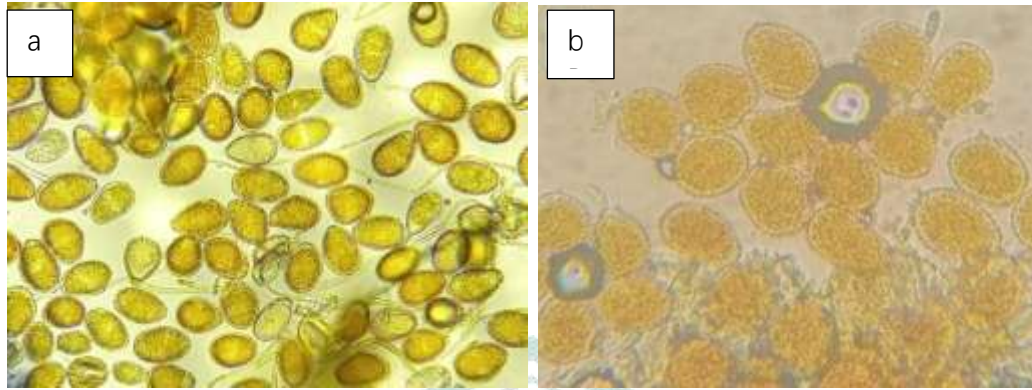
Gambar 4.1 Gejala karat daun sampel saat penelitian (a) dan (b) menurut Sun *et al.* (2024)

Hasil masa inkubasi penelitian ini lebih lambat dibandingkan penelitian Sari *et al.* (2022) yang melaporkan gejala penyakit karat terlihat pada saat pengamatan 5 minggu setelah tanam (35 hst). Perbedaan ini mengindikasikan bahwa perlakuan *Bacillus* spp. dan pupuk kalium mampu memperpanjang masa inkubasi gejala karat daun. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Mugiastuti *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa *Bacillus* sp. mampu menunda masa inkubasi karena kemampuannya dalam mengolonisasi perakaran tanaman, sehingga menjadi pesaing bagi patogen.

Omara *et al.* (2020) menyatakan bahwa perlakuan *Bacillus subtilis* secara signifikan mampu memperpanjang masa inkubasi penyakit karat batang pada tanaman gandum yang disebabkan oleh *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Masa inkubasi yang lebih panjang ini berkorelasi dengan penurunan keparahan penyakit, karena *Bacillus subtilis* memproduksi senyawa antibiotik yang menghambat perkecambahan spora patogen. Azmeraw *et al.* (2020) menyatakan bahwa pupuk kalium mampu menghambat perkecambahan spora patogen hingga 100%, sehingga dapat mengganggu siklus infeksi patogen sejak tahap awal. Kondisi tersebut menyebabkan perkembangan patogen berlangsung lebih lambat dan berkontribusi terhadap terhambatnya proses infeksi, sehingga masa inkubasi penyakit menjadi lebih panjang.

Mekanisme kalium dalam memperpanjang masa inkubasi penyakit melalui penguatan dinding sel tanaman. Unsur kalium berperan dalam membantu sintesis senyawa bermolekul tinggi, seperti selulosa dan lignin, sehingga mampu meningkatkan stabilitas serta ketahanan mekanis dinding sel terhadap penetrasi patogen. Kondisi tersebut menyebabkan proses infeksi patogen berlangsung lebih lambat sehingga masa inkubasi penyakit menjadi lebih panjang (Pacolet *et al.*, 2022).

Hasil pengamatan mikroskopis spora karat daun dapat diamati pada Gambar 4.2, uredospora yang ditemukan memiliki bentuk oval dengan warna kuning keemasan sampai coklat kekuningan serta permukaan berduri halus.



Gambar 4.2 Uredospora karat daun sampel penelitian (a) dan (b) menurut Albana *et al.* (2024).

Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa uredospora jamur karat daun berbentuk bulat hingga oval dengan warna kuning keemasan sampai cokelat kekuningan. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Albana *et al.* (2024) bahwa uredospora tampak tersusun bergerombol dengan dinding spora yang jelas. Ciri tersebut sesuai dengan karakteristik *Puccinia polysora*, yaitu memiliki uredospora berbentuk oval, berwarna kuning kecokelatan dan berdinding berduri halus.

Wenqiang *et al.* (2022) menyatakan terdapat dua jenis patogen menyebabkan penyakit karat pada daun jagung yaitu *Puccinia sorghi* dan *p. polysora*. Perbedaan keduanya yaitu uredospora pada *P. sorghi* berbentuk bulat sedangkan pada *P. polysora* lonjong. Uredospora *P. polysora* bersifat echinulate, dengan duri sepanjang 1.5–2 μm dan ketebalan dinding 1–2 μm . Pustul *P. polysora* berwarna cokelat kayu manis terang hingga oranye terang, berbentuk oval, dan dikelilingi oleh lingkaran berwarna kuning. Lee *et al.* (2025) menjelaskan bahwa uredospora *Puccinia sorghi* berbentuk globosa hingga subglobosa atau elipsoid dengan warna cokelat kekuningan hingga cokelat tua, serta memiliki dinding sel echinulate (berduri halus). Ukuran spora dilaporkan berkisar 22–35 $\times$ 23–34 μm .

4.2 Intensitas Penyakit Karat Daun

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa *Bacillus* spp. secara mandiri berpengaruh nyata hanya pada 70 hst, sedangkan pemberian kalium secara mandiri saat umur 42 hingga 70 hst memberikan pengaruh tidak nyata pada semua dosis. Interaksi kombinasi antara *Bacillus* spp. dan pupuk kalium memberikan pengaruh sangat nyata pada intensitas penyakit tanaman jagung manis saat umur 56 hst sedangkan pada umur 42, 49, 63 hst tidak berpengaruh nyata. Intensitas penyakit disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Intensitas penyakit (%) karat daun pada tanaman jagung dengan pemberian dosis *Bacillus* spp. dan kalium

Perlakuan	Umur tanaman (hst)				
	42	49	56	63	70
Dosis <i>Bacillus</i> spp.	TN	TN	TN	TN	*
B0 <i>Bacillus</i> spp. 0 ml/tan	9,33a	17,78a	22,22a	31,56a	37,33a
B1 <i>Bacillus</i> spp. 15ml/ tan	8,00a	14,67a	21,33a	30,22a	34,67b
B2 <i>Bacillus</i> spp. 20 ml/tan	8,89a	16,89a	20,89a	30,22a	35,11b
Dosis Kalium	TN	TN	TN	TN	TN
K0 Kalium 0 g/tan	9,33a	17,78a	22,22a	31,11a	35,33a
K1 Kalium 6 g/tan	8,00a	15,11a	21,33a	29,78a	34,67a
K2 Kalium 9 g/tan	8,89a	16,44a	20,89a	31,11a	36,89a
Dosis <i>Bacillus</i> spp. x kalium	TN	TN	**	TN	TN
B0K0 <i>Bacillus</i> spp. 0 ml, kalium 0 g	10,67a	21,33a	25,33a	33,33a	37,33a
B0K1 <i>Bacillus</i> spp. 0 ml, kalium 6 g	8,00a	14,67a	20,00c	30,67a	37,33a
B0K2 <i>Bacillus</i> spp. 0 ml, kalium 9 g	9,33a	17,33a	21,33bc	30,67a	37,33a
B1K0 <i>Bacillus</i> spp. 15 ml, kalium 0 g	8,00a	14,67a	20,00c	29,33a	33,33a
B1K1 <i>Bacillus</i> spp. 15 ml, kalium 6 g	8,00a	13,33a	24,00ab	30,67a	34,67a
B1K2 <i>Bacillus</i> spp. 15 ml, kalium 9 g	8,00a	16,00a	20,00c	30,67a	36,00a
B2K0 <i>Bacillus</i> spp. 20 ml, kalium 0 g	9,33a	17,33a	21,33bc	30,67a	36,00a
B2K1 <i>Bacillus</i> spp. 20 ml, kalium 6 g	8,00a	17,33a	20,00c	28,00a	32,00a
B2K2 <i>Bacillus</i> spp. 20 ml, kalium 9 g	8,89a	16,00a	21,33bc	32,00a	37,33a

Keterangan: * (berbeda nyata), ** (sangat berbeda nyata), tn (tidak nyata). Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam anova (*analysis of variance*), aplikasi mandiri *Bacillus* spp. pada umur 42 sampai 63 hst menunjukkan hasil tidak nyata. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan *Bacillus* spp. belum memberikan pengaruh yang berbeda dibandingkan dengan kontrol. Respon tanaman pada seluruh

perlakuan masih relatif sama, sehingga belum terlihat adanya perbedaan pengaruh antar dosis *Bacillus* spp. pada periode tersebut, serta *Bacillus* spp. belum dapat menekan intensitas penyakit karat daun pada fase tersebut jika dibandingkan dengan kontrol. Kondisi ini terjadi diduga karena pada fase vegetatif hingga awal generatif, bakteri *Bacillus* spp. yang diberikan melalui perendaman benih serta penyiraman *Bacillus* spp. ke daun dan perakaran masih berada dalam fase adaptasi untuk mengenali lingkungan hidupnya.

Saat tanaman umur 70 hst, pengaruh *Bacillus* spp. secara mandiri menunjukkan hasil berbeda nyata. Intensitas penyakit karat daun pada perlakuan tanpa *Bacillus* spp. (B0) sebesar 37,33%, lebih tinggi atau lebih parah dibandingkan perlakuan yang diberi *Bacillus* spp. dosis 15 ml (B1) yaitu 34,67% maupun dosis 20 ml (B2) yaitu 35,11%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian *Bacillus* spp. secara mandiri mampu menurunkan intensitas serangan penyakit karat daun dibandingkan dengan kontrol. Namun demikian, antara perlakuan B1 dan B2 tidak menunjukkan perbedaan karena keduanya memiliki notasi huruf yang sama (b), sehingga kedua dosis tersebut memberikan pengaruh yang relatif sama dalam menekan intensitas penyakit.

Hasil analisis sidik ragam saat umur 42 hingga 70 hst menunjukkan bahwa pemberian pupuk kalium secara mandiri memberikan pengaruh tidak nyata pada semua dosis perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian kalium secara mandiri belum mampu menekan intensitas penyakit pada periode tersebut. Kondisi ini diduga karena peran kalium dalam meningkatkan ketahanan tanaman belum bekerja secara optimal, terutama dalam memperkuat jaringan tanaman dan mekanisme ketahanan terhadap perkembangan penyakit belum terlihat secara signifikan. Selain itu, efektivitas kalium juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan serta tingkat infeksi patogen di lapangan yang relatif tinggi sehingga menutupi pengaruh perlakuan. Yosephine *et al.* (2020) menyatakan hal yang menyebabkan perlakuan kalium tersebut kurang efektif karena kalium yang diberikan melalui tanah kurang terserap dengan baik. Kondisi ini dapat terjadi akibat sebagian kalium mengalami pencucian oleh air hujan, terfiksasi oleh partikel tanah, atau keterbatasan kemampuan akar dalam menyerap hara sehingga jumlah

kalium yang tersedia untuk mendukung ketahanan tanaman terhadap penyakit menjadi berkurang.

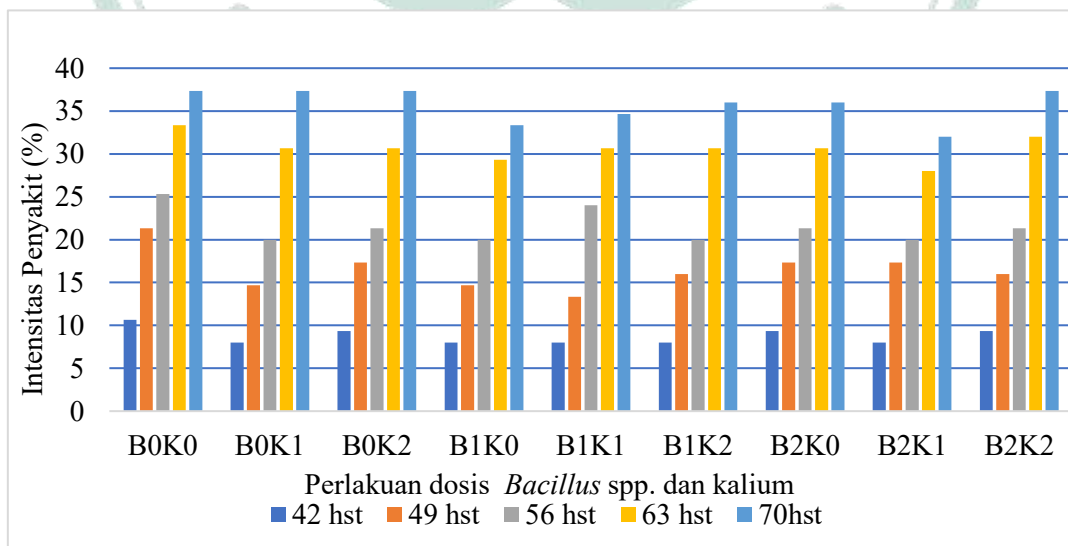
Hasil analisis sidik ragam, perlakuan *Bacillus* spp. dan kalium menunjukkan hasil tidak nyata pada umur 42, 49, 63 dan 70 hst. Tidak ada perbedaan yang jelas terhadap intensitas penyakit, sehingga seluruh kombinasi perlakuan pada periode tersebut memberikan respon yang relatif sama dalam menekan intensitas penyakit. Hal ini mengindikasikan bahwa pada fase tersebut, baik *Bacillus* spp. maupun kalium secara kombinasi belum mampu memberikan pengaruh yang saling menguatkan dalam menekan perkembangan penyakit secara konsisten.

Saat tanaman umur 56 hst, kombinasi *Bacillus* spp. dan kalium memberikan pengaruh berbeda sangat nyata. Hal ini diduga karena pada fase tersebut terjadi kondisi yang lebih mendukung aktivitas kedua perlakuan, sehingga *Bacillus* spp. sebagai agen hayati dapat bekerja lebih optimal dalam menekan patogen melalui mekanisme antibiosis dan kompetisi, sementara kalium berperan dalam memperkuat jaringan tanaman serta meningkatkan ketahanan terhadap serangan penyakit. Sinergi kedua perlakuan tersebut pada fase 56 hst diduga menyebabkan terjadinya respon tanaman yang lebih nyata dalam menekan intensitas penyakit dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya pada waktu pengamatan yang berbeda.

Pengaruh kombinasi perlakuan *Bacillus* spp. dan pupuk kalium pada umur 56 hst menunjukkan adanya variasi intensitas penyakit karat daun pada setiap perlakuan. Intensitas penyakit tertinggi terdapat pada perlakuan B0K0 (kontrol) yaitu sebesar 25,33%, yang terlihat sangat tinggi dibandingkan seluruh perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan jika tanpa pemberian *Bacillus* spp. maupun pupuk kalium, tanaman lebih rentan terhadap serangan patogen karat daun. Perlakuan B1K1 menunjukkan intensitas penyakit sebesar 24,00% , yang masih mendekati kontrol sehingga menunjukkan bahwa kombinasi tersebut belum memberikan pengaruh yang optimal dalam menekan intensitas penyakit. Sementara itu, perlakuan B0K2, B2K0, dan B2K2 masing-masing menunjukkan intensitas sebesar 21,33%, yang lebih rendah dibandingkan kontrol, namun masih berada pada kelompok yang sama sehingga menunjukkan pengaruh yang relatif sedang dalam menekan intensitas penyakit. Perlakuan B0K1, B1K0, B1K2, dan B2K1

menunjukkan intensitas penyakit terendah yaitu masing-masing sebesar 20,00%. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut merupakan kelompok yang paling efektif dalam menekan intensitas penyakit karat daun dibandingkan perlakuan lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa kombinasi *Bacillus* spp. dan pupuk kalium, mampu memberikan pengaruh yang lebih baik dalam menghambat perkembangan penyakit. Secara keseluruhan, hasil pengamatan pada umur 56 hst menunjukkan bahwa perlakuan B1K0, B1K2, B0K1 dan B2K1 merupakan perlakuan yang paling efektif dalam menekan intensitas penyakit karat daun dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan kontrol menunjukkan intensitas penyakit tertinggi.

Saputri *et al.* (2020) menyatakan bahwa pada tanaman kontrol mempunyai intensitas penyakit tertinggi. Intensitas penyakit tertinggi pada tanaman kontrol disebabkan oleh aktivitas patogen yang lebih cepat masuk dan kemudian menginfeksi jaringan tanaman dan tidak adanya mekanisme ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen. Suriani *et al.* (2018) menyatakan bahwa mekanisme penekanan perkembangan patogen oleh *B. subtilis* dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Bakteri ini memproduksi beberapa senyawa toksin berbahaya sehingga secara langsung dapat menekan, *B. subtilis* dapat menginduksi ketahanan tanaman dengan menekan jumlah koloni patogen di perakaran, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman, terutama dalam penyerapan unsur hara. Hal ini juga terkait dengan peranan *B. subtilis* sebagai bakteri PGPR.



Gambar 4.3 Intensitas penyakit karat daun jagung.

4.3 AUDPC (*Area Under Disease Progress Curve*)

AUDPC merupakan luas area di bawah kurva yang digunakan untuk mengukur sejauh mana penyakit berkembang sepanjang waktu (Lakani *et al.*, 2025). AUDPC menggambarkan tekanan penyakit sepanjang pertumbuhan tanaman, sehingga lebih representatif dalam memprediksi kehilangan hasil dibandingkan hanya mengandalkan pengamatan keparahan penyakit pada satu titik waktu tertentu (Nuryanto *et al.*, 2025). Perhitungan AUDPC dilakukan setelah data keterjadian dan keparahan penyakit dari setiap perlakuan sudah didapatkan. Pemberian *Bacillus* spp. dan pupuk kalium terhadap nilai AUDPC dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 AUDPC karat pada daun jagung

Perlakuan	Nilai AUDPC
B0K0 (<i>Bacillus</i> spp. 0 ml, kalium 0 g)	728,00
B0K1 (<i>Bacillus</i> spp. 0 ml, kalium 6 g)	616,00
B0K2 (<i>Bacillus</i> spp. 0 ml, kalium 9 g)	658,00
B1K0 (<i>Bacillus</i> spp. 15 ml, kalium 0 g)	625,33
B1K1 (<i>Bacillus</i> spp. 15 ml, kalium 6 g)	630,00
B1K2 (<i>Bacillus</i> spp. 15 ml, kalium 9 g)	620,60
B2K0 (<i>Bacillus</i> spp. 20 ml, kalium 0 g)	644,00
B2K1 (<i>Bacillus</i> spp. 20 ml, kalium 6 g)	597,30
B2K2 (<i>Bacillus</i> spp. 20 ml, kalium 9 g)	648,60

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pemberian *Bacillus* spp. dan pupuk kalium, B2K1 (*Bacillus* spp. 20 ml/tanaman dengan pupuk KCl 6 g/tanaman) mempunyai nilai AUDPC terendah yaitu sebesar 597,30. Perlakuan B0K0 kontrol tanpa perlakuan menunjukkan nilai AUDPC tertinggi yaitu sebesar 728,00. Nilai AUDPC yang rendah menunjukkan bahwa perkembangan penyakit berlangsung lebih lambat dan tingkat keparahan penyakit relatif lebih rendah. Sebaliknya, nilai AUDPC yang tinggi menunjukkan penyakit berkembang lebih cepat dan menyebabkan tekanan penyakit yang lebih besar (Shikha *et al.*, 2024). Perlakuan B2K1 berpotensi menjadi kombinasi terbaik karena menghasilkan AUDPC dan intensitas penyakit yang terendah pada pengamatan 56 hst (20,00%) dan 70 hst (32,00%). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kombinasi *Bacillus* spp. dosis 20

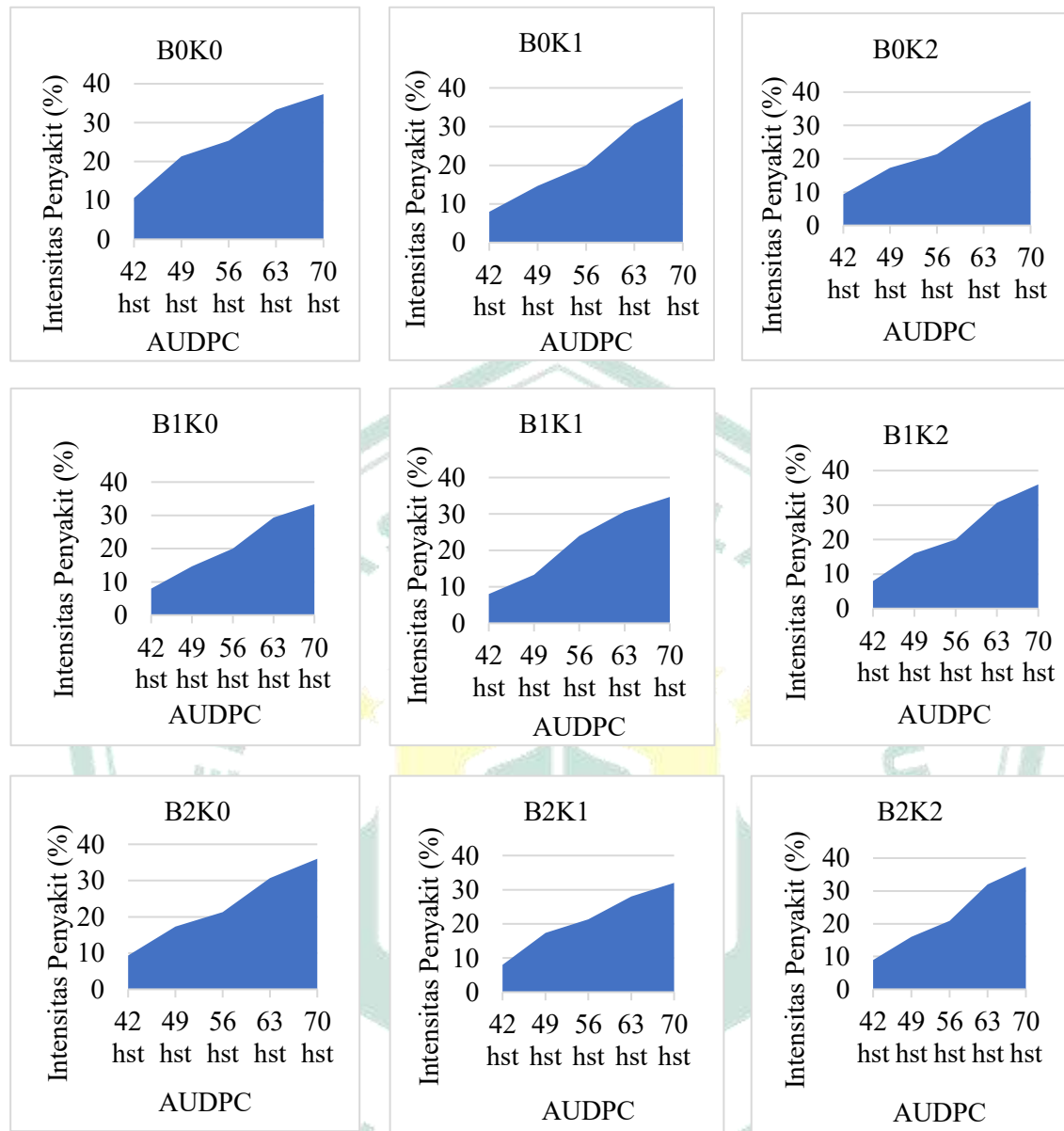
ml dan kalium 6 g mampu menekan perkembangan penyakit secara lebih konsisten dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan B0K1 (*Bacillus* spp. 0 ml, kalium 6 g) menghasilkan nilai AUDPC sebesar 616,00, lebih rendah dibandingkan kontrol (728,00). Nilai tersebut menunjukkan bahwa pemberian kalium 6 g/tanaman mampu memperlambat perkembangan penyakit karat daun selama periode pengamatan. Sardans *et al.* (2021) menyatakan bahwa kalium berperan dalam meningkatkan kekuatan jaringan tanaman, mengatur keseimbangan air, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen sehingga perkembangan penyakit berlangsung lebih lambat.

Perlakuan B1K2 (*Bacillus* spp. 15 ml, kalium 9 g) menghasilkan nilai AUDPC sebesar 620,60, yang juga lebih rendah dibandingkan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi *Bacillus* spp. dan kalium mampu menekan akumulasi penyakit karat daun selama masa pengamatan. Kombinasi kedua perlakuan tersebut diduga bekerja secara sinergis, di mana *Bacillus* spp. berperan sebagai agen antagonis terhadap patogen sedangkan kalium membantu meningkatkan ketahanan tanaman. Lin *et al.* (2022) menyatakan bahwa *Bacillus* spp. sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) mampu meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman melalui berbagai mekanisme, termasuk produksi metabolit antimikroba dan induksi ketahanan sistemik.

Perlakuan B1K0 (*Bacillus* spp. 15 ml, kalium 0 g) menghasilkan nilai AUDPC sebesar 625,33, yang masih lebih rendah dibandingkan kontrol. Meskipun tanpa pemberian kalium, perlakuan ini tetap mampu menekan perkembangan penyakit karat daun. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa *Bacillus* spp. secara mandiri telah berkontribusi dalam menghambat perkembangan patogen. Menurut Khan *et al.* (2022), *Bacillus* spp. mampu menghasilkan berbagai metabolit antimikroba, enzim hidrolitik, serta menginduksi ketahanan tanaman sehingga perkembangan penyakit dapat ditekan dan berlangsung lebih lambat. Saputri *et al.* (2020) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pada tanaman kontrol rata-rata tanaman mengalami intensitas penyakit tertinggi. Intensitas penyakit tertinggi dalam kontrol disebabkan oleh aktivitas patogen yang lebih cepat masuk dan kemudian menginfeksi jaringan tanaman dan tidak adanya mekanisme ketahanan

tanaman terhadap infeksi patogen. Hal ini sangat relevan dengan hasil penelitian di mana kontrol (B0K0) menjadi pembanding untuk melihat sejauh mana efektivitas perlakuan dalam menekan perkembangan penyakit. Rendahnya nilai AUDPC pada perlakuan B2K1 diduga karena kombinasi aplikasi (*Bacillus* spp. 20 ml, kalium 6 g) mampu menekan perkembangan patogen penyebab penyakit karat daun. Hal ini meunjukkan peningkatan dosis kalium yang terlalu tinggi belum tentu memberikan efektivitas optimal dalam menekan perkembangan penyakit. Diduga tanaman telah mencapai kondisi kecukupan unsur hara pada dosis tertentu sehingga penambahan dosis yang lebih tinggi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap penekanan penyakit.

Unsur kalium berperan dalam menurunkan nilai AUDPC karena kalium berfungsi memperkuat jaringan tanaman, meningkatkan ketebalan dinding sel, serta membantu regulasi fisiologis tanaman. Tanaman yang memperoleh kalium dalam jumlah cukup cenderung memiliki ketahanan lebih baik terhadap serangan patogen dibandingkan tanaman yang kekurangan kalium. Kondisi tersebut menyebabkan infeksi dan perkembangan penyakit berlangsung lebih lambat sehingga akumulasi penyakit menjadi lebih rendah (Ijaz *et al.*, 2021). Hal ini diperkuat oleh pernyataan Mugiastuti *et al.* (2019), *Bacillus* spp. diketahui mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder, antibiotik, dan enzim hidrolitik yang bersifat antagonis terhadap patogen tanaman. Selain itu, bakteri ini juga mampu menginduksi ketahanan sistemik tanaman sehingga perkembangan penyakit menjadi lebih lambat. Ukhtani (2025) menyatakan jika nilai AUDPC yang besar menunjukkan intensitas penyakit meningkat, namun nilai AUDPC yang rendah menunjukkan bahwa perkembangan penyakit lebih lambat dan tingkat keparahan penyakit relatif lebih rendah.



Gambar 4.4 AUDPC (*Area Under Disease Progress Curve*)

4.4 Efektivitas Perlakuan

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan kombinasi *Bacillus* spp. dan dosis pupuk kalium dalam menekan intensitas penyakit pada tanaman jagung menunjukkan hasil yang bervariasi. Perhitungan efektivitas dilakukan dengan membandingkan intensitas penyakit pada setiap perlakuan terhadap kontrol (B0K0)

saat pengamatan (56 hst). Data efektivitas pada pengamatan akhir dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Efektivitas perlakuan

Perlakuan	Nilai efektivitas
B0K1 (<i>Bacillus</i> spp. 0 ml, kalium 6 g)	21,04%
B0K2 (<i>Bacillus</i> spp. 0 ml, kalium 9 g)	15,79%
B1K0 (<i>Bacillus</i> spp. 15 ml, kalium 0 g)	21,04%
B1K1 (<i>Bacillus</i> spp. 15 ml, kalium 6 g)	5,26%
B1K2 (<i>Bacillus</i> spp. 15 ml, kalium 9 g)	21,04%
B2K0 (<i>Bacillus</i> spp. 20 ml, kalium 0 g)	15,79%
B2K1 (<i>Bacillus</i> spp. 20 ml, kalium 6 g)	21,04%
B2K2 (<i>Bacillus</i> spp. 20 ml, kalium 9 g)	15,79%

Tabel 4.4 Skoring efektivitas perlakuan

Efektivitas	Keterangan
Tidak efektif	0%
Rendah	>0-20%
Sedang	>20-40%
Tinggi	>40-60%
Sangat tinggi	>60-100%

Sumber : (Yusmar *et al.*, 2024).

Hasil perhitungan efektivitas perlakuan ini menunjukkan bahwa kombinasi *Bacillus* spp. dan kalium berada pada kisaran 5,26% hingga 21,04%. Nilai efektivitas tertinggi sebesar 21,04% terdapat pada beberapa perlakuan, yaitu B0K1, B1K0, B1K2, serta B2K1. Berdasarkan klasifikasi efektivitas yang digunakan, nilai tersebut termasuk kategori rendah hingga sedang. Sebagian besar perlakuan masih berada pada kategori rendah <20%, sedangkan efektivitas tertinggi sebesar 21,04% yang diperoleh pada perlakuan B0K1, B1K0, B1K2, dan B2K1 termasuk kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi *Bacillus* spp. dan kalium telah mampu menekan perkembangan penyakit karat daun, namun tingkat penekanannya masih terbatas sehingga belum menghasilkan pengendalian yang tinggi. Nilai efektivitas tertinggi mencapai 21,04% menunjukkan bahwa kemampuan perlakuan dalam menekan penyakit masih tergolong sedang. Hal ini sesuai pernyataan Yusmar *et al.* (2024) bahwa kondisi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti ketidaksesuaian waktu aplikasi dengan fase infeksi patogen,

kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, kemampuan kolonisasi bakteri pada tanaman, serta interaksi antara tanaman, patogen yang kurang mendukung aktivitas antagonis *Bacillus* spp., atau memungkinkan tingkat serangan patogen yang cukup tinggi di lapangan sehingga pengendalian menjadi kurang optimal. Hal ini dapat dijelaskan bahwa beberapa kombinasi perlakuan pada penelitian ini tidak memberikan efektivitas tinggi.

Khan *et al.* (2022) menyatakan bahwa efektivitas perlakuan yang relatif rendah hingga sedang menunjukkan bahwa mekanisme pengendalian hayati oleh *Bacillus* spp. kemungkinan belum berlangsung secara optimal. Keberhasilan *Bacillus* spp. sebagai agen hayati sangat dipengaruhi oleh kemampuan bakteri beradaptasi dan berkolonisasi pada lingkungan tanaman. Kondisi lingkungan yang kurang sesuai dapat mengurangi produksi metabolit antimikroba maupun kemampuan induksi ketahanan tanaman sehingga tingkat penekanan penyakit menjadi terbatas.

Tao *et al.* (2020) menyatakan bahwa kalium berperan dalam memperkuat dinding sel, mengatur keseimbangan air, serta meningkatkan aktivitas enzim pertahanan tanaman. Efektivitasnya pemupukan oleh kalium dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara di dalam tanah, tingkat serapan akar dan kondisi lingkungan. Apabila serapan kalium kurang optimal, maka peningkatan ketahanan tanaman terhadap penyakit juga menjadi terbatas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas perlakuan *Bacillus* spp. dan pupuk kalium masih tergolong rendah hingga sedang. Hal ini diduga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan selama penelitian yang masih mendukung perkembangan penyakit karat daun, sehingga kemampuan *Bacillus* spp. dan pupuk kalium dalam menekan perkembangan patogen belum berlangsung secara optimal. Data lingkungan ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data lingkungan penelitian menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

Tanggal pengamatan	Suhu	Kelembapan
18 November 2025	27 °C	81%
20 November 2025	27 °C	80%
25 November 2025	27 °C	79%
30 November 2025	29 °C	77%
4 Desember 2025	27 °C	81%

5 Desember 2025	27 °C	80%
10 Desember 2025	30 °C	76%
15 Desember 2025	27 °C	82%
20 Desember 2025	27 °C	81%
30 Desember 2025	27 °C	80%
4 Januari 2026	27 °C	82%
9 Januari 2026	27 °C	81%
Rata-rata	27 °C	80%

Berdasarkan data BMKG suhu rata-rata selama penelitian ketika aplikasi *Bacillus* spp. dan kalium berkisar 27 °C dengan kelembapan 80%. Hal ini diduga menyebabkan aktivitas *Bacillus* spp. belum optimal karena kondisi suhu saat aplikasi belum sepenuhnya berada pada kisaran suhu optimum pertumbuhan bakteri, sehingga kemampuan *Bacillus* spp. dalam mengkolonisasi tanaman dan menekan perkembangan patogen masih terbatas. Menurut Abuhena *et al.* (2022) strain *Bacillus* sp. sebagai PGPR dan agen hayati, terutama *Bacillus subtilis*, tumbuh optimal pada kisaran 28-30 °C. Kisaran tersebut pertumbuhan sel, kolonisasi akar, dan aktivitas metabolisme berlangsung paling baik. Aplikasi *Bacillus* spp. dilakukan melalui penyemprotan ke daun dan perakaran dilakukan pada pukul 08.00-10.00 WIB dengan suhu rata-rata 27 °C.

Patel *et al.* (2023) menyatakan bahwa aplikasi *Bacillus* spp. sebaiknya dilakukan pada pagi hari dikarenakan berpotensi mengurangi viabilitas bakteri akibat meningkatnya laju penguapan air pada permukaan daun dan paparan radiasi matahari. Kondisi ini dapat memengaruhi kemampuan *Bacillus* spp. untuk bertahan hidup dan berkolonisasi secara optimal setelah aplikasi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Chaudhary *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa aktivitas PGPR, termasuk *Bacillus* spp., justru meningkat pada suhu sekitar 30°C karena produksi metabolit sekunder seperti lipopeptida menjadi lebih optimal pada kondisi tersebut.

Qiu *et al.* (2022) menyatakan bahwa kelembapan optimum sekitar 70–90% umumnya mendukung kelangsungan hidup, kolonisasi, dan aktivitas bakteri setelah aplikasi di lapangan. Etesami *et al.* (2023) menyatakan bahwa kelembapan sekitar 80% proses kolonisasi daerah perakaran juga berpotensi berlangsung lebih baik karena kadar air tanah umumnya mencukupi untuk mendukung aktivitas mikroba tanah. Kondisi tersebut dapat meningkatkan interaksi antara *Bacillus* spp. dan

tanaman inang. Wulan *et al.* (2022) menyatakan bahwa *Bacillus* spp. mampu memacu sistem pertahanan tanaman melalui aktivasi enzim pertahanan. Namun, respon tersebut sangat bergantung pada kecocokan antara strain bakteri dengan tanaman, serta tingkat intensitas infeksi patogen. Hal ini dikarenakan *Bacillus* spp. membutuhkan waktu dan interaksi yang stabil dengan tanaman inang untuk berkolonisasi dan memberikan perlindungan secara optimal. Efektivitas perlakuan menunjukkan bahwa dosis yang lebih tinggi tidak selalu meningkatkan pengendalian penyakit. Hal ini sejalan dengan penelitian Maulina *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa PGPR seperti *Bacillus* spp. bekerja secara kompleks dan sangat dipengaruhi oleh lingkungan serta interaksi mikroba di rizosfer.

Fedele *et al.* (2020) menyatakan bahwa prediksi pertumbuhan agen hayati di bawah kondisi lapangan memerlukan interaksi yang baik antara suhu, kelembapan, dan periode kolonisasi, karena faktor-faktor ini menentukan seberapa lama aplikasi agen hayati tetap efektif, fluktuasi suhu dan kelembapan harian yang terjadi di lapangan dapat menyebabkan viabilitas agen hayati menurun dengan cepat. Pacolet *et al.* (2022) menyatakan bahwa kalium berperan dalam sintesis selulosa dan lignin yang memperkuat dinding sel tanaman sehingga lebih tahan terhadap penetrasi patogen. Namun, proses pembentukan senyawa tersebut sangat dipengaruhi oleh hasil fotosintesis yang bergantung pada kondisi lingkungan, terutama cahaya dan suhu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data analisis dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Intensitas penyakit atau kerusakan karena karat daun pada tanaman jagung manis tertinggi terjadi pada perlakuan kontrol (B0K0) sebesar 37,33% dan intensitas penyakit terendah pada perlakuan B2K1 sebesar 32,00% pada umur 70 hst.
2. Aplikasi kombinasi *Bacillus* spp. dan pupuk kalium berpengaruh terhadap intensitas penyakit karat daun pada umur 56 hst dan aplikasi *Bacillus* spp. secara mandiri berpengaruh pada 70 hst.
3. Kombinasi dosis terbaik yang paling efektif menekan perkembangan penyakit karat daun jagung manis adalah perlakuan B2K1 (*Bacillus* spp. 20 ml/tanaman dan pupuk KCl 6 g/tanaman) karena perlakuan ini mempunyai intensitas penyakit (32,00%) dan nilai AUDPC terendah yaitu (597,30). Nilai efektivitas B2K1 dalam menekan penyakit sebesar 21,04% dan tergolong sedang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijabarkan, maka perlu disarankan penelitian lebih lanjut terkait konsentrasi penggunaan *Bacillus* spp. dan pupuk kalium untuk mendapatkan tingkat efektivitas yang lebih tinggi dengan varietas jagung yang berbeda dalam mengendalikan penyakit karat daun. Aplikasi *Bacillus* spp. sebaiknya dilakukan pada pagi hari lebih awal (pukul 06.00-08.00 WIB) untuk menghindari penurunan viabilitas bakteri akibat suhu tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abuhena, M., Al-Rashid, J., Azim, M. F., Khan, M. N. M., Kabir, M. G., Barman, N. C., Rasul, N. M., Akter, S., & Huq, M. A. 2022. Optimization Of Industrial (3000 L) Production Of *Bacillus Subtilis* Cw-S And Its Novel Application For Minituber And Industrial-Grade Potato Cultivation. *Scientific Reports*, 12(1), 1–19. <https://doi.org/10.1038/S41598-022-15366-5>
- Agustina, N., Purnawati, A., & Prasetyawati, Endang, T. 2022. *Potensi Konsorsium Bacillus Spp. Dan Pseudomonas Fluorescens Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Cabai Rawit*. 10(1), 1–8.
- Albana, H., Resti, Z., Tanaman, D. P., Pertanian, F., & Andalas, U. 2024. *Tingkat Serangan Penyakit Karat Daun Pada*. 23(2), 305–312.
- Arif, A., Putra, I. A., & Nadhira, A. 2022. Respon Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays* L. *Saccharata*) Terhadap Pemberian Pupuk Kalium Dan Pupuk Kandang Kambing. *Agronu: Jurnal Agroteknologi*, 2(01), 1–11. <https://doi.org/10.53863/Agronu.V2i01.494>
- Arsi, Kurnia, Fitra, N. K., & Suparman. 2024. Evaluasi Pengelolaan Penyakit Tanaman Terpadu Pada Petani Jagung (*Zea Mays* L.) Di Desa Suka Menang, Kecamatan Gelumbang, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan Evaluation. *Jurnal Tanaman Pangan Dan Hortikultura*, 6(1), 1–19. <https://doi.org/10.25181/Jplantasimbiosa>
- Asmulliani R., Fatmawati, & Kadir. 2024. Respon Baby Corn Jagung Manis (*Zea Mays* L. *Saccharata* Strut) Pada Berbagai Jarak Tanam Dengan Waktu Penyiangan. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 12(2), 145–153. <https://doi.org/10.30605/Perbal.V12i2.3358>
- Azmeraw, Y., Admassu, B., Abeyo, B., & Bacha, N. 2020. In-Vitro And In-Vivo Evaluation Of Inorganic Salts For The Management Of Wheat Stem Rust (*Pucciniagraminis* F.Sp. *Trtici*). *Journal Of Agricultural Sciences - Sri Lanka*, 15(2), 133–141. <https://doi.org/10.4038/Jas.V15i2.8795>
- Barus, A. A., Dyah, W., Parwati, U., & Hastuti, P. B. 2025. *Pengaruh Jarak Tanam Dan Dosis Pupuk Npk Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis*. 3, 952–957.
- Badan Pusat Statistik. 2024. *Luas Panen, Produksi, Dan Produktivitas Jagung Menurut Provinsi, 2024*. Bps.Go.Id. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/Mjiwncmy/Luas-Panen--Produksi--Dan-Produktivitas-Jagung-Menurut-Provinsi.Html>

- Bayındır, U., & Kucukyumuk, Z. 2025. Pengaruh Kalium Terhadap Konsentrasi Nutrisi Tanaman , Perkembangan Tanaman , Dan Penyakit Busuk Rhizoctonia (Rhizoctonia Solani) Pada Cabai. *Horticulturae*.
- Cahyadi, R. A. 2022. Pengaruh Varietas Dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung Hibrida (*Zea Mays* L.) Di Lahan Pertanaman Karet Skripsi. *Skripsi*, 112.
- Chaudhary, P., Khatai, P., Chaudhary, A., Gangola, S., Kumar, R., & Sharma, A. 2021. Bioinoculation Using Indigenous Bacillus Spp. Improves Growth And Yield Of Zea Mays Under The Influence Of Nanozeolite. *3 Biotech*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02561-2>
- Daeli, P. M., Asdak, C., & Amaru, K. 2022. Kajian Kombinasi Ketebalan Mulsa Dan Interval Irigasi Tetes Dilahan Kering Terhadap Produktivitas Jagung Manis. *Prosiding Seminar ...*, 4, 97–109. <https://prosiding.ummetro.ac.id/index.php/snppm/article/view/66>
- Deviyanti, P., Rosyidah, A., & Muslikah, S. 2017. Pengaruh Sumber Dan Dosis Pupuk Kalium Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays* L. Saccharata) Varietas Paragon The. *Jurnal Agronisma*, 10(2), 50–66.
- Dimaspatti, S., Syafi'i, M., Afifah, L., & Rakhman, F. 2023. Uji Ketahanan Beberapa Calon Varietas Jagung Manis (*Zea Mays* L. Saccharata Sturt.) Hibrida F1 Unsika Terhadap Penyakit Penting Jagung Di Purwakarta. *Jurnal Agroplasma*, 10(1), 206–215.
- Dini, N., Asnawati, & Warganda. 2025. Pengaruh Kompos Batang Pisang Dan Pupuk Kalium Klorida (Kcl) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Pada Lahan Podsolik Merah Kuning. *Blantika: Multidisciplinary Journal*, 3(10), 1322–1333. <https://doi.org/10.57096/blantika.v3i10.432>
- Djaenuddin, N., Nonci, N., & Muis, A. 2017. Efektivitas Formula Bacillus Subtilis Tm4 Untuk Pengendalian Penyakit Pada Tanaman Jagung. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13(4), 113–118. <https://doi.org/10.14692/jfi.13.4.113>
- Dodo, & Wawan. 2024. Pengaruh Jarak Tanam Dan Dosis Pupuk Npk Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (*Zeamays* L). *Jurnal Fakultas Pertanian - Agrosasepa*, 2(2), 18–23.
- Etesami, H., Jeong, B. R., & Glick, B. R. 2023. Potential Use Of Bacillus Spp. As An Effective Biostimulant Against Abiotic Stresses In Crops—A Review. *Current Research In Biotechnology*, 5(December 2022), 100128. <https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2023.100128>
- Fiqriansyah, M., Putri, S. A., Syam, R., Rahmadani, A. S., Frianie, T. N. S. A. R. ., N, Y. I. S., Adhayani, A. N., Fauzan, N., Bachok, N. A., Manggabarani, A. M., & D, Y. 2021. Teknologi Budidaya Tanaman Jagung (*Zea Mays*) Dan Sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench). In *Teknologi Budidaya Tanaman*

Jagung (Zea Mays) Dan Sorgum (Sorghum Bicolor (L.) Moench).

- Firmansyah, F., Suharjono, S., & Hadiyanto, D. K. 2022. Pengaruh Dosis Pupuk Kalium Dan Pupuk Organik Cair Terhadap Persentase Serangan Penyakit Bulai Dan Potensi Hasil Benih Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata L.*) Hibrida. *Agrosaintifika*, 4(1), 254–265. <https://doi.org/10.32764/Agrosaintifika.V4i1.2390>
- Fitriana, A., Hanani, N., & Fahriyah, F. 2024. Dampak Kebijakan Domestik Terhadap Produksi Dan Harga Jagung Domestik Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 8(3), 1077–1089. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jepa.2024.008.03.21>
- Ginting, C., Pramesti, E. A., Maryono, T., Sudarsono, H., & Susanto, H. 2025. *Khasiat Asam Fosfonat Yang Diaplikasikan Melalui Penyemprotan Dan Perlakuan Benih Pada Berbagai Konsentrasi Untuk Mengendalikan Penyakit Bulai Berbulu Pada Tanaman Jagung Machine Translated By Google. 1*, 328–336.
- Hartono, H. P., Rokhim, S., & Faizah, H. 2024. Pengaruh Pemberian Pgp Bacillus Sp. Dan Pseudomonas Sp. Asal Akar Bambu Apus Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*). *Jurnal Ilmiah Membangun Desa Dan Pertanian*, 9(3), 294–303. <https://doi.org/10.37149/Jimdp.V9i3.1154>
- Hasanah, Siti, N., Syafi'i, M., Afifah, L., & Bahruzin. 2025. Respons Pemberian Kombinasi Dosis Pupuk Organik Hayati Dan Pupuk Npk Urea Terhadap Penyakit Jagung Manis (*Zea Mays L. Saccharata Sturt*) Ms-Unsika Di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Agroplasma*, 12(2), 540–547.
- Hendrayana, F., Lestari, N. A., Muis, A., Azrai, M., Pertanian, F., Kediri, U. K., Maros, B., & Selatan, S. 2020. Ketahanan Beberapa Varietas Jagung Hibrida Terhadap Beberapa Penyakit Penting Jagung Di Indonesia. *Journal Of Agriovet*, 3(1), 26–37.
- Ijaz, A., Mumtaz, M. Z., Wang, X., Ahmad, M., Saqib, M., Maqbool, H., Zaheer, A., Wang, W., & Mustafa, A. 2021. Insights Into Manganese Solubilizing Bacillus Spp. For Improving Plant Growth And Manganese Uptake In Maize. *Frontiers In Plant Science*, 12(November), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.719504>
- Kantikowati, E., Karya, & Khotimah, I. H. 2022. Growth And Yield Of Sweet Corn (*Zea Mays Saccharata Sturt*) Variety Paragon Affected By Planting Distance And Number Of Seeds. (In Indonesian). *Jurnal Ilmiah Pertanian Agrotatanen*, 4(2), 1–10.
- Kementan. 2022. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2022 Tentang Penggunaan Dosis Pupuk N, P, K Untuk Padi, Jagung, Dan Kedelai Pada Lahan Sawah. *Menteri Pertanian Republik Indonesia*, 13, 1–23.
- Khan, A. R., Mustafa, A., Hyder, S., Valipour, M., Rizvi, Z. F., Gondal, A. S.,

- Yousuf, Z., Iqbal, R., & Daraz, U. 2022. Bacillus Spp. As Bioagents: Uses And Application For Sustainable Agriculture. *Biology*, 11(12), 1–21. <https://doi.org/10.3390/Biology11121763>
- Laia, D., Lase, N. K., Nias, U., & Nias, U. 2024. Peran Bakteri Bacillus Dan Pseudomonas Bagi Pertumbuhan Tanaman Darman. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 01(2), 177–182.
- Lakani, I., & Zakaria, J. 2025. Aplikasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria Akar Bambu Dan Mikroorganisme Lokal Pada Tanaman Kedelai Untuk Pengendalian Penyakit Pustul Bakteri Application Of Bamboo Root Plant Growth Promoting Rhizobacteria And Local Microorganisms In Soybean To Contro. 21. <https://doi.org/10.14692/Jfi.21.1.18>
- Latif, A. S., Arslan, R., Ramdani, C. S., & Septanta, R. 2025. Budidaya Tanaman Jagung Sebagai Bisnis Mandiri. *Jurnal Pkm Manajemen Bisnis*, 5(1), 32–43. <https://doi.org/10.37481/Pkmb.V5i1.1153>
- Lestari, P., Helina, S., Ginting, C., & Maryono, T. 2023. Pemanfaatan Agensi Hayati Untuk Mengendalikan Jurnal Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. *Jurnal Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Lampung*, 02(01), 68–79.
- Lin, Y., Yang, J., Wu, Z., Zhang, Q., Wang, S., Hao, J., Ouyang, L., & Li, A. 2022. Establishment Of Epidemiological Resistance Cut-Off Values Of Aquatic Aeromonas To Eight Antimicrobial Agents. *Microorganisms*, 10(4), 1–13. <https://doi.org/10.3390/Microorganisms10040776>
- Maryani, Y. 2021. Respon Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Sturt) Terhadap Asam Humat Dan Rhizobakteria. *Jurnal Pertanian Agros*, 23(2), 395–402.
- Maryani, Y. 2021. Respon Tanaman Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Sturt). Respon Tanaman Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Sturt) Terhadap Rizobakteria Dan Pupuk Kalium. *Jurnal Pertanian Agros*, 23(2), 388–394. Terhadap Rizobakteria Dan Pupuk Kalium. *Jurnal Pertanian Agros*, 23(2), 388–394.
- Maulina, N. M. I., Suprpta, D. N., Temaja, I. G. R. M., Adnyana, I. M., & Suriani, N. L. 2022. Rhizobacteria Of Bali With Obvious Growth-Promoting Properties On Corn (Zea Mays L.). *Frontiers In Sustainable Food Systems*, 6(May), 1–12. <https://doi.org/10.3389/Fsufs.2022.899736>
- Mendrofa, Y. T., & Lase, N. K. 2025. Peranan Bakteri Bacillus Sp . Sebagai Agen Biofertilizer Dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah Dan Produktivitas Tanaman: Kajian Literatur. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 79–85.
- Mugiastuti, E., Manan, A., Rahayuniati, R. F., & Soesanto, L. 2019. Aplikasi Bacillus Sp . Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman

- Tomat Application Of Bacillus Sp . To Control Fusarium Wilt On Tomato
Endang Mugiastuti *, Abdul Manan , Ruth Feti Rahayuniati , Loekas Soesanto.
Jurnal Agro, 6(2), 144–152.
- Mugiastuti, E., Manan, A., Soesanto, L., Primayuri, D., & Sundari, D. 2025. Bacillus Spp. Rhizosferik Sebagai Agen Biokontrol Terhadap Penyakit Bulai Jagung Dan Sebagai Peningkat Pertumbuhan. *Jurnal Agro*, 12(1), 176–187. <https://doi.org/10.15575/J.Agro.45887>
- Mutaqin, Z., Saputra, H., & Ahyuni, D. 2019. Respons Pertumbuhan Dan Produksi Jagung Manis Terhadap Pemberian Pupuk Kalium Dan Arang Sekam. *J-Plantasimbiosa*, 1(1), 39–50. <https://doi.org/10.25181/Jplantasimbiosa.V1i1.1262>
- Nadiroh, S., Akbariah, S. N., Nasrulhaq, M. O., Saepul, R., Jamil, T. K., & Swardana, A. 2024. Evaluasi Kesuaian Lahan Pada Tanaman Jagung (Zea Mays L.) Di Kecamatan Pengantikan Kabupaten (Evaluation Of Land Suitability For Corn (Zea Mays L .) In Pangatikan District , Garut Regency Using Geographic Information Systems). *Jurnal Agroteknologi Dan Sains*, 9(1), 36–44.
- Nuryanto, B., Praptana, R. H., Pustika, A. B., & Rahmini. 2025. Relationship Between Disease Severity (Xt) And Area Under Disease Progress Curve (Audpc) Of Sheath Blight With Rice Yield. *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 1469(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1469/1/012021>
- Oktaviani, W., Khairani, L., & Indriani, N. P. 2020. The Effect Of Variety Of Sweet Corn Varieties (Zea Mays Saccharata Sturt) Onhigh Crop, Number Of Leaves And Lignin Contents Of Corn Crop. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis Dan Ilmu Pakan*, 2(2), 60–70.
- Omara, R. I., Essa, T. A., Khalil, A. A., & Elsharkawy, M. M. 2020. A Case Study Of Non-Traditional Treatments For The Control Of Wheat Stem Rust Disease. *Egyptian Journal Of Biological Pest Control*, 30(1). <https://doi.org/10.1186/S41938-020-00284-3>
- Pacolet, W., & Minerals, K. S. 2022. *Kalium Dan Magenisum Zorgen Untuk Tanaman Yang Kuat*. 50–52.
- Panggabean, D., & Others. 2024. Strategi Optimalisasi Budidaya Jagung Manis Di Lahan Kering:: (Kasus Kelompok Tani Tanabengk Kampung Kenyanyan Kecamatan Siluq Ngurai Kabupaten Kutai Barat). *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi "Saintek"*, 1(2), 681–688.
- Patel, M., Islam, S., Husain, F. M., Yadav, V. K., Park, H. K., Yadav, K. K., Bagatharia, S., Joshi, M., Jeon, B. H., & Patel, A. 2023. Bacillus Subtilis Er-08, A Multifunctional Plant Growth-Promoting Rhizobacterium, Promotes The Growth Of Fenugreek (Trigonella Foenum-Graecum L.) Plants Under Salt And Drought Stress. *Frontiers In Microbiology*, 14.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1208743>

- Pfordt, A., & Paulus, S. 2025. A Review On Detection And Differentiation Of Maize Diseases And Pests By Imaging Sensors. *Journal Of Plant Diseases And Protection*, 132(1), 1–21. <https://doi.org/10.1007/S41348-024-01019-4>
- Puspawati, Ni, M., & Sudarma, I, M. 2016. Epidemiologi Penyakit Karat Pada Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.) Di Denpasar Selatan. *Agrotrop*, 6(2), 117–127.
- Putra, S., Ferry, Y., & Harni, R. 2022. Pengendalian Penyakit Busuk Buah Kakao Menggunakan *Trichoderma Viride* Dan Pupuk Kalium Controlling Cocoa Pod Rot Disease By Using *Trichoderma Viride* And Potassium Fertilizer. *Jurnal Kultivasi*, 21(2), 173–180.
- Putri, D. 2025. Interaksi Faktor Lingkungan Dan Sistem Budidaya Terhadap Serangan Penyakit Karat Daun Pada Tanaman Jagung. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 7(01), 383–392. <https://doi.org/10.53863/Kst.V7i01.1636>
- Qiu, Y., Zhou, Y., Chang, Y., Liang, X., Zhang, H., Lin, X., Qing, K., Zhou, X., & Luo, Z. 2022. The Effects Of Ventilation, Humidity, And Temperature On Bacterial Growth And Bacterial Genera Distribution. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 19(22). <https://doi.org/10.3390/Ijerph192215345>
- Regyta, S., Ritonga, A., & Permatasari, O. 2023. Kajian Jumlah Benih Per Lubang Tanaman Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays* Saccharata. Sturt). *Uji Daya Hasil 18 Galur Kacang Tanah (Arachis Hypogaea L.) Hasil Seleksi Ipb Di Cianjur, Jawa Barat*, 11(1), 103–105.
- Sambur, C. C., Pinaria, A. G., & Montong, B. V. 2023. Salah Satu Penyebab Utama Penyakit Jagung Yang Menyebabkan Rendahnya Produksi Jagung Di Beberapa Daerah Adalah Penyakit Karat Daun. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 4(1), 94–100. <https://doi.org/10.35791/Jat.V4i1.44120>
- Santoso, W., Fauzi, A., Langkasani, A., Swardana, A., & Fajarfika, R. 2024. Science Spatial Interpolation Menggunakan Geographic Information System Untuk Pemetaan Penyakit Jagung Di Kecamatan Wanaraja , Garut (Spatial Interpolation Using Geographic Information System For Mapping Corn Disease In Wanaraja District , Garut). *Jagros Journal Of Agrotechnonogy And Science*, June 2023, 9 (1), 11-20.
- Saputri, A., Soesanto, L., Umayah, A., & Sarjito, A. 2020. Eksplorasi Dan Uji Virulensi Bakteri *Bacillus* Sp. Endofit Jagung Terhadap Penyakit Busuk Pelepah Jagung. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(2), 70–78. <https://doi.org/10.31186/Jipi.22.2.70-78>
- Sardans, J., & Penuelas, J. (2021). Potassium Control Of Plant Functions: Ecological And Agricultural Implications. In *Plants* (Vol. 10, Issue 2).

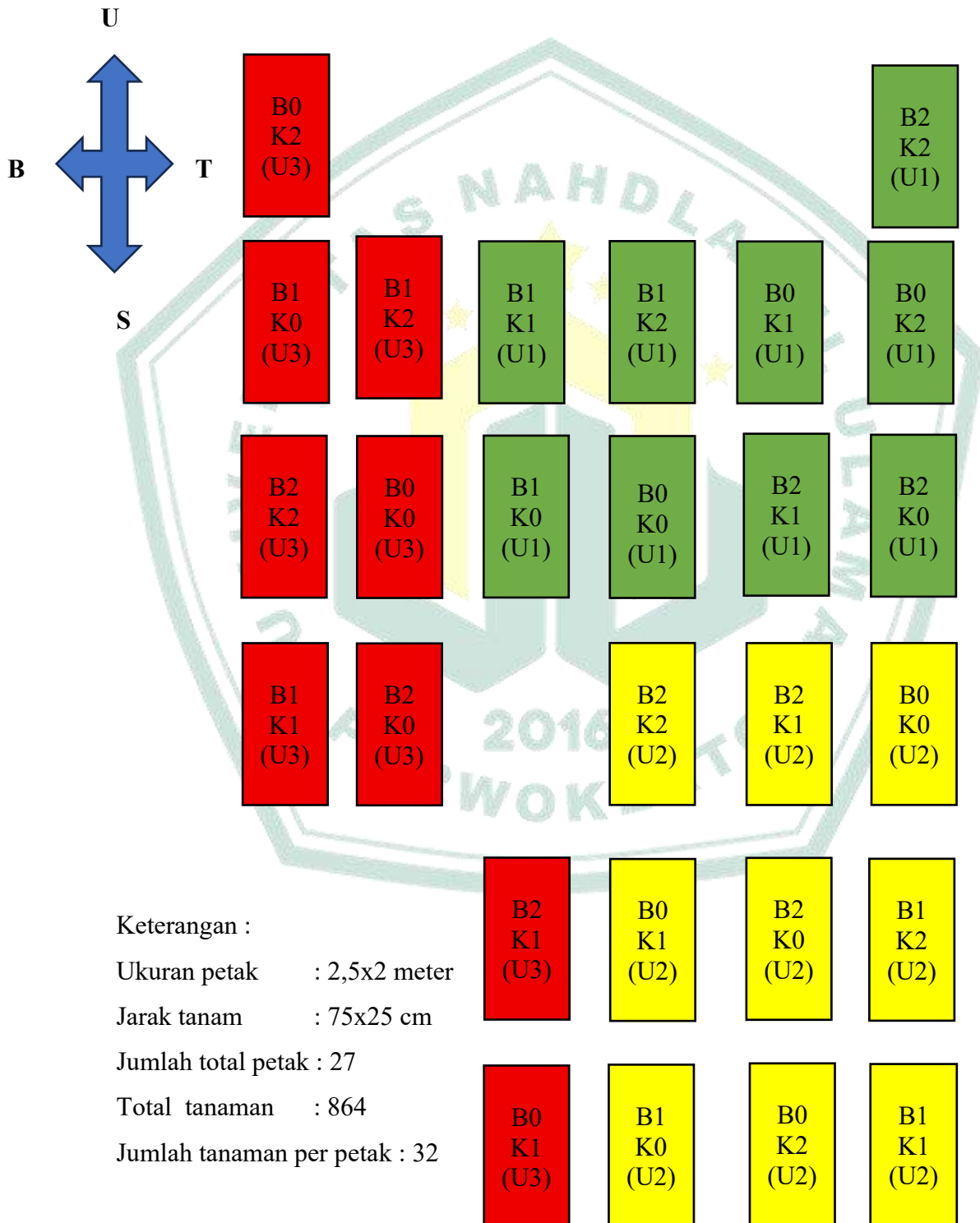
<https://doi.org/10.3390/Plants10020419>

- Sari, Ruimassa, R., Martanto, E. A., Erari, D. K., & Yaku, A. 2022. Ketahanan Beberapa Varietas Jagung (*Zea Mays* L.) Terhadap Penyakit Karat Daun (*Puccinia Sorghi*) Di Dusun Copti Distrik Prafi Kabupaten Manokwari. *Agrotek*, 10(1), 19–26. <https://doi.org/10.46549/Agrotek.V10i1.240>
- Sari, W. 2024. Pengujian Agens Hayati Dan Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays* Saccharata Sturt). *Pro-Stek*, 6(2), 161. <https://doi.org/10.35194/Prs.V6i2.4793>
- Shikha, K., Chand, R., Mishra, N. K., Singh, S., Sayiprathap, B. R., Nair, R. M., & Singh, A. K. 2024. Components Of Slow Disease Development: A Key To Enhance Resistance In Crops. *Cabi Agriculture And Bioscience*, 5(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/S43170-024-00293-4>
- Sholeha, N. H., & Masnilah, R. 2022. Utilization Of *Bacillus* Sp. And Organic Fertilizers For Controlling Sheath Rot Disease (*Rhizoctonia Solani*) In Corn Plants. *Berkalaimiah Pertanian.*, 5(4), 215–221.
- Sinaga, R., Budiman, I., & Purba, S. 2024. Efektifitas Waktu Aplikasi Pemupukan Dan Dosis Pupuk N, P, K, Mg Terhadap Produksi Jagung Manis. *Jurnal Agroteknologi Universitas Samawa*, 4(1), 8–14.
- Sun, Q., Li, L., Guo, F., Zhang, K., Dong, J., Luo, Y., & Ma, Z. 2021. Penyakit Karat Jagung Selatan Yang Disebabkan Oleh *Puccinia Polysora* Underw. In *Phytopathology Research* (Vol. 3, Issue 1, Pp. 1–11). <https://doi.org/10.1186/S42483-021-00102-0>
- Syofiana, Rana, T. V., & Masnilah, R. 2019. Eksplorasi *Bacillus* Spp. Pada Beberapa Rhizosfer Gulma Dan Potensinya Sebagai Agens Pengendali Hayati Patogen Tanaman Secara In Vitro. *Jurnal Bioindustri*, 02.
- Tadidik, U. H., Kandowangko, N. Y., Febriyanti, Retnowati, Y., & Ahmad, A. 2025. Studi Kekerabatan Morfologi Jagung (*Zea Mays* L .) Varietas Morphological Kinship Study Of Maize (*Zea Mays* L .) Local Varieties In Gorontalo. *Agrium*, 28(1), 34–46.
- Tao, C., Li, R., Xiong, W., Shen, Z., Liu, S., Wang, B., Ruan, Y., Geisen, S., Shen, Q., & Kowalchuk, G. A. (2020). Bio-Organic Fertilizers Stimulate Indigenous Soil *Pseudomonas* Populations To Enhance Plant Disease Suppression. *Microbiome*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/S40168-020-00892-Z>
- Tripathi, R., Tewari, R., Singh, K. P., Keswani, C., Minkina, T., Srivastava, A. K., De Corato, U., & Sansinenea, E. 2022. Plant Mineral Nutrition And Disease Resistance: A Significant Linkage For Sustainable Crop Protection. *Frontiers In Plant Science*, 13(October), 1–12. <https://doi.org/10.3389/Fpls.2022.883970>
- Ukhtani, A., & Purwokertp, U. N. U. 2025. Identifikasi Dan Intensitas Penyakit Bulai Pada Jagung Di Dua Ketinggian Tempat. *Jurnal Pertanian Cemara*, 22.

- Usmadi, U., Elfrida, T. L., & Hartatik, S. 2023. Aplikasi Paclobutrazol Dan Pupuk Kalium Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt). *Jurnal Penelitian Ipteks*, 8(2), 205–213. <https://doi.org/10.32528/Ipteks.V8i2.17146>
- Wahyuningsih, A., Setiawan, B. M., & Kristanto, B. A. 2018. Efisiensi Ekonomi Penggunaan Faktor-Faktor Produksi, Pendapatan Usahatani Jagung Hibrida Dan Jagung Lokal Di Kecamatan Kemusuk, Kabupaten Boyolali. *Agrisocionomics: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.14710/Agrisocionomics.V2i1.2672>
- Wenqiang, Z., Jingran, W., Qi, W., Na, W., Jianwei, G., Zilin, Y., Yun, S., Lin, L., & Chengyun, L. 2022. Investigation On Types Of Corn Rust In Eastern Yunnan Ecology And Analysis Of Population Genetic Structure Of Its Rusts. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil And Plant Science*, 72(1), 485–495. <https://doi.org/10.1080/09064710.2021.2012250>
- Windriyati, R. D. H., Wulansari, N. K., & Adisona, R. 2023. Pengaruh Agens Hayati Terhadap Insiden Penyakit Bulai Pada Jagung. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 322–329. <https://doi.org/10.33379/Gtech.V8i1.3701>
- Wulan, E. I. R., Wibowo, A., Joko, T., & Widiastuti, A. 2022. Induced Resistance Mechanism Of Twisted Disease Suppression Of Shallot By *Bacillus* Spp. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 26(1), 40. <https://doi.org/10.22146/Jpti.73198>
- Yan, X., Liu, Q., & Yang, Q. 2025. Profil Transkriptomik Sel Tunggal Dari Heterogenitas Sel Jagung Dan Respons Imun Sistemik Terhadap *Puccinia Polysora* Underw. *Jurnal Biologi Tanaman*, 549–563. <https://doi.org/10.1111/Pbi.14519>
- Yusmar, M., Putri, & K., & Bakhendri, S. 2024. Pelepah Kelapa Sawit Control Of *Curvularia* Sp . In Oil Palm Pre-Nursery Using Oil Palm Midribs Liquid Smoke. *Prosiding Seminar Nasional Perlindungan Tanaman*, 2.
- Zambolim, L., Mochko, A. C. R., Parreira, D. F., & Valadares, S. V. 2019. Potassium Fertilization Reduces The Severity Of Asian Soybean Rust Under High Disease Pressure. *Journal Of Agricultural Science*, 11(11), 116. <https://doi.org/10.5539/Jas.V11n11p116>
- Zulfahmi,Putrantri,Lestari, R. A. 2025. Produksi Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt) Pada Berbagai Jarak Tanam Dan Dosis Bokashi. *Vol. 21*, 276- 285

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Penelitian



Lampiran 2. Perhitungan Kebutuhan Pupuk

$$\text{Kebutuhan pupuk per petak} : = \frac{1 \text{ petak}}{1 \text{ ha}} \times \text{dosis/ha}$$

1. Pupuk Urea (350 kg/ha)

$$\text{Urea 46\% N} = \frac{350}{46} \times 100 = 760,87 \text{ gram/ha}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan urea} &= \frac{(2,5 \times 2)}{10,000} \times 760,87 \\ &= 0,380 \text{ kg/petak} \\ &= 380 \text{ gram/petak} = 11,88 \text{ gram/tanaman} \\ 27 \text{ petak} \times 380 \text{ gr/tan} &= 10,26 \text{ kg.} \end{aligned}$$

2. Pupuk TSP (100kg/ha)

$$\text{TSP 46\%} = \frac{100}{46} \times 100 = 217,39$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan TSP} &= \frac{(2,5 \times 2)}{10,000} \times 217,39 \\ &= 0,187 \text{ kg/petak} \\ &= 187 \text{ gram/petak} = 5,84 \text{ gram/tanaman} \end{aligned}$$

3. Pupuk KCl

Pemupukan pertama 1/3 pada umur 8 hst yaitu, K1 2 gram & K2 3 gram

Pemupukan kedua 2/3 pada umur 24 hst yaitu, K1 4 gram & K2 6 gram

K1 : 288 tanaman x 6 gram = 1.728 gram

K2 : 288 tanaman x 9 gram = 2.592 gram

$$\begin{aligned} \text{Populasi} &= 1 \text{ ha} : (\text{Jarak tanam}) \\ &= 10.000 \text{ m}^2 : (75 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}) \\ &= 10.000 \text{ m}^2 : (0,75 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ m}^2) \\ &= 10.000 \text{ m}^2 : 0,1875 \text{ m}^2 \\ &= 53.333 \text{ tan/ha} \end{aligned}$$

$$\text{Pupuk KCl (K1)} = 53.333 \times 6 \text{ gram} = 319.988 = 320 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Pupuk KCl (K2)} = 53.333 \times 9 \text{ gram} = 479.997 = 480 \text{ kg/ha}$$

Lampiran 3. Kebutuhan *Bacillus* spp.

Kebutuhan B1 : 32 tanaman x 15 ml = 480 ml/petak.

Total kebutuhan B1 : 288 tanaman x 15 ml = 4320 ml

Kebutuhan B2 : 32 tanaman x 20 ml = 640 ml/petak.

Total kebutuhan B2 : 288 tanaman x 20 ml = 5760 ml

B1= 9 Petak

B2= 9 petak

Ulangan 1

B1K0 : *Bacillus* spp. (15 ml)

B1K1 : *Bacillus* spp. (15 ml)

B1K2 : *Bacillus* spp. (15 ml)

B2K0 : *Bacillus* spp. (20 ml)

B2K1 : *Bacillus* spp. (20 ml)

B2K2 : *Bacillus* spp. (20 ml)

Ulangan 2

B1K0 : *Bacillus* spp. (15 ml)

B1K1 : *Bacillus* spp. (15 ml)

B1K2 : *Bacillus* spp. (15 ml)

B2K0 : *Bacillus* spp. (20 ml)

B2K1 : *Bacillus* spp. (20 ml)

B2K2 : *Bacillus* spp. (20 ml)

Ulangan 3

B1K0 : *Bacillus* spp. (15 ml)

B1K1 : *Bacillus* spp. (15 ml)

B1K2 : *Bacillus* spp. (15 ml)

B2K0 : *Bacillus* spp. (20 ml)

B2K1 : *Bacillus* spp. (20 ml)

B2K2 : *Bacillus* spp. (20 ml)

B1 : 15 ml = 4320 ml = 5 liter

B1 : 20 ml = 5760 ml = 6 liter

Total : 1100 ml

Lampiran 4. Deskripsi Varietas

Varietas	: Bonanza MB F1
Asal	: PT East West Seed / Cap Panah Merah Desa Benteng, Kec. Campaka, Purwakarta, Jawa barat, Indonesia
Umur panen	: 70-73 hari setelah tanam (hst)
Potensi hasil	: 18-22 ton/ha
Isi bersih	: 3.600 butir
Bobot per buah	: 483-553 gram
Ketahanan penyakit	: Busuk batang
Rekomendasi dataran	: Dataran rendah



Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian

a. Dokumentasi penelitian di lahan



Pengolahan lahan



Penanaman benih jagung



Perendaman benih dengan *Bacillus* spp.



Aplikasi *Bacillus* spp.



Pemeliharaan tanaman



Pemupukan



penimbangan pupuk kalium



Penomoran sampel



Pengamatan gejala karat



Gejala karat daun

b. Dokumentasi penelitian di laboratorium



Pembuatan larutan stok



Tuang *Bacillus* spp.



Isolat bakteri *Bacillus* sp.



Larutan stok *Bacillus*



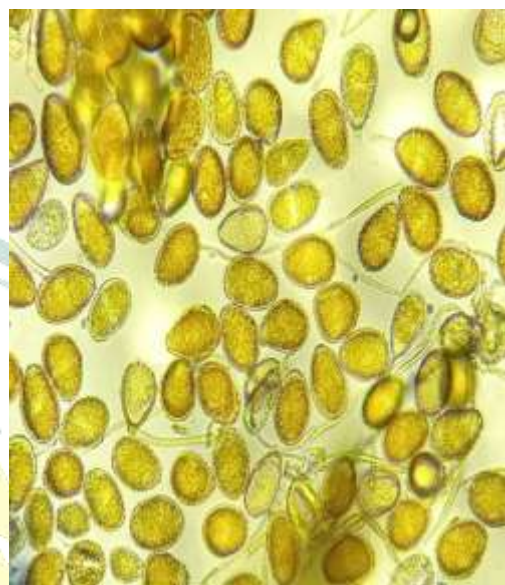
Hasil isolat *Bacillus* spp.



Hasil larutan stok *Bacillus* spp.



Pengamatan mikroskopis



Mikroskopis karat daun



Sterilisasi jarum injeksi pada suhu 100 °C



Penggojokan media *Bacillus* spp.

Lampiran 6. Hasil Analisis Data

1. Intensitas penyakit karat pada daun jagung manis

ANALYSIS OF VARIANCE										
VARIABLE: IP 42 HST										
Average of IP 42 HST					FAKTOR K					
FAKTOR B	K0	K1	K2	Grand Total						
B0	10,66666667		8	9,333333333	9,333333333					
B1		8	8		8	8				
B2	9,333333333		8	9,333333333	8,888888889					
Grand Total	9,333333333		8	8,888888889	8,740740741					
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	S.D. (0.05)	S.D. (0.01)
ULANGAN	15,40740741	2	7,703703704	4,52173913	0,027759					
FAKTOR B	8,296296296	2	4,148148148	2,434782609	0,119358		0,435087	0,615305	1,304389	1,797173
FAKTOR K	8,296296296	2	4,148148148	2,434782609	0,119358		0,435087	0,615305	1,304389	1,797173
FAKTOR B x FAKTOR K	5,925925926	4	1,481481481	0,869565217	0,503395		0,753592	1,06574	2,259269	3,112795
Residual	27,25925926	16	1,703703704							
Total	65,18518519	26	2,507122507							
C.V. (%) = 14,9330594802593										

ANALYSIS OF VARIANCE									
VARIABLE: IP 49 HST									
Average of IP 49 HST									
FAKTOR K									
FAKTOR B	K0	K1	K2	Grand Total					
B0	21,33333333	14,66666667	17,33333333	17,77777778					
B1	14,66666667	13,33333333	16	14,66666667					
B2	17,33333333	17,33333333	16	16,88888889					
Grand Total	17,77777778	15,11111111	16,44444444	16,44444444					
ANOVA TABLE									
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05.S.D. (0.01)
ULANGAN	67,55555556	2	33,77777778	4	0,039018				
FAKTOR B	46,22222222	2	23,11111111	2,736842105	0,094996		0,968644	1,36987	2,903994 4,00109
FAKTOR K	32	2	16	1,894736842	0,182594		0,968644	1,36987	2,903994 4,00109
FAKTOR B x FAKTOR K	49,77777778	4	12,44444444	1,473684211	0,256497		1,677741	2,372684	5,029866 6,930092
Residual	135,1111111	16	8,444444444						
Total	330,6666667	26	12,71794872						
C.V. (%) = 17,67121193273									

ANALYSIS OF VARIANCE					MULTIPLE COMPARISON TEST				
VARIABLE: IP 56 HST					Procedure: Duncan's multiple range test (p= 0,05)				
					S.E.M. : 0,929621971517455; DF: 16				
					Critical range; 0; 2,789; 2,928; 3,003; 3,068; 3,105; 3,133; 3,151; 3,17				
Average of IP 56 HST									
FAKTOR B	K0	K1	K2	Grand Total	1	25,33333	a		
B0	25,33333333		20	21,33333333	22,22222222	5	24	ab	
B1		20	24	20	21,33333333	3	21,33333	bc	
B2	21,33333333		20	21,33333333	20,88888889	7	21,33333	bc	
Grand Total	22,22222222	21,33333333	20,88888889	21,48148148	9	21,33333	bc		
					6	20	c		
					4	20	c		
ANOVA TABLE					8	20	c		
					2	20	c		
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05.S.D. (0.01)
ULANGAN	1,185185185	2	0,592592593	0,228571429	0,798223				
FAKTOR B	8,296296296	2	4,148148148	1,6	0,232568		0,536718	0,759033	1,609079 2,216971
FAKTOR K	8,296296296	2	4,148148148	1,6	0,232568		0,536718	0,759033	1,609079 2,216971
FAKTOR B x FAKTOR K	73,48148148	4	18,37037037	7,085714286	0,001757	**	0,929622	1,314684	2,787006 3,839906
Residual	41,48148148	16	2,592592593						
Total	132,7407407	26	5,105413105						
C.V. (%) = 7,49553969630474									

ANALYSIS OF VARIANCE										
VARIABLE: IP 63 HST										
Average of IP 63 HST										
FAKTOR B	K0	K1	K2	Grand Total						
B0	33,33333333	30,66666667	30,66666667	31,55555556						
B1	29,33333333	30,66666667	30,66666667	30,22222222						
B2	30,66666667		28	32						
Grand Total	31,11111111	29,77777778	31,11111111	30,66666667						
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05.S.D. (0.01	
ULANGAN	10,66666667	2	5,333333333	0,666666667	0,527112					
FAKTOR B	10,66666667	2	5,333333333	0,666666667	0,527112		0,942809	1,333333	2,82654	3,894375
FAKTOR K	10,66666667	2	5,333333333	0,666666667	0,527112		0,942809	1,333333	2,82654	3,894375
FAKTOR B x FAKTOR K	32	4	8	1	0,436208		1,632993	2,309401	4,895712	6,745256
Residual	128	16	8							
Total	192	26	7,384615385							
C.V. (%) = 9,22313192852018										

ANALYSIS OF VARIANCE										
VARIABLE: IP 70 HST										
Average of IP 70 HST										
FAKTOR B	K0	K1	K2	Grand Total						
B0	37,33333333	37,33333333	37,33333333	37,33333333						
B1	33,33333333	34,66666667	36	34,66666667						
B2	36	32	37,33333333	35,11111111						
Grand Total	35,55555556	34,66666667	36,88888889	35,7037037						
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05.S.D. (0.01	
ULANGAN	36,74074074	2	18,37037037	4,96	0,02108					
FAKTOR B	36,74074074	2	18,37037037	4,96	0,02108 *		0,6415	0,907218	1,923217	2,649787
FAKTOR K	22,51851852	2	11,25925926	3,04	0,076027		0,6415	0,907218	1,923217	2,649787
FAKTOR B x FAKTOR K	34,37037037	4	8,592592593	2,32	0,101362		1,111111	1,571348	3,33111	4,589566
Residual	59,25925926	16	3,703703704							
Total	189,6296296	26	7,293447293							
C.V. (%) = 5,39019960861708										

2. Hasil perhitungan AUDPC daun

$$\text{AUDPC} = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{X_i + X_{i+1}}{2} \right) \times (T_{i+1} - T_i)$$

Keterangan :

AUDPC : area di bawah kurva perkembangan penyakit

X_i : tingkat keparahan penyakit ke-i

T_i : waktu pengamatan ke-i

n : jumlah pengamatan

(B0K0)

$$\frac{12 + 20}{2} \times 7 + \frac{20 + 24}{2} \times 7 + \frac{24 + 32}{2} \times 7 + \frac{32 + 36}{2} \times 7$$

$$= 112 + 154 + 196 + 238 = 700$$

$$\frac{12 + 24}{2} \times 7 + \frac{24 + 28}{2} \times 7 + \frac{28 + 36}{2} \times 7 + \frac{36 + 40}{2} \times 7$$

$$= 126 + 182 + 224 + 266 = 798$$

$$\frac{8 + 20}{2} \times 7 + \frac{20 + 24}{2} \times 7 + \frac{24 + 32}{2} \times 7 + \frac{32 + 36}{2} \times 7$$

$$= 98 + 154 + 196 + 238 = 686$$

$$= \frac{700 + 798 + 686}{3} = 728$$

(B0K1)

$$\begin{aligned} & \frac{8+12}{2}x7 + \frac{12+20}{2}x7 + \frac{20+28}{2} + x7 + \frac{28+36}{2}x7 \\ &= 70+112+168+224=574 \\ & \frac{8+16}{2}x7 + \frac{16+20}{2}x7 + \frac{20+32}{2} + x7 + \frac{32+40}{2}x7 \\ &= 84+126+182+252=644 \\ & \frac{8+16}{2}x7 + \frac{16+20}{2}x7 + \frac{20+32}{2} + x7 + \frac{32+36}{2}x7 \\ &= 84+126+182+238=630 \\ &= \frac{574 + 644 + 630}{3} = 616 \end{aligned}$$

(B0K2)

$$\begin{aligned} & \frac{12+20}{2}x7 + \frac{20+20}{2}x7 + \frac{20+32}{2} + x7 + \frac{32+36}{2}x7 \\ &= 112+140+182+238=672 \\ & \frac{12+20}{2}x7 + \frac{20+20}{2}x7 + \frac{20+32}{2} + x7 + \frac{32+36}{2}x7 \\ &= 112+140+182+238=672 \\ & \frac{8+12}{2}x7 + \frac{12+24}{2}x7 + \frac{24+32}{2} + x7 + \frac{32+36}{2}x7 \\ &= 70+126+196+238=630 \\ &= \frac{672 + 672 + 630}{3} = 658 \end{aligned}$$

(B1K0)

$$\begin{aligned} & \frac{8+16}{2}x7 + \frac{16+20}{2}x7 + \frac{20+28}{2} + x7 + \frac{28+60}{2}x7 \\ &= 84+126+168+308=686 \\ & \frac{8+12}{2}x7 + \frac{12+20}{2}x7 + \frac{20+32}{2} + x7 + \frac{32+36}{2}x7 \\ &= 70+112+182+238=602 \\ & \frac{8+16}{2}x7 + \frac{16+20}{2}x7 + \frac{20+28}{2} + x7 + \frac{28+32}{2}x7 \\ &= 84+126+168+210=588 \\ &= \frac{686 + 602 + 588}{3} = 625,333 \end{aligned}$$

(B1K1)

$$\begin{aligned} & \frac{8+16}{2}x7 + \frac{16+24}{2}x7 + \frac{24+32}{2} + x7 + \frac{32+36}{2}x7 \\ &= 84+140+196+238=658 \\ & \frac{12+12}{2}x7 + \frac{12+24}{2}x7 + \frac{24+28}{2} + x7 + \frac{28+32}{2}x7 \\ &= 84+126+182+210=602 \\ & \frac{8+12}{2}x7 + \frac{12+24}{2}x7 + \frac{24+32}{2} + x7 + \frac{32+36}{2}x7 \\ &= 70+126+196+238=630 \\ &= \frac{658 + 602 + 630}{3} = 630 \end{aligned}$$

(B1K2)

$$\begin{aligned} & \frac{8+16}{2}x7 + \frac{16+20}{2}x7 + \frac{20+32}{2} + x7 + \frac{32+36}{2}x7 \\ &= 84+126+182+238=630 \\ & \frac{8+20}{2}x7 + \frac{20+20}{2}x7 + \frac{20+28}{2} + x7 + \frac{28+36}{2}x7 \\ &= 98+140+168+224=630 \\ & \frac{8+12}{2}x7 + \frac{12+20}{2}x7 + \frac{20+32}{2} + x7 + \frac{32+36}{2}x7 \\ &= 70+112+182+238=602 \\ &= \frac{630 + 630 + 602}{3} = 620,667 \end{aligned}$$

(B2K0)

$$\begin{aligned} & \frac{8+20}{2}x7 + \frac{20+24}{2}x7 + \frac{24+28}{2} + x7 + \frac{28+36}{2}x7 \\ &= 112+154+182+224=672 \\ & \frac{8+20}{2}x7 + \frac{20+20}{2}x7 + \frac{20+36}{2} + x7 + \frac{36+40}{2}x7 \\ &= 98+140+196+266=700 \\ & \frac{8+12}{2}x7 + \frac{12+20}{2}x7 + \frac{20+28}{2} + x7 + \frac{28+32}{2}x7 \\ &= 70+112+168+210=560 \\ &= \frac{672 + 700 + 560}{3} = 644 \end{aligned}$$

(B2K1)

$$\begin{aligned} & \frac{8+20}{2}x7 + \frac{20+20}{2}x7 + \frac{20+28}{2} + x7 + \frac{28+32}{2}x7 \\ &= 98+140+168+210=616 \\ & \frac{8+20}{2}x7 + \frac{20+20}{2}x7 + \frac{20+28}{2} + x7 + \frac{28+32}{2}x7 \\ &= 98+140+168+210=616 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{8+12}{2}x7 + \frac{12+20}{2}x7 + \frac{20+28}{2} + x7 + \frac{28+32}{2}x7 \\ &= 70+112+168+210=560 \\ &= \frac{616 + 616 + 560}{3} = 597,333 \end{aligned}$$

(B2K2)

$$\begin{aligned} & \frac{12+16}{2}x7 + \frac{16+20}{2}x7 + \frac{20+32}{2} + x7 + \frac{32+36}{2}x7 \\ &= 98+126+182+238=644 \\ & \frac{8+16}{2}x7 + \frac{16+20}{2}x7 + \frac{20+36}{2} + x7 + \frac{36+40}{2}x7 \\ &= 84+126+196+266=672 \\ & \frac{8+16}{2}x7 + \frac{16+24}{2}x7 + \frac{24+28}{2} + x7 + \frac{28+36}{2}x7 \\ &= 84+140+182+224=630 \\ &= \frac{644 + 672 + 630}{3} = 648,667 \end{aligned}$$

3. Hasil perhitungan efektivitas perlakuan

(B0K1)

$$\frac{25,33-20,00}{25,33} \times 100 = 21,04\%$$

(B0K2)

$$\frac{25,33-21,33}{25,33} \times 100 = 15,79\%$$

(B1K0)

$$\frac{25,33-20,00}{25,33} \times 100 = 21,04\%$$

(B1K1)

$$\frac{25,33-24,00}{25,33} \times 100 = 5,25\%$$

(B1K2)

$$\frac{25,33-20,00}{25,33} \times 100 = 21,04\%$$

(B2K0)

$$\frac{25,33-21,33}{25,33} \times 100 = 15,79\%$$

(B2K1)

$$\frac{25,33-20,00}{25,33} \times 100 = 21,04\%$$

(B2K2)

$$\frac{25,33-21,33}{25,33} \times 100 = 15,79\%$$

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Brebes, tanggal 06 Oktober 2003, sebagai anak ke-1 dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Amin dan Ibu Lisa. Penulis bertempat tinggal di Desa Dukuhturi RT 02 RW 01, Kecamatan Bumiayu, Kabupaten Brebes dengan email lismaamin2@gmail.com. Penulis memulai Pendidikan di SD Islam Ta'allumul Huda Bumiayu, lulus pada tahun 2015. Penulis melanjutkan ke tingkat menengah pertama di SMP Islam Ta'allumul Huda Bumiayu, lulus pada tahun 2018. Jenjang Pendidikan menengah atas diselesaikan pada tahun 2021 di SMA Bustanul Ulum NU Bumiayu dan melanjutkan ke Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto. Selama menempuh studi, penulis pernah aktif di pengurus Himpunan Mahasiswa Agroteknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto, Pengurus Organisasi Ikatan Mahasiswa Brebes Selatan.