TUGAS AKHIR

PENGARUH APLIKASI BAKTERI (*Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*) TERHADAP PRODUKTIVITAS DAN KELAYAKAN USAHA BUDIDAYA KACANG PANJANG

PROGRAM STUDI PENYULUHAN PERTANIAN BERKELANJUTAN

RAUL AFRIZAL GIBRAN
NIRM. 04.01.22.1172

POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MALANG
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2026

TUGAS AKHIR

PENGARUH APLIKASI BAKTERI (*Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*) TERHADAP PRODUKTIVITAS DAN KELAYAKAN USAHA BUDIDAYA KACANG PANJANG

Diajukan sebagai syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr.P)

PROGRAM STUDI PENYULUHAN PERTANIAN BERKELAJUTAN

RAUL AFRIZAL GIBRAN
04.01.22.1172

POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MALANG
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2026

HALAMAN PERUNTUKAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, karya tugas akhir yang sederhana ini saya persembahkan kepada:

Kepada Allah SWT, Sang Maha Pemilik segala arah dan tujuan. Terima kasih atas rahmat, kekuatan, dan kemudahan yang Engkau anugerahkan. Di setiap lelah Engkau menjadi tempat bersandar, di setiap ragu Engkau hadirkan keyakinan, hingga karya ini dapat terselesaikan atas izin dan kehendak-Mu.

Untuk diriku sendiri, Raul Afrizal Gibran. Terima kasih karena telah memilih untuk bertahan, meski berkali-kali merasa lelah, ragu, dan ingin menyerah. Terima kasih telah mempercayai bahwa setiap proses, seberat apa pun, akan menemukan akhirnya. Hari ini bukan tentang menjadi yang paling sempurna, tetapi tentang berhasil menyelesaikan perjalanan yang pernah terasa sangat mustahil. Berbanggalah, karena kamu berhasil sampai di titik ini.

Teristimewa Ibundaku. Tiada kata yang mampu menggambarkan besarnya cinta, doa, dan pengorbanan selama ini. Di balik setiap langkah penulis, ada doa yang tak pernah putus, lelah yang tersimpan dalam diam, serta dukungan yang selalu menguatkan. Terima kasih telah menjadi tempat pulang, sumber kekuatan, dan alasan penulis untuk terus berjuang melanjutkan proses ini. Semoga setiap pencapaian penulis menjadi kebahagiaan dan kebanggaan bagi Ibunda dan adik-adik tercintaku, penulis berterima kasih karena selalu hadir dengan doa, kasih sayang, dan dukungan tanpa henti. Kehadiran kalian menjadi tempat penulis menemukan kekuatan setiap kali lelah, ragu, dan hampir menyerah.

Dan tak lupa Shunerelyne Kharisma Kirana Chakti yang selalu menemani diwaktu apapun hingga titik terendahpun sudah mau menemani proses ini.

Terimakasih jugak kepada Dr. Ani selaku Psikolog yang selalu mengingatkan saya bahwa hidup harus sabar, ikhlas dan percaya bahwa Tuhan Maha Adil, serta selalu memberikan konseling setiap waktu.

Terimakasih kepada teman-teman yang membantu memberikan pekerjaan, meminjamkan dukungan materi untuk membantu menyelesaikan proses ini hingga dititik ini.

Ibu Dr. Arum Pratiwi, SP., MP dan bapak Drs. Tri Wahyudie, M. Si selaku dosen pembimbing. Terima kasih atas ilmu, bimbingan, kesabaran, dan motivasi yang diberikan. Setiap arahan menjadi bekal berharga hingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dan tak lupa lupa teman-teman seperjuangan yang menguatkan mengingatkan bahwa proses ini adalah sementara dan terima kasih telah setia menemani setiap perjalanan penulis, melewati panas, hujan, dan jalan yang panjang. Bersamamu, tersimpan banyak lelah, harapan, dan perjuangan hingga akhirnya penulis mampu sampai di titik ini.

Keluarga besar PPB 8A dan Batalyon Arjuna Wirabuana, terima kasih telah menjadi tempat penulis belajar, bertumbuh, dan berjuang.

Serta seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Terima kasih.

PERNYATAAN ORSINALITAS TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tugas Akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain sebagai Tugas Akhir atau untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip di naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tugas Akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia Tugas Akhir ini digugurkan dan gelar vokasi yang telah saya peroleh (S.Tr.P) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 17 Agustus 2026

Raul Afrizal Gibran
NIM.04.01.22.1172

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

PENGARUH APLIKASI BAKTERI (*Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*) TERHADAP PRODUKTIVITAS DAN KELAYAKAN USAHA BUDIDAYA KACANG PANJANG

RAUL AFRIZAL GIBRAN

04.01.22.1172

Malang, Agustus 2026

Mengetahui

Pembimbing I	Pembimbing II
Drs.Tri Wahyudie, M.Si	Dr. Arum Pratiwi, SP., MP
NIP. 19631223 199903 1 001	NIP. 19861004 201503 2 002

Menyetujui,

Direktur
Politeknik Pembangunan Pertanian

Dr. Ir. Setya Budhi Udrayana, S. Pt., M.Si., IPM
NIP. 19690511 199602 1 001

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS AKHIR

PENGARUH APLIKASI BAKTERI (*Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*) TERHADAP PRODUKTIVITAS DAN KELAYAKAN USAHA BUDIDAYA KACANG PANJANG

RAUL AFRIZAL GIBRAN

04.01.22.1172

Telah dipertahankan di depan penguji

pada tanggal 14 Agustus 2026

Mengetahui,

Penguji I

Drs.Tri Wahyudie, M.Si
NIP. 19631223 199903 1 001

Penguji II

Dr. Arum Pratiwi, SP., MP
NIP. 19861004 201503 2 002

Penguji III

Dr. Niken Rani Wandansari M.Si
NIP. 198304122 01503 2 001

Dipindai dengan CamScanner

RINGKASAN PENELITIAN

Raul Afrizal Gibran, NIM 04.01.22.1172. **PENGARUH APLIKASI BAKTERI (*Bacillus subtilis, Azospirillum* sp., DAN *Pseudomonas fluorescens*) TERHADAP PRODUKTIVITAS DAN KELAYAKAN USAHA BUDIDAYA KACANG PANJANG.** Dibimbing oleh Drs. Tri Wahyudi, M.Si. sebagai dosen pembimbing I dan Dr. Arum Pratiwi, S.P., M.P. sebagai dosen pembimbing II.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya kacang panjang sebagai komoditas hortikultura yang memiliki nilai gizi tinggi dan prospek pasar yang menjanjikan. Namun, produktivitas tanaman dapat mengalami penurunan akibat pengelolaan unsur hara yang belum efisien serta penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kualitas tanah, mengurangi aktivitas mikroorganisme, dan meningkatkan biaya produksi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh aplikasi *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai konsentrasi pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produktivitas kacang panjang, menilai kelayakan usahanya, serta menyebarluaskan hasil penelitian kepada petani melalui kegiatan diseminasi.

Penelitian dilaksanakan pada Januari-Mei 2026 di lahan Politeknik Pembangunan Pertanian Malang, Desa Bedali, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama terdiri atas tanpa bakteri, *Bacillus subtilis, Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*, sedangkan faktor kedua berupa konsentrasi pupuk NPK 16-16-16 sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100%. Kombinasi kedua faktor menghasilkan 16 perlakuan dengan tiga ulangan sehingga diperoleh 48 satuan percobaan. Parameter yang diamati meliputi jumlah daun, jumlah cabang, panjang polong, berat polong, dan produktivitas. Data dianalisis menggunakan *Two-Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji Tukey HSD taraf 5% apabila menunjukkan perbedaan nyata.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri dan konsentrasi NPK memberikan respons yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. *Bacillus subtilis* secara konsisten menghasilkan jumlah daun dan jumlah cabang yang lebih baik. Pada panjang polong, *Pseudomonas fluorescens* secara deskriptif cenderung menghasilkan nilai lebih tinggi pada awal panen, sedangkan *Bacillus subtilis* menunjukkan hasil yang lebih stabil hingga akhir pengamatan. Produktivitas tertinggi diperoleh pada perlakuan B1K3, yaitu kombinasi *Bacillus subtilis* dan NPK 75%, sebesar 5.590 kg/1.000 m². Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *Bacillus subtilis* berpotensi mengurangi dosis pupuk NPK sebesar 25% dengan tetap menghasilkan produktivitas yang tinggi.

Analisis kelayakan menunjukkan bahwa perlakuan B1K3 layak secara ekonomi. Harga pokok produksi Rp1.318/kg lebih rendah daripada harga jual Rp6.000/kg, dengan BEP produksi 1.228 kg. Nilai R/C ratio 4,55 menunjukkan bahwa setiap biaya Rp1,00 menghasilkan penerimaan Rp4,55, sedangkan B/C ratio 3,55 menunjukkan keuntungan bersih Rp3,55. Penelitian didiseminasikan kepada 30 anggota Kelompok Tani Sari Agung 1 di Desa Pujon Kidul melalui ceramah, diskusi menggunakan media PowerPoint, dan leaflet. Pengetahuan peserta meningkat dari 49,8% pada *pre-test* menjadi 86,3% pada *post-test*, atau sebesar 36,5%. Dengan demikian, kombinasi *Bacillus subtilis* dan NPK 75% dapat direkomendasikan sebagai teknologi budidaya kacang panjang yang produktif, layak secara ekonomi, mengurangi pupuk anorganik, dan mendukung pertanian berkelanjutan.

Kata kunci: bakteri, diseminasi, kacang panjang, kelayakan usaha, pupuk NPK.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun laporan tugas akhir dengan Judul "Pengaruh Aplikasi Bakteri (*Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*) Terhadap Produktivitas dan Kelayakan Usaha Budidaya Kacang Panjang". Adapun tujuan dari penulisan laporan ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan tugas akhir di Politeknik Pembangunan Pertanian Malang.

Laporan ini dapat terselesaikan atas bantuan dan bimbingan dari semua pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan semua pihak yang ikut membantu, serta telah memberikan dukungan dan kepercayaan yang begitu besar sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain :

1. Dr. Ir. Setya Budhi Udrayana, S.Pt., M.Si., IPM Selaku Direktur Politeknik Pembangunan Pertanian Malang.
2. Dr. Rika Despita, SST, MP selaku ketua Jurusan Pertanian dan Program Studi Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan Politeknik Pembangunan Pertanian Malang.
3. Bapak Drs. Tri Wahyudie, M.Si dan Ibu Dr. Arum Pratiwi, SP., MP Selaku pembimbing yang dengan sabar telah memberikan arahan, bimbingan, dan saran demi tersusunnya laporan tugas akhir ini.
4. Ibunda, orang terspesial dan teman-teman yang turut serta dalam proses pembuatan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas ini masih banyak kesalahan. Oleh sebab itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun untuk penyempurnaan laporan tugas akhir ini.

Malang,17 Agustus 2026

Raul Afrizal Gibran

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERUNTUKAN ii
PERNYATAAN ORSINALITAS iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI v
RINGKASAN vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan 4
1.4 Manfaat 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Penelitian Terdahulu 6
2.2 Landasan Teori 8
2.2.1Tanaman Kacang Panjang 8
2.2.2 Bakteri 9
2.2.3 Pemupukan Tanaman Kacang Panjang 14
2.2.4 Produktivitas Tanaman 16
2.2.5 Analisis Kelayakan Usaha 17
2.2.6 *Business Plan* 17
2.2.7 Rancangan Diseminasi 19
2.3 Kerangka Alur Berpikir 20
BAB III METODE PELAKSANAAN 21
3.1 Pendekatan Umum 21
3.2 Metode Penelitian 21
3.2.1 Lokasi dan Waktu 22
3.2.2 Desain Penelitian 22
3.2.3 Jenis dan Sumber Data 25
3.2.4 Instrumen Penelitian 25
3.2.5 Analisis Data 27

3.2.6 Analisis Kelayakan 28
3.3 Metode Penyusunan Desain Usaha dan Diseminasi 30
3.3.1 Perencanaan Modal Usaha.....32
3.3.2 Metode Pembuatan dan Pelaksanaan Penelitian.....34
3.3.3 Rancangan Diseminasi 40
3.4 Jadwal dan Rencana Kegiatan 42
3.5 Hipotesis..... 43
3.6 Batasan Penelitian 43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 45
4.1 Pengaruh Aplikasi Bakteri pada Berbagai Konsentrasi NPK terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kacang Panjang 45
4.1.1 Hasil Uji *Total Plate Count* (TPC) Isolat Bakteri.....45
4.1.2 Data Rerata Jumlah Daun (Helai).....47
4.1.3 Jumlah Cabang (Cabang) 54
4.1.4 Panjang Polong (cm).....61
4.1.5 Berat Polong (gram) 69
4.1.6 Produktivitas 76
4.2 Analisis Kelayakan Usaha 79
4.2.1 Komponen Biaya Produksi.....80
4.2.2 Perbandingan Kelayakan Usaha Antar Perlakuan 81
4.2.3 *Business Plan* Implementasi Penelitian 83
4.2.3.1 Latar Belakang..... 83
4.2.3.2 Visi,Misi Dan Tujuan 84
4.2.3.3 Gambaran Usaha..... 85
4.2.3.4 Aspek Pemasaran..... 86
4.2.3.5 Aspek Produk..... 91
4.2.3.6 Aspek Organisasi Dan Manajemen 95
4.2.3.7 Aspek Permodalan..... 99
4.2.3.8 Aspek Keuangan..... 99
4.2.3.9 Pendekatan *Bisnis Model Canvas* (BMC) 105
4.3 Pelaksanaan Diseminasi 106
4.3.1 Sasaran Diseminasi 106
4.3.2 Tujuan Diseminasi 107
4.3.3 Materi Diseminasi..... 109
4.3.4 Media Diseminasi 110
4.3.5 Metode Diseminasi.....110
4.3.6 Pelaksanaan Diseminasi.....112
4.3.7 Evaluasi Diseminasi 113

4.3.8 Uji Validitas dan Reabilitas Instrumen 114
4.3.9 Hasil Evaluasi Diseminasi 115
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 118
5.1 Kesimpulan 118
5.2 Saran 118
DAFTAR PUSTAKA 120
LAMPIRAN 137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bakteri *Bacillus subtilis* 10
Gambar 2. Bakteri *Azospirillum* sp. 12
Gambar 3. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* 14
Gambar 4. Pengacakan Plot 24
Gambar 5. Pengambilan Sampel Tanaman 26
Gambar 6. Desain *Business Model Canvas* 31
Gambar 7. Jarak Tanam Penelitian 37
Gambar 8. Grafik Jumlah Daun Pada Berbagai Perlakuan Bakteri 48
Gambar 9. Grafik Jumlah Daun Pada Perbedaan Konsentrasi NPK 52
Gambar 10. Grafik Jumlah Cabang Pada Berbagai PerlakuanJenis Bakteri 55
Gambar 11. Grafik Jumlah Cabang Pada Perbedaan Konsentrasi NPK 58
Gambar 12. Grafik Panjang Polong Pada Berbagai Perlakuan Jenis Bakteri 62
Gambar 13. Grafik Panjang Polong Pada Perbedaan Konsentrasi NPK 65
Gambar 14. Grafik Berat Polong Pada Berbagai Perlakuan Jenis Bakteri 69
Gambar 15. Grafik Berat Polong Pada Perbedaan Konsentrasi NPK 72
Gambar 16. Logo Giberelin Farm 85
Gambar 17. Susunan Menejemen 96
Gambar 18. *Bisnis Model Canvas* 106

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kode Kombinasi Perlakuan Bakteri dan Konsentrasi 23
Tabel 2. Parameter Pengamatan Tanaman Kacang Panjang 26
Tabel 3. Rancangan Anggran Biaya 33
Tabel 4. Proyeksi Anggaran Biaya Setiap Perlakuan 34
Tabel 5. Alat dan Bahan 35
Tabel 6. Rerata Jumlah Daun Pada Perbedaan Jenis Bakteri 50
Tabel 7. Rerata Jumlah Daun Pada Perbedaan Konsentrasi NPK 53
Tabel 8. Rerata Jumlah Cabang Pada Perbedaan Jenis Bakteri 56
Tabel 9. Rerata Jumlah Cabang Pada Perbedaan Konsentrasi NPK 59
Tabel 10. Rerata Panjang Polong Pada Perbedaan Jenis Bakteri 63
Tabel 11. Rerata Panjang Polong Pada Perbedaan Konsentrasi NPK 66
Tabel 12. Rerata Panjang Polong Pada Perbedaan Jenis Bakteri 71
Tabel 13. Rerata Berat Polong Pada Perbedaan Konsentrasi NPK 74
Tabel 14. Produktivitas Tanaman Kacang Panjang Setiap Perlakuan 77
Tabel 15. Hasil Analisis Kelayakan Usaha Seluruh Perlakuan 82
Tabel 16. Profil usaha Giberelin Farm 85
Tabel 17. Biaya Investasi 101
Tabel 18. Biaya Variabel Budidaya Kacang Panjang 101
Tabel 19. Biaya Variabel Produksi Bakteri 102
Tabel 20. Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen 114

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penelitian Terdahulu 137
Lampiran 2. Kegiatan Penelitian 139
Lampiran 3. Kisi-Kisi Intrumens Penelitian Teknis 139
Lampiran 4. Kisi-Kisi Instrumen Evaluasi Diseminasi 140
Lampiran 5. Kuisioner Evaluasi Diseminasi *(Pre-test dan Post-test)* 141
Lampiran 6. Rencana Kegiatan Penelitian 144
Lampiran 7. Hasil Tabulasi Olah Data SPSS Parameter Jumlah Daun 146
Lampiran 8. Hasil Tabulasi Olah Data SPSS Parameter Jumlah Cabang 151
Lampiran 9. Hasil Tabulasi Olah Data SPSS Parameter Panjang Polong 155
Lampiran 10. Hasil Tabulasi Olah Data SPSS Parameter Berat Basah Polong 157
Lampiran 11. Bukti Pembelian Isolat 159
Lampiran 12. Analisis TPC 160
Lampiran 13. Analisis Kelayakan Usaha 162
Lampiran 14. Perizinan NPWP dan NIB 163
Lampiran 15. Daftar Hadir Uji Validitas 167
Lampiran 16. Data Responden Uji Validitas 169
Lampiran 17. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas 170
Lampiran 18. LPM (Lembar Persiapan Menyuluh) 171
Lampiran 19. Sinopsis 173
Lampiran 20. Berita Acara 176
Lampiran 21. Daftar Hadir Kegiatan Diseminasi 177
Lampiran 22. Media Diseminasi 179
Lampiran 23. Data Responden Diseminasi 180
Lampiran 24. Hasil Kuesioner *Pre-Test* 181
Lampiran 25. Hasil Kuesioner *Post Test* 182
Lampiran 26. Hasil Data SPSS Uji *Paired Sample t-Test* 183
Lampiran 27. Dokumentasi 184

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kacang panjang (*Vigna unguiculata*) merupakan tanaman sayuran leguminosa yang banyak dibudidayakan di daerah tropis dan dikonsumsi oleh masyarakat (Maulani dan Prasetyo, 2023). Berdasarkan Pusdatin (2025), rata-rata konsumsi kacang panjang di Indonesia pada tahun 2024 mencapai 0,038 kg/kapita/minggu atau sekitar 2,003 kg/kapita/tahun. Tingkat konsumsi tersebut menunjukkan bahwa kacang panjang masih memiliki peran penting sebagai komoditas sayuran dalam memenuhi kebutuhan pangan masyarakat (Wahyuni *et al*., 2024). Namun kebutuhan tersebut belum sepenuhnya didukung oleh kondisi produksi yang stabil. BPS Provinsi Jawa Timur (2024), produksi kacang panjang di Jawa Timur mengalami penurunan dari sekitar 30.074 ton pada tahun 2023 menjadi 28.119 ton pada tahun 2024. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa upaya mempertahankan dan meningkatkan produktivitas kacang panjang masih diperlukan.

Produktivitas kacang panjang dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya pengelolaan unsur hara. Pemenuhan kebutuhan hara dalam budidaya kacang panjang umumnya masih mengandalkan pupuk NPK sebagai sumber nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Berdasarkan anjuran BBPP Kupang (2023), pemupukan NPK pada kacang panjang dapat diberikan sekitar 2-3 g/ tanaman pada awal pertanaman, kemudian dilanjutkan dengan pemupukan susulan secara berkala hingga tanaman berumur sekitar dua bulan. Namun, beberapa kajian budidaya kacang panjang menunjukkan penggunaan pupuk NPK pada kisaran 150-450 kg/ha per musim tanam, dengan dosis 200 kg/ha digunakan sebagai dosis rekomendasi penuh dalam penelitian Sukmasari dan Tifani (2026). Pemberian pupuk NPK diperlukan untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman, tetapi keberhasilannya tidak hanya ditentukan oleh jumlah pupuk yang diberikan, melainkan juga oleh kemampuan tanaman dalam menyerap dan memanfaatkan unsur hara secara efisien (Wahyuni *et al*., 2024).

Kebutuhan kacang panjang belum sepenuhnya didukung oleh kondisi produksi yang stabil. Salah satu faktor yang memengaruhi produksi adalah pengelolaan unsur hara. Pemenuhan hara dalam budidaya kacang panjang masih banyak mengandalkan pupuk NPK sebagai sumber nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) untuk mendukung pertumbuhan dan pembentukan hasil tanaman Muslimah *et al.*, 2022). Namun peningkatan dosis NPK tidak selalu diikuti

peningkatan hasil yang sebanding karena tidak seluruh unsur hara dapat dimanfaatkan tanaman secara optimal. Nitrogen dapat hilang melalui pencucian, dan penguapan, sedangkan fosfor dan kalium dapat terikat atau berada dalam bentuk yang kurang tersedia bagi tanaman. Kondisi tersebut menurunkan efisiensi pemupukan sehingga sebagian hara yang diberikan tidak langsung dapat dimanfaatkan tanaman (Bertham *et al.*, 2022).

Menurut Djunaedy (2022) penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus tanpa pengelolaan yang tepat juga berpotensi memengaruhi kualitas tanah dan aktivitas mikroorganisme di dalamnya. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pemupukan yang tidak hanya berorientasi pada penambahan pupuk, tetapi juga meningkatkan ketersediaan dan efisiensi pemanfaatan unsur hara (Agbodjato dan Babalola, 2024). Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme hidup untuk membantu menyediakan atau melarutkan unsur hara, merangsang perkembangan akar, dan mendukung kondisi rizosfer Candraningtyas dan Indrawan, 2023).

Sebagai tanaman leguminosa, kacang panjang secara alami dapat berasosiasi dengan kelompok rhizobia melalui pembentukan bintil akar. Rhizobia mengkolonisasi akar dan membentuk bintil sebagai tempat berlangsungnya fiksasi nitrogen biologis, yaitu perubahan nitrogen atmosfer (N_2) menjadi bentuk nitrogen yang dapat dimanfaatkan tanaman (Zhao *et al*., 2024). Namun, efektivitas proses tersebut dipengaruhi oleh keberadaan rhizobia yang kompatibel, kondisi tanah, dan lingkungan perakaran. Dalam penelitian ini, *Rhizobium* tidak diberikan sebagai perlakuan sehingga perannya dipandang sebagai bagian dari proses biologis alami tanaman, sedangkan perlakuan difokuskan pada *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* (Ridwan *et al.,* 2022).

Ketiga bakteri tersebut memiliki mekanisme yang berbeda dalam membantu pemanfaatan unsur hara. *Bacillus subtilis* berperan dalam pelarutan fosfat dan mendukung perkembangan sistem perakaran, *Azospirillum* sp. memiliki kemampuan menambat nitrogen serta menghasilkan senyawa pemacu pertumbuhan akar, sedangkan *Pseudomonas fluorescens* berpotensi meningkatkan ketersediaan fosfor dan besi melalui pelarutan fosfat serta produksi siderofor, sekaligus mendukung perkembangan akar dan kondisi rizosfer (Jannah *et al.,* 2022). Perkembangan akar dan peningkatan ketersediaan hara tersebut dapat memperluas kemampuan tanaman memperoleh N, P, K, dan air dari daerah perakaran.

Pupuk NPK dan bakteri memiliki fungsi yang berbeda tetapi berpotensi saling mendukung. Pupuk NPK menyediakan unsur hara utama, sedangkan aktivitas bakteri dapat membantu meningkatkan ketersediaan hara dan perkembangan akar sehingga unsur hara lebih mudah dimanfaatkan tanaman mendukung (Khoso *et al*., 2024). Oleh karena itu, pada dosis NPK yang lebih rendah atau moderat, keberadaan bakteri berpotensi meningkatkan efisiensi pemupukan sehingga pertumbuhan dan produktivitas tanaman dapat dipertahankan. Sebaliknya, peningkatan dosis NPK tidak selalu memberikan hasil yang lebih tinggi apabila tambahan unsur hara tidak dapat dimanfaatkan tanaman secara optimal (Nainggolan *et al.* 2020).

Meskipun *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* telah banyak dikaji sebagai bakteri pemacu pertumbuhan tanaman, informasi mengenai respons ketiganya pada berbagai dosis NPK dalam budidaya kacang panjang masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan dosis NPK 25%, 50%, 75%, dan 100% yang dikombinasikan dengan ketiga jenis bakteri tersebut. Dosis 100% digunakan sebagai pembanding dosis penuh, sedangkan dosis 25%, 50%, dan 75% digunakan untuk mengevaluasi kemampuan bakteri dalam mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman ketika penggunaan NPK dikurangi (Hazra *et al.*, 2024).

Penerapan teknologi tersebut tidak hanya perlu dinilai dari pertumbuhan dan produktivitas tanaman, tetapi juga dari kelayakan usahanya. Penggunaan bakteri memerlukan tambahan biaya penyediaan dan aplikasi, tetapi apabila mampu mempertahankan atau meningkatkan hasil pada dosis NPK yang lebih rendah, penggunaan pupuk berpotensi menjadi lebih efisien (Putri *et al*., 2022). Oleh karena itu, analisis biaya produksi, penerimaan, pendapatan, HPP, BEP, R/C ratio, dan B/C ratio diperlukan untuk mengetahui tingkat kelayakan penerapan teknologi pada budidaya kacang panjang (Saputro *et al.* 2024)

Teknologi yang produktif dan layak secara ekonomi juga perlu dipahami oleh petani sebelum dapat diterapkan. Pengetahuan mengenai fungsi, manfaat, dan cara penggunaan bakteri merupakan tahap awal dalam penerimaan inovasi (Setiyowati *et al*., 2022). Oleh karena itu, hasil penelitian didiseminasikan kepada petani melalui materi, metode, dan media yang disesuaikan dengan karakteristik sasaran agar informasi mengenai penggunaan bakteri dan pengurangan pupuk NPK dapat diketahui dan dipahami.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan membandingkan penggunaan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada dosis pupuk NPK 25%, 50%, 75%, dan 100% untuk mengetahui pengaruh jenis bakteri, dosis NPK, terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang panjang. Hasil budidaya selanjutnya dianalisis dari aspek kelayakan usaha melalui perhitungan biaya produksi, penerimaan, pendapatan, dan tingkat keuntungan guna menilai efisiensi serta kelayakan penerapan teknologi tersebut. Temuan penelitian kemudian digunakan sebagai dasar penyusunan materi diseminasi yang keberhasilannya dievaluasi berdasarkan peningkatan pengetahuan sasaran. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi teknologi budidaya kacang panjang yang produktif, efisien, layak secara ekonomi, serta mudah dipahami dan berpeluang diterapkan oleh petani.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh aplikasi *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang panjang?
2. Bagaimana analisis kelayakan usaha budidaya tanaman kacang panjang dengan penggunaan bakteri *Bacillus subtilis, Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai dosis pupuk NPK?
3. Bagaimana peningkatan pengetahuan petani setelah pelaksanaan diseminasi mengenai budidaya tanaman kacang panjang dengan pemanfaatan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai dosis pupuk NPK ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh aplikasi *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang panjang.
2. Menganalisis kelayakan usaha budidaya kacang panjang dengan penerapan bakteri pada berbagai dosis pupuk NPK.
3. Menganalisis peningkatan pengetahuan petani setelah pelaksanaan diseminasi mengenai budidaya tanaman kacang panjang dengan pemanfaatan *Bacillus*

subtilis, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai dosis pupuk NPK.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi beberapa pihak sebagai berikut:

1. Bagi Petani, sebagai sumber informasi mengenai pemanfaatan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* dalam mendukung pertumbuhan, produktivitas, dan efisiensi penggunaan pupuk NPK pada budidaya kacang panjang.
2. Bagi Instansi, sebagai sumber informasi mengenai pemanfaatan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* dalam mendukung pertumbuhan, produktivitas, dan efisiensi penggunaan pupuk NPK pada budidaya kacang panjang.
3. Bagi Mahasiswa, sebagai sumber informasi dan bahan pengembangan penelitian selanjutnya mengenai pemanfaatan bakteri dan efisiensi pemupukan pada tanaman hortikultura khususnya tanaman kacang panjang.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian dari Parthasarathi *et al*. (2021) berjudul "*Effects of Bio-Fertilizer on Growth and Yield of Rice AU1GSR Cultivar*". Bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh biofertilizer *Azospirillum sp. dan Pseudomonas fluorescens* dengan kombinasi dosis NPK terhadap pertumbuhan dan hasil padi. Metode yang digunakan RAK dengan enam perlakuan, 100% NPK, biofertilizer tanpa NPK, 25% NPK + biofertilizer, 50% NPK + biofertilizer, 75% NPK + biofertilizer, dan kontrol tanpa perlakuan. Variabel yang diamati mencakup tinggi tanaman, luas daun, biomassa, jumlah anakan, jumlah malai, gabah isi, bobot 1000 butir, serta hasil gabah dan jerami. Biofertilizer diberikan empat kali pada umur 30-75 HST. Hasil menunjukkan perlakuan 75% NPK + *Azospirillum* + *Pseudomonas* memberikan hasil terbaik dengan tinggi tanaman 131,20 cm, biomassa 13.640 kg/ha, dan hasil gabah 7.620 kg/ha lebih tinggi daripada kontrol dengan tinggi tanaman 102,10 cm, biomassa 6.290 kg/ha, dan hasil gabah hanya 2.845 kg/ha.

Penelitian Noviani dan Rahayu (2022) berjudul "Pengaruh Pemberian *Pseudomonas fluorescens, Azospirillum* sp. dan Mikroorganisme Lokal terhadap Produktivitas dan Pertumbuhan Kedelai pada Tanah Kapur". Bertujuan mengetahui pengaruh *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum* sp., dan mikroorganisme lokal terhadap pertumbuhan serta produktivitas kedelai pada tanah kapur. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tujuh perlakuan dan tiga ulangan, kemudian data dianalisis menggunakan ANOVA dan diuji lanjut menggunakan Duncan. Perlakuannya meliputi kontrol, mikroorganisme lokal, masing-masing bakteri secara tunggal, serta kombinasi bakteri dengan mikroorganisme lokal. Parameter yang diamati mencakup tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, biomassa, bintil akar, jumlah polong, biomassa polong, serta kandungan nitrogen dan fosfor. Hasil terbaik diperoleh pada kombinasi *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum* sp., dan mikroorganisme lokal karena memberikan respons pertumbuhan dan produktivitas kedelai paling baik.

Penelitian dari Supriyono *et al.* (2022) berjudul "Efektivitas Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida di Tanah Alfisol". Bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil jagung hibrida di tanah *Alfisol* yang memiliki kesuburan rendah. Metode yang digunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan empat perlakuan yakni tanpa pupuk (kontrol), pupuk hayati 12 l/ha, 20 l/ha, dan 28 l/ha, enam ulangan. Variabel yang

diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, indeks luas daun, berat brangkasan segar dan kering, serta hasil panen (berat tongkol, berat biji, dan berat 100 biji). Bakteri yang digunakan yakni *Azospirillum sp.*, *Azotobacter sp.*, dan *Bacillus sp*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis terbaik 12 l/ha memberikan peningkatan tinggi tanaman 9,3%, diameter batang 13%, indeks luas daun 19%, dan hasil biji mencapai 3,5 ton/ha atau meningkat 23,02% dibandingkan kontrol (1,39 ton/ha).

Penelitian dari Albayani *et al.* (2022) berjudul "Pengaruh Frekuensi Aplikasi Pupuk Hayati *Bacillus* sp. terhadap Pertumbuhan dan Hasil Enam Kultivar Wortel (*Daucus carota L.*). Bertujuan menentukan frekuensi aplikasi *Bacillus sp.* yang paling efektif untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil wortel pada lahan pasir pantai. Metode yang digunakan RAK *faktorial* dengan dua faktor, yaitu *frekuensi* aplikasi *Bacillus sp*. Dengan 2 kali dan 4 kali aplikasi, serta enam varietas wortel introduksi dan lokal. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar dan kering umbi, diameter dan panjang umbi, produktivitas, indeks konsumsi, dan tingkat kemanisan. Bakteri yang digunakan dari penelitian sebelumnya menggunkan bakteri *Bacillus sp*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi 4 kali *Bacillus sp*. memberikan hasil terbaik dengan tinggi tanaman mencapai 54,81 cm, bobot segar umbi 96,57 g, bobot kering 37,56 g, diameter umbi 31,59 mm, panjang umbi 18,95 cm, dan produktivitas 28,86 ton/ha. Sebaliknya perlakuan 2 kali aplikasi menghasilkan nilai terendah,bobot segar umbi hanya 66,09 g, bobot kering 28,10 g, dan produktivitas 23,87 ton/ha.

Penelitian dari Tijar *et al.* (2022) berjudul "Pengaruh Pupuk Hayati dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Edamame pada Tanah Gambut" Bertujuan mengetahui kombinasi terbaik pupuk hayati dan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai edamame. Menggunakan dua faktor yaitu pupuk hayati (5, 10, 15 ml/l) dan NPK (200, 300, 400 kg/ha). Variabel yang diamati yakni tinggi tanaman, volume akar, berat kering, jumlah dan bobot polong. Bakteri dalam pupuk hayati *Rhizobium sp.*, *Azospirillum sp.*, *Azotobacter sp.*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, dan *Trichoderma sp.* Perlakuan terbaik pupuk hayati 15 ml/l + NPK 200 kg/ha menghasilkan 51,85 polong segar dan 51,48 polong isi, sedangkan kontrol hanya 37,66 polong.

Penelitian dari Rathod dan Shrivastav (2025) berjudul *"Effect of Azotobacter, Bacillus, and Pseudomonas-based Biofertilizers on Growth and Yield of Green Gram"*. Bertujuan menilai pengaruh *biofertilizer* berbasis *Azotobacter, Bacillus*, dan

Pseudomonas terhadap pertumbuhan serta hasil kacang hijau. Metode yang digunakan adalah RAK dengan 8 perlakuan kontrol, aplikasi tunggal, kombinasi dua bakteri, dan kombinasi tiga bakteri. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah cabang, bobot kering, jumlah polong, panjang polong, jumlah biji, hasil biji, dan hasil biomassa. Bakteri yang digunakan *Azotobacter, Bacillus*, dan *Pseudomonas.* Hasil penelitian menunjukkan perlakuan T8 (*Azotobacter* + *Bacillus* + *Pseudomonas*) menghasilkan pertumbuhan terbaik seperti tinggi 65 cm, 10 cabang, 4 g bobot kering, dan hasil 1.200 kg/ha. Sedangkan kontrol menghasilkan tinggi 50 cm dan hasil 800 kg/ha.

Berdasarkan penelitian terdahulu penggunaan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan serta hasil berbagai tanaman, baik melalui aplikasi tunggal maupun dalam bentuk konsorsium mikroba. Penelitian sebelumnya menggunakan pupuk hayati campuran, sehingga pengaruh masing-masing bakteri belum dapat dibandingkan secara langsung. Selain itu, kajian yang menguji ketiga bakteri tersebut secara terpisah pada taraf NPK 25%, 50%, 75%, dan 100% dalam budidaya kacang panjang masih terbatas. Belum banyak penelitian yang menghubungkan hasil agronomis dengan efisiensi pengurangan pupuk anorganik, produktivitas, dan kelayakan usaha. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk membandingkan pengaruh ketiga jenis bakteri pada berbagai dosis NPK serta menjadikan perlakuan terbaik sebagai dasar analisis usaha dan penyusunan diseminasi kepada petani.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Tanaman Kacang Panjang

Menurut Rambu *et al*. (2026), kacang panjang (*Vigna unguiculata*) merupakan tanaman sayuran yang termasuk ke dalam famili *Leguminosae (Fabaceae).* Tanaman ini berasal dari daerah tropis dan banyak dibudidayakan di negara-negara Asia, termasuk Indonesia, karena adaptasinya yang baik terhadap iklim tropis dengan suhu relatif tinggi dan curah hujan sedang hingga tinggi. Kacang panjang umumnya ditanam sebagai tanaman semusim dan dimanfaatkan bagian polong mudanya sebagai bahan pangan.

Secara botani, kacang panjang memiliki sistem perakaran tunggang yang berkembang dengan baik dan mampu bersimbiosis dengan mikroorganisme tanah, khususnya bakteri penambat nitrogen. Batang kacang panjang bersifat merambat atau memanjat sehingga dalam budidayanya sering memerlukan ajir atau lanjaran sebagai penopang (Djafar, 2022). Daunnya berbentuk trifoliat

dengan warna hijau, sedangkan bunganya berwarna putih hingga kekuningan yang akan berkembang menjadi polong panjang dengan biji di dalamnya *(*Hariri *et al.*, 2016).

Menurut Murdaningsih dan Wae (2020), sistem perakaran yang berkembang dengan baik menjadi faktor kunci dalam efisiensi penyerapan air dan nutrisi, sehingga berpengaruh langsung terhadap jumlah dan kualitas polong yang dihasilkan. Sebagai tanaman leguminosa, kacang panjang memiliki potensi berinteraksi dengan mikroorganisme tanah yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan efisiensi pemanfaatan hara. Oleh karena itu, pengelolaan tanah dan hara yang tepat serta penerapan teknologi budidaya yang mendukung aktivitas biologis tanah menjadi aspek penting dalam upaya meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang panjang secara berkelanjutan (Hulu, 2024).

2.2.2 Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme yang banyak hidup di tanah dan daerah perakaran tanaman atau rizosfer serta berperan dalam berbagai proses biologis tanah (Hartanto *et al*., 2023). Melalui proses isolasi dan pemurnian dapat diperoleh isolat bakteri, yaitu satu jenis bakteri yang telah dipisahkan dari mikroorganisme lainnya (Darwisah *et al.*, 2025). Isolat tersebut kemudian dapat diidentifikasi dan diseleksi berdasarkan kemampuannya dalam menyediakan unsur hara, merangsang pertumbuhan tanaman, serta menghambat perkembangan patogen (Elita *et al*., 2024).

Menurut Jannah *et al.* (2022) menyatakan isolat bakteri dari tanah dan rizosfer banyak dimanfaatkan sebagai bahan dasar pupuk hayati karena memiliki sifat fungsional yang mendukung pertumbuhan tanaman. Isolat bakteri dari tanah dan rizosfer banyak dimanfaatkan sebagai bahan dasar pupuk hayati karena memiliki fungsi yang mendukung pertumbuhan tanaman (Setiawan, 2026). Bakteri seperti *Azospirillum* sp., *Bacillus* sublitilis dan *Pseudomonas fluorencens*. termasuk kelompok PGPR yang mampu menambat nitrogen, melarutkan fosfat, menghasilkan hormon pertumbuhan, dan merangsang perkembangan akar (Jannah *et al.*, 2022). Penggunaan bakteri tersebut sebagai pendamping pupuk anorganik yang dapat meningkatkan efisiensi penyerapan hara, memperbaiki kondisi biologis tanah, dan mendukung sistem budidaya yang lebih berkelanjutan (Damayanti *et al*., 2023).

Sebelum digunakan sebagai pupuk hayati, isolat bakteri perlu diuji di laboratorium untuk memastikan jenis, jumlah populasi, dan aktivitas biologisnya.

Pengujian dilakukan melalui proses kultur serta pengamatan kemampuan bakteri dalam menambat nitrogen, melarutkan fosfat, dan menghasilkan zat pemacu pertumbuhan. Tahapan tersebut penting untuk menjamin mutu dan efektivitas pupuk hayati dalam meningkatkan kesuburan tanah serta pertumbuhan tanaman (Agu *et al.,* 2021). Adapun bakteri yang dimanfaatkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Bakteri *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis adalah bakteri Gram positif berbentuk batang yang memiliki kemampuan membentuk endospora, membuatnya tahan terhadap kondisi ekstrem. Bakteri ini berukuran 0,3-2,2 x 1,2-7,0 µm dan dapat bertahan dalam pH 2-8 serta suhu antara -5°C hingga 75°C (Puji dan Sudarwati 2020). *Bacillus subtilis* menghasilkan enzim hidrolitik seperti protease dan *selulase* mampu menghasilkan enzim seperti protease dan lipase yang membantu melarutkan bahan organik di tanah, sehingga meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman.yang memecah makro molekul organik menjadi senyawa lebih sederhana. Selain itu bakteri ini dapat hidup bebas atau membentuk koloni yang berinteraksi dengan mikroorganisme lain di tanah berperan dalam pembentukan komunitas mikroba yang mendukung kesuburan tanah dan produktivitas tanaman (Agusta *et al*., 2023). Berikut adalah taksonomi dari Bakteri *Bacillus subtilis:*

Kingdom	:	*Bacteria*
Filum	:	*Firmicutes*
Kelas	:	*Bacilli*
Ordo	:	*Bacillales*
Famili	:	*Bacillaceae*
Genus	:	*Bacillus*
Spesies	:	*Bacillus subtilis*

Gambar 1. Bakteri *Bacillus subtilis*
Sumber: Gumanti *et al*. (2024)

Bakteri *Bacillus subtilis* dapat menghasilkan fitohormon seperti asam indol asetat, giberelin, sitokinin, dan etilen, serta menghasilkan siderofor, mengikat nitrogen, memproduksi antibakteri, dan melarutkan fosfat (Mukamto *et al*., 2025). Menurut Purwanti *et al*. (2022) menyatakan bakteri *bacillus* mampu menghasilkan berbagai fitohormon yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen dan fosfat bagi sistem perakaran tanaman. Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat sebagai inokulan dapat meningkatkan penyerapan unsur fosfor. Bakteri ini bekerja dengan melepaskan fosfor yang terikat di dalam tanah menjadi bentuk yang mudah diserap oleh tanaman, yang berfungsi penting dalam pembentukan energi dan protein.

Bacillus subtilis sebagai salah satu jenis rhizobakteri utama, memiliki kemampuan membentuk spora yang memungkinkannya bertahan lama di tanah. Bakteri ini berperan dalam mendorong pertumbuhan tanaman melalui proses pelarutan fosfor, fiksasi nitrogen, serta produksi siderofor yang membantu penyerapan unsur hara dan menekan pertumbuhan patogen. Sebagai bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (PGPR), *Bacillus subtilis* efektif dalam meningkatkan hasil tanaman dengan cara memfiksasi serta memobilisasi unsur hara penting seperti nitrogen dan fosfor (Dita *et al*., 2023).

Menurut Hilmi (2023), selain itu *Bacillus subtilis* juga dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap stres biotik dan abiotik yang memungkinkan tanaman untuk tetap produktif meskipun berada dalam kondisi lingkungan yang kurang optimal. *Rhizobakteri* ini hidup di sekitar atau pada permukaan akar tanaman dan berperan langsung maupun tidak langsung dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman melalui produksi dan sekresi senyawa kimia di *rizosfer*. *Bacillus subtilis* mampu menguraikan senyawa kompleks dan berkembang dengan baik di dalam tanah sehingga berperan dalam penguraian bahan organik. Dengan kemampuan ini *Bacillus subtilis* dikategorikan sebagai PGPR yang efektif (Laila *et al*., 2024).

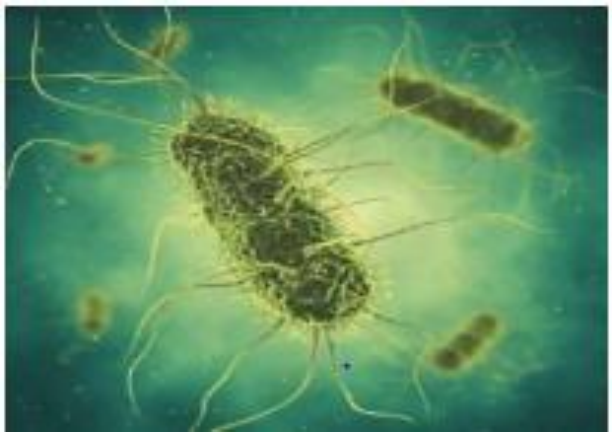
Menurut Prihatiningsih *et al*. (2015) menyatakan *Bacillus subtilis* dapat berfungsi sebagai pupuk hayati dan agen pengendali hayati melalui mekanisme antibiosis dan penginduksi ketahanan sistemik. *Bacilus subtilis* yang diisolasi dari tanah terbukti memiliki kemampuan antibakteri, antijamur, pemacu pertumbuhan tanaman, dan penginduksi ketahanan sistemik.

2. Bakteri *Azospirillum sp.*

Menurut Warganda *et al*. 2023), *Azospirillum* sp. merupakan genus bakteri yang berbentuk spiral besar atau batang lurus, dengan ukuran 0,9-1,2 µm. Termasuk

dalam golongan Gram negatif. Bakteri ini bersifat motil dan bergerak secara berputar atau berpilin dalam media cair dengan bantuan satu flagel polar. Selain itu, bakteri ini dapat membentuk flagel lateral ketika ditumbuhkan pada media padat pada suhu 30 °C. Koloni beberapa galur pada media PDA berwarna merah muda terang hingga merah muda tua. Tumbuh optimal di suhu 34-37 °C dan di pH 7. Berikut adalah taksonomi Bakteri *Azospirillum* sp. :

Kingdom	:	*Bacteria*
Filum	:	*Proteobacteria*
Kelas	:	*Alphaproteobacteria*
Ordo	:	*Rhodospirillales*
Famili	:	*Rhodospirillaceae*
Genus	:	*Azospirillum*
Spesies	:	*Azospirillum* sp.



Gambar 2. Bakteri *Azospirillum* sp.
Sumber: Abbas dan Shafeeq. (2025)

Menurut Wayan *et al*. (2022) menyatakan bakteri *Azospirillum* sp. merupakan bakteri rizosfer yang berfungsi sebagai pupuk hayati dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Bakteri ini menambat nitrogen dari udara pada kondisi oksigen rendah melalui enzim nitrogenase kemudian mengubahnya menjadi bentuk nitrogen yang dapat diserap tanaman seperti nitrat dan amonium. Walaupun tidak membentuk bintil akar seperti *Rhizobium, Azospirillum* sp., tetap efektif menyediakan nitrogen dan fosfor bagi tanaman. Selain itu bakteri ini menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IAA, sitokinin, giberelin, dan auksin yang merangsang pembentukan akar lateral, akar adventif, serta meningkatkan jumlah rambut akar, sehingga penyerapan hara oleh tanaman menjadi lebih optimal (Widawati dan Muharam, 2023).

Azospirillum sp. merupakan bakteri nonsimbiotik berbentuk spiral yang hidup di sekitar perakaran tanaman. Bakteri ini mampu memfiksasi nitrogen dari udara serta membantu meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman. *Azospirillum* sp. umumnya berasosiasi dengan tanaman dari famili Poaceae atau Gramineae. Hasil penelitian Warganda *et al*. (2023) menunjukkan bahwa inokulasi *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan efisiensi pemupukan N pada tanaman jagung dan dapat meningkatkan nilai kadar N-total tanaman sebesar 47,55%. Bakteri ini juga memperbaiki struktur tanah dan menguraikan bahan organik seperti selulosa, amilosa, lemak, dan protein.

Keberadaan bakteri di rizosfer mampu merangsang pertumbuhan akar dengan menambah jumlah rambut akar, memanjangkan akar, dan memperluas permukaan akar sehingga penyerapan hara menjadi lebih efisien. Selain itu *Azospirillum sp.,* menambat nitrogen dari udara pada kondisi oksigen rendah dan mengubahnya menjadi bentuk nitrogen yang dapat diserap tanaman seperti nitrat dan ion amonium. Kemampuan tersebut menjadikan *Azospirillum* sp. sebagai pupuk hayati dan bakteri pendukung pertumbuhan tanaman yang penting (Sihotang *et al*., 2022).

3. Bakteri *Pseudomonas Fluorecens*

Pseudomonas fluorescens adalah genus bakteri Gram-negatif berbentuk batang yang motil dan bersifat aerobik, memungkinkannya untuk tumbuh dan aktif di lingkungan pertanian sebagai agens hayati (Sari *et al*., 2023). Klasifikasi *Pseudomonas flourescens* adalah sebagai berikut :

Kingdom	:	*Bacteria*
Filum	:	*Proteobacteria*
Kelas	:	*Gammaproteobacteria*
Ordo	:	*Pseudomonadales*
Famili	:	*Pseudomonadaceae*
Genus	:	*Pseudomonas*
Spesies	:	*Pseudomonas flourescens*

Gambar 3. Bakteri *Pseudomonas fluorescens*
Sumber: Wahyudi dan Soetarto (2021)

Pseudomonas fluorescens memiliki peran penting dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Bakteri ini mampu melarutkan fosfor yang terikat oleh aluminium, besi, atau kalsium menjadi bentuk fosfat yang lebih mudah diserap tanaman melalui aktivitas enzim fosfatase. Selain itu, Pseudomonas fluorescens dapat meningkatkan ketersediaan besi serta menciptakan kondisi rizosfer yang mendukung aktivitas mikroorganisme penambat nitrogen. Melalui mekanisme tersebut, bakteri ini membantu tanaman menyerap unsur hara secara lebih efisien sehingga dapat mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman *(Backer et al., 2018).*

Menurut Laila *et al*. (2024)*, Pseudomonas fluorescens* merupakan bakteri yang bermanfaat dalam pertanian berkelanjutan karena mampu membantu pertumbuhan tanaman sekaligus menekan serangan penyakit. Bakteri ini dapat menghasilkan siderofor untuk mengikat besi, memproduksi senyawa aktif yang menghambat patogen, serta merangsang ketahanan tanaman. Selain itu, *Pseudomonas fluorescens* juga dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan tunas, serta memperbaiki keseimbangan mikroorganisme di sekitar akar sehingga kesehatan dan produktivitas tanaman menjadi lebih baik.

2.2.3 Pemupukan Tanaman Kacang Panjang

Menurut Suarjana dan Arthagama (2020) menyatakan pemupukan merupakan tindakan penting dalam manajemen kesuburan tanah yang berperan menjaga keseimbangan nutrisi dan mendukung proses fisiologis tanaman secara berkelanjutan. Kegiatan ini tidak hanya berfokus pada penambahan unsur hara tetapi juga mencakup pengelolaan tanah agar tetap subur dan mampu menopang pertumbuhan tanaman dalam jangka panjang. Melalui penerapan teknik yang tepat pemupukan dapat memperbaiki struktur tanah, serta menstimulasi aktivitas

mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik dan ketersediaan unsur hara. Selain itu pemupukan yang sesuai dapat memperkuat sistem perakaran sehingga tanaman lebih efisien dalam menyerap air dan nutrisi, serta lebih tahan terhadap cekaman lingkungan seperti kekeringan atau kekurangan unsur tertentu (Elita *et al*., 2024).

Menurut Bayu dan Endang (2019), pemupukan merupakan pemberian unsur hara melalui tanah atau daun untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Pupuk dapat berupa bahan organik maupun anorganik dengan dosis yang tepat agar tidak terjadi kekurangan atau kelebihan hara. Pemupukan yang sesuai dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi, menjaga keseimbangan hara tanah, serta mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman (Jovita, 2021).

Pemilihan jenis pupuk baik organik, anorganik, maupun bakteri dengan metode aplikasinya yang disesuaikan dengan kondisi lahan, jenis tanaman, serta fase pertumbuhannya menjadi faktor kunci dalam mencapai hasil yang optimal. Dengan pengelolaan yang bijak, pemupukan tidak hanya meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga menjaga keberlanjutan ekosistem tanah dan menekan dampak negatif terhadap lingkungan. Dan pada penelitian ini terdapat dua jenis pupuk yang digunakan yakni :

A. Pupuk Hayati

Menurut Permentan (2019), dalam keputusan menteri pertanian Republik Indonesia Nomor : 261/KPTS/SR.30//M4/2019 menjelaskan mengenai standart kualitas pupuk hayati cair berbasis bakteri sangat bergantung pada jumlah mikroorganisme yang terkandung di dalamnya. Untuk memastikan efektivitasnya, bakteri yang digunakan dalam pupuk hayati harus memiliki konsentrasi minimal 1 x 10^8 CFU/g bobot kering atau 1 x 10^8 CFU/ml dalam bentuk cair. Angka ini menunjukkan jumlah koloni mikroba yang dapat berkembang biak dalam satu gram atau satu mililiter pupuk hayati, yang cukup untuk mendukung kolonisasi bakteri di sekitar akar tanaman dan meningkatkan ketersediaan unsur hara, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, serta memperbaiki kesehatan tanah secara keseluruhan. Sedangkan menurut hasil penelitian Krismo *et al.* (2022), penggunaan pupuk hayati dengan konsentrasi 15 ml terbukti sebagai perlakuan paling efektif dalam meningkatkan hasil tanaman.

B. Pupuk Anorganik

Menurut Murdhiani (2024), pupuk NPK 16-16-16 merupakan sumber nitrogen, fosfor, dan kalium yang penting bagi pertumbuhan serta produktivitas tanaman.

Pada kacang panjang, ketiga unsur tersebut mendukung pertumbuhan vegetatif, perkembangan akar, serta pembentukan bunga dan polong. Pemberian dengan dosis yang tepat dapat meningkatkan efisiensi penyerapan hara, hasil, dan kualitas polong tanpa menyebabkan kekurangan atau kelebihan unsur hara (Hanafi *et.al* 2022).

Kebutuhan pupuk kacang panjang dengan menggunakan NPK umumnya disesuaikan dengan jarak tanam dan kepadatan populasi tanaman di lapangan. Pada jarak tanam 40 × 60 cm, terdapat sekitar 40.000 tanaman per hektar sehingga rekomendasi pemupukan sebesar 200 kg NPK 16-16-16 per hektar setara dengan kebutuhan sekitar 5 gram per tanaman (Amalia *et al.*, 2024). Dosis ini dapat disesuaikan menjadi 100%, 75%, 50%, atau 25% tergantung kondisi lahan dan fase pertumbuhan, yang masing-masing setara dengan 5 gram, 3,75 gram, 2,5 gram, dan 1,25 gram per tanaman.

2.2.4 Produktivitas Tanaman

Menurut Effendi (2022) menjelaskan produktivitas dalam bidang pertanian menggambarkan kemampuan suatu input, terutama luas lahan, dalam menghasilkan produk pada setiap satuan luas. Besarnya produktivitas dan produksi dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti tingkat kesuburan tanah, varietas benih, ketepatan jenis dan dosis pupuk, ketersediaan air, teknik budidaya, penggunaan alat pertanian, serta tenaga kerja. Oleh karena itu, perhitungan produktivitas lahan diperlukan untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan lahan dalam menghasilkan produk pertanian. Produktivitas dalam kilogram per 1.000 m² dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Produktivitas (kg/1.000 m}^2\text{)} = \frac{\text{total berat panen (kg)}}{\text{luas efektif perlakuan (m}^2\text{)}} \times 1.000$$

Sementra itu, Luas lahan efektif dihitung dengan rumus:

Luas efektif = panjang bedengan × lebar bedengan × jumlah bedengan

Perhitungan tersebut menghasilkan estimasi produksi berdasarkan luas tanam yang sebenarnya, sehingga nilainya dapat menggambarkan kemampuan hasil tanaman pada setiap perlakuan. Menurut Alfarizi (2024) menyatakan bahwa pemilihan varietas unggul merupakan salah satu komponen penting dalam peningkatan produktivitas karena setiap varietas memiliki potensi hasil dan karakter pertumbuhan yang ditentukan secara genetik. Namun, potensi genetik tersebut tidak selalu tercapai di lapangan karena ekspresinya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan pengelolaan budidaya. Varietas Kanton Tavi yang digunakan dalam penelitian

ini memiliki potensi hasil 25–30 ton/ha, sehingga pengelolaan unsur hara yang tepat diperlukan agar potensi tersebut dapat dicapai secara optimal.

2.2.5 Analisis Kelayakan Usaha

Menurut Mahardhika dan Ariadi (2021) menjelaskan bahwa analisis kelayakan finansial merupakan metode ekonomi yang digunakan untuk menilai kelayakan suatu usaha atau proyek berdasarkan aspek keuangan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan usaha dalam menghasilkan keuntungan secara berkelanjutan dan memberikan manfaat dalam jangka panjang. Menurut Fauzi *et al*. (2024), tujuan utamanya adalah memastikan bahwa usaha tersebut dapat menghasilkan keuntungan yang berkelanjutan dan memberikan hasil yang menguntungkan dalam jangka panjang. Dalam analisis ini penting untuk memperkirakan aliran kas yang akan terjadi di masa depan yang dapat dilakukan melalui berbagai Analisis kelayakan finansial mencakup perhitungan biaya total (*Total Cost*), penerimaan, pendapatan, titik impas (*Break-Even Point* atau BEP), rasio manfaat terhadap biaya (*Benefit-Cost Ratio* atau B/C Ratio), dan rasio penerimaan terhadap biaya (*Revenue-Cost Ratio* atau R/C Ratio).

Break Even Point (BEP) merupakan kondisi ketika total pendapatan setara dengan total biaya, baik biaya tetap maupun variabel, sehingga usaha berada pada posisi tidak menghasilkan laba maupun mengalami kerugian. Analisis BEP digunakan untuk mengetahui jumlah penjualan minimum, menetapkan harga yang sesuai, serta membantu dalam pengambilan keputusan produksi, harga, dan distribusi (Wahyuni *et al*., 2020).

Disisi lain rasio *Benefit-Cost* (BC) dan *Revenue-Cost* (RC) digunakan untuk menilai efisiensi dan tingkat keuntungan usaha dengan membandingkan manfaat atau pendapatan terhadap biaya (Silalahi *et al*., 2022). Nilai rasio yang lebih besar dari 1 menunjukkan usaha layak atau menguntungkan, sedangkan nilai di bawah 1 mengindikasikan perlunya peninjauan kembali atau penghentian usaha (Gratya dan Wua *et al*., 2024). Dibandingkan dengan BEP, analisis BC/RC memberikan penilaian ekonomi yang lebih menyeluruh terhadap kelayakan suatu usaha.

2.2.6 *Business Plan*

Menurut Supriyanto (2018) menyatakan bahwa perencanaan bisnis *(Business Plan*) adalah rencana-rencana tentang apa yang dikerjakan dalam suatu bisnis ke depan meliputi alokasi sumberdaya, perhatian pada faktor-faktor kunci dan mengolah permasalahan permasalahan dan peluang yang ada. Secara garis besar isi suatu perencanaan bisnis dimulai dari ringkasan, statemen misi, faktor-faktor

kunci, analisis pasar, produksi, manajemen dan analisis finansial seperti analisis *break event point* dan lain-lainnya.

Bisnis memerlukan perencanaan untuk mendukung pertumbuhan dan pengembangan dengan prioritas yang jelas. Rencana bisnis membantu pengusaha merancang usaha, memberikan kejelasan tentang ide, potensi pasar, proyeksi keuangan, dan kebutuhan modal, serta menilai kelayakan finansial usaha. Meskipun dapat berubah seiring waktu rencana bisnis tetap berfungsi untuk menjaga fokus pada tujuan. Penyusunan rencana bisnis adalah keterampilan penting dalam kewirausahaan yang melibatkan kompetensi bisnis, manajemen, hubungan manusia, dan sikap kewirausahaan.

Menurut Hendrawan (2022), salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyusun rencana bisnis adalah *Business Model Canvas* (BMC). BMC merupakan alat strategis yang digunakan untuk menggambarkan, mengevaluasi, dan mengembangkan model bisnis yang sedang maupun akan dijalankan. Melalui BMC, unsur-unsur utama dalam suatu usaha dapat disajikan secara ringkas dan sistematis sehingga memudahkan proses perencanaan serta pengambilan keputusan (Sagala *et al*., 2024). Sedangkan menurut Suwarno (2022) menyatakan dengan BMC pemilik usaha dapat menyederhanakan konsep bisnis yang rumit menjadi lebih mudah dipahami dengan merangkumnya dalam satu lembar kanvas yang memuat rencana bisnis yang terdiri dari sembilan elemen kunci yang saling terintegrasi. Model bisnis ini dijelaskan melalui sembilan elemen dasar yang meliputi:

1) Segmen Pelanggan (*Customer Segments*): Menentukan siapa saja target pasar.
2) Proposisi Nilai (*Value Propositions*)**:** Menyusun nilai atau manfaat utama yang ditawarkan kepada pelanggan.
3) Saluran (*Channels*): Menentukan cara atau saluran yang digunakan untuk mengirimkan produk atau layanan kepada pelanggan.
4) Hubungan Pelanggan (*Customer Relationships*): Merencanakan cara untuk membangun dan menjaga hubungan dengan pelanggan.
5) Aliran Pendapatan (*Revenue Streams*): Menetapkan sumber pendapatan yang diperoleh dari berbagai segmen pelanggan.
6) Sumber Daya Utama (*Key Resources*): Menyusun sumber daya yang diperlukan untuk menciptakan nilai bagi pelanggan.
7) Aktivitas Kunci (*Key Activities*): Menentukan aktivitas yang penting untuk menjalankan bisnis dan menciptakan proposisi nilai.

8) Kemitraan Utama (*Key Partnerships*): Bekerja sama untuk mendukung bisnis.
9) Struktur Biaya (*Cost Structure*): Menyusun biaya-biaya utama yang harus dikeluarkan dalam menjalankan bisnis.

2.2.7 Rancangan Diseminasi

Menurut Saleh *et al.* (2022) menjelaskan bahwa diseminasi merupakan proses penyebarluasan inovasi yang dilakukan secara terencana dan terarah agar dapat dipahami serta dimanfaatkan oleh masyarakat. Berdasarkan Permentan No. 20 Tahun 2008, diseminasi mencakup penyampaian teknologi serta hasil penelitian dan pengkajian pertanian kepada khalayak. Dalam penyuluhan pertanian kegiatan ini bertujuan meningkatkan pengetahuan petani mengenai teknologi dan budidaya kacang panjang.

Menurut Romadi *et al.* (2021.) menjelaskan bahwa diseminasi lebih menekankan pada proses penyebaran informasi kepada sasaran, sedangkan penyuluhan tidak hanya menyampaikan informasi tetapi juga mencakup proses pembelajaran dan pendampingan agar petani mampu memahami, menilai, serta menerapkan inovasi sesuai dengan kondisi dan kebutuhannya. Sedangkan Regina *et al.* (2023), menambahkan bahwa penyuluhan merupakan bagian dari ilmu sosial yang mengkaji proses perubahan pada individu dan masyarakat untuk mendorong perubahan perilaku ke arah yang lebih baik serta meningkatkan kesejahteraan petani.

2.3 Kerangka Alur Berpikir

IDENTIFIKASI

Keadaan Sekarang

1. Produksi kacang panjang belum stabil dan cenderung mengalami penurunan.
2. Pemenuhan hara masih bergantung pada pupuk NPK dengan efisiensi pemanfaatan hara yang belum optimal.
3. Pemanfaatan bakteri menguntungkan pada berbagai dosis NPK dalam budidaya kacang panjang masih terbatas.

Keadaan Yang Diharapakan

1. Produksi kacang panjang lebih stabil dan meningkat.
2. Penggunaan pupuk NPK lebih efisien sesuai kebutuhan tanaman.
3. Pemanfaatan bakteri menguntungkan pada berbagai dosis NPK dapat diterapkan untuk mendukung pertumbuhan dan produktivitas kacang panjang.

Analisis Masalah

1. Belum diketahui pengaruh jenis bakteri dan berbagai dosis NPK terhadap pertumbuhan dan produktivitas kacang panjang.
2. Belum diketahui kelayakan usaha penggunaan bakteri pada berbagai dosis NPK dalam budidaya kacang panjang.
3. Belum diketahui peningkatan pengetahuan petani setelah diseminasi pemanfaatan bakteri pada berbagai dosis NPK

Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh aplikasi *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang panjang.
2. Menganalisis kelayakan usaha budidaya kacang panjang dengan penggunaan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai dosis pupuk NPK.
3. Menganalisis peningkatan pengetahuan petani setelah pelaksanaan diseminasi mengenai pemanfaatan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai dosis pupuk NPK dalam budidaya kacang panjang.

Kajian :

Budidaya Kacang Panjang Dengan Pemanfaatan Bakteri (*Bacillus subtilis, Azospirillum* sp. dan *Pseudomonas flourescens)* Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Dan Produktivitas.

Pelaksanaan Penelitian Budidaya

Hasil Penelitian

Kelayakan Usaha Tani

Rancangan Diseminasi

Implementasi Diseminasi

Evaluasi

Kesimpulan

Variabel Pengamatan

- JumlahDaun
- Jumlah Cabang
- Panjang Polong
- Berat Basah Polong
- Produktivitas

Perlakuan

B0K1 : 25 % NPK / tanpa bakteri
B0K2: 50 % NPK / tanpa bakteri
B0K3 : 75 % NPK / tanpa bakteri
B0K4 : 100 % NPK / tanpa bakteri

B1K1 : 25 % NPK / 15 ml *Bacillus subtilis*
B1K2: 50 % NPK / 15 ml *Bacillus subtilis*
B1K3 : 75 % NPK / 15 ml *Bacillus subtilis*
B1K4 : 100 % NPK / 15 ml *Bacillus subtilis*

B2K1 : 25 % NPK / 15 ml *Azospirillum* sp.
B2K2: 50 % NPK / 15 ml *Azospirillum* sp.
B2K3 : 75 % NPK / 15 ml *Azospirillum* sp.
B2K4 : 100 % NPK / 15 ml *Azospirillum* sp.

B3K1 : 25 % NPK / 15 ml *Pseudomonas f*
B3K2: 50 % NPK / 15 ml *Pseudomonas f*
B3K3 : 75 % NPK / 15 ml *Pseudomonas f*
B3K4 : 100 % NPK / 15 ml *Pseudomonas f*

BAB III
METODE PELAKSANAAN

3.1 Pendekatan Umum

Pengembangan inovasi pertanian dalam penelitian ini disusun berdasarkan permasalahan yang ditemukan di lapangan, terutama kecenderungan menurunnya hasil tanaman kacang panjang. Penurunan tersebut diduga berkaitan dengan penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dan tidak berimbang, yang dalam jangka panjang dapat menurunkan kualitas tanah, mengganggu keseimbangan unsur hara, serta mengurangi kesuburan tanah. Penggunaan pupuk yang kurang terkendali juga dapat mengganggu keseimbangan mikroorganisme tanah serta mengurangi efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman. Di sisi lain, kebutuhan masyarakat terhadap kacang panjang terus meningkat seiring dengan tingginya tingkat konsumsi. Oleh karena itu, diperlukan teknologi budidaya yang mampu meningkatkan produktivitas tanaman sekaligus menjaga kondisi tanah secara berkelanjutan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen yang disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial. Faktor pertama adalah jenis bakteri yang terdiri atas tanpa bakteri, *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*. Faktor kedua adalah konsentrasi pupuk NPK 16-16-16, yaitu 25%, 50%, 75%, dan 100%. Setiap kombinasi perlakuan ditempatkan secara acak pada setiap kelompok atau ulangan untuk mengurangi pengaruh keragaman kondisi lingkungan. Pengamatan dilakukan terhadap parameter pertumbuhan dan hasil tanaman, kemudian data dianalisis secara statistik untuk mengetahui pengaruh jenis bakteri, konsentrasi NPK, serta interaksi antara kedua faktor tersebut.

Hasil penelitian selanjutnya dianalisis dari aspek kelayakan finansial untuk mengetahui biaya produksi, penerimaan, pendapatan, serta tingkat keuntungan usaha tani. Analisis ini dilakukan untuk memastikan bahwa hasil yang didapat tidak meningkat secara analisis statistik saja, tetapi juga layak diterapkan secara ekonomi. Hasil penelitian kemudian digunakan sebagai dasar dalam menyusun model wirausahatani berkelanjutan berbasis bioinovasi. Hasil tersebut direncanakan untuk disebarluaskan melalui kegiatan diseminasi.

3.2 Metode Penelitian

Metode kuantitatif eksperimen dalam penelitian pertanian merupakan pendekatan ilmiah yang digunakan untuk menguji pengaruh perlakuan tertentu terhadap respon tanaman secara terukur dan objektif. Dalam metode ini peneliti

memberikan perlakuan yang berbeda, seperti penggunaan pupuk, mikroorganisme, atau kombinasi teknologi budidaya, kemudian mengamati perubahan pada variabel pertumbuhan dan hasil tanaman. Data yang diperoleh berupa data kuantitatif antara lain jumlah daun, jumlah cabang, panjang polong, dan dan berat basah polong, yang dianalisis secara statistik untuk mengetahui hubungan sebab-akibat serta pengaruh nyata antar perlakuan. Pelaksanaan penelitian eksperimen lapang dilakukan dengan menggunakan rancangan percobaan yang terencana, meliputi pengaturan perlakuan, ulangan, dan pengendalian kondisi lingkungan guna meningkatkan ketelitian dan keandalan hasil penelitian.

Berdasarkan pendekatan tersebut, penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimen dengan menerapkan 16 perlakuan berupa perbedaan jenis bakteri dan dosis pada tanaman kacang panjang untuk mengkaji pengaruh sebab-akibat antara variabel independen dan variabel dependen. Perlakuan terbaik yang diperoleh dari hasil analisis statistik selanjutnya dijadikan sebagai bahan diseminasi kepada petani. Melalui penerapan metode eksperimen ini diharapkan dapat dihasilkan rekomendasi teknologi budidaya yang aplikatif dan berkelanjutan.

3.2.1 Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di lahan Politeknik Pembangunan Pertanian Malang yang berlokasi di Desa Bedali, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang. Wilayah Kecamatan Lawang berada pada kawasan dataran tinggi dengan ketinggian sekitar 485-560 Mdpl dan suhu udara berkisar antara 22-32°C. Kegiatan penelitian dilaksanakan selama satu periode tanam kacang panjang, yaitu pada Januari hingga Mei 2026. Selanjutnya, pada Juni 2026 dilakukan kegiatan diseminasi hasil penelitian kepada anggota Kelompok Tani Sari Agung 1 yang sebelumnya diuji Validitas dikelompok tani Sari Agung 3 Desa Pujon Kidul, Kecamatan Pujon.

3.2.2 Desain Penelitian

Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAK Faktorial) merupakan desain percobaan yang mengombinasikan prinsip Rancangan Acak Kelompok dengan rancangan faktorial, sehingga memungkinkan peneliti mengkaji pengaruh dua atau lebih faktor perlakuan secara simultan dengan tetap mengendalikan keragaman lingkungan melalui pengelompokan (Nely, 2019). Rancangan ini dipilih karena kondisi lingkungan percobaan bersifat heterogen, seperti adanya perbedaan kesuburan tanah dan kondisi pertumbuhan tanaman pada setiap petak percobaan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah dosis pupuk NPK (K) yang terdiri atas empat taraf, yaitu K1 = 25%, K2 = 50%, K3 = 75%, dan K4 = 100%. Faktor kedua adalah jenis bakteri (B) yang terdiri atas empat taraf, yaitu B0 = tanpa bakteri (kontrol), B1 = *Bacillus subtilis*, B2 = *Azospirillum* sp., dan B3 = *Pseudomonas fluorescens*. Kombinasi kedua faktor tersebut menghasilkan 16 perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak tiga kali, sehingga terdapat 48 satuan percobaan. Pengelompokan dilakukan berdasarkan kondisi pertumbuhan tanaman kacang panjang pada setiap petak percobaan. Perlakuan dan ulangan yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut .

Tabel 1. Kode Kombinasi Perlakuan Bakteri dan Konsentrasi

Kode	Bakteri	Kode	Konsentrasi
B0	Tanpa bakteri	K1	25%
B0	Tanpa bakteri	K2	50%
B0	Tanpa bakteri	K3	75%
B0	Tanpa bakteri	K4	100%
B1	*Bacillus subtilis*	K1	25%
B1	*Bacillus subtilis*	K2	50%
B1	*Bacillus subtilis*	K3	75%
B1	*Bacillus subtilis*	K4	100%
B2	*Azospirillum* sp.	K1	25%
B2	*Azospirillum* sp.	K2	50%
B2	*Azospirillum* sp.	K3	75%
B2	*Azospirillum* sp.	K4	100%
B3	*Pseudomonas fluorescens*	K1	25%
B3	*Pseudomonas fluorescens*	K2	50%
B3	*Pseudomonas fluorescens*	K3	75%
B3	*Pseudomonas fluorescens*	K4	100%

Keterangan : faktor bakteri diberi singkatan (B) sedangkan konsentrasi diberi singkatan (K).

Berdasarkan Tabel 1, penelitian ini terdiri atas 16 kombinasi perlakuan, yaitu B0K1, B0K2, B0K3, B0K4, B1K1, B1K2, B1K3, B1K4, B2K1, B2K2, B2K3, B2K4, B3K1, B3K2, B3K3, dan B3K4. Setiap kombinasi perlakuan diberikan sejumlah ulangan untuk meningkatkan ketelitian hasil penelitian. Pengulangan juga bertujuan untuk mengurangipengaruh keragaman yang berasal dari kondisi lingkungan atau faktor lain di luar perlakuan. Dengan adanya ulangan, hasil percobaan diharapkan lebih mewakili kondisi sebenarnya sehingga kesimpulan yang diperoleh memiliki cakupan yang lebih luas. Jumlah ulangan dalam penelitian ini ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut :

Keterangan:

T = Jumlah Perlakuan

N = jumlah ulangan

Maka = (n-1)>15

= 16 (n-1)> 15

= 16n - 16>15

= 16n> 15+16

= n> 31/16

= n> 1,9

Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah ulangan minimum yang diperoleh adalah 1,9 dan dibulatkan menjadi dua ulangan, sehingga diperlukan 32 petak percobaan. Namun, untuk meningkatkan ketelitian dan mengurangi ketimpangan data, jumlah ulangan ditambah menjadi tiga ulangan dengan total 48 petak percobaan. Penambahan ulangan tersebut bertujuan agar data yang diperoleh lebih stabil, representatif, dan mampu menggambarkan keragaman yang terjadi selama penelitian. Setiap petak percobaan berukuran 100 × 160 cm dengan jarak tanam 40 × 60 cm serta terdiri atas delapan tanaman kacang panjang. Dengan demikian, jumlah keseluruhan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah 384 tanaman. Susunan perlakuan dan ulangan secara lengkap disajikan pada gambar 4 denah rancangan percobaan berikut :

Gambar 4. Pengacakan Plot

Pendekatan usaha dalam penelitian ini menggunakan studi kelayakan finansial untuk menilai kelayakan budidaya kacang panjang (*Vigna unguiculata*) dengan pemanfaatan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas*

fluorescens. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan aspek finansial, teknis, sosial, dan lingkungan agar usaha yang dikembangkan tidak hanya menguntungkan, tetapi juga berkelanjutan. Indikator yang dianalisis meliputi penerimaan, pendapatan, harga pokok produk, titik impas atau BEP, R/C ratio, dan B/C ratio. Hasil analisis ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat efisiensi biaya, keuntungan, serta kelayakan penerapan bakteri dalam usaha tani kacang panjang.

3.2.3 Jenis dan Sumber Data

A. **Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimen untuk mengetahui pengaruh jenis bakteri dan dosis pupuk terhadap pertumbuhan serta produktivitas kacang panjang. Penelitian ini terdiri atas 16 perlakuan yang dianalisis menggunakan data numerik dan uji statistik.

B. **Sumber Data**

a) Data Primer

Menurut Haifa *et al*. (2025) menyatakan data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti melalui kegiatan pengumpulan data di lapangan. Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui observasi, pengamatan secara langsung, dan pelaksanaan percobaan di lapangan. Data yang dihimpun mencakup parameter pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang, yaitu jumlah daun, jumlah cabang, panjang polong, serta berat basah polong. Seluruh data tersebut digunakan untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang panjang.

b) Data Sekunder

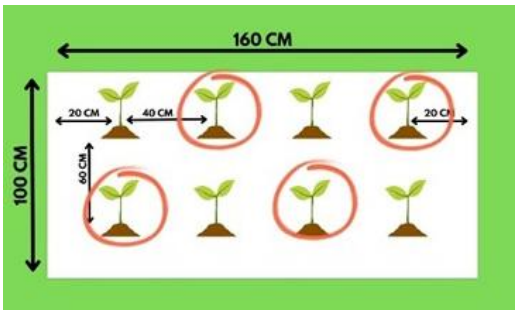
Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung melalui dokumen, publikasi, atau sumber lain yang relevan (Sugiyono, 2023). Data sekunder pada penelitian ini didapatkan melalui studi literatur seperti jurnal, buku, skripsi, artikel yang membahas mengenai budidaya tanaman kacang panjang dan bakteri *Bacillus subtilis, Azospirillum* sp. dan *Pseudomonas fluorescens*. Data ini akan digunakan sebagai penguat terhadap pernyataan yang dinyatakan oleh penulis.

3.2.4 Instrumen Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada setiap petak perlakuan yang terdapat dalam masing-masing ulangan. Setiap petak terdiri atas delapan tanaman, kemudian dipilih 4 tanaman sampel yang dianggap telah mewakili kondisi tanaman dalam plot tersebut. Dengan jumlah 48 plot, total tanaman sampel yang diamati

adalah 192 tanaman. Jumlah sampel pada setiap petak dibuat sama untuk menjaga konsistensi dan keseragaman data penelitian.

Penentuan tanaman sampel dilakukan secara sistematis menggunakan pola grid. Pola tersebut bertujuan agar sampel tersebar secara merata pada setiap bagian petak sehingga data yang diperoleh lebih representatif dan mengurangi kemungkinan terjadinya bias. Setiap titik sampel ditentukan dengan jarak yang sama agar seluruh bagian petak memiliki peluang yang seimbang untuk terwakili dalam pengamatan.



Gambar 5. Pengambilan Sampel Tanaman

Pengamatan tanaman kacang panjang dilakukan sejak fase pertumbuhan hingga tahap perhitungan produktivitas. Parameter yang diamati dalam penelitian ini disajikan secara rinci pada Tabel 2 :

Tabel 2. Parameter Pengamatan Tanaman Kacang Panjang

No.	Parameter Tanaman	Cara Pengamatan	Alat ukur	Satuan	Waktu
1.	Jumlah Daun	Daun yang dihitung adalah daun majemuk, di mana satu daun terdiri atas tiga anak daun dan dihitung sebagai satu helai daun.	*Hand Counter*	Helai	Pengukuran dilakukan 7 hari sekali dimulai dari umur 7 hst.
2.	Banyak Cabang	Jumlah cabang per tanaman dihitung dengan menghitung seluruh cabang yang muncul dari batang utama pada masing-masing tanaman	*Hand Counter*	Cabang	Diamati setiap tujuh hari sekali sejak cabang pertama muncul hingga akhir periode pengamatan.
3.	Panjang Polong	Pengukuran panjang kacang panjang diukur menggunakan roll	*Roll* Meter	Cm	Diukur pada setiap waktu panen setelah polong dipetik
4.	Berat Basah Polong	Menimbang berat basah perpolong	Timbangan	Gram	Ditimbang pada setiap waktu panen

No.	Parameter Tanaman	Cara Pengamatan	Alat ukur	Satuan	Waktu
					setelah polong dipetik.
5.	Produktivitas	Menjumlahkan total berat basah polong/ tanaman	Hasil data total berat basah polong	Kg	Dihitung setelah seluruh kegiatan panen selesai berdasarkan akumulasi berat basah polong dari setiap plot.

Sumber : Data diolah 2026

3.2.5 Analisis Data

Data setiap parameter dikumpulkan dalam lembar pengamatan, kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Selanjutnya dianalisis statistik menggunakan *two way anova* dengan menggunakan aplikasi SPSS, apabila terdapat perbedaan yang signifikan maka dilanjutkan dengan uji Tukey (*Tukey's Honest Significant Difference*) pada taraf signifikan 5% (Agbangba *et al.*, 2024).

ANOVA merupakan metode statistik yang digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata antara dua atau lebih kelompok perlakuan dengan membandingkan keragaman antarperlakuan dan di dalam kelompok perlakuan (Lestari *et al.*, 2025). Keputusan dapat ditentukan berdasarkan nilai signifikansi atau perbandingan F-hitung dengan F-tabel. Apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05 atau F-hitung lebih besar daripada F-tabel, maka H_0 ditolak dan perlakuan dinyatakan berpengaruh nyata. Sebaliknya, apabila nilai signifikansi lebih dari atau sama dengan 0,05, maka H_0 diterima (Otremoles *et al.*, 2024).

Two-Way ANOVA digunakan untuk menguji pengaruh dua faktor bebas sekaligus serta interaksi antara kedua faktor tersebut terhadap variabel yang diamati. Sebelum analisis dilakukan, data harus memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas agar hasil pengujian dapat dianggap valid (Hardiyanti dan Pulansari, 2025).

Uji Tukey HSD atau BNJ merupakan uji lanjut yang digunakan apabila ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Uji ini bertujuan untuk mengetahui pasangan kelompok perlakuan yang memiliki perbedaan rata-rata secara nyata dengan membandingkan selisih rata-rata setiap kelompok terhadap nilai kritis HSD (Bunga *et al.*, 2021). Uji Tukey HSD sesuai digunakan untuk membandingkan beberapa kelompok perlakuan dengan jumlah sampel yang sama atau relatif seimbang. Apabila selisih rata-rata antarkelompok melebihi nilai HSD atau memiliki

nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka kedua kelompok tersebut dinyatakan berbeda nyata secara statistik (Lestari *et al.*, 2025).

3.2.6 Analisis Kelayakan

A. Biaya Produksi *(Total Cost)*

Biaya produksi adalah biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi atau semua pengeluaran yang ditanggung oleh produsen untuk menghasilkan barang atau jasa (Hakim *et al.*,2018). Dalam analisis kelayakan usaha pada budidaya kacang panjang, biaya produksi menjadi faktor utama dalam menentukan kelangsungan dan keuntungan usaha. Analisis biaya mencakup penggabungan antara biaya tetap dan biaya variabel untuk menghasilkan total biaya. Biaya produksi terdiri dari dua jenis, yaitu biaya tetap (*Fixed Cost*) yang besarnya tidak terpengaruh oleh jumlah produksi dan biaya variabel (*Variable Cost*) yang jumlahnya berubah sesuai dengan jumlah produksi yang dicapai. Dengan rumus perhitunga berikut :

Biaya produksi = Biaya tetap + Biaya tidak tetap

B. Harga Pokok Produksi (HPP)

HPP (Harga Pokok Produksi) merupakan keseluruhan biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi suatu barang hingga siap dipasarkan. Nilai HPP membantu mengetahui biaya per unit serta menetapkan harga jual yang tepat, dan menghitung besarnya laba. Berikut rumus menghitungan HPP :

$$\text{Total biaya produksi} = \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Jumlah produk yang diproduksi}}$$

C. Penerimaan *(Revenue)*

Menurut Saikhu (2017), penerimaan merupakan hasil dari perkalian antara harga satuan dengan total output yang dihasilkan. Dalam konteks ekonomi perusahaan, penerimaan menggambarkan seluruh pendapatan kotor yang diperoleh dari kegiatan utama, seperti penjualan barang atau jasa dalam suatu periode tertentu. Pada usaha budidaya, penerimaan dapat diartikan sebagai hasil kali antara jumlah panen dengan harga jual yang berlaku. Secara umum, penerimaan menunjukkan total pendapatan yang diperoleh sebelum dikurangi biaya produksi maupun pengeluaran lainnya. Berikut adalah rumus menghitung penerimaan :

TR = P x Q

Penerimaan total = Harga jual per unit x Jumlah unit terjual

Keterangan :

TR = Total *Revenue* (Penerimaan Total)

P = Harga per unit barang

Q = Jumlah barang yang terjual

D. Pendapatan *(Income)*

Menurut Aadilah *et al.* (2024), pendapatan merupakan hasil yang diperoleh dari kegiatan produksi, yang dihitung sebagai selisih antara nilai penerimaan dan total biaya yang dikeluarkan dalam satu periode produksi. Pendapatan usaha mencerminkan sejumlah penerimaan yang diterima oleh individu atau perusahaan sebagai hasil dari aktivitas usaha setelah memperhitungkan seluruh biaya produksi dan operasional. Besarnya pendapatan ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan laba atau keuntungan usaha. Adapun rumus untuk menghitung pendapatan usaha adalah sebagai berikut:

Pendapatan = Harga x Jumlah barang

Dan berikut adalah rumus perhitungan pendapatan bersih dalam suatu usaha :

Pendapatan bersih = Pendapatan total - Total biaya produksi

Keterangan :

Biaya produksi : Biaya yang digunakan (biaya bahan baku, tenaga kerja, pemasaran, *overhead*, dll) dalam suatu produksi.

E. BEP *(Break Event Point)*

Menurut Fauzi *et al*. (2024) menjelaskan bahwa *Break Even Point* (BEP) merupakan kondisi ketika total penerimaan usaha sama dengan total biaya yang dikeluarkan, sehingga usaha berada pada titik impas dengan laba bernilai nol. Pada titik ini, usaha tidak mengalami keuntungan maupun kerugian, dan sering dikenal dalam praktik sebagai kondisi “balik modal”. Analisis BEP menjadi komponen penting dalam perencanaan usaha karena digunakan untuk mengetahui tingkat penjualan atau produksi minimum yang harus dicapai agar usaha tidak mengalami kerugian.

A. BEP Produk atau Unit, yaitu jumlah unit produk yang harus dijual oleh perusahaan untuk mencapai titik impas, di mana total pendapatan dari penjualan produk sama dengan total biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi dan mendistribusikan produk, Berikut rumusnya adalah :

$$\text{BEP (unit)} = \frac{\text{Biaya Tetap}}{\text{Harga jual per unit-Biaya } \textit{variable} \text{ per unit}}$$

B. BEP Harga adalah harga minimum per unit yang harus ditetapkan agar total pendapatan sama dengan total biaya pada titik ini usaha belum untung maupun rugi. Harga di atas nilai ini barulah menghasilkan keuntungan. Berikut rumusnya

adalah : BEP Harga = Total Biaya Produksi / Jumlah Produksi

F. R/C Rasio *(Revenue-Cost Ratio)*

Analisis R/C Rasio adalah alat analisis yang dapat digunakan untuk menentukan kelayakan usaha dengan membandingkan total penerimaan (*revenue*) dengan total biaya *(cost).* Untuk mengetahui apakah sebuah usaha layak untuk dijalankan maka nilai R/C harus lebih dari satu. Apabila nilai R/C sama dengan satu atau kurang dari satu maka usaha tersebut dapat dikatakan merugi atau hanya kembali modal (Agung *et al*., 2025). Berikut rumusnya adalah :

$$R/C = \frac{TC}{TR}$$

Keterangan :

R/C = perbandingan penerimaan dan biaya

TR = total penerimaan (*total revenue*)

TC = total biaya produksi (*total cost*)

G. B/C Rasio *(Benefit -Cost Ratio)*

B/C Ratio (*Benefit-Cost Ratio*) merupakan ukuran yang digunakan untuk menilai kelayakan suatu usaha dengan membandingkan pendapatan yang diterima dengan total biaya produksi yang dikeluarkan. Jika nilai B/C Ratio lebih dari satu usaha dianggap menguntungkan jika sama dengan satu berarti impas dan jika kurang dari satu menunjukkan usaha merugi. Rasio ini menjadi alat penting dalam analisis usaha tani karena membantu menentukan apakah biaya yang dikeluarkan sebanding dengan manfaat yang diperoleh. Secara sederhana metode ini menilai suatu kegiatan atau proyek dengan membandingkan besarnya penerimaan (*benefit*) terhadap biaya (*cost*), termasuk mempertimbangkan tingkat suku bunga dalam perhitungannya (Trisna *et al*., 2022). Berikut rumusnya adalah :

$$\text{Benefit-Cost Ratio} = \frac{\text{Total benefit (manfaat)}}{\text{Total Cost (biaya)}}$$

Keterangan :

B/C ratio = perbandingan antara manfaat dan biaya usaha

Total *Benefit* = jumlah keseluruhan manfaat atau keuntungan yang diperoleh

Total *Cost* = jumlah keseluruhan biaya yang dikeluarkan selama kegiatan usaha

3.3 Metode Penyusunan Desain Usaha dan Diseminasi

Desain usaha dalam penelitian ini disusun menggunakan pendekatan *Business Model Canvas* (BMC) yang mencakup sembilan elemen utama untuk menggambarkan model usaha budidaya kacang panjang secara terstruktur (Setiawan, 2021). Hasil BMC selanjutnya menjadi dasar penyusunan *Business Plan*

yang meliputi aspek pasar, produksi, manajemen, dan keuangan. Penelitian ini juga dilengkapi dengan rancangan diseminasi melalui penyuluhan, diskusi, demonstrasi cara, dan media pendukung agar pemanfaatan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* dapat dipahami serta diterapkan oleh petani. Desain BMC penelitian disajikan pada Gambar 6 :

Gambar 6. Desain *Business Model Canvas*

Berdasarkan Gambar 6, desain *Business Model Canvas* usaha budidaya kacang panjang dengan pemanfaatan bakteri disusun melalui sembilan elemen yang saling berkaitan. Setiap elemen menggambarkan bagian penting dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengembangan usaha agar dapat berjalan secara terarah, efisien, serta sesuai dengan kebutuhan pasar. Penjelasan masing-masing elemen BMC disajikan sebagai berikut :

a. Segmen Pelanggan (*Customer Segments*)

Segmen pelanggan menjelaskan siapa saja target pelanggan atau konsumen yang menjadi sasaran utama dalam kegiatan usaha. Elemen ini penting karena setiap usaha perlu mengetahui kelompok pelanggan yang akan dilayani agar produk atau jasa yang ditawarkan sesuai dengan kebutuhan pasar (Baharudin *et al*., 2022).

b. Proposisi Nilai (*Value Propositions*)

Proposisi nilai menjelaskan manfaat, keunggulan, atau nilai utama yang ditawarkan kepada pelanggan. Nilai tersebut dapat berupa kualitas produk, harga yang sesuai, keunikan produk, kemudahan akses, manfaat fungsional, maupun keunggulan lain yang membedakan usaha dari pesaing (Widyarti *et al*., 2023).

c. Saluran Distribusi *(Channels)*

Saluran distribusi menggambarkan cara usaha menyampaikan produk atau jasa kepada pelanggan. Saluran ini dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung, misalnya melalui penjualan langsung, pasar, pengepul, distributor, media sosial, atau mitra pemasaran (Sukarno dan Ahsan, 2021).

d. Hubungan Pelanggan *(Customer Relationships)*

Hubungan pelanggan menjelaskan cara usaha membangun, menjaga, dan mempertahankan hubungan dengan konsumen. Hubungan yang baik dapat dilakukan melalui pelayanan yang ramah, komunikasi yang berkelanjutan, pemberian informasi produk, menjaga kualitas, serta menanggapi kebutuhan dan keluhan pelanggan (Sukarno dan Ahsan, 2021).

e. Aliran Pendapatan *(Revenue Streams)*

Aliran pendapatan menunjukkan sumber pemasukan yang diperoleh dari kegiatan usaha. Pendapatan dapat berasal dari penjualan produk utama, produk sampingan, jasa, kerja sama usaha, maupun sumber lain yang memberikan nilai ekonomi bagi pelaku usaha (Riskha *et al.*, 2025).

f. Sumber Daya Utama *(Key Resources)*

Sumber daya utama merupakan aset penting yang dibutuhkan untuk menjalankan usaha. Sumber daya ini dapat berupa lahan, modal, tenaga kerja, bahan baku, alat produksi, teknologi, pengetahuan, jaringan pemasaran, serta sarana dan prasarana pendukung lainnya (Riskha *et al*., 2025).

g. Aktivitas Utama *(Key Activities)*

Aktivitas utama menjelaskan kegiatan pokok yang harus dilakukan agar usaha dapat berjalan dengan baik. Kegiatan ini dapat meliputi proses produksi, pengolahan, pemasaran, distribusi, pengelolaan keuangan, pelayanan pelanggan, serta pengawasan kualitas produk (Sukendri, 2024).

h. Kemitraan Utama *(Key Partners)*

Menurut Nur *et al* (2022) menjelaskan bahwa kemitraan utama menunjukkan pihak-pihak yang mendukung kelancaran usaha. Mitra tersebut dapat berupa pemasok bahan baku, petani mitra, distributor, pengepul, lembaga pendamping, pemerintah, penyuluh, lembaga keuangan, maupun pihak lain yang memiliki peran dalam mendukung kegiatan usaha.

i. Struktur Biaya *(Cost Structure)*

Struktur biaya menggambarkan seluruh biaya yang dikeluarkan dalam menjalankan usaha. Biaya tersebut dapat meliputi biaya produksi, biaya tenaga kerja, biaya bahan baku, biaya transportasi, biaya pemasaran, biaya perawatan alat, serta biaya operasional lainnya (Sukendri, 2024).

3.3.1 Perencanaan Modal Usaha

Usaha ini berfokus pada budidaya kacang panjang berbasis bakteri *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* bertujuan meningkatkan

hasil panen dan mengurangi penggunaan pupuk kimia. Konsep usaha ini pertanian ramah lingkungan dengan efisiensi biaya hingga dapat meningkatkan kelayakan ekonomi budidaya kacang panjang. Visi usaha adalah mewujudkan budidaya kacang panjang yang produktif dan berkelanjutan dengan misi menerapkan teknologi mikroba bermanfaat guna menghasilkan produk berkualitas tinggi serta mendukung kelestarian lingkungan. Adapaun rancangan anggaran biaya usaha tani budidaya kacang panjang dengan pemanfaatan bakteri yang dihitung pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Rancangan Anggaran Biaya

Rancangan Anggaran Biaya Tetap					
No.	**Alat**	**Volume**	**Satuan**	**Harga (Rp)**	**Total (Rp)**
1.	Ajir	384	Pcs	300	115.200
2.	Sprayer	1	Pcs	400.000	400.000
3.	Mulsa	2	Kg	20.000	40.000
		Total			555.200
Rancangan Anggaran Biaya Variabel					
No.	**Alat**	**Volume**	**Satuan**	**Harga (Rp)**	**Total (Rp)**
1.	Benih Kacang Panjang	2	Pcs	20.000	40.000
2.	Isolat Bakteri *Bacillus*	1	Pcs	50.000	50.000
3.	Isolat Bakteri *Azosphirillum* sp.	1	Pcs	50.000	50.000
4.	Isolat Bakteri *Pseudomonas f*	1	Pcs	50.000	50.000
5.	NPK 16-16-16	16.8	Pcs	13.000	218.400
6.	NaOH 10 Gram	1	Pcs	5.000	5.000
7.	SP 150 Gram	1	Pcs	3000	3000
8.	Tepung Tapioka 150 Gram	1	Pcs	3000	3000
9.	Fermipan	6	Pcs	2000	12.000
10.	Media PDA	3	Gram	5.000	15.000
11	Air Kelapa	45	Liter	45.000	45.000
12.	Aquades	1	Liter	12.000	12.000
13.	Pestisida dan Fungisida	1	Paket	50.000	50.000
	Total				**Rp. 553.400**
	Total Keseluruhan				**Rp. 1.108.600**

Sumber : Data diolah 2026

Proyeksi biaya produksi budidaya kacang panjang berbasis bakteri terdiri atas biaya tetap dan biaya variabel. Melalui penerapan pengelolaan yang efisien, produksi yang dihasilkan diharapkan mampu menutup seluruh biaya yang dikeluarkan serta memberikan keuntungan, baik pada kondisi harga jual rendah maupun tinggi. Oleh karena itu, usaha budidaya ini dinilai layak untuk dikembangkan secara berkelanjutan. Perhitungan biaya didasarkan pada harga pupuk NPK 16-16-16 sebesar Rp.13.000 per kilogram dan pupuk hayati sebesar Rp.2.700 per liter, yang selanjutnya dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{NPK} = \frac{\text{Total Harga}}{1000}$$

= 13.000 :1000

= Rp.13 / gram

$$\text{Pupuk Hayati} = \frac{\text{Total Harga}}{1000}$$

= 5.445 :1000

= Rp.5.45 / ml

Tabel 4. Proyeksi Anggaran Biaya Setiap Perlakuan

Rancangan Anggaran Biaya/ Tanaman				
No.	**Perlakuan**	**NPK*14 (Rp)**	**Bakteri*7 (Rp)**	**Total (Rp)**
1.	25% + tanpa bakteri	16.25	0	16.25
2.	50% + tanpa bakteri	32.5	0	32,5
3.	75% + tanpa bakteri	49	0	49
4.	100% + tanpa bakteri	65	0	65
5.	25% + bakteri	16.25	572	588.5
6.	50% + bakteri	32.5	572	604.5
7.	75% + bakteri	49	572	621
8.	100% + bakteri	65	572	637

Sumber : Data diolah 2026

Keterangan : Biaya NPK dihitung berdasarkan harga per gram dikalikan kebutuhan NPK dan jumlah aplikasi perlakuan. Biaya bakteri dihitung berdasarkan harga per mL dikalikan volume aplikasi 15 mL dan frekuensi aplikasi sebanyak 7 aplikasi.

3.3.2 Metode Pembuatan dan Pelaksanaan Penelitian

1. Pembuatan Isolat Bakteri

Dalam Kajian ini menggunakan tiga isolat bakteri, yaitu *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*. Isolat bakteri tersebut diperoleh dari Balai Penerapan Modernisasi Pertanian Jawa Timur (BRMP Jawa Timur) dan Laboratorium Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (POPT) Politeknik Pembangunan Pertanian Malang. Isolat selanjutnya digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan pupuk hayati. Alat dan bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan pupuk hayati disajikan pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Alat dan Bahan

Alat	Bahan
Panci Besar	Air Kelapa 16 L
Kompor	SP 150 Gram
Timbangan Digital	Tepung Tapioka 150 Gram
Gelas Ukur	Fermipan 2 Bungkus
Sendok	Aquades 1 L
Cawan Petri	NaOH 1 Bungkus
Galon	
1 Set Fermentor	
Panci Kukus	
Spatula Kayu	

Sumber : Data diolah 2026

Langkah-langkah pembuatan pupuk hayati adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan seluruh alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan pupuk hayati.
2. Memasukkan air kelapa sebanyak 15 L ke dalam panci.
3. Memanaskan air kelapa hingga mencapai kondisi mendidih.
4. Menimbang bahan SP sebanyak 150 g.
5. Menimbang tepung tapioka sebanyak 150 g.
6. Melarutkan tepung tapioka dan SP menggunakan 1 L air kelapa, kemudian mengaduknya hingga tercampur merata.
7. Memasukkan larutan tepung tapioka dan SP ke dalam air kelapa yang telah mendidih, kemudian mengaduknya hingga homogen.
8. Menambahkan fermipan sebanyak dua bungkus ke dalam larutan, kemudian mengaduknya secara terus-menerus hingga kembali mendidih.
9. Mematikan api setelah larutan mendidih, kemudian mendiamkannya hingga suhu larutan menurun.
10. Mengukur pH larutan. Apabila nilai pH kurang dari 6,5, larutan ditambahkan NaOH secara bertahap hingga mencapai pH 6,5.
11. Membagi larutan yang telah memiliki pH 6,5 ke dalam beberapa galon.
12. Memasukkan galon yang berisi larutan ke dalam panci pengukus, kemudian mengukusnya selama 15 menit.
13. Mengeluarkan galon setelah proses pengukusan selesai, kemudian mendiamkannya hingga dingin. Proses pendinginan dapat dilakukan di dalam ruangan ber-AC agar berlangsung lebih cepat.
14. Menambahkan inokulan bakteri ke dalam masing-masing larutan setelah suhunya benar-benar dingin.
15. Melakukan proses fermentasi menggunakan fermentor selama tujuh hari.

2. Budidaya Tanaman Kacang Panjang

a. Persiapan Benih

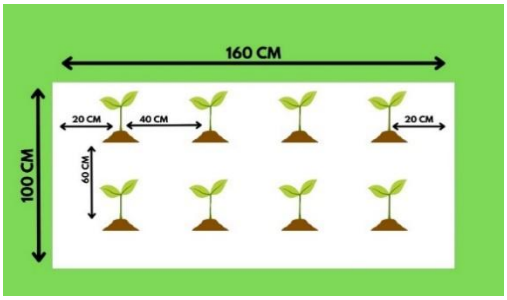
Menurut Ode *et al*. (2024), benih merupakan biji terpilih yang dipersiapkan sebagai bahan tanam dalam kegiatan budidaya. Benih yang ditanam akan berkecambah menjadi bibit, kemudian berkembang menjadi tanaman dewasa hingga menghasilkan bunga, buah, atau polong. Persiapan benih kacang panjang perlu dilakukan dengan baik agar pertumbuhan tanaman berlangsung optimal. Benih yang digunakan dalam penelitian ini adalah varietas Katon Tavi yang memiliki mutu baik dan potensi hasil tinggi. Kualitas benih dapat dilihat dari viabilitas, yaitu kemampuan benih untuk berkecambah dan menghasilkan bibit yang sehat. Selain itu, vigor menunjukkan kekuatan tumbuh serta kemampuan benih beradaptasi terhadap kondisi lingkungan.

b. Pengolahan Lahan

Pengolahan lahan merupakan kegiatan memperbaiki kondisi tanah agar sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Proses ini bertujuan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah serta membantu menjaga kesuburan lahan. Tanah yang diolah dengan baik akan menjadi lebih gembur, memiliki aerasi yang baik, dan mendukung perkembangan akar tanaman (Rizki *et al*., 2024). Pada budidaya kacang panjang, pengolahan lahan diawali dengan membersihkan gulma dan menggemburkan tanah menggunakan cangkul atau bajak. Selanjutnya, dibuat bedengan dengan lebar 90-100 cm, tinggi 20-30 cm, dan jarak antar bedengan sekitar 30 cm. Setelah itu, bedengan ditutup menggunakan mulsa yang berfungsi menjaga kelembapan dan suhu tanah, menekan pertumbuhan gulma, mengurangi penguapan air, serta melindungi permukaan tanah dari erosi dan percikan air hujan.

c. Penanaman

Menurut Andriani *et al*. (2025), penanaman dimulai dengan menyiram air pada setiap lubang mulsa untuk menggemburkan tanah, sehingga mempermudah proses penanaman. Setelah itu, tugal digunakan untuk membuat lubang tanam dengan ke dalaman 3-4 cm dan satu benih ditanam pada setiap lubang. Benih ditanam langsung tanpa melalui proses penyemaian atau perlakuan khusus lainnya. Setelah benih ditanam lubang tersebut ditutup kembali dengan tanah.



Gambar 7. Jarak Tanam Penelitian

Pengaturan jarak tanam yang tepat membantu tanaman memperoleh cahaya, air, dan unsur hara secara optimal sehingga pertumbuhan lebih seragam dan hasil polong meningkat. Jarak tanam 40 × 60 cm dinilai sesuai karena memberikan ruang tumbuh yang cukup, mengurangi persaingan antar tanaman, serta mempermudah kegiatan pemeliharaan (Elena *et al*., 2022).

d. Penyulaman

Penyulaman adalah proses penanaman ulang pada tanaman yang gagal tumbuh. Kegiatan ini dilakukan jika ada benih kacang panjang yang mati atau tidak tumbuh karena tidak semua benih yang ditanam dapat tumbuh dengan sempurna akibat berbagai faktor. Oleh karena itu, tanaman yang gagal tumbuh atau mati perlu diganti dengan benih baru. Penyulaman hanya dapat dilakukan pada usia tanaman satu minggu setelah penanaman, yaitu pada umur 7 hari setelah tanam (Agroteknologi dan Petulai, 2022).

e. Pemupukan

Menurut Sawitri dan Wahyudi (2024), pemupukan merupakan bagian penting dalam menjaga kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman. Pupuk NPK menyediakan unsur nitrogen, fosfor, dan kalium yang mudah diserap oleh akar sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dalam waktu relatif cepat. Namun, penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dapat menyebabkan ketidakseimbangan unsur hara, menurunkan aktivitas mikroorganisme, dan merusak struktur tanah (Tanmenu, 2024).

Pada jarak tanam 40 × 60 cm dengan populasi sekitar 40.000 tanaman per hektare, kebutuhan pupuk NPK 16-16-16 sebesar 200 kg/ha setara dengan 5 g per tanaman (Amalia *et al*., 2024). Dosis tersebut digunakan sebagai taraf 100%, sedangkan taraf 75%, 50%, dan 25% masing-masing setara dengan 5 g, 3,75 g, 2,5 g, dan 1,25 g per tanaman. Pemberian pupuk dilakukan sesuai dengan dosis pada setiap perlakuan.

Menurut Umami dan Wiharyanti (2025), pupuk hayati dapat diaplikasikan dengan interval 14 hari, sehingga dalam penelitian ini pemberian dilakukan sebanyak 7 kali. Penggunaan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* berpotensi meningkatkan efisiensi pemupukan melalui perbaikan ketersediaan unsur hara. *Bacillus subtilis* berperan dalam menekan patogen tanah serta mendukung pertumbuhan dan kesehatan perakaran tanaman. *Azospirillum* sp. membantu menambat nitrogen dari udara sehingga unsur tersebut lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman. Sementara itu, *Pseudomonas fluorescens* dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman serta mendukung penyerapan unsur hara secara lebih optimal (Rizki *et al*., 2024).

f. Pemasangan Ajir

Ajir atau lanjaran merupakan alat penopang yang digunakan untuk membantu tanaman kacang panjang tumbuh merambat secara *vertikal*. Penggunaan lanjaran bertujuan untuk meningkatkan efisiensi lahan, memperbaiki sirkulasi udara dan penerimaan cahaya matahari, serta memudahkan pemeliharaan dan panen. Ajir umumnya terbuat dari bilah bambu dengan panjang sekitar ±140 cm dan dipasang pada saat tanaman berumur sekitar 14 hari setelah tanam atau ketika tanaman mulai membentuk sulur, dengan jarak pemasangan sekitar 5 cm dari lubang tanam (Agroteknologi dan Petulai, 2022).

g. Perambatan

Perambatan merupakan kegiatan pengikatan tanaman kacang panjang pada lanjaran untuk membantu proses perambatannya. Proses perambatan dilakukan 30 hst. Tanaman kacang panjang yang telah tumbuh panjang dan telah muncul sulur akan merambat dan membelit pada lanjaran dengan sendirinya. Namun, jika ada tanaman yang belum merambat dan membelit pada lanjaran maka perlu dibantu untuk melilitkan batang dan sulurnya pada lanjaran (Andriani *et al*., 2025).

h. Pengairan

Pengelolaan air yang baik berperan penting dalam menunjang pertumbuhan dan produktivitas kacang panjang, Penyiraman dilakukan secara rutin setiap hari agar tanaman tidak mengalami kekeringan, dehidrasi, atau bahkan kematian (Anto *et al*., 2018). Pengairan tetap dilakukan secara teratur namun dengan volume air yang disesuaikan dengan tingkat kelembapan tanah. Meskipun tanaman kacang panjang mampu tumbuh dilahan kering, kebutuhan airnya tetap harus terpenuhi agar pertumbuhannya optimal. Setelah benih ditanam, penyiraman pertama dilakukan pada sore hari, Penyiraman dilakukan secara rutin setiap pagi atau sore

hari menggunakan gembor atau dengan mengalirkan air melalui saluran di sekitar bedengan. Air diberikan secukupnya untuk menjaga kelembapan tanah tanpa menimbulkan genangan yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.

i. Pengendalian Hama Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit pada tanaman kacang panjang dilakukan melalui penyemprotan pestisida sesuai jenis organisme pengganggu yang ditemukan. Pestisida digunakan berdasarkan dosis pada kemasan, kemudian dilarutkan dalam air hingga volume sekitar 16 liter atau disesuaikan dengan kebutuhan. Penyemprotan dilakukan sebanyak dua kali dalam seminggu dengan bahan aktif yang berbeda sesuai sasaran hama.

Hama yang sering menyerang tanaman kacang panjang meliputi ulat grayak yang merusak daun, lalat kacang yang menyebabkan daun menguning dan tanaman layu, ulat penggerek polong yang melubangi polong, serta kutu daun yang mengisap cairan tanaman dan dapat menjadi pembawa virus. Penyakit yang umum ditemukan antara lain bercak daun, yang ditandai dengan munculnya bercak kuning dan kerontokan daun, serta layu fusarium yang menyebabkan tulang daun menguning hingga tanaman menjadi layu (Novita *et al.*,2020).

Keberadaan hama tersebut perlu dikendalikan dengan mempertimbangkan ambang ekonomi. Ambang ekonomi merupakan tingkat populasi atau intensitas serangan hama yang mulai memerlukan tindakan pengendalian agar kerugian hasil tidak melebihi biaya pengendalian. Nilainya berbeda untuk setiap jenis hama karena dipengaruhi oleh fase pertumbuhan tanaman, harga hasil panen, dan biaya pengendalian. Sebagai pedoman, ambang kendali kutu daun (*Aphis craccivora)* sekitar 15-15,75 nimfa per meter baris, sedangkan penggerek polong dikendalikan ketika ditemukan sekitar satu larva per tanaman atau tingkat serangan mencapai 1% pada fase pembentukan kuncup.

j. Panen

Kegiatan panen kacang panjang umumnya dimulai pada usia tanaman 63 hari setelah masa tanam. Waktu panen ini dapat dipengaruhi oleh kondisi musim dimana pada musim hujan proses panen biasanya mengalami keterlambatan karena intensitas fotosintesis menurun. Panen kacang panjang dilakukan ketika polong mencapai ukuran optimal, mudah dipatahkan, dan bijinya tidak menonjol. Waktu ideal untuk memanen adalah pada pagi atau sore hari. Sebaliknya saat musim kemarau panen cenderung lebih cepat karena tanaman memperoleh cahaya matahari yang optimal (April *et al.*, 2025).

3.3.3 Rancangan Diseminasi

a. Tujuan Diseminasi

Tujuan diseminasi adalah menyebarluaskan informasi, pengetahuan, atau inovasi secara efektif dan efisien agar dapat dipahami serta dimanfaatkan oleh masyarakat. Kegiatan ini mencakup pengumpulan informasi yang relevan, pemilihan media komunikasi yang tepat, dan penyampaian pesan kepada sasaran yang dituju (Maharani *et al.*, 2023). Diseminasi bertujuan menyampaikan informasi dan inovasi agar mudah dipahami serta diterapkan oleh petani. Dalam kegiatan ini, materi yang disampaikan berupa budidaya kacang panjang dengan memanfaatkan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* yang dikombinasikan dengan pupuk NPK dosis 25%, 50%, 75%, dan 100%. Agar kegiatan penyuluhan lebih terarah, tujuan dirumuskan berdasarkan prinsip ABCD yang mencakup sasaran, perubahan perilaku, kondisi, dan tingkat keberhasilan.

b. Sasaran Diseminasi

Penetapan sasaran diseminasi dilakukan untuk menentukan pihak yang tepat sebagai penerima informasi berdasarkan kebutuhan dan karakteristiknya (Ahmad *et al*., 2022). Kelompok Tani Sari Agung 1 yang beranggotakan 30 orang dipilih sebagai sasaran utama karena sebagian anggotanya memiliki pengalaman dalam budidaya kacang panjang. Penetapan tersebut dilakukan melalui koordinasi dengan penyuluh, pendekatan kepada anggota kelompok, analisis karakteristik petani, serta identifikasi potensi, permasalahan, dan kebutuhan kelompok tani.

c. Materi Diseminasi

Materi diseminasi merupakan informasi utama yang disampaikan kepada sasaran, meliputi hasil penelitian, kesimpulan, dan rekomendasi. Materi perlu disusun secara menarik, sederhana, dan mudah dipahami tanpa mengurangi ketepatan ilmiahnya (Chapman *et al*., 2021). Dalam kegiatan ini materi yang diberikan mencakup cara sederhana memperbanyak bakteri serta teknik budidaya kacang panjang berdasarkan perlakuan terbaik hasil penelitian. Penetapan materi dilakukan melalui koordinasi dengan penyuluh, penentuan topik berdasarkan permasalahan petani, penyusunan matriks materi, penetapan materi penyuluhan, dan penyusunan sinopsis. Materi tersebut diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan petani mengenai penerapan bakteri dalam budidaya kacang panjang.

d. Media Diseminasi

Pemilihan media penyuluhan yang tepat berperan penting dalam meningkatkan penerimaan dan penerapan inovasi karena media menjadi sarana penyampaian informasi dari sumber kepada sasaran (Indraningsih, 2018). Media yang digunakan dalam kegiatan diseminasi ini berupa leaflet dan benda sesungguhnya yang disesuaikan dengan karakteristik, kebutuhan, materi, serta tujuan penyuluhan. Penetapan media dilakukan melalui koordinasi dengan penyuluh, analisis kebutuhan dan karakteristik sasaran, penyusunan matriks penetapan media, serta pembuatan media penyuluhan.

e. Metode Diseminasi

Metode diseminasi pertanian merupakan cara yang digunakan untuk menyampaikan inovasi hasil penelitian kepada petani dan pengguna teknologi pertanian. Penyampaian informasi dapat dilakukan melalui pelatihan, seminar, publikasi, media digital, sekolah lapang, maupun temu lapang agar petani lebih mudah memahami materi secara teori dan praktik. Penetapan metode dilakukan melalui koordinasi dengan penyuluh, penyesuaian terhadap karakteristik dan kondisi sasaran, penyusunan matriks metode penyuluhan, serta penentuan metode yang paling sesuai.

f. Rancangan Pelaksanaan

Rancangan pelaksanaan diseminasi pertanian merupakan pedoman yang disusun secara sistematis agar penyampaian inovasi kepada petani dapat berjalan terarah, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan sasaran (Priyono *et al.*, 2024). Rancangan tersebut mencakup pelaksana, tujuan, materi, peserta, waktu, tempat, metode, serta hasil yang diharapkan. Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui koordinasi dengan penyuluh, pendekatan kepada sasaran, penentuan waktu dan lokasi bersama Ketua Kelompok Tani Sari Agung 1 serta penyuluh pendamping, penyiapan LPM, undangan, kuesioner, berita acara, dan daftar hadir, kemudian dilanjutkan dengan pembagian undangan kepada peserta penyuluhan.

g. Uji Validitas Dan Reliabilitas Instrumen

Uji validitas dan reliabilitas dilakukan untuk memastikan bahwa instrumen penelitian mampu menghasilkan data yang tepat dan dapat dipercaya. Validitas menunjukkan kemampuan instrumen dalam mengukur aspek yang sesuai dengan tujuan penelitian. Pengujian validitas setiap butir pertanyaan dapat menggunakan korelasi *Pearson Product Moment*. Item dinyatakan valid apabila nilai korelasinya lebih besar daripada nilai r tabel (Rosita *et al.*, 2021).

Reliabilitas menunjukkan tingkat konsistensi instrumen dalam menghasilkan data. Pengujian reliabilitas umumnya menggunakan metode Cronbach's Alpha, dengan instrumen dinyatakan reliabel apabila nilainya lebih dari 0,70. Pelaksanaannya meliputi penyusunan instrumen, uji coba kepada responden, analisis statistik, serta evaluasi setiap item. Item yang tidak valid dapat diperbaiki atau dihapus sebelum digunakan.

h. Evaluasi Diseminasi

Menurut Bagus *et al*. (2022), evaluasi diseminasi merupakan proses yang dilakukan secara sistematis untuk menilai keberhasilan penyampaian informasi atau inovasi dalam mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan. Evaluasi tersebut digunakan untuk mengukur perubahan pengetahuan peserta setelah menerima materi diseminasi. Dalam bidang pertanian evaluasi diseminasi berfungsi untuk menilai efektivitas penyampaian informasi kepada petani, mengetahui hambatan penerapan inovasi, serta mengukur perubahan pengetahuan setelah kegiatan dilaksanakan.

Pada kegiatan ini evaluasi dilakukan untuk mengetahui efektivitas diseminasi dalam meningkatkan pengetahuan petani mengenai pemanfaatan bakteri pada budidaya kacang panjang. Evaluasi mengacu pada ranah kognitif Taksonomi Bloom yang meliputi kemampuan mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan. Pengetahuan peserta diukur menggunakan kuesioner pilihan ganda dalam bentuk pre-test dan post-test dengan skala Guttman, yaitu skor 1 untuk jawaban benar dan skor 0 untuk jawaban salah. Tahapan evaluasi mencakup penyusunan teori dan kisi-kisi, pembuatan instrumen, pengujian validitas dan reliabilitas, pelaksanaan evaluasi, serta pengolahan data menggunakan Microsoft Excel dan SPSS. Data dianalisis secara deskriptif dan menggunakan uji *paired sample t-test* pada taraf signifikansi 5%. Pengetahuan petani dinyatakan mengalami peningkatan yang signifikan apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05.

3.4 Jadwal dan Rencana Kegiatan

Jadwal dan rencana kegiatan dalam penelitian ini disusun secara sistematis agar setiap tahapan berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Kegiatan diawali dengan persiapan lahan, alat, bahan, serta inokulan bakteri, kemudian dilanjutkan dengan penanaman benih kacang panjang dan penerapan perlakuan berupa pemberian pupuk berimbang serta inokulasi bakteri secara tunggal. Selama masa pertumbuhan tanaman dilakukan pengamatan terhadap beberapa

variabel utama, yaitu jumlah daun, jumlah polong, panjang polong, berat basah tanaman, dan produktivitas hasil panen.

Pengamatan dilaksanakan secara berkala sesuai jadwal yang telah ditentukan untuk memperoleh data yang akurat dan terukur. Seluruh rangkaian kegiatan direncanakan berlangsung selama satu musim tanam yang mencakup tahap persiapan, pelaksanaan, pengamatan, analisis data, dan penyusunan laporan hasil penelitian. Dan dilanjutkan kegiatan diseminasi untuk meningkatkan pemahaman peserta terhadap "Pemanfaatan Bakteri (*Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens)* dalam Budidaya Kacang Panjang" yang dijelaskan pada lampiran 2 dan 6 .

3.5 Hipotesis

H0 : Tidak terdapat pengaruh yang nyata dari perbedaan dosis pupuk NPK, jenis bakteri, terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang panjang.

H1 : Terdapat pengaruh yang nyata perbedaan dosis pupuk NPK dan jenis bakteri (tanpa bakteri, *Bacillus subtilis, Azospirillum*, dan *Pseudomonas fluorescens*), terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang panjang.

3.6 Batasan Penelitian

1. Penelitian ini menggunakan tanaman kacang panjang (*Vigna unguiculata*) varietas Katon Tavi. Oleh karena itu, hasil penelitian terbatas pada respons varietas tersebut dan belum dapat digeneralisasikan pada varietas kacang panjang lainnya yang memiliki karakter pertumbuhan dan potensi hasil berbeda.
2. Bakteri yang digunakan terbatas pada *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*, serta kontrol tanpa aplikasi bakteri. Jenis mikroorganisme lain di luar perlakuan tersebut tidak dikaji dalam penelitian ini.
3. Pupuk yang digunakan adalah NPK 16-16-16 dengan empat taraf dosis, yaitu 25%, 50%, 75%, dan 100% dari dosis rekomendasi. Penelitian tidak menguji dosis di luar rentang tersebut maupun membandingkannya dengan jenis pupuk lain.
4. Variabel pengamatan dibatasi pada jumlah daun, jumlah cabang, panjang polong, berat basah polong, dan produktivitas tanaman. Parameter lain, seperti kandungan unsur hara tanah, populasi dan aktivitas

mikroorganisme di rizosfer, serta kualitas gizi polong, tidak dianalisis secara langsung.

5. Penelitian dilaksanakan di lahan Politeknik Pembangunan Pertanian Malang, Desa Bedali, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, selama satu periode tanam pada Januari-Mei 2026. Dengan demikian, hasil penelitian menggambarkan kondisi agroklimat dan lingkungan pada lokasi serta periode pelaksanaan penelitian tersebut.
6. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri atas 16 kombinasi perlakuan dengan tiga ulangan, sehingga diperoleh 48 satuan percobaan.
7. Analisis kelayakan usaha difokuskan pada aspek finansial perlakuan yang memberikan hasil terbaik, meliputi biaya produksi, penerimaan, pendapatan, dan keuntungan. Analisis belum mencakup aspek pemasaran, fluktuasi harga, rantai distribusi, risiko usaha, maupun kelayakan penerapan pada skala lahan yang lebih luas.
8. Kegiatan diseminasi hasil penelitian dilakukan kepada anggota Kelompok Tani Sari Agung 1, sedangkan uji validitas dan reliabilitas instrumen dilaksanakan pada Kelompok Tani Sari Agung 3 di Desa Pujon Kidul, Kecamatan Pujon. Oleh karena itu hasil evaluasi peningkatan pengetahuan terbatas pada karakteristik sasaran dan kondisi kelompok yang terlibat dalam kegiatan tersebut.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Aplikasi Bakteri pada Berbagai Konsentrasi NPK terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kacang Panjang

Pengaplikasian *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk NPK pada budidaya kacang panjang. Ketiga bakteri tersebut termasuk kelompok bakteri pemacu pertumbuhan tanaman yang aktif di daerah perakaran dan membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara serta memperbaiki kondisi rizosfer (Arinong *et al*., 2021). Kondisi perakaran yang sehat dapat meningkatkan penyerapan air dan unsur hara sehingga pertumbuhan vegetatif dan proses fotosintesis berlangsung lebih optimal (Thamrin dan Hama, 2022). Fotosintat yang dihasilkan selanjutnya dimanfaatkan tanaman dalam pembentukan bunga dan polong, termasuk panjang dan berat polong (Prasetyo *et al.*, 2022).

Menurut Jannah *et al.* (2022) menyatakan bahwa setiap bakteri memiliki mekanisme yang berbeda dalam mendukung pertumbuhan tanaman. *Bacillus subtilis* membantu menyediakan unsur hara dan menekan perkembangan patogen tanah, sedangkan *Azospirillum* sp. berperan dalam fiksasi nitrogen serta menghasilkan IAA yang merangsang pertumbuhan akar (Ni'mah *et al.*, 2022). Sementara itu, *Pseudomonas fluorescens* mampu melarutkan fosfat, menghasilkan siderofor, dan menjaga keseimbangan mikroorganisme di sekitar akar (Hartono *et al.*, 2024). Pemanfaatan ketiga bakteri sebagai pupuk hayati dapat membantu mengurangi penggunaan NPK hingga 25%, meningkatkan efisiensi penyerapan hara, serta tetap mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman apabila diberikan pada dosis yang tepat (Safitri *et al*., 2025).

4.1.1 Hasil Uji *Total Plate Count* (TPC) Isolat Bakteri

Sebelum diaplikasikan pada tanaman kacang panjang (*Vigna unguiculata*), isolat bakteri yang digunakan sebagai pupuk hayati terlebih dahulu dilakukan pengujian *Total Plate Count* (TPC) untuk mengetahui jumlah populasi bakteri hidup (*viable cell count*). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa isolat bakteri memiliki jumlah mikroorganisme yang memadai sehingga mampu mengkolonisasi daerah perakaran tanaman dan menjalankan fungsinya sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019, pupuk hayati cair berbasis bakteri dinyatakan memenuhi standar apabila memiliki populasi mikroorganisme minimal 1×10^8 CFU/mL. Hasil pengujian TPC isolat bakteri disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Total Plate Count (TPC) Isolat Bakteri

Sampel	Nilai TPC (CFU/mL)	Nilai Log (Log CFU/mL)
Azospirillum sp.	$2,97 \times 10^8$	8,47
Bacillus subtilis	$3,77 \times 10^9$	9,57
Pseudomonas fluorescens	$2,62 \times 10^7$	7,42

Hasil pengujian *Total Plate Count* (TPC) terhadap tiga bakteri pada Tabel. Populasi tertinggi ditemukan pada *Bacillus subtilis*, yaitu sebesar $3,77 \times 10^9$ CFU/mL atau sekitar 9,57 log CFU/mL, diikuti oleh *Azospirillum* sp. sebesar $2,97 \times 10^8$ CFU/mL atau 8,47 log CFU/mL. Sementara itu, *Pseudomonas fluorescens* memiliki populasi paling rendah, yaitu $2,62 \times 10^7$ CFU/mL atau 7,42 log CFU/mL. Nilai tersebut menunjukkan jumlah bakteri hidup yang mampu tumbuh dan membentuk koloni pada media serta kondisi pengujian yang digunakan. Penurunan jumlah koloni seiring meningkatnya tingkat pengenceran menunjukkan pola yang sesuai dengan prinsip pengenceran bertingkat dan mendukung konsistensi hasil pengujian (Salmiyati *et al.,* 2021).

Apabila dibandingkan dengan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/(2019), populasi minimal bakteri pada pupuk hayati tunggal berbentuk cair adalah 1×10^8 CFU/mL. Berdasarkan batas tersebut, *Azospirillum* sp. dan *Bacillus subtilis* telah memenuhi persyaratan populasi minimal. Populasi *Azospirillum* sp. sekitar tiga kali lebih tinggi, sedangkan *Bacillus subtilis* sekitar 38 kali lebih tinggi daripada batas minimal. Sebaliknya, populasi *Pseudomonas fluorescens* sebesar $2,62 \times 10^7$ CFU/mL, atau sekitar 26,2% dari persyaratan minimum 1×10^8 CFU/mL, sehingga belum memenuhi standar apabila digunakan sebagai pupuk hayati tunggal cair.Peningkatan populasinya dapat dilakukan melalui perbaikan komposisi media, pH, aerasi, lama inkubasi, konsentrasi inokulum, serta kondisi penyimpanan.

Apabila ketiga bakteri diformulasikan sebagai pupuk hayati majemuk cair yang terdiri atas lebih dari dua genus, persyaratan populasinya berbeda dengan pupuk hayati tunggal. Salah satu genus harus memiliki populasi minimal 1×10^6 CFU/mL, sedangkan genus lainnya minimal 1×10^5 CFU/mL. Secara individual, ketiga isolat telah berada di atas batas tersebut. Namun, kesesuaian sebagai pupuk hayati majemuk belum dapat ditentukan hanya dari populasi sebelum pencampuran karena pengujian tetap perlu dilakukan terhadap produk akhir setelah formulasi dan penyimpanan.

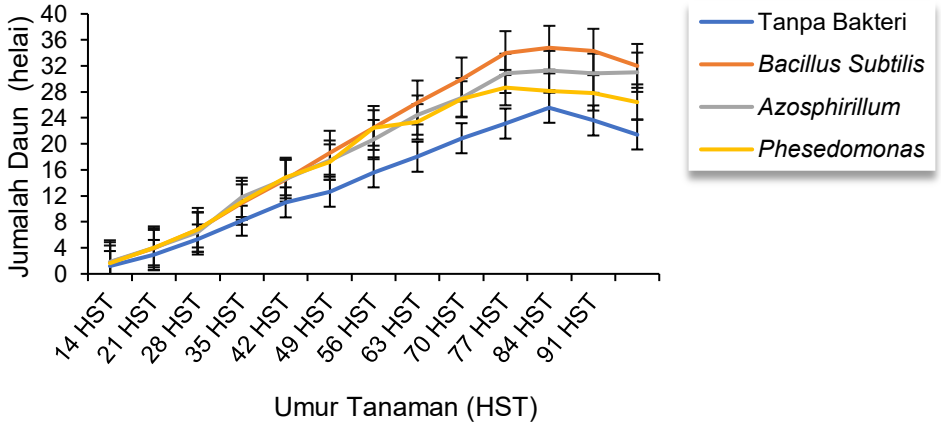
Dalam penelitian ini *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* diformulasikan secara terpisah sehingga penilaiannya mengacu pada

persyaratan pupuk hayati tunggal cair yaitu minimal 1×10^8 CFU/mL. Hasil TPC menunjukkan bahwa populasi *Azospirillum* sp. sebesar $2,97 \times 10^8$ CFU/mL dan *Bacillus subtilis* sebesar $3,77 \times 10^9$ CFU/mL telah memenuhi persyaratan, sedangkan *Pseudomonas fluorescens* sebesar $2,62 \times 10^7$ CFU/mL masih berada di bawah batas minimal. Dengan demikian formulasi *Pseudomonas fluorescens* masih perlu dioptimalkan terutama pada media dan kondisi fermentasi, agar mencapai populasi yang dipersyaratkan.

Nilai TPC menggambarkan jumlah mikroorganisme hidup yang mampu tumbuh dan membentuk koloni pada kondisi pengujian, sehingga dapat digunakan sebagai indikator awal viabilitas inokulan. Namun, TPC belum dapat menunjukkan jenis, sifat, keamanan, maupun efektivitas bakteri terhadap tanaman secara langsung. Efektivitas pupuk hayati juga dipengaruhi oleh kemampuan bakteri beradaptasi di tanah, mengolonisasi perakaran, menjalankan aktivitas fungsional, serta berinteraksi dengan tanaman dan mikroorganisme lain. Oleh karena itu, penilaian mutu perlu dilengkapi dengan uji fungsional, patogenisitas, dan cemaran mikroba, sedangkan efektivitas perlakuan tetap dibuktikan melalui respons pertumbuhan dan produktivitas kacang panjang. Syaharani *et al.* (2022) menyatakan bahwa aplikasi pupuk hayati dapat memengaruhi populasi mikroorganisme tanah, tetapi respons tanaman tetap perlu diamati secara langsung.

4.1.2 Data Rerata Jumlah Daun (Helai)

Menurut Ramdani dan Saleh (2024) menyatakan jumlah daun merupakan salah satu parameter penting dalam pertumbuhan vegetatif kacang panjang karena berkaitan dengan kapasitas tanaman dalam melakukan fotosintesis. Peningkatan jumlah daun dapat memperluas bidang penangkapan cahaya sehingga mendukung pembentukan fotosintat yang diperlukan untuk pertumbuhan batang, cabang, dan pembentukan polong (Waluyo, 2024). Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi nyata antara dosis NPK dan jenis bakteri, sehingga kedua faktor dibahas secara terpisah berdasarkan pengaruh utama masing-masing terhadap jumlah daun.



Gambar 8. Grafik Jumlah Daun Pada Berbagai Perlakuan Bakteri

Berdasarkan Gambar 8, jumlah daun tanaman kacang panjang meningkat sejak 14 hingga 77 HST seiring dengan berlangsungnya fase pertumbuhan vegetatif. Pada awal pertumbuhan, pembentukan daun masih relatif lambat karena tanaman lebih dahulu mengembangkan akar untuk mendukung penyerapan air dan unsur hara. Setelah sistem perakaran berkembang, penyerapan hara menjadi lebih baik sehingga pembentukan daun berlangsung lebih cepat (Santoso *et al.,* 2026). Aplikasi bakteri pemacu pertumbuhan juga dapat mendukung perkembangan akar serta membantu menyediakan unsur nitrogen dan fosfor bagi tanaman (Ayumnuazmi *et al.*, 2025) .

Nitrogen yang tersedia dalam jumlah cukup diperlukan dalam pembentukan klorofil sehingga proses fotosintesis dan pertumbuhan daun dapat berlangsung lebih optimal (Damanhuri *et al.,* 2022). Oleh karena itu, perlakuan tanpa bakteri cenderung menghasilkan jumlah daun paling rendah karena tanaman hanya mengandalkan hara dari tanah dan pupuk NPK. Meskipun demikian serapan hara dapat tercuci oleh air hujan atau atau terjadi penguapan, sehingga tanpa bantuan bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat, ketersediaan hara untuk pembentukan daun menjadi lebih terbatas atau tidak terserap tanaman (Suswana dan Maulana, 2023).

Pada 77 HST hasil analisis Gambar 8 menunjukan terjadi peningkatan tertinggi pada beberapa perlakuan, pada perlakuan *Bacillus subtilis* menghasilkan jumlah daun sekitar 36% lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa bakteri. Hal ini berkaitan dengan kemampuan *Bacillus subtilis* menghasilkan senyawa pemacu pertumbuhan, termasuk IAA, yang dapat merangsang perkembangan akar dan meningkatkan hubungan antara akar dengan lingkungan tanah (Laia *et al.,* 2024).

Hal tersebut sejalan dengan Husna *et al*. (2019) menyatakan bahwa *Bacillus subtilis* dapat membantu melarutkan fosfor serta merangsang pertumbuhan akar dan rambut akar, sehingga daerah penyerapan unsur hara menjadi lebih luas.

Dalam keadaan pertumbuhan, akar yang berkembang dengan baik akan lebih mampu menjangkau air, nitrogen, dan fosfor yang tersebar di dalam tanah sehingga tanaman dapat mempertahankan pembentukan daun. Bakteri ini juga dapat membantu menekan perkembangan patogen tanah sehingga fungsi akar tidak mudah terganggu (Agusnur, 2025). Kombinasi antara akar yang lebih sehat dan meningkatnya ketersediaan hara yang menyebabkan jumlah daun pada perlakuan *Bacillus subtilis* lebih tinggi daripada perlakuan lainnya.

Sedangkan pada perlakuan *Azospirillum* sp. menghasilkan jumlah daun sekitar 22% lebih tinggi, sedangkan *Pseudomonas fluorescens* sekitar 10% lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa bakteri. Peningkatan pada *Azospirillum* sp. terjadi karena bakteri tersebut mampu mendukung penambatan nitrogen serta merangsang pembentukan akar lateral dan rambut akar, sehingga tanaman dapat menyerap air dan unsur hara dari daerah tanah yang lebih luas. Sementara itu, *Pseudomonas fluorescens* dapat membantu meningkatkan ketersediaan fosfor melalui aktivitas pelarutan fosfat di sekitar akar (Wayan *et al*., 2022).

Pseudomonas fluorescens juga mampu menghasilkan siderofor yang mengikat besi di daerah rizosfer, sehingga ketersediaan unsur tersebut bagi mikroorganisme yang merugikan tanaman dapat berkurang. Respons *Pseudomonas fluorescens* yang relatif lebih rendah dapat dipengaruhi oleh kemampuan kolonisasi akar, kompetisi dengan mikroorganisme alami, kondisi kelembapan tanah, serta ketersediaan eksudat akar sebagai sumber nutrisi. Hal tersebut menunjukkan bahwa efektivitas bakteri di lapangan tidak hanya ditentukan oleh karakter bakteri, tetapi juga oleh kesesuaiannya dengan kondisi lingkungan rizosfer tanaman (Apriliya, 2025).

Setelah 77 HST, jumlah daun menurun hingga 91 HST, yaitu sekitar 16% pada perlakuan tanpa bakteri, 8% pada *Bacillus subtilis*, 1% pada *Azospirillum* sp., dan 6% pada *Pseudomonas fluorescens*. Penurunan tersebut terjadi karena tanaman memasuki fase generatif sehingga bunga dan polong berkembang menjadi organ yang membutuhkan fotosintat dan unsur hara dalam jumlah besar. Peningkatan kebutuhan organ generatif sebagai tempat pemanfaatan fotosintat dapat mempercepat penuaan daun apabila keseimbangan antara organ penghasil dan pengguna fotosintat semakin rendah (Harun *et al.*, 2022).

Pada keadaan tersebut, daun bagian bawah yang lebih tua juga semakin ternaungi dan memperoleh cahaya lebih sedikit, yang mengakibatkan penurunan klorofil, kemudian menguning dan gugur. Penuaan daun merupakan proses alami yang disertai pemindahan kembali nitrogen dan unsur hara lainnya dari daun tua menuju organ tanaman yang masih aktif tumbuh (Supriatin *et al.*, 2025). Penurunan terbesar pada perlakuan tanpa bakteri menunjukkan dukungan hara dan kondisi perakarannya lebih terbatas, sedangkan jumlah daun pada *Azospirillum* sp. yang relatif stabil menunjukkan bahwa perkembangan akar dan dukungan nitrogen kemungkinan masih dapat mempertahankan fungsi daun selama pembentukan polong (Wayan *et al.*, 2022).

Hasil pengamatan grafik diperkuat oleh hasil uji lanjut Tukey pada faktor perlakuan diberbagai jenis bakteri yang menunjukan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap parameter jumlah daun pada beberapa hari pengamatan yang ditunjukan pada Tabel 7 :

Tabel 7. Rerata Jumlah Daun Pada Perbedaan Jenis Bakteri

Perlakuan	**Umur Hari Setelah Tanam (HST)**												
Bakteri	**7**	**14**	**21**	**28**	**35**	**42**	**49**	**56**	**63**	**70**	**77**	**84**	91
Tanpa Bakteri	1.2^{a}	2.91^{a}	5.29^{a}	8.18^{a}	11^{a}	12.64^{a}	15.62^{a}	18.02^{a}	20.87^{a}	23.12^{a}	25.56^{a}	23.6^{a}	21.45^{a}
Bacillus Subtilis	1.79^{b}	3.93^{b}	6.77^{b}	10.93^{b}	14.5^{a}	18.64^{b}	22.45^{b}	26.37^{b}	29.91^{b}	33.97^{b}	34.79^{a}	34.33^{a}	32^{a}
Azosphirillum	1.85^{b}	4.02^{b}	6.41^{ab}	11.77^{b}	14.64^{a}	17.5^{ab}	20.66^{ab}	24.43^{ab}	27.1^{ab}	30.85^{ab}	31.29^{a}	30.87^{a}	31.02^{a}
Phesedomonas	1.64^{ab}	4.04^{b}	6.79^{b}	11.04^{b}	14.81^{a}	17.2^{ab}	22.45^{ab}	23.39^{ab}	26.91^{ab}	28.66^{ab}	28.12^{a}	27.85^{a}	26.43^{a}
BNJ Taraf 5%	0,53	0,59	1,33	2,33	3,77	4,98	5,80	66,91	8,67	9,90	11,37	11,03	10,99

Keterangan : Nilai yang diikuti dengan huruf sama menunjukan tidak adanya perbedan yang signifikan.

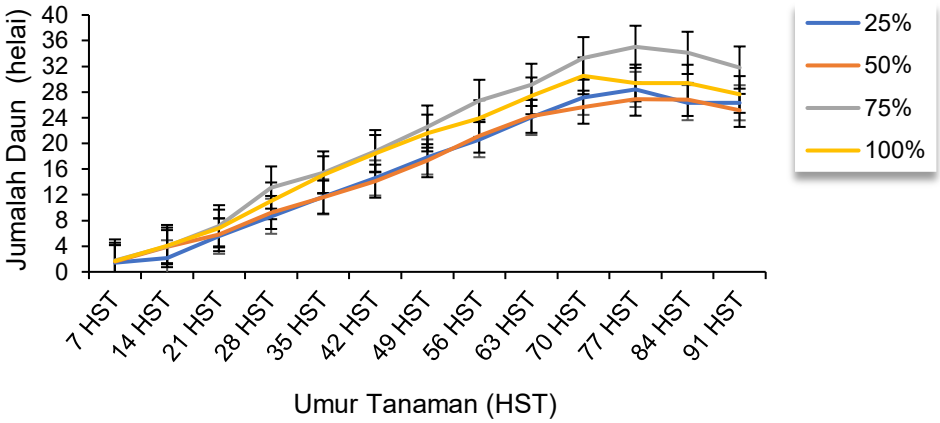
Berdasarkan Tabel 7, hasil uji Tukey menunjukkan bahwa jumlah daun meningkat pada seluruh perlakuan selama 7-70 HST, dengan nilai perlakuan bakteri yang umumnya lebih tinggi dibandingkan tanpa bakteri. Pada 7 HST, tanpa bakteri berbeda nyata dengan *Bacillus subtilis* dan *Azospirillum* sp., sedangkan *Pseudomonas fluorescens* belum berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada 14 HST, seluruh perlakuan bakeri berbeda nyata dengan tanpa bakteri, yang menunjukan bahwa aktivitas bakteri disekitar akar mulai mendukung pembentukan daun (Santoso *et al.,* 2026).

Pada 21-28 HST, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* berbeda nyata dengan tanpa bakteri, sedangkan *Azospirillum* sp. berada pada kelompok pada 21 HST menunjukan berbeda nyata dengan seluruh perlakuan bakteri. Perbedaan tersebut diduga terjadi karena setiap bakteri memiliki kecepatan adaptasi dan kemampuan kolonisasi akar yang berbeda, seperti fondasi yang

memerlukan waktu sebelum mampu menopang pertumbuhan tanaman secara optimal (Apriliya, 2025).

Pada 35 HST, seluruh perlakuan memiliki notasi huruf yang sama sehingga tidak menunjukkan perbedaan nyata, meskipun secara deskriptif *Pseudomonas fluorescens* menghasilkan jumlah daun tertinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa perbedaan rerata antarperlakuan masih berada dalam kisaran variasi data, yang dapat dipengaruhi oleh heterogenitas kondisi lapangan seperti kelembapan tanah, intensitas cahaya, ketersediaan hara, dan perkembangan akar (Astiko *et al*., 2025). Pada 42–70 HST, *Bacillus subtilis* menunjukkan respons yang lebih konsisten karena berbeda nyata dibandingkan perlakuan tanpa bakteri. Respons tersebut diduga berkaitan dengan kemampuannya memperbaiki kondisi rizosfer, meningkatkan ketersediaan hara, menghasilkan fitohormon, serta mendukung kesehatan akar sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman lebih stabil (Candra, 2025).

Pada 77-91 HST, seluruh perlakuan memiliki notasi huruf yang sama sehingga tidak berbeda nyata, walaupun secara deskriptif *Bacillus subtilis* tetap menghasilkan jumlah daun tertinggi. Setelah 77 HST, jumlah daun mulai menurun karena tanaman memasuki fase generatif dan fotosintat lebih banyak dialihkan untuk pembentukan serta pengisian polong (Aulia *et al*., 2025). Penurunan lebih besar terjadi pada perlakuan tanpa bakteri dan *Pseudomonas fluorescens*, sedangkan *Azospirillum* sp. relatif stabil dengan perubahan sekitar 1%. Kestabilan tersebut sejalan dengan Yuniarti *et al.* (2022), berkaitan dengan kemampuan *Azospirillum* sp. merangsang perkembangan akar dan mendukung pemanfaatan nitrogen, tetapi karena tidak berbeda nyata, hasil ini hanya menunjukkan kecenderungan biologis dan belum dapat dinyatakan sebagai keunggulan statistik.



Gambar 9. Grafik Jumlah Daun Pada Perbedaan Konsentrasi NPK

Berdasarkan Gambar 9, jumlah daun tanaman kacang panjang terus meningkat sejak awal pengamatan hingga mencapai puncaknya pada 77 HST. Secara deskriptif, konsentrasi 75% memberikan hasil terbaik, yaitu sekitar 23% lebih tinggi dibandingkan konsentrasi 25%, 30% lebih tinggi dibandingkan konsentrasi 50%, dan 19% lebih tinggi dibandingkan konsentrasi 100%. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 75% cenderung paling sesuai untuk mendukung pertumbuhan daun (Kurniawan dan Handoko, 2024). Hal ini didukung dengan unsur Nitrogen yang berperan dalam pembentukan klorofil dan jaringan daun, sedangkan fosfor dan kalium membantu pertumbuhan akar serta mendukung proses fisiologis tanaman (Damanhuri *et al.*, 2022). Oleh karena itu pertumbuhan tanaman lebih dipengaruhi oleh keseimbangan unsur hara daripada pemberian pupuk dalam dosis yang terlalu tinggi (Prakoso *et al.*, 2022).

Konsentrasi 75% diduga menyediakan unsur hara dalam jumlah yang lebih seimbang sehingga akar dapat menyerap dan memanfaatkannya secara efisien. Konsentrasi 50% kemungkinan belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan tanaman, sedangkan konsentrasi 100% tidak selalu lebih baik karena kelebihan hara dapat meningkatkan konsentrasi garam tanah, menekan aktivitas akar, dan mengganggu keseimbangan mikroba rizosfer (Pasaribu dan Apriliya, 2025). Setelah 77 HST, jumlah daun menurun hingga 91 HST, yaitu sekitar 9% pada konsentrasi 75%, 6% pada konsentrasi 100%, 7% pada konsentrasi 25%, dan 6,5% pada konsentrasi 50%. Penurunan terjadi karena tanaman memasuki fase generatif, sehingga fotosintat dan unsur hara lebih banyak dialihkan untuk pembentukan serta pengisian polong daripada pembentukan daun baru (Pakpahan *et al.*, 2025). Hasil tersebut sejalan dengan Parthasarathi *et al.* (2021)

yang menunjukkan bahwa kombinasi pupuk hayati dan NPK 75% dapat mendukung pertumbuhan lebih baik daripada NPK penuh karena pemanfaatan hara berlangsung lebih efisien.

Hasil pengamatan grafik diperkuat oleh hasil uji lanjut Tukey pada faktor perlakuan diberbagai konsentrasi yang menunjukan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap parameter banyak daun pada beberapa hari pengamatan yang ditunjukan pada Tabel 8 :

Tabel 8. Rerata Jumlah Daun Pada Perbedaan Konsentrasi NPK

Konsentrasi	Umur Hari Setelah Tanam (HST)												
NPK	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91
25%	1.43[a]	2.19[a]	5.54[a]	8.66[a]	11.68[a]	14.62[a]	17.89[a]	20.58[a]	24.04[a]	27.18[a]	28.41[a]	26.35[a]	26.33[a]
50%	1.6[a]	3.93[a]	5.79[ab]	9.25[ab]	11.64[a]	14.12[a]	17.31[a]	21.14[a]	24.22[a]	25.64[a]	26.89[a]	26.85[a]	25.14[a]
75%	1.77[a]	4.02[b]	7.1[b]	13.13[c]	15.47[b]	18.79[a]	22.62[a]	26.62[a]	29.12[a]	33.27[a]	35.04[a]	34.1[a]	31.81[a]
100%	1.68[a]	4.04[ab]	6.83[ab]	11.06[bc]	15.14[ab]	18.45[a]	21.62[a]	23.87[a]	27.41[a]	30.52[a]	29.41[a]	29.39[a]	27.62[a]
BNJ Taraf 5%	0,53	0,59	1,33	2,33	3,77	4,98	5,80	6,91	8,67	9,90	11,37	11,03	10,99

Keterangan : Nilai yang diikuti dengan huruf sama menunjukan tidak adanya perbedan yang signifikan.

Berdasarkan Tabel 8, hasil uji Tukey menunjukkan bahwa pada 7 HST seluruh konsentrasi belum berbeda nyata karena tanaman masih berada pada fase awal pertumbuhan. Pada tahap ini, tanaman lebih banyak menggunakan cadangan nutrisi untuk membentuk akar dan daun pertama. Pada 14 HST, konsentrasi 75% mulai berbeda nyata dengan 25% dan 50%, sedangkan konsentrasi 100% masih berada dalam kelompok yang sama dengan seluruh perlakuan. Pada 21 HST, konsentrasi 75% berbeda nyata dengan 25%, tetapi tidak berbeda nyata dengan 50% dan 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pupuk belum selalu diikuti oleh peningkatan jumlah daun yang nyata secara statistik (Rismalati *et al*., 2024).

Pada 28-35 HST, konsentrasi 75% menghasilkan jumlah daun tertinggi dan berbeda nyata dengan konsentrasi 25% serta 50%, sedangkan konsentrasi 100% berada pada kelompok peralihan. Kondisi ini terjadi karena respons tanaman tidak hanya ditentukan oleh banyaknya pupuk, tetapi juga oleh kemampuan akar menyerap hara dan kondisi rizosfer (Muttaqin *et al.*, 2024). Pada 42-91 HST, seluruh konsentrasi tidak berbeda nyata karena selisih rata-rata antarperlakuan belum cukup besar dibandingkan keragaman data dalam setiap perlakuan. Meskipun demikian, konsentrasi 75% secara deskriptif tetap menunjukkan jumlah daun tertinggi, termasuk pada 70 HST dengan selisih sekitar 22%. Hasil yang tidak berbeda nyata tidak berarti seluruh konsentrasi memberikan respons yang benar-

benar sama, tetapi menunjukkan bahwa bukti statistik yang diperoleh belum cukup kuat untuk menyatakan konsentrasi 75% lebih unggul. Oleh karena itu, nilai tertinggi pada konsentrasi 75% hanya dapat dijelaskan sebagai kecenderungan biologis dan belum dapat dinyatakan sebagai keunggulan secara statistik (Pury *et al.,* 2025).

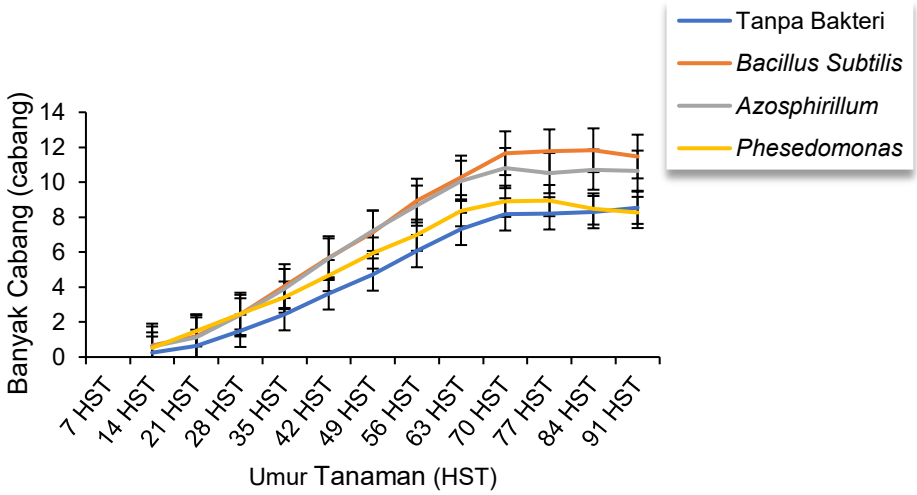
Konsentrasi 75% diduga menjadi taraf yang paling seimbang dalam menyediakan unsur hara untuk pembentukan daun. Konsentrasi 25% dan 50% kemungkinan belum mencukupi kebutuhan tanaman, sedangkan konsentrasi 100% tidak selalu lebih baik karena kelebihan hara dapat menurunkan efisiensi penyerapan akar (Ishaq *et al.*, 2025). Dalam kondisi tersebut, pemberian pupuk dapat dianalogikan seperti pemberian makanan, yaitu jumlah yang cukup dan seimbang lebih mudah dimanfaatkan daripada jumlah berlebihan. Jumlah daun pada konsentrasi 75% menurun sekitar 9% dari 77 hingga 91 HST karena fotosintat dan unsur hara mulai dialihkan untuk pembentukan bunga serta pengisian polong (Aulia *et al.*, 2025). Hasil ini sejalan dengan Parthasarathi *et al*. (2021) yang menyatakan bahwa pupuk hayati yang dikombinasikan dengan NPK 75% dapat mendukung pertumbuhan lebih baik dibandingkan penggunaan NPK 100%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Bacillus subtilis* menghasilkan pertumbuhan jumlah daun paling konsisten, sedangkan NPK 75% cenderung menjadi konsentrasi terbaik. Hal ini diduga karena *Bacillus subtilis* mampu melarutkan fosfor dan merangsang perkembangan akar sehingga penyerapan hara lebih efektif (Taruna *et al.*, 2024). Konsentrasi 75% dinilai lebih seimbang, sedangkan dosis 100% tidak selalu meningkatkan pertumbuhan apabila kebutuhan tanaman telah tercukupi (Parthasarathi *et al*., 2021). Dalam keadaan di lapangan, respons tanaman juga dipengaruhi oleh kelembapan tanah, penyiraman, perbedaan kondisi antarpetak, serta serangan hama dan penyakit (Apriliya, 2025).

4.1.3 Jumlah Cabang (Cabang)

Jumlah cabang merupakan salah satu parameter penting pada fase vegetatif kacang panjang karena cabang menjadi tempat terbentuknya daun, bunga, dan calon polong. Pembentukan cabang yang baik dapat meningkatkan peluang terbentuknya organ generatif dan mendukung produktivitas tanaman. Samosir dan Tambunan., (2021) menyatakan bahwa cabang produktif berkaitan dengan pembentukan bunga, jumlah polong, dan total berat polong. Oleh karena itu,

pengamatan jumlah cabang dilakukan untuk mengetahui respons tanaman terhadap aplikasi *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai dosis NPK. Hasil pengamatan disajikan pada grafik dan tabel berikut. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi nyata antara dosis NPK dan jenis bakteri, sehingga pembahasan dilakukan secara terpisah berdasarkan pengaruh utama masing-masing faktor terhadap jumlah cabang.



Gambar 10. Grafik Jumlah Cabang Pada Berbagai PerlakuanJenis Bakteri

Berdasarkan gambar 10, jumlah cabang kacang panjang meningkat sejak 14 hst dan mencapai nilai tertinggi sekitar 77 hst, meskipun pola pertumbuhannya berbeda pada setiap perlakuan. Secara deskriptif *Bacillus subtilis* menghasilkan jumlah cabang sekitar 43% lebih tinggi dibandingkan tanpa bakteri, diikuti *Azospirillum* sp. sekitar 28% dan *Pseudomonas fluorescens* sekitar 9%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aplikasi bakteri cenderung mendukung pertumbuhan vegetatif. Perlakuan bakteri dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif melalui aktivitas mikroba yang membantu menyediakan unsur hara bagi tanaman (Agusnur, 2025). Pada 91 HST pertumbuhan cabang mulai melambat atau menurun karena tanaman memasuki fase generatif sehingga fotosintat lebih banyak digunakan untuk pembentukan bunga dan pengisian polong (Amir, 2021).

Cabang merupakan rangka vegetatif yang menjadi tempat tumbuhnya daun, bunga, dan calon polong, sehingga pembentukannya berkaitan dengan peluang tanaman menghasilkan organ generatif. Respons tertinggi pada *Bacillus subtilis* terjadi karena bakteri ini membantu meningkatkan ketersediaan hara, mendukung pertumbuhan akar, dan menjaga kesehatan daerah perakaran (Ningsih, 2022). Hal ini sejalan dengan Nusyirwan dan Syahadah (2020) menunjukkan bahwa pemberian *Bacillus subtilis* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman

cabai, termasuk jumlah cabang. Dalam kondisi lapangan, akar yang sehat dapat dianalogikan sebagai jalur distribusi yang memasok air dan unsur hara untuk membentuk jaringan cabang baru (Fajriani, 2022). Selain itu, kemampuan *Bacillus subtilis* dalam menekan patogen perakaran dapat membantu tanaman mempertahankan pertumbuhan ketika kondisi kelembapan dan lingkungan antarpetak tidak sepenuhnya seragam (Laia *et al.*, 2024).

Azospirillum sp. berpotensi mendukung pembentukan cabang melalui penambatan nitrogen dan rangsangan terhadap perkembangan akar, tetapi penurunan sekitar 3% setelah 77 HST menunjukkan bahwa dukungan tersebut mulai diarahkan ke perkembangan organ generatif. Sementara itu, respons *Pseudomonas fluorescens* yang lebih rendah dapat dipengaruhi oleh kemampuan kolonisasi akar, kelembapan tanah, ketersediaan bahan organik, serta persaingan dengan mikroorganisme alami di rizosfer (Taruna *et al.*, 2024). Hal tersebut sejalan dengan Noviani dan Rahayu (2022) menyatakan bahwa *Pseudomonas fluorescens* dan *Azospirillum* sp. dapat memengaruhi pertumbuhan serta produktivitas kedelai melalui peningkatan pemanfaatan unsur N dan P.

Namun, manfaat bakteri pada kondisi pertanaman tidak selalu seragam karena adanya perbedaan pertumbuhan antarpetak, tanaman sampel yang mati, gangguan hama atau penyakit, serta ketepatan waktu aplikasi. Oleh karena itu, respons jumlah cabang merupakan hasil gabungan antara mekanisme bakteri, kondisi tanaman, ketersediaan hara, dan lingkungan perakaran, bukan hanya akibat satu faktor perlakuan (Pahlevi *et al.*, 2025).

Hasil pengamatan grafik diperkuat oleh hasil uji lanjut Tukey pada faktor perlakuan diberbagai bakteri yang menunjukan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap parameter jumlah cabang pada beberapa hari pengamatan yang ditunjukan pada Tabel 9 berikut :

Tabel 9. Rerata Jumlah Cabang Pada Perbedaan Jenis Bakteri

Perlakuan	**Umur Hari Setelah Tanam (HST)**												
Bakteri	**7**	**14**	**21**	**28**	**35**	**42**	**49**	**56**	**63**	**70**	**77**	**84**	91
Tanpa Bakteri	0,00	0.25^{a}	0.64^{a}	1.5^{a}	2.45^{a}	3.64^{a}	4.72^{a}	6.06^{a}	7.33^{a}	8.16^{a}	8.22^{a}	8.29^{a}	8.54^{a}
Bacillus Subtilis	0,00	0.66^{b}	1.2^{b}	2.43^{b}	4.06^{b}	5.66^{b}	7.14^{b}	8.95^{b}	10.27^{a}	11.66^{b}	11.77^{a}	11.83^{b}	11.47^{a}
Azosphirillum	0,00	0.6^{b}	1.12^{ab}	2.41^{b}	3.89^{b}	5.64^{b}	7.22^{b}	8.66^{ab}	10.08^{a}	10.81^{ab}	10.52^{a}	10.72^{ab}	10.66^{a}
Phesedomonas	0,00	0.52^{ab}	1.5^{b}	2.47^{b}	3.43^{ab}	4.66^{ab}	5.95^{ab}	6.97^{ab}	8.37^{a}	8.91^{ab}	8.95^{a}	8.47^{a}	8.27^{a}
BNJ Taraf 5%	0,00	0,33	0,56	0,57	0,75	1,03	1,32	1,84	2,63	3,12	3,19	3,86	3,25

Keterangan : Nilai yang diikuti dengan huruf sama menunjukan tidak adanya perbedan yang signifikan.

Berdasarkan Tabel 9, seluruh perlakuan belum membentuk cabang pada 7 HST karena tanaman masih memusatkan pertumbuhan pada akar dan batang

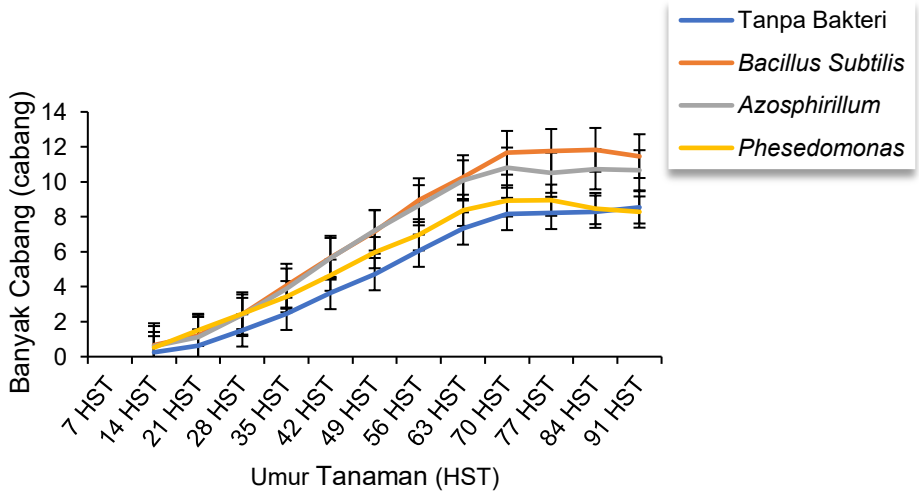
utama. Pada 14 HST, menunjukan *Bacillus subtilis* dan *Azospirillum* sp. berbeda nyata dengan tanpa bakteri, sedangkan *Pseudomonas fluorescens* belum berbeda nyata meskipun secara deskriptif meningkatkan jumlah cabang sekitar 52%. Hal tersebut sejalan dengan Nusyirwan dan Syahadah (2020), yang menunjukkan bahwa bakteri tersebut memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah cabang tanaman cabai.

Pada 21 HST, perlakuan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* berbeda nyata dengan perlakuan tanpa bakteri, sedangkan *Azospirillum* sp. tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa bakteri maupun bakteri lainnya. Respons *Azospirillum* sp. yang belum nyata diduga berkaitan dengan proses adaptasi dan kolonisasi bakteri di daerah perakaran, karena efektivitasnya dapat berbeda menurut isolat, konsentrasi, dan kondisi lingkungan tumbuh. Mardya, (2020) menjelaskan bahwa isolat *Azospirillum* yang berbeda menghasilkan respons pertumbuhan vegetatif yang tidak sama.

Pada 35-56 HST hasil analisis Tabel 8 menunjukan, perlakuan bakteri cenderung menghasilkan jumlah cabang lebih tinggi daripada tanpa bakteri, terutama terlihat pada perlakuan *Bacillus subtilis* dan *Azospirillum* sp., sedangkan *Pseudomonas fluorescens* menunjukkan respons yang lebih rendah dan tidak selalu berbeda nyata secara statistik. Pada 70 HST, *Bacillus subtilis* menunjukkan pertumbuhan paling konsisten dengan jumlah cabang sekitar 43% lebih tinggi daripada tanpa bakteri. Dan pada bakteri *Azospirilum* sp. menunjukan bahwa memiliki perbedaan nyata dengan perlakuan bakteri akan tetapi tidak berbeda nyata dengan tanpa bakteri. Hal ini menunjukkan *Bacillus subtilis* dan *Azospirillum* sp. membantu meningkatkan ketersediaan hara serta perkembangan akar sehingga mendukung pembentukan cabang (Supriyono *et al*., 2022). Respons *Pseudomonas fluorescens* dapat berbeda karena efektivitasnya dipengaruhi oleh kondisi tanah, tanaman, dan interaksinya dengan mikroba lain (Wayan *et al*., 2022)

Pada 63 HST menunjukan semua perlakuan tidak berbeda nyata begitu pula pada 77dan 91 HST, seluruh perlakuan memiliki notasi huruf yang sama sehingga tidak berbeda nyata, meskipun secara deskriptif *Bacillus subtilis* tetap menghasilkan jumlah cabang tertinggi. Jumlah cabang *Bacillus subtilis* meningkat sekitar 1% dari 70 hingga 77 HST, sedangkan *Pseudomonas fluorescens* hanya meningkat sekitar 0,4% dan kemudian menurun sekitar 6% hingga 91 HST. Menurunnya pertumbuhan terjadi karena tanaman memasuki fase generatif, sehingga fotosintat dari daun lebih banyak dialokasikan ke organ generatif, seperti

polong dan biji, untuk mendukung pembentukan dan pengisian hasil (Dolsenyawi *et al*., 2026).



Gambar 11. Grafik Jumlah Cabang Pada Perbedaan Konsentrasi NPK

Berdasarkan Gambar 11, jumlah cabang tanaman kacang panjang meningkat sejak 14 HST dan mencapai nilai tertinggi sekitar 70 HST. Secara deskriptif, konsentrasi NPK 100% menghasilkan jumlah cabang sekitar 23% lebih tinggi daripada konsentrasi 25%, 19% daripada 50%, dan 0,5% daripada 75%. Pemberian NPK dapat mendukung pembentukan cabang karena unsur N, P, dan K berperan dalam pertumbuhan jaringan vegetatif tanaman (Prasetyo *et al,* 2022). Sedangkan menurut Kasfar *et al.* (2024) menyatakan bahwa peningkatan dosis NPK sampai taraf optimum dapat meningkatkan jumlah cabang kacang panjang. Oleh karena itu, konsentrasi 100% mampu menyediakan hara yang lebih mencukupi untuk mendukung pembelahan sel dan pembentukan tunas (M. Putra et al., 2025)

Meskipun konsentrasi 100% menunjukkan nilai tertinggi, perbedaannya dengan konsentrasi 75% hanya sekitar 0,5%. Selisih yang kecil tersebut menunjukkan bahwa penambahan NPK dari 75% menjadi 100% belum menghasilkan peningkatan cabang yang berarti secara biologis. Hal tersebut sejalan dengan Mulyani *et al.* (2024) menjelaskan bahwa perbedaan nilai jumlah cabang pada beberapa kombinasi pupuk belum tentu menunjukkan interaksi yang nyata secara statistik. Respons yang tidak berbeda nyata juga dapat terjadi ketika selisih rata-rata perlakuan lebih kecil daripada variasi pertumbuhan tanaman antarulangan akibat kondisi lingkungan yang tidak seragam (Saripi dan Mawardi, 2025). Oleh sebab itu, konsentrasi 100% hanya dapat dinyatakan lebih unggul

secara statistik apabila memiliki notasi uji lanjut yang berbeda dari konsentrasi 75%.

Pada Gambar 11, menunjukan pada 70 HST, pertumbuhan cabang mulai melambat dan cenderung menurun hingga 91 HST, terutama pada konsentrasi 100% yang mengalami penurunan sekitar 10%, sedangkan konsentrasi 75% masih meningkat sekitar 3% pada 84 HST. Penurunan tersebut diduga terjadi karena tanaman memasuki fase generatif sehingga fotosintat lebih banyak dialihkan dari organ vegetatif menuju pembentukan bunga dan pengisian polong (Amir, 2021). Jumlah cabang produktif juga berkaitan dengan peluang pembentukan polong dan hasil tanaman kacang panjang (Nursamsidari dan Kadafi, 2023). Namun, proses tersebut tetap dipengaruhi oleh ketersediaan air karena kelembapan yang terlalu rendah atau berlebihan dapat menghambat penyerapan hara dan pertumbuhan tanaman (Oktaviani, 2025).

Perbedaan hasil jumlah daun dan jumlah cabang menunjukkan bahwa kebutuhan hara setiap organ tanaman tidak selalu sama, karena jumlah daun cenderung optimum pada konsentrasi 75%, sedangkan jumlah cabang secara deskriptif lebih tinggi pada konsentrasi 100%. Fosfor mendukung pembelahan dan perkembangan sel akar serta batang, sementara bakteri pelarut fosfat membantu menyediakan unsur tersebut agar lebih mudah diserap tanaman (Stella dan Simamora, 2021). Pembentukan cabang yang diikuti perkembangan daun juga dapat meningkatkan kapasitas fotosintesis dan mendukung pembentukan hasil tanaman (Ariyanti *et al.*, 2020). Dalam kondisi respons tanaman dapat berbeda akibat kelembapan, penyiraman, kondisi tanah antarpetak, serta gangguan hama atau penyakit. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh merupakan gabungan antara ketersediaan hara, kemampuan akar menyerap nutrisi, ketepatan aplikasi pupuk dan bakteri, serta kondisi lingkungan.

Hasil pengamatan grafik diperkuat oleh hasil uji lanjut tukey pada faktor perlakuan diberbagai konsentrasi yang menunjukan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap parameter banyak cabang pada beberapa hari pengamatan yang ditunjukan pada Tabel 10 :

Tabel 10. Rerata Jumlah Cabang Pada Perbedaan Konsentrasi NPK

Konsentrasi NPK	Umur Hari Setelah Tanam (HST)												
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91
25%	0	0.33^{a}	0.50^{a}	1.58^{a}	2.79^{a}	4.18^{a}	5.6^{a}	6.87^{a}	8.16^{a}	8.93^{a}	8.95^{a}	8.79^{a}	8.54^{a}
50%	0	0.43^{b}	1.12^{b}	1.97^{ab}	2.97^{a}	4.47^{ab}	5.79^{a}	7.31^{a}	8.72^{a}	8.97^{a}	9.16^{a}	9.22^{a}	9.14^{a}
75%	0	0.50^{ab}	1.29^{b}	2.34^{bc}	3.72^{ab}	5.37^{ab}	7.02^{a}	8.25^{a}	9.66^{a}	10.62^{a}	10.75^{a}	10.91^{a}	10.72^{a}
100%	0	0.77^{b}	1.56^{b}	2.91^{c}	4.35^{b}	5.58^{b}	6.54^{a}	8.22^{a}	9.50^{a}	11.02^{a}	10.60^{a}	10.39^{a}	10.24^{a}
BNJ Taraf 5%	0,00	0,33,,	0,56	0,75	1,03	1,32	1,84	2,63	3,12	3,19	3,86	3,25	3,33

Keterangan : Nilai yang diikuti dengan huruf sama menunjukan tidak adanya perbedan yang signifikan.

Berdasarkan Tabel 10, pada 7 HST seluruh konsentrasi NPK belum berbeda nyata karena tanaman masih berada pada fase awal pertumbuhan. Pada 14-21 HST, konsentrasi 100% menghasilkan jumlah cabang sekitar 57% lebih tinggi dibandingkan konsentrasi 25% dan berbeda nyata dengan perlakuan tersebut, meskipun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 50% dan 75%. Pemberian NPK yang sesuai dapat mendukung pembentukan cabang karena menyediakan unsur hara makro selama fase vegetatif (Andriani *et al*., 2025). Pada 28 HST, seluruh konsentrasi kembali tidak berbeda nyata, meskipun konsentrasi 100% tetap menunjukkan nilai tertinggi secara deskriptif. Peningkatan dosis pupuk dapat meningkatkan jumlah cabang hingga taraf optimum, tetapi tidak selalu diikuti peningkatan yang nyata pada dosis lebih tinggi (Hanafi, 2022).

Pada hasil analisis Tabel 10 menunjukkan 28-42 HST jumlah cabang meningkat pada seluruh perlakuan, sedangkan konsentrasi 100% dan 75% cenderung menghasilkan nilai sekitar 20-25% lebih tinggi daripada konsentrasi 25% dan 50%. Pada 49-91 HST, sebagian besar perlakuan tidak berbeda nyata, meskipun pada 70 HST konsentrasi 100% secara deskriptif lebih tinggi sekitar 19% daripada konsentrasi 25%, 16% daripada 75%, dan 0,5% daripada 50%. Tidak adanya perbedaan nyata menunjukkan bahwa selisih rata-rata antarperlakuan masih lebih kecil daripada keragaman data antarulangan. Keragaman tersebut dipengaruhi oleh kelembapan, penyiraman, perbedaan kondisi antarpetak, tanaman sampel mati, serta gangguan hama atau penyakit. Kondisi lingkungan juga dapat memengaruhi ketersediaan hara dan aktivitas mikroorganisme di sekitar akar (Hulu, 2024).

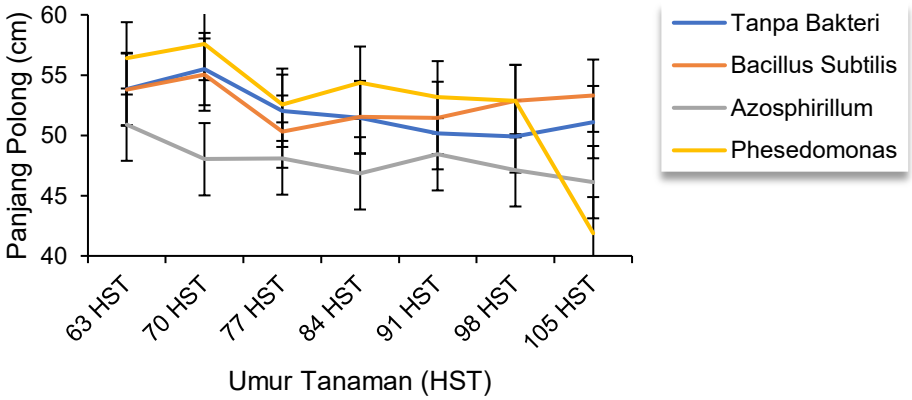
Secara biologis konsentrasi 100% dapat menyediakan unsur N, P, dan K yang lebih mencukupi untuk pembentukan tunas dan cabang pada fase vegetatif. Nitrogen mendukung pembentukan jaringan vegetatif, sedangkan fosfor membantu perkembangan akar dan pembelahan sel tanaman (Prakoso *et al*., 2022). Meskipun setelah 70 HST, menunjukan jumlah cabang pada konsentrasi 100% menurun sekitar 7,1% hingga 91 HST, sedangkan konsentrasi 75% relatif stabil dengan peningkatan sekitar 0,9%. Penurunan tersebut diduga terjadi karena tanaman memasuki fase generatif sehingga fotosintat dan unsur hara lebih banyak dialihkan untuk pembentukan bunga serta pengisian polong (Waluyo, 2024).

Berdasarkan faktor tunggal *Bacillus subtilis* menunjukkan respons paling konsisten terhadap jumlah daun dan jumlah cabang, akan tetapi konsentrasi NPK yang mendukung kedua parameter tersebut tidak sepenuhnya sama. Jumlah daun cenderung optimum pada konsentrasi 75%, sedangkan jumlah cabang secara deskriptif lebih tinggi pada konsentrasi 100%, yang menunjukkan bahwa pembentukan cabang membutuhkan pasokan hara lebih besar untuk perkembangan batang dan tunas. Dan pada *Bacillus subtilis* membantu perkembangan kedua organ melalui perbaikan pertumbuhan akar dan pembentukan jaringan vegetatif (Prihatiningsih *et al*., 2015).

Selain itu, aktivitas *Bacillus subtilis* sebagai pelarut fosfat dapat meningkatkan ketersediaan fosfor untuk pembelahan dan perkembangan sel akar maupun batang (Triani, 2022) sedangkan pemberian NPK yang sesuai terbukti mendukung pembentukan cabang kacang panjang. Dengan demikian *Bacillus subtilis* cenderung paling konsisten mendukung pertumbuhan vegetatif, sedangkan kebutuhan konsentrasi NPK berbeda antara jumlah daun dan jumlah cabang sehingga penentuan perlakuan terbaik tetap harus didasarkan pada hasil interaksi kedua faktor tersebut.

4.1.4 Panjang Polong (cm)

Panjang polong merupakan salah satu parameter penting pada fase generatif kacang panjang karena mencerminkan kemampuan tanaman dalam membentuk organ hasil. Pembentukan panjang polong dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, aktivitas perakaran, proses fotosintesis, serta distribusi fotosintat ke organ generatif. Dalam penelitian ini, parameter panjang polong digunakan untuk mengetahui respons tanaman terhadap aplikasi *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai dosis NPK. Pemupukan NPK berperan dalam mendukung pertumbuhan dan pembentukan hasil, sedangkan bakteri membantu meningkatkan ketersediaan hara di daerah perakaran. (Mulyani *et al.* 2024), bahwa perbedaan dosis NPK dapat memengaruhi hasil kacang panjang, meskipun peningkatan dosis tidak selalu diikuti oleh peningkatan panjang polong secara linier. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi nyata antara dosis NPK dan jenis bakteri, sehingga pembahasan dilakukan secara terpisah berdasarkan pengaruh utama masing-masing faktor terhadap panjang polong.



Gambar 12. Grafik Panjang Polong Pada Berbagai Perlakuan Jenis Bakteri

Berdasarkan Gambar 12, panjang polong kacang panjang menunjukkan pola relatif stabil pada 63-105 HST karena nilai antarperlakuan berada pada kisaran yang berdekatan. Secara deskriptif, *Pseudomonas fluorescens* menghasilkan polong lebih panjang. Hal tersebut ditunjukan pada hasil analisis 70 HST menunjukan sekitar 4% lebih tinggi daripada tanpa bakteri, sedangkan pada *Bacillus subtilis* lebih rendah sekitar 1% dan *Azospirillum* sp. sekitar 16%. Respons *Pseudomonas fluorescens* berkaitan dengan kemampuannya meningkatkan ketersediaan fosfor dan mendukung kondisi rizosfer untuk pemanjangan sel polong (Norman *et al*., 2025). Penggunaan bakteri terbukti dapat memengaruhi panjang polong kacang panjang melalui peningkatan ketersediaan hara selama fase generatif (Ayumnuazmi *et al.*, 2025).

Memasuki usia 98-105 HST pada Gambar 12 menunjukan *Bacillus subtilis* memiliki panjang polong yang lebih stabil dibandingkan perlakuan lain. Pada 98 HST, panjang polong pada *Bacillus subtilis* meningkat sekitar 1%, sedangkan *Pseudomonas fluorescens* menurun sekitar 26% dan *Azospirilum* sp. menurun sekitar 2-5% selama 91-105 HST. Kestabilan tersebut berkaitan dengan kemampuan *Bacillus subtilis* menjaga pertumbuhan dan fungsi perakaran tanaman (Rismiyatun *et al.*, 2024). Dan ketersediaan hara yang tetap terjaga memungkinkan tanaman mempertahankan proses pembentukan dan pengisian polong pada akhir masa panen (Murdaningsih dan Wae, 2020).

Pada hasil analisis Gambar 12, penurunan nilai pada akhir pengamatan tidak berarti polong yang sama mengalami pemendekan, tetapi menunjukkan bahwa polong yang terbentuk atau dipanen pada umur tanaman lebih tua memiliki rata-rata ukuran lebih rendah. Kondisi ini terjadi karena setelah memasuki tahap

pengisian dan pemasakan, kemampuan akar menyerap air serta hara mulai berkurang dan fotosintat harus dibagi ke lebih banyak polong. Sedangkan *Azospirillum* sp. dapat mendukung perkembangan akar dan pemanfaatan nitrogen, tetapi efektivitasnya dipengaruhi oleh kondisi media serta kemampuan bakteri beradaptasi di sekitar akar (Wayan *et al*., 2022). Selain itu, peningkatan pertumbuhan vegetatif oleh bakteri belum selalu diikuti peningkatan komponen polong yang nyata secara statistik (Budiyanti *et al*., 2025).

Secara umum *Pseudomonas fluorescens* cenderung mendukung pemanjangan polong pada fase awal, sedangkan *Bacillus subtilis* lebih mampu mempertahankan panjang polong pada akhir pengamatan dan *Azospirillum* sp. menunjukkan respons relatif lebih rendah. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh kelembapan dan penyiraman, kondisi tanah antarpetak, serangan hama atau penyakit, serta waktu aplikasi bakteri. Kondisi rizosfer yang tidak seragam dapat memengaruhi kolonisasi bakteri dan ketersediaan hara sehingga panjang polong lebih bervariasi (Laia *et al.,* 2024).

Aktivitas bakteri pelarut fosfat dan penambat nitrogen juga sangat bergantung pada kesesuaian kondisi tanah serta kebutuhan tanaman selama fase generatif (Sukmasari *et al*., 2021). Oleh karena itu, pola panjang polong merupakan hasil gabungan antara mekanisme bakteri, umur tanaman, ketersediaan hara, penyaluran fotosintat, dan kondisi lingkungan (Oktavia *et al.*, 2025).

Hasil pengamatan grafik diperkuat oleh hasil uji lanjut tukey pada faktor perlakuan diberbagai bakteri yang menunjukan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap parameter panjang polong pada beberapa hari pengamatan yang ditunjukan pada Tabel 11:

Tabel 11. Rerata Panjang Polong Pada Perbedaan Jenis Bakteri

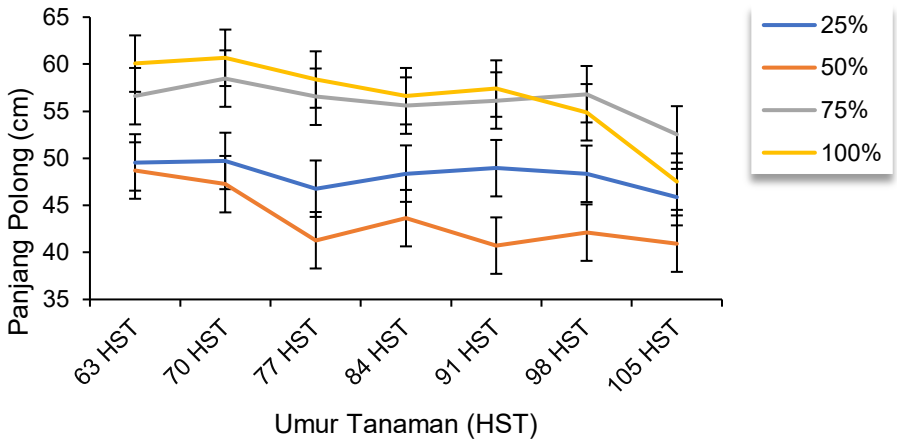
Perlakuan	**Umur Hari Setelah Tanam (HST)**						
Bakteri	**63**	**70**	**77**	**84**	**91**	**98**	**105**
Tanpa Bakteri	53,85[a]	55,50[a]	52,04[a]	51,47[a]	50,18[a]	49,91[a]	51,10[a]
Bacillus Subtilis	53,79[a]	55,04[a]	50,31[a]	51,52[a]	51,45[a]	52,85[a]	53,29[a]
Azosphirillum	50,89[a]	48,02[a]	48,08[a]	46,85[a]	48,43[a]	47,10[a]	46,12[a]
Phesedomonas	56,39[a]	57,58[a]	52,54[a]	54,37[a]	53,16[a]	52,85[a]	41,88[a]
BNJ Taraf 5%	15,41	16,27	19,36	18,05	19,36	18,55	19,36

Keterangan :Nilai yang diikuti dengan huruf sama menunjukan tidak adanya perbedan yang signifikan.

Berdasarkan hasil analisi Tabel 11, panjang polong kacang panjang menunjukkan pola yang berfluktuasi selama 63-105 HST, tetapi nilai antarperlakuan masih berada dalam kisaran yang relatif berdekatan dan tidak berbeda nyata. Secara deskriptif *Pseudomonas fluorescens* cenderung menghasilkan polong lebih panjang pada umur 63-91 HST. Sedangkan pada 70 HST, panjang polong pada perlakuan tersebut sekitar 4% lebih tinggi daripada tanpa bakteri, sedangkan *Bacillus subtilis* lebih rendah sekitar 1% dan begitu pula pada perlakuan *Azospirillum* sp. menurun sekitar 16%.

Respons *Pseudomonas fluorescens* berkaitan dengan kemampuannya menyediakan fosfor dan memperbaiki kondisi rizosfer sehingga mendukung proses pemanjangan sel polong (Oktavia *et al*., 2025). Selain itu *Pseudomonas fluorescens* dan *Azospirillum* sp. dapat membantu tanaman memanfaatkan unsur nitrogen dan fosfor, meskipun efektivitasnya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perakaran (Ayumnuazmi *et al*., 2025). Namun, kesamaan notasi pada uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan panjang polong tersebut hanya terlihat secara deskriptif dan belum terbukti berbeda nyata secara statistik (Rabani *et al.,* 2022)

Tidak adanya perbedaan nyata menunjukkan bahwa panjang polong dipengaruhi oleh faktor genetik, keseimbangan hara, umur tanaman, alokasi fotosintat, serta kondisi rizosfer yang menentukan efektivitas bakteri (Sukmasari *et al*., 2021). Ketepatan waktu aplikasi bakteri menjadi penting karena pupuk hayati akan bekerja lebih efektif apabila aktivitas mikroba berlangsung bersamaan dengan meningkatnya kebutuhan hara pada fase pembentukan polong (Afrina dan Frisella, 2024). Dengan demikian *Pseudomonas fluorescens* cenderung mendukung pemanjangan polong pada fase awal dan *Bacillus subtilis* lebih stabil pada fase akhir, tetapi keduanya belum dapat dinyatakan lebih unggul secara statistik.



Gambar 13. Grafik Panjang Polong Pada Perbedaan Konsentrasi NPK

Berdasarkan Gambar 13, panjang polong kacang panjang pada konsentrasi NPK 25-100% cenderung stabil selama 63-105 HST karena nilai antarperlakuan relatif berdekatan. Secara deskriptif, konsentrasi 100% menghasilkan panjang polong tertinggi pada umur 63-91 HST dan mencapai puncak pada 70 HST, yaitu sekitar 22% lebih tinggi dibandingkan konsentrasi 25%. Hasil ini menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara dari NPK dapat mendukung pembentukan dan perkembangan polong. Namun peningkatan dosis NPK tidak selalu memberikan hasil terbaik pada seluruh parameter tanaman (Chairiyah *et al*., 2022)

Pada hasil analisis 98-105 HST, pola panjang polong berubah karena konsentrasi 75% menunjukkan hasil paling stabil dan menjadi perlakuan tertinggi pada akhir pengamatan. Pada 98 HST, konsentrasi 75% menghasilkan panjang polong sekitar 15% lebih tinggi daripada konsentrasi 25%, sedangkan konsentrasi 100% meningkat sekitar 12% dan konsentrasi 50% lebih rendah sekitar 15%. Pada 105 HST, konsentrasi 75% tetap tertinggi dengan selisih sekitar 13% dibandingkan konsentrasi 25%. Sementara itu, konsentrasi 100% hanya meningkat sekitar 3% dan konsentrasi 50% lebih rendah sekitar 12%. Perubahan ini menunjukkan bahwa respons panjang polong dipengaruhi oleh jumlah dan ketersediaan hara pada setiap taraf pemupukan (Wahyuni dan Herwati, 2024). Konsentrasi 75% mampu menyediakan hara yang lebih seimbang sehingga perkembangan polong dapat dipertahankan hingga fase akhir.

Perbedaan respons antar konsentrasi menunjukkan bahwa panjang polong lebih dipengaruhi oleh keseimbangan hara dan efisiensi penyerapannya daripada tingginya dosis pupuk. Konsentrasi 100% cenderung lebih mendukung pembentukan polong pada fase awal, sedangkan konsentrasi 75% lebih sesuai

untuk mempertahankan pemanjangan polong pada fase akhir. Peningkatan dosis NPK juga tidak selalu memberikan pengaruh nyata karena respons tanaman bergantung pada kondisi media tumbuh dan kemampuan akar menyerap hara (Chairiyah *et al*., 2022). Waktu dan interval pemupukan perlu disesuaikan agar hara tersedia ketika tanaman memasuki fase pembentukan polong. Dengan demikian, panjang polong merupakan hasil interaksi antara konsentrasi NPK, kemampuan akar menyerap hara, umur tanaman, dan kondisi lingkungan (Daeli *et al*., 2026)

Hasil pengamatan grafik diperkuat oleh hasil uji lanjut Tukey pada faktor perlakuan diberbagai konsentrasi yang menunjukan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap parameter panjang polong pada beberapa hari pengamatan yang ditunjukan pada Tabel 12 berikut :

Tabel 12. Rerata Panjang Polong Pada Perbedaan Konsentrasi NPK

Konsentrasi NPK	**Umur Hari Setelah Tanam (HST)**						
	63	**70**	**77**	**84**	**91**	**98**	**105**
25%	49.56[a]	49.72[a]	46.77[a]	48.37[a]	48.95[a]	48.35[a]	45.87[a]
50%	48.7[a]	47.25[a]	41.29[a]	43.64[a]	40.72[a]	42.1[a]	40.93[a]
75%	56.6[a]	58.47[a]	56.54[a]	55.6[a]	56.14[a]	56.81[a]	52.54[a]
100%	60.06[a]	60.68[a]	58.37[a]	56.6[a]	57.41[a]	54.89[a]	47.52[a]
BNJ Taraf 5%	15.41	16.27	19.36	18.05	19.36	18.55	19.36

Sumber: Data Primer dioalah (2026)

Keterangan :Nilai yang diikuti dengan huruf sama menunjukan tidak adanya perbedan yang signifikan.

Berdasarkan tabel 12, panjang polong kacang panjang berfluktuasi selama 63-105 HST, tetapi seluruh konsentrasi memiliki notasi huruf yang sama sehingga tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey taraf 5%. Secara deskriptif, konsentrasi 100% menghasilkan panjang polong tertinggi pada 63-91 HST dan mencapai puncak pada 70 HST. Pada umur tersebut, nilainya sekitar 22% lebih tinggi daripada konsentrasi 25%, sedangkan konsentrasi 75% meningkat sekitar 15% dan konsentrasi 50% lebih rendah sekitar 5%. Ketersediaan unsur NPK yang mencukupi dapat mendukung pembentukan dan perkembangan organ hasil, tetapi respons tanaman tetap dipengaruhi oleh dosis yang diberikan (Prakoso *et al.*, 2022). Sejalan dengan Jannah *et al.,* (2022) menunjukkan bahwa dosis NPK dapat memengaruhi panjang polong, meskipun dosis tertinggi tidak selalu memberikan hasil terbaik.

Pada 98-105 HST, konsentrasi 75% menunjukkan hasil yang lebih stabil dan menjadi perlakuan tertinggi pada akhir pengamatan. Pada 98 HST, konsentrasi 75% menghasilkan polong sekitar 15% lebih panjang daripada konsentrasi 25%, sementara konsentrasi 100% meningkat sekitar 12% dan konsentrasi 50% menurun sekitar 15%; pada 105 HST selisihnya masing-masing menjadi 13%, 3%, dan −12%. Perubahan tersebut tidak berarti polong yang sama mengalami pemendekan, tetapi menunjukkan bahwa polong yang dipanen pada umur tanaman lebih tua memiliki ukuran rata-rata berbeda karena telah memasuki tahap pengisian dan pemasakan. Dosis pupuk yang seimbang dapat meningkatkan ukuran polong, sedangkan penambahan dosis setelah kebutuhan tanaman tercukupi belum tentu kembali meningkatkan hasil (Murdaningsih dan Wae, 2020).

Secara biologis, konsentrasi 100% dapat menyediakan hara lebih banyak pada awal pembentukan polong, sedangkan konsentrasi 75% lebih mampu mempertahankan panjang polong pada fase akhir karena unsur hara tersedia dalam jumlah yang lebih seimbang. Fosfor mendukung pembentukan dan perkembangan organ generatif, sedangkan kalium membantu pemindahan fotosintat menuju polong. Oleh sebab itu, keberhasilan pemupukan lebih ditentukan oleh kesesuaian dosis daripada banyaknya pupuk semata (Murdaningsih dan Wae, 2020). Waktu aplikasi pupuk juga menentukan ketersediaan hara ketika tanaman memasuki fase pembentukan dan pemanjangan polong (Wulandari *et al*., 2021). Oleh karena itu, hasil yang tidak berbeda nyata menunjukkan bahwa panjang polong merupakan gabungan dari konsentrasi NPK, kondisi perakaran, lingkungan rizosfer, umur tanaman, dan kemampuan tanaman mengalokasikan fotosintat (Hanafi, 2022)

Hal ini menunjukkan bahwa secara faktor tunggal *Bacillus subtilis* paling konsisten meningkatkan jumlah daun dan cabang, sedangkan panjang polong cenderung lebih tinggi pada *Pseudomonas fluorescens* di awal panen dan lebih stabil pada *Bacillus subtilis* di akhir pengamatan. Hal tersebut dikarenakan *Bacillus subtilis* membantu menyediakan fosfor dan menjaga fungsi akar, sehingga pertumbuhan vegetatif dan penyaluran hara menuju polong tetap berlangsung (Rismiyatun *et al*., 2024). Konsentrasi NPK 75% cenderung lebih sesuai untuk mendukung pembentukan daun dan mempertahankan panjang polong, sedangkan konsentrasi 100% lebih menunjang pertumbuhan cabang.

Perbedaan tersebut diduga karena pembentukan cabang memerlukan ketersediaan N, P, dan K yang lebih besar dan seimbang untuk mendukung

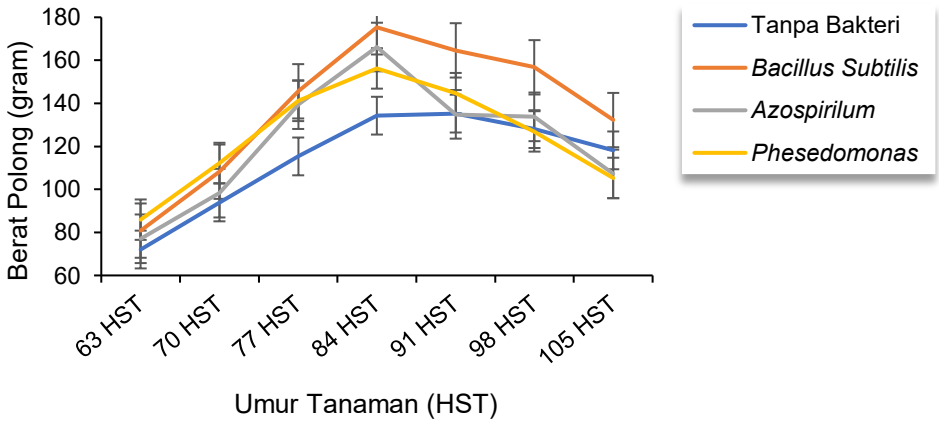
pertumbuhan tunas, perkembangan akar, serta pembentukan jaringan vegetatif (Muttaqin *et al.,* 2024). Banyaknya daun dan cabang meningkatkan kapasitas fotosintesis serta tempat pembentukan bunga, tetapi nilai panjang polong tertinggi karena fotosintat juga digunakan untuk mempertahankan akar, batang, dan organ vegetatif (Waluyo, 2024). Dalam kondisi ini, hubungan tersebut dipengaruhi oleh kelembapan, penyiraman, gangguan hama, serta ketepatan aplikasi bakteri dan NPK, sehingga perlakuan bernilai tinggi secara deskriptif belum tentu berbeda nyata secara statistik.

Berdasarkan hasil analisis, jenis bakteri dan konsentrasi NPK menunjukkan kecenderungan yang berbeda terhadap panjang polong, Secara deskriptif, *Pseudomonas fluorescens* cenderung menghasilkan polong lebih panjang pada 63-91 HST, sedangkan *Bacillus subtilis* lebih stabil dalam mempertahankan panjang polong pada 98-105 HST. Pada faktor konsentrasi, NPK 100% menghasilkan panjang polong tertinggi pada 63-91 HST, sedangkan konsentrasi 75% lebih stabil dan menghasilkan nilai tertinggi pada akhir pengamatan. Meskipun terdapat perbedaan nilai rata-rata, kesamaan notasi menunjukkan bahwa selisih tersebut belum cukup kuat untuk dinyatakan berbeda nyata secara statistik. Hubungan kedua faktor diduga terjadi karena bakteri membantu menyediakan nitrogen dan fosfor di daerah perakaran, sedangkan NPK menyediakan hara utama yang dibutuhkan dalam pembentukan serta pemanjangan polong.

Panjang polong berkaitan dengan jumlah daun dan cabang karena kedua organ tersebut mendukung pembentukan serta penyaluran fotosintat menuju polong. *Bacillus subtilis* lebih konsisten meningkatkan pertumbuhan vegetatif melalui perbaikan akar, pelarutan fosfat, dan produksi fitohormon. Namun, banyaknya daun dan cabang tidak selalu menghasilkan polong paling panjang karena fotosintat juga digunakan untuk mempertahankan batang, akar, daun, dan pembentukan beberapa polong sekaligus. Sementara itu, *Pseudomonas fluorescens* lebih cepat meningkatkan ketersediaan fosfor pada awal fase generatif sehingga proses pembelahan dan pemanjangan sel polong berlangsung lebih optimal. Perbedaan mekanisme dan waktu kerja bakteri tersebut menyebabkan *Pseudomonas fluorescens* menghasilkan polong lebih panjang pada awal panen, meskipun *Bacillus subtilis* lebih dominan pada pertumbuhan vegetatif.

4.1.5 Berat Polong (gram)

Berat polong merupakan salah satu parameter generatif yang mencerminkan kemampuan tanaman kacang panjang dalam membentuk hasil panen (Mokoginta *et al*., 2024). Pembentukan berat polong dipengaruhi oleh produksi fotosintat, ketersediaan unsur hara, aktivitas perakaran, serta distribusi fotosintat ke organ generatif. Pengamatan parameter ini dilakukan untuk mengetahui respons tanaman terhadap aplikasi *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* pada berbagai dosis NPK. Pemberian NPK dan bakteri menguntungkan berpotensi mendukung ketersediaan serta penyerapan hara sehingga proses pembentukan dan pengisian polong dapat berlangsung lebih optimal (Jannah *et al.,* 2022). Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi nyata antara dosis NPK dan jenis bakteri, sehingga pembahasan dilakukan secara terpisah berdasarkan pengaruh utama masing-masing faktor terhadap berat polong.



Gambar 14. Grafik Berat Polong Pada Berbagai Perlakuan Jenis Bakteri

Berdasarkan Gambar 14, berat polong kacang panjang meningkat sejak 63 HST dengan pola yang berbeda pada setiap bakteri. Pada 84 HST, terjadi peningkatan tertinggi secara deskriptif terdapat pada *Bacillus subtilis* sebesar 23%, diikuti *Azospirillum* sp. sebesar 19% dibandingkan tanpa bakteri. Peningkatan tersebut terjadi karena kedua bakteri membantu perkembangan akar serta meningkatkan ketersediaan nitrogen dan fosfor untuk pembentukan dan pengisian polong. Namun, berat polong pada *Azospirillum* sp. menurun sekitar 23% pada 91 HST, yang diduga karena hasil panen sebelumnya cukup tinggi sehingga pasokan fotosintat untuk pembentukan polong berikutnya berkurang. Respons tersebut juga dapat dipengaruhi oleh kelembapan tanah, serangan hama

atau penyakit, serta waktu aplikasi bakteri (Santoso dan Jayaputra, 2026).

Pada perlakuan *Pseudomonas fluorescens* menunjukkan peningkatan sekitar 14% dengan pola berat polong yang relatif lebih konsisten. Kestabilan tersebut diduga berkaitan dengan kemampuannya melarutkan fosfat, menghasilkan siderofor, dan mempertahankan kondisi rizosfer sehingga penyerapan hara tetap berlangsung selama fase generatif. Ketersediaan fosfor yang lebih baik membantu pembentukan bunga, perkembangan polong, serta pemindahan fotosintat dari daun menuju polong (Waluyo, 2024).

Tingginya berat polong pada perlakuan *Bacillus subtilis* berkaitan dengan kemampuannya meningkatkan ketersediaan hara di daerah perakaran. Bakteri ini dapat membantu melarutkan *fosfat*, menghasilkan fitohormon, dan mendukung perkembangan akar sehingga penyerapan air serta unsur hara menjadi lebih baik (Mendrofa dan Lase, 2025). Fosfor berperan dalam transfer energi, pembentukan bunga, dan pengisian polong, sedangkan *Azospirillum* sp. membantu menyediakan nitrogen serta menghasilkan IAA yang merangsang akar lateral dan rambut akar (Widawati dan Muharam, 2023).

Sementara, *Pseudomonas fluorescens* mampu melarutkan fosfat, menghasilkan siderofor, dan menjaga kondisi rizosfer agar tetap mendukung pertumbuhan tanaman (Hartono *et al*., 2024). Perbedaan mekanisme tersebut menyebabkan setiap bakteri memberikan respons yang tidak sama karena dipengaruhi oleh kemampuan kolonisasi akar, kondisi tanah, kelembapan, ketersediaan hara, dan kesesuaiannya dengan tanaman (Tifani *et al*., 2024). Oleh karena itu, *Pseudomonas fluorescens* cenderung lebih cepat memberikan respons pada awal panen, sedangkan *Bacillus subtilis* lebih efektif pada fase puncak pembentukan dan pengisian polong.

Setelah mencapai puncak pada 84 HST, berat polong pada seluruh perlakuan bakteri cenderung menurun hingga 105 HST. Berdasarkan Gambar 14, penurunan pada *Bacillus subtilis* mencapai sekitar 33% dan pada *Pseudomonas fluorescens* sekitar 48%, sedangkan tanpa bakteri menunjukkan penurunan terendah sekitar 14%. Penurunan tersebut tidak berarti polong kehilangan berat, tetapi menunjukkan bahwa hasil panen pada umur tanaman yang semakin tua akan semakin rendah (Tambunan, 2020). Kondisi ini terjadi karena tanaman mulai melewati fase pengisian polong optimal, daun mulai menua, aktivitas fotosintesis menurun, dan fotosintat yang tersedia untuk pembentukan polong berikutnya semakin terbatas (Santoso dan Jayaputra, 2026). Persentase penurunan yang

lebih kecil pada perlakuan tanpa bakteri juga tidak selalu menunjukkan hasil yang lebih baik karena nilai puncaknya sejak awal cenderung lebih rendah. Pola tersebut turut dipengaruhi oleh kelembapan tanah, penyiraman, perbedaan kondisi antarpetak, tanaman sampel yang mati, serangan hama atau penyakit, serta ketepatan waktu aplikasi bakteri.

Hasil pengamatan grafik diperkuat oleh hasil uji lanjut tukey pada faktor perlakuan diberbagai bakteri yang menunjukan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap parameter berat polong pada beberapa hari pengamatan yang ditunjukan pada Tabel 13 :

Tabel 13. Rerata Berat Polong Pada Perbedaan Jenis Bakteri

Perlakuan Bakteri	**Umur Hari Setelah Tanam (HST)**						
	63	**70**	**77**	**84**	**91**	**98**	**105**
Tanpa Bakteri	72.04[a]	93.93[a]	115.32[a]	134.27[a]	135.22[a]	128.02[a]	118.14[a]
Bacillus subtilis	80.83[a]	108.22[a]	145.60[b]	175.35[b]	164.62[a]	156.75[a]	132.22[a]
Azosphirillum	77.04[a]	98.25[a]	139.39[ab]	166.18[ab]	134.89[a]	136.72[a]	107.18[a]
Phesedomonas	85.93[a]	112.27[a]	141.14[ab]	156.22[ab]	144.75[a]	126.95[a]	105.33[a]
BNJ Taraf 5%	17.27	24.04	29.13	39.33	32.93	31.87	42.58

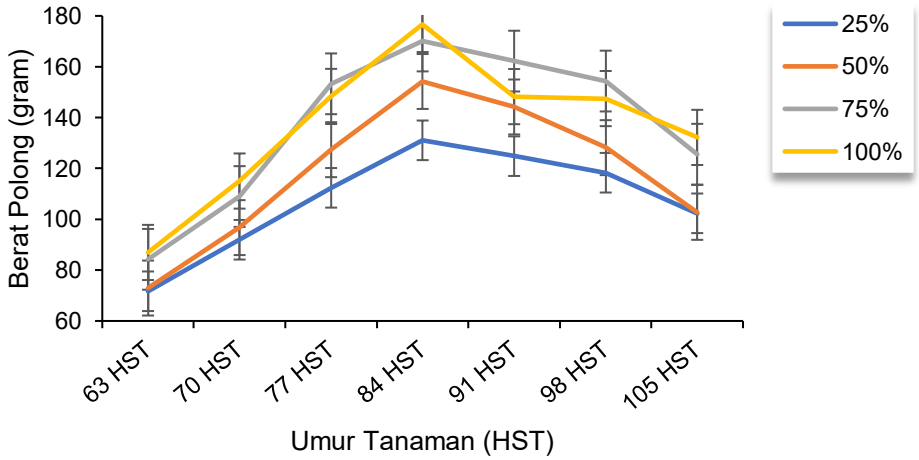
Keterangan : Nilai yang diikuti dengan huruf sama menunjukan tidak adanya perbedan yang signifikan.

Berdasarkan Tabel 13, berat polong meningkat sejak 63 HST dan mencapai nilai tertinggi pada 84-91 HST, tetapi pola peningkatannya berbeda pada setiap perlakuan. Pada 63 dan 70 HST, seluruh perlakuan memiliki notasi huruf yang sama, sehingga perbedaan nilai yang terlihat masih bersifat deskriptif dan belum berbeda nyata secara statistik. Pada 77 dan 84 HST, *Bacillus subtilis* memperoleh nilai tertinggi sebesar 21% dari pada tanpa bakteri serta berbeda nyata dengan tanpa bakteri, sedangkan *Azospirillum* sp. dan *Pseudomonas fluorescens* berada pada kelompok antara karena tidak berbeda nyata dengan kedua perlakuan tersebut. Hasil ini menunjukkan bahwa *Bacillus subtilis* mulai memberikan pengaruh yang lebih optimal pada fase pembentukan dan pengisian polong, kemungkinan melalui peningkatan perkembangan akar, pelarutan fosfat, dan produksi fitohormon (Ayumnuazmi *et al.*, 2025).

Pada 91, 98, dan 105 HST, seluruh perlakuan kembali memiliki notasi yang sama, sehingga nilai *Bacillus subtilis* yang secara deskriptif lebih tinggi belum dapat dinyatakan sebagai perlakuan terbaik secara statistik. Secara biologis, *Bacillus subtilis* mampu mempertahankan penyerapan hara selama fase generatif karena membantu melarutkan fosfat dan memperbaiki kondisi rizosfer, sehingga pembentukan serta pengisian polong berlangsung lebih baik (Dewi *et al.*, 2026). Hal tersebut sejalan dengan Yuniarti (2022) yang menyatakan bahwa *Azospirillum*

sp. mendukung penyediaan nitrogen dan menghasilkan IAA yang merangsang akar lateral serta rambut akar, Penurunan setelah 84 HST berkaitan dengan peralihan alokasi fotosintat dari pertumbuhan akar dan jaringan vegetatif menuju pembentukan serta pengisian polong. Secara deskriptif, *Pseudomonas fluorescens* menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada awal panen, yang berkaitan dengan kemampuannya melarutkan fosfat dan menghasilkan siderofor (Humaira dan Advinda, 2025).

Setelah fase puncak, berat polong menurun karena tanaman mulai menua, aktivitas fotosintesis berkurang, dan hasil panen berikutnya menerima pasokan fotosintat yang lebih rendah. Penurunan tersebut tidak berarti polong yang sama kehilangan berat, melainkan jumlah atau berat polong yang dipanen pada umur tanaman lebih tua menjadi semakin rendah (Prasetyo *et al.*, 2022). Respons tanaman pada kondisi pertanaman juga dipengaruhi oleh kelembapan tanah, penyiraman, perbedaan kondisi antarpetak, kematian tanaman sampel, serangan hama atau penyakit, serta ketepatan waktu aplikasi bakteri.



Gambar 15. Grafik Berat Polong Pada Perbedaan Konsentrasi NPK

Berdasarkan Gambar 15, berat polong pada seluruh konsentrasi NPK meningkat sejak 63 HST dan mencapai puncak pada 84 HST, bukan pada 91 HST. Secara deskriptif, konsentrasi 100% menghasilkan berat polong tertinggi pada 84 HST sebesar 26%, diikuti konsentrasi 75%, 50%, dan 25%. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan hara tanaman semakin besar ketika memasuki fase pembentukan dan pengisian polong. Menurut Konsentrasi 100% menyediakan nitrogen, fosfor, dan kalium dalam jumlah lebih mencukupi untuk mendukung fotosintesis serta pembentukan organ generatif (Harun *et al,* 2022).

Setelah mencapai puncak pada 84 HST, berat polong pada seluruh konsentrasi cenderung menurun hingga 105 HST. Konsentrasi 75% menunjukkan pola yang relatif stabil pada 91-98 HST dan menghasilkan berat polong lebih tinggi daripada konsentrasi lainnya pada periode tersebut. Akan tetapi, pada 105 HST konsentrasi 100% kembali menunjukkan nilai tertinggi secara deskriptif, sedangkan konsentrasi 25% dan 50% mengalami penurunan paling besar sebesar 16% dan 25%.

Hal tersebut sejalan dengan Murdaningsih dan Wae, (2020) menyatakan penurunan ini tidak berarti polong yang sama kehilangan berat, tetapi menunjukkan bahwa jumlah atau berat polong yang dipanen pada umur tanaman lebih tua menjadi semakin rendah. Kondisi tersebut terjadi karena tanaman telah melewati fase pengisian optimal, daun mulai menua, fotosintesis menurun, dan pasokan fotosintat untuk polong berikutnya semakin terbatas. Dengan demikian, konsentrasi 100% lebih mendukung pencapaian hasil puncak, sedangkan konsentrasi 75% cenderung lebih mampu mempertahankan berat polong pada pertengahan fase panen.

Secara biologis, nitrogen berperan dalam pembentukan jaringan dan klorofil, fosfor mendukung transfer energi serta pembentukan polong, sedangkan kalium membantu pemindahan fotosintat dari daun menuju polong (Murnita dan Taher, 2021). Konsentrasi 75% memberikan keseimbangan hara yang cukup baik sehingga penyerapan hara tetap efisien dan berat polong tidak menurun terlalu cepat pada 91-98 HST. Sebaliknya respons tanaman juga dapat dipengaruhi oleh aktivitas bakteri di daerah perakaran yang membantu meningkatkan ketersediaan nitrogen dan fosfor (Noviani dan Rahayu, 2022).

Hasil pengamatan grafik diperkuat oleh hasil uji lanjut Tukey pada faktor perlakuan diberbagai bakteri yang menunjukan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap parameter berat polong pada beberapa hari pengamatan yang ditunjukan pada Tabel 14 berikut :

Tabel 14. Rerata Berat Polong Pada Perbedaan Konsentrasi NPK

Konsentrasi NPK	Umur Hari Setelah Tanam (HST)						
	63	70	77	84	91	98	105
25%	71,68[a]	91,95[a]	112,37[a]	131,06[a]	124,83[a]	118,31[a]	102,35[a]
50%	72,95[a]	96,72[a]	127,37[ab]	154,20[ab]	144,18[ab]	128,18[ab]	102,72[a]
75%	84,25[a]	108,95[a]	153,29[b]	170,12[ab]	162,22[b]	154,37[b]	125,58[a]
100%	86,95[a]	115,04[a]	148,32[b]	176,64[b]	148,25[ab]	147,48[ab]	132,20[a]
BNJ Taraf 5%	17,27	24,04	29,13	39,33	32,93	31,87	42,58

Keterangan :Nilai yang diikuti dengan huruf sama menunjukan tidak adanya perbedan yang signifikan.

Berdasarkan Tabel 14, berat polong meningkat sejak 63 HST dan mencapai nilai tertinggi pada 91 HST, meskipun respons setiap konsentrasi berbeda pada tiap umur pengamatan. Pada 63 HST, konsentrasi 100% secara deskriptif menghasilkan berat polong tertinggi, yaitu 24% lebih tinggi daripada konsentrasi 25%, sedangkan konsentrasi 75% meningkat sekitar 17%. Berdasarkan notasi uji Tukey, konsentrasi 25% berbeda nyata dengan seluruh konsentrasi, konsentrasi 50% tidak berbeda nyata dengan 100%, sedangkan konsentrasi 75% berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 50%, dan 100%. Pada 77 HST, konsentrasi 75% menghasilkan nilai tertinggi dengan peningkatan sekitar 20% dibandingkan konsentrasi 25%, tetapi tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 100% sehingga keduanya memberikan respons statistik yang setara. Perbedaan tersebut mulai terlihat karena kebutuhan nitrogen, fosfor, dan kalium meningkat ketika tanaman memasuki fase pembentukan serta pengisian polong (Elita *et al.*, 2024).

Pada 84 HST, konsentrasi 100% secara deskriptif menghasilkan berat polong sekitar 18% lebih tinggi daripada konsentrasi 25%, tetapi keunggulannya hanya dapat dinyatakan berbeda nyata apabila memiliki notasi huruf yang berbeda. Setelah mencapai puncak pada 91 HST, berat polong menurun sekitar 28-31% pada 98-105 HST, sedangkan konsentrasi 75% kembali menunjukkan nilai tertinggi dengan peningkatan sekitar 23% dibandingkan konsentrasi 25%. Hal tersebut sejkan dengan Santoso dan Jayaputra, (2026) menyatakan penurunan tersebut terjadi karena tanaman mulai melewati fase pengisian optimal, daun mengalami penuaan, aktivitas fotosintesis menurun, dan pasokan fotosintat menuju polong berikutnya semakin terbatas.

Menurut Murdaningsih dan Wae (2020), kestabilan konsentrasi 75% berkaitan dengan ketersediaan hara yang lebih seimbang, sedangkan hasil

konsentrasi lainnya dapat dipengaruhi oleh kelembapan tanah, penyiraman, perbedaan kondisi antarpetak, serangan hama atau penyakit, serta waktu aplikasi pupuk dan bakteri. Dengan demikian, konsentrasi 100% cenderung mendukung hasil tinggi pada fase puncak, sedangkan konsentrasi 75% lebih stabil pada fase akhir panen, tetapi penetapan perlakuan terbaik.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi nyata antara jenis bakteri dan dosis NPK terhadap berat polong, sehingga pembahasan dilakukan secara terpisah berdasarkan pengaruh utama masing-masing faktor. Pada faktor jenis bakteri, *Bacillus subtilis* menghasilkan berat polong tertinggi pada 77 dan 84 HST serta berbeda nyata dibandingkan perlakuan tanpa bakteri, sedangkan *Azospirillum* sp. dan *Pseudomonas fluorescens* berada pada kelompok antara. Pada 63, 70, 91, 98, dan 105 HST, seluruh perlakuan bakteri memiliki notasi yang sama sehingga tidak menunjukkan perbedaan nyata dan perbedaan nilai yang terlihat hanya bersifat deskriptif.

Pada faktor konsentrasi, NPK 100% cenderung mendukung hasil puncak, sedangkan konsentrasi 75% lebih stabil pada fase akhir pada beberapa umur, keduanya tidak berbeda nyata sehingga memberikan respons statistik yang setara. Pola tersebut terjadi karena bakteri membantu perkembangan akar dan ketersediaan nitrogen serta fosfor, sedangkan NPK menyediakan hara utama untuk pembentukan dan pengisian polong (Fajrini , 2022). Oleh karena itu, kombinasi perlakuan terbaik belum dapat ditetapkan hanya dari uji lanjut faktor tunggal, tetapi harus mengacu pada signifikansi interaksi dan uji lanjut setiap kombinasi perlakuan.

Parameter berat polong berkaitan dengan panjang polong, jumlah daun, dan jumlah cabang karena ketiga parameter tersebut memengaruhi produksi serta pembagian fotosintat dalam tanaman. Daun berfungsi sebagai tempat utama fotosintesis, sedangkan cabang menjadi tempat tumbuhnya daun, bunga, dan calon polong. Polong yang panjang belum tentu memiliki berat apabila proses pengisian biji dan jaringan polong tidak berlangsung secara optimal. *Bacillus subtilis* cenderung mendukung jumlah daun, cabang, dan berat polong melalui pelarutan fosfat, perkembangan akar, serta peningkatan penyerapan hara. Sementara itu, *Pseudomonas fluorescens* lebih mendukung pemanjangan polong pada awal panen, tetapi pembagian fotosintat ke beberapa organ menyebabkan panjang polong tidak selalu diikuti oleh peningkatan berat yang sama.

4.1.6 Produktivitas

Menururt Maman *et al.* (2021)**,** produktivitas merupakan kemampuan tanaman dalam menghasilkan panen pada satuan luas tertentu. Pada tanaman kacang panjang, produktivitas dihitung dari total berat polong selama seluruh periode panen karena proses pemanenan dilakukan secara bertahap. Produktivitas tanaman dipengaruhi oleh pertumbuhan dan komponen hasil, seperti jumlah daun, jumlah cabang, panjang polong, dan berat basah polong. Daun berperan dalam menghasilkan fotosintat melalui proses fotosintesis, sedangkan cabang mendukung pembentukan bunga dan polong. Pada panjang polong dan berat basah polong menentukan total hasil panen. Oleh karena itu keseimbangan antara pertumbuhan vegetatif dan generatif sangat penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman (Setiabudi *et al*., 2024).

Luas yang digunakan untuk menghitung produktivitas adalah luas bedengan yang benar-benar ditanami kacang panjang. Saluran drainase dan pematang tidak dimasukkan karena bagian tersebut tidak digunakan sebagai tempat tumbuh tanaman. Dengan rumus sebagai berikut :

Diketahui = Panjang bedengan = 1,60 m
= Lebar bedengan = 1,00 m
= Lebar parit/irigasi = 0,40 m
= Jumlah bedengan = 48 bedengan

Perhitungan Luas Lahan:

1. Luas Lahan Keseluruhan (Kotor)

L_{kotor} = [(lebar bedengan+ lebar parit)× panjang bedengan]× jumlah bedengan
L_{kotor} = ((1,000+0,40) x 1,60) x 48
L_{kotor} = (1,40x 0,40) x 1,60 x 48
L_{kotor} = 107,52 M^2 / 107,5 m^2

2. Luas Parit/Irigasi

L_{parit} per bedengan = 0,40 x1,60
L_{parit} per bedengan = 0,64 m^2
L_{parit} total = 0,64 x 48
= 30,72 m^2 / 30,7 m^2

3. Luas Lahan Efektif

$L_{efektif}$ = L_{kotor}-L_{parit}
$L_{efektif}$ = 107,52 -30,72
$L_{efektif}$ = 76,80 m^2

C. Faktor Konversi ke Luas 1.000 m²

$$\text{Faktor konversi} = \frac{1.000\ m^2}{76{,}80\ m^2}$$

Faktor konversi = 13,0208 / 13,02 m^2

Jadi, hasil produksi pada lahan efektif 76,80 m² dikalikan dengan faktor 13,02 m^2 untuk memperoleh estimasi hasil pada luas 1.000 m².

D. Perhitungan Produktivitas Perlakuan terbaik B1K3 :

Berat total pada lahan efektif = 429.312 kg

Produktivitas 1000 m^2 = 429.312 x 13.02

Produktivitas 1000 m^2 = 5.590 kg

Total hasil panen dihitung dari akumulasi seluruh produksi kacang panjang sejak panen pertama hingga panen terakhir. Perhitungan produktivitas masing-masing perlakuan menggunakan luas tanam sebesar 4,8 m², sedangkan luas 76,8 m² digunakan untuk menghitung produktivitas berdasarkan total hasil panen dari seluruh petak penelitian pada Tabel 15 berikut :

Tabel 15. Produktivitas Tanaman Kacang Panjang Setiap Perlakuan

No.	Perlakuan	Total Berat Panen/ Tanaman (gram)	Luas Bedengan Tanam / perlakuan (m^2)	Produktivitas (kg/ 1000 m^2)
1	B0K1	763	76.8	3.815
2	B0K2	815	76.8	4.075
3	B0K3	731	76.8	3.655
4	B0K4	879	76.8	4.395
5	B1K1	890	76.8	4.450
6	B1K2	833	76.8	4.165
7	**B1K3**	**1118**	**76.8**	**5.590**
8	B1K4	1013	76.8	5.065
9	B2K1	632	76.8	3.160
10	B2K2	880	76.8	4.400
11	B2K3	1016	76.8	5.080
12	B2K4	911	76.8	4.555
13	B3K1	725	76.8	3.625
14	B3K2	777	76.8	3.885
15	B3K3	971	76.8	4.855
16	B3K4	1018	76.8	5.090

Sumber : Data Primer dioalah (2026)

Berdasarkan Tabel 15, tingginya produktivitas pada perlakuan B1K3, yaitu kombinasi *Bacillus subtilis* dan pupuk NPK 75%, diduga berkaitan dengan ketersediaan unsur hara yang telah mencukupi kebutuhan tanaman secara optimal. (Fajrini, 2022). Sedangkan *Bacillus subtilis* dapat membantu

meningkatkan efisiensi pemanfaatannya di daerah perakaran. Secara biologis, aktivitas bakteri di rizosfer dapat mendukung ketersediaan fosfor, nitrogen tanah, perkembangan akar, kehijauan daun, dan proses fotosintesis. Kondisi tersebut memungkinkan tanaman menghasilkan fotosintat lebih banyak untuk pembentukan serta pengisian polong.

Menurut Hartono *et al.* (2024) menyatakan penggunaan preparat mikroba yang mengandung *Bacillus subtilis* bersama pupuk mineral meningkatkan hasil, kehijauan daun, aktivitas fotosintesis, serta memengaruhi kandungan nitrogen dan fosfor tanah. Hal tersebut sejalan dengan Jannah *et al., (2022)* menunjukkan adanya sinergi antara inokulan *Bacillus subtilis* dan pemupukan mineral, serta menunjukkan bahwa penggunaan pupuk 75% bersama inokulan tetap mampu mempertahankan kinerja tanaman dengan baik.

Pada hasil analisis produktivitas B1K4 yang menggunakan NPK 100% lebih rendah daripada B1K3 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pupuk tidak selalu diikuti oleh peningkatan hasil panen. Hal ini dapat terjadi karena pada konsentrasi 75% kebutuhan hara tanaman kemungkinan sudah mendekati kondisi optimum, sehingga tambahan pupuk pada konsentrasi 100% tidak seluruhnya dapat dimanfaatkan untuk pembentukan polong. Sebagian unsur hara dapat tetap berada di tanah, tercuci, atau lebih banyak mendorong pertumbuhan vegetatif daripada pembentukan hasil.

Selain itu, efektivitas bakteri pemacu pertumbuhan bergantung pada keseimbangan antara ketersediaan hara dan aktivitas mikroba. Sejalan dengan Warganda *et al*., (2023) menjelaskan bahwa peningkatan hasil tertinggi akibat inokulasi *Azospirillum* terjadi pada tingkat NPK sedang, sedangkan tingkat pupuk yang tinggi menghambat aktivitas nitrogenase. Walaupun bakteri dan tanamannya berbeda, hasil tersebut memperkuat bahwa dosis pupuk sedang dapat lebih sesuai bagi interaksi tanaman dan mikroba dibandingkan dosis yang terlalu tinggi.

Rendahnya produktivitas B2K1 terjadi karena pemberian NPK 25% belum mencukupi kebutuhan hara tanaman selama pertumbuhan dan pembentukan polong. *Azospirillum* sp. memang dapat membantu penyerapan nitrogen dan merangsang perkembangan akar, tetapi tidak dapat menggantikan seluruh kebutuhan nitrogen, fosfor, dan kalium tanaman (Muharam *et al*., 2022). Efektivitas bakteri tersebut tetap dipengaruhi oleh ketersediaan pupuk dan kondisi tanah. Hasil yang rendah juga dapat berkaitan dengan kelembapan tanah, drainase, pencucian hara, serta kemampuan bakteri dalam mengolonisasi akar. Oleh karena

itu, kombinasi *Azospirillum* sp. dengan NPK 25% belum mampu mendukung pembentukan dan pengisian polong secara optimal. Namun, dugaan tersebut perlu diperkuat melalui pengamatan kondisi tanah, perakaran, curah hujan, dan kandungan hara tanaman (Ayumnuazmi *et al.,* 2025).

Perlakuan dengan produktivitas tinggi mampu mendukung pertumbuhan tanaman melalui peningkatan aktivitas perakaran, ketersediaan unsur hara, serta proses pembentukan dan pengisian polong. Secara umum, aplikasi bakteri menguntungkan berpotensi meningkatkan produktivitas kacang panjang apabila diberikan pada konsentrasi yang tepat, namun efektivitasnya tetap dipengaruhi oleh keseimbangan mikroba, kondisi tanaman, dan kemampuan tanaman dalam merespons perlakuan (Jannah *et al.,* 2022).

4.2 Analisis Kelayakan Usaha

Menurut Gratya Wua *et al*. (2024) menjelaskan bahwa analisis kelayakan usaha merupakan kajian yang dilakukan untuk menilai kemampuan suatu kegiatan usaha dalam memberikan keuntungan serta keberlanjutan secara ekonomi. Dalam penelitian ini, analisis kelayakan usaha digunakan untuk mengetahui apakah budidaya tanaman kacang panjang dengan aplikasi bakteri *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* layak diterapkan. Penilaian kelayakan tidak hanya didasarkan pada peningkatan hasil panen, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi penggunaan biaya produksi, besarnya penerimaan, serta keuntungan yang diperoleh dari setiap perlakuan (Ramadhanty *et al*., 2020).

Analisis usaha tani budidaya kacang panjang dalam penelitian ini diproyeksikan ke skala 1.000 m² lahan efektif agar biaya produksi, dan penerimaan yang diperoleh dapat menggambarkan kondisi usaha tani pada skala yang lebih luas. Lahan penelitian terdiri atas 48 bedengan berukuran 1 m × 1,6 m, sehingga luas efektif bedengan yang digunakan untuk penanaman adalah 76,8 m². Luas tersebut tidak memasukkan area parit atau saluran irigasi karena tanaman hanya dibudidayakan pada bagian bedengan. Faktor konversi dari luas penelitian ke skala 1.000 m² dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Faktor konversi} = \frac{\text{Luas proyeksi}}{\text{Luas efektif penelitian}}$$

$$= \frac{1.000\ \text{m}^2}{76{,}8\ \text{m}^2} = 13{,}02$$

Populasi tanaman pada lahan penelitian sebanyak 384 tanaman. Berdasarkan faktor konversi tersebut, populasi tanaman pada skala 1.000 m² lahan efektif diproyeksikan sebagai berikut:

Populasi tanaman = 384×13,02 = 5.000 tanaman

Dalam analisis usaha tani, setiap kombinasi perlakuan diproyeksikan secara terpisah sebagai satu alternatif budidaya apabila diterapkan pada seluruh lahan efektif seluas 1.000 m². Oleh karena itu, produksi setiap perlakuan dihitung dengan mengalikan rata-rata berat panen per tanaman dengan populasi 5.000 tanaman.Sebagai contoh, perlakuan B1K3 menghasilkan rata-rata berat panen sebesar dari 12 sampel tanaman yang diambil dengan rata-rata 1.118 gram atau 1,1 kg per tanaman. Produktivitasnya pada skala 1.000 m² dihitung sebagai berikut:

Produktivitas B1K3 = 1.118 gram /tanaman × 5.000 tanaman

= 5.590 kg/1.000 m^2

Menurut Gratya Wua *et al*. (2024), komponen yang dianalisis dalam kelayakan usaha meliputi biaya produksi, penerimaan, pendapatan, R/C ratio, B/C ratio, dan *Break Even Point* (BEP). Biaya produksi mencakup seluruh pengeluaran selama proses budidaya, seperti benih, pupuk, bakteri, pestisida, ajir, pemeliharaan, hingga kegiatan panen. Penerimaan diperoleh dari hasil perkalian antara jumlah produksi dengan harga jual, sedangkan pendapatan dihitung dari selisih antara total penerimaan dan total biaya produksi. Dengan demikian, analisis ini dapat menunjukkan perlakuan yang tidak hanya menghasilkan produksi tinggi, tetapi juga efisien secara finansial (Herlin *et al.*, 2025).

Perlakuan terbaik secara ekonomi ditentukan berdasarkan kombinasi antara hasil panen yang tinggi, keuntungan yang besar, nilai R/C ratio dan B/C ratio yang layak, serta nilai BEP yang rendah. Hal ini sejalan dengan Irfan (2024), yang menggunakan R/C ratio, B/C ratio, BEP volume, dan BEP harga sebagai indikator dalam menilai kelayakan usahatani. Selain itu, Awami *et al*. (2024) menjelaskan bahwa analisis kelayakan usahatani dapat dilakukan melalui perhitungan biaya, penerimaan, pendapatan, BEP, dan R/C ratio.

4.2.1 Komponen Biaya Produksi

Komponen biaya produksi dalam usaha budidaya kacang panjang terdiri atas biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap merupakan biaya yang jumlahnya tidak berubah meskipun terjadi perubahan jumlah produksi. Rincian biaya tetap yang digunakan selama kegiatan budidaya kacang panjang disajikan pada Lampiran 13.

a. Total Biaya Produksi = Biaya Tetap + Biaya Variabel

= Rp.375.750 + Rp.5.220.875

= Rp.5.596.625

b. Penerimaan = Total Produksi x Harga Jual
= 5.590 kg x Rp.6000
= Rp.33.540.000

c. Pendapatan = Total Penerimaan - Total Biaya Produksi
= Rp.33.540.000 - Rp.5.596.625
= Rp.27.943.375

d. BEP Unit = Total BiayaProduksi / Harga Jual /kg
= Rp. 5.596.625 / 6000
= 932.6 kg

e. BEP Harga = Total Biaya Produksi / Jumlah Produksi
= Rp.5.596.625 / 5.590 kg
= Rp.1.001 / kg

f. B/C Ratio = Pendapatan / Total Biaya Produksi
= Rp.27.943.375 / 5.596.625
= 4,99

g. R/C Ratio = Total Penerimaan / Rp.Total Biaya Produksi
= Rp.33.540.000 / Rp.5.578.625
= 5,99

4.2.2 Perbandingan Kelayakan Usaha Antar Perlakuan

Analisis kelayakan usaha dilakukan dengan membandingkan setiap perlakuan berdasarkan biaya produksi, penerimaan, keuntungan, R/C ratio, B/C ratio, dan BEP. Perlakuan terbaik ditentukan tidak hanya dari hasil produksi tertinggi, tetapi juga dari tingkat keuntungan dan kelayakan usaha yang paling efisien. Dengan demikian, perlakuan yang mampu menghasilkan produksi tinggi dan nilai ekonomi terbaik dapat dikategorikan sebagai perlakuan paling layak

Tabel 16. Hasil Analisis Kelayakan Usaha Seluruh Perlakuan

Perlakuan	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Variabel (Rp)	Total Biaya Produksi (Rp)	BEP		R/C Ratio	B/C Ratio
				Unit (kg)	Harga (Rp)		
B0K1	375,750	1,937,500	2,913,250	64,42	764	7,86	6,86
B0K2	375,750	3,075,000	4,050,750	71,63	994	6,04	5,04
B0K3	375,750	4,212,000	5,187,750	77,51	1,419	4,23	3,23
B0K4	375,750	5,350,000	6,325,750	78,56	1,439	4,17	3,17
B1K1	375,750	2,345,875	3,321,625	68,66	746	8,04	7,04
B1K2	375,750	3,483,375	4,459,125	72,77	1,070	5,60	4,60
B1K3	375,750	4,620,875	5,596,625	72,63	1,001	5,99	4,99
B1K4	375,750	5,758,375	6,734,125	77,27	1,329	4,51	3,51
B2K1	375,750	2,345,875	3,321,625	71,47	1,051	5,71	4,71
B2K2	375,750	3,483,375	4,459,125	72,14	1,013	5,92	4,92
B2K3	375,750	4,620,875	5,596,625	73,82	1,102	5,45	4,45
B2K4	375,750	5,758,375	6,734,125	79,34	1,478	4,06	3,06
B3K1	375,750	2,345,875	3,321,625	70,20	916	6,55	5,55
B3K2	375,750	3,483,375	4,459,125	73,63	1,148	5,23	4,23
B3K3	375,750	4,620,875	5,596,625	74,43	1,152	5,20	4,20
B3K4	375,750	5,758,375	6,734,125	77,18	1,323	4,54	3,54

Sumber : Data Primer Diolah (2026)

Keterangan : kode P singkatan dari (perlakuan), Terdapat perhitungan biaya tetap yang terhitung dari 125.250* 3 bulan umur tanaman,biaya variabel,hpp, R/C ratio, B/C ratio, dan BEP.

Berdasarkan hasil analisis kelayakan usaha pada Tabel 16, biaya tetap pada seluruh perlakuan memiliki nilai yang sama, yaitu sebesar Rp.375.750 selama satu siklus budidaya, sedangkan perbedaan biaya terdapat pada biaya variabel karena setiap perlakuan menggunakan konsentrasi NPK dan aplikasi bakteri yang berbeda. Biaya variabel terendah terdapat pada perlakuan B0K1 karena hanya menggunakan NPK 25% tanpa aplikasi bakteri, sedangkan biaya variabel tertinggi terdapat pada perlakuan dengan aplikasi bakteri dan NPK 100% karena kebutuhan input produksinya lebih besar. Perlakuan B1K3 yaitu kombinasi *Bacillus subtilis* dan NPK 75%, menghasilkan produksi tertinggi sebesar 5.590 kg dengan biaya tetap Rp.375.750, biaya variabel Rp.5.220.875, dan total biaya produksi Rp5.596.625. Berdasarkan nilai tersebut, diperoleh BEP unit sebesar 932,77 kg atau dibulatkan menjadi 933 kg dan BEP harga sebesar Rp.1.001/kg, yang menunjukkan bahwa produksi aktual berada jauh di atas titik impas dan harga pokok produksi masih jauh lebih rendah dibandingkan harga jual Rp.6.000/kg. Nilai R/C Ratio sebesar 5,99 menunjukkan bahwa setiap pengeluaran Rp.1,00 menghasilkan penerimaan Rp.5,99, sedangkan B/C Ratio sebesar 4,99 berarti setiap pengeluaran Rp.1,00

memberikan keuntungan bersih sebesar Rp.4,99. Dengan demikian, perlakuan B1K3 dinilai layak secara finansial karena mampu memberikan produktivitas tinggi dengan tingkat penerimaan dan keuntungan yang lebih besar dibandingkan biaya yang dikeluarkan.

4.2.3 *Business Plan* Implementasi Penelitian

4.2.3.1 Latar Belakang

Kacang panjang merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki peluang usaha cukup baik karena banyak dikonsumsi masyarakat dan dibutuhkan secara rutin oleh pasar. Komoditas ini digunakan sebagai bahan pangan sehari-hari, baik untuk kebutuhan rumah tangga, pedagang sayur, pasar tradisional, rumah makan, maupun usaha kuliner. Selain memiliki nilai gizi, kacang panjang juga memiliki umur panen yang relatif singkat sehingga berpotensi memberikan perputaran modal yang lebih cepat bagi pelaku usaha (Kustanto *et al.,* 2022).

Peluang usaha kacang panjang semakin terbuka karena permintaan pasar relatif stabil dan produk mudah dipasarkan dalam bentuk segar. Namun, dalam kegiatan budidaya masih terdapat beberapa kendala, seperti tingginya biaya produksi, kebutuhan pupuk yang cukup besar, penurunan kesuburan tanah,. Oleh karena itu, diperlukan inovasi budidaya yang tidak hanya mampu meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman, tetapi juga mendukung efisiensi penggunaan input produksi, khususnya pupuk NPK (Hulu, 2024).

Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah penggunaan bakteri menguntungkan seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens*. Ketiga bakteri tersebut berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman melalui peningkatan aktivitas perakaran, ketersediaan unsur hara, serta proses fisiologis tanaman. Berdasarkan hasil penelitian, aplikasi bakteri pada konsentrasi yang tepat berpotensi meningkatkan pertumbuhan, produktivitas, dan kelayakan usaha budidaya kacang panjang. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri menguntungkan tidak hanya berperan sebagai teknologi budidaya, tetapi juga memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai produk usaha berbasis pupuk hayati.

Berdasarkan peluang tersebut usaha yang dirancang tidak hanya berfokus pada budidaya kacang panjang, tetapi juga diarahkan pada pengembangan unit usaha perbanyakan isolat bakteri. Pabrik atau unit perbanyakan isolat bakteri bertujuan untuk memproduksi bakteri menguntungkan dalam bentuk cair yang dapat digunakan sebagai bahan aplikasi pada budidaya kacang panjang maupun komoditas hortikultura lainnya. Produk bakteri tersebut dapat menjadi solusi bagi

petani dalam memperoleh input hayati yang lebih praktis, ramah lingkungan, dan berpotensi menekan ketergantungan terhadap pupuk kimia secara berlebihan.

Usaha perbanyakan isolat bakteri memiliki prospek yang baik karena kebutuhan terhadap teknologi pertanian ramah lingkungan semakin meningkat. Selain digunakan untuk mendukung budidaya sendiri, produk bakteri hasil perbanyakan juga berpeluang dipasarkan kepada petani, kelompok tani, pelaku usaha hortikultura, maupun mitra pertanian. Dengan demikian, business plan ini disusun sebagai rancangan usaha terpadu yang mencakup budidaya kacang panjang berbasis aplikasi bakteri menguntungkan dan pengembangan unit perbanyakan isolat bakteri. Usaha ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas, efisiensi biaya, nilai tambah produk, serta mendukung penerapan pertanian berkelanjutan pada skala usaha kecil maupun menengah.

4.2.3.2 Visi,Misi Dan Tujuan

Visi:

1. Mengembangkan usaha pertanian terpadu yang efisien melalui budidaya kacang panjang dan pemanfaatan bakteri menguntungkan untuk mendukung pertumbuhan serta hasil tanaman.
2. Menjadi contoh usaha agribisnis berbasis pertanian ramah lingkungan yang produktif, efisien, berkelanjutan, serta mampu menghasilkan produk hortikultura dan input hayati yang berkualitas.
3. Mendukung kemandirian petani melalui penyediaan produk kacang panjang segar dan bakteri menguntungkan yang dapat membantu meningkatkan produktivitas serta kelayakan usaha tani.

Misi:

1. Mengelola budidaya kacang panjang secara optimal melalui pengaturan lahan, pemupukan, aplikasi bakteri, pemeliharaan tanaman, dan pemasaran hasil secara terarah.
2. Mengembangkan unit perbanyakan isolat bakteri menguntungkan seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* sebagai input hayati yang ramah lingkungan dan mudah diterapkan petani.
3. Menggunakan input produksi secara tepat dan efisien agar usaha mampu menekan biaya produksi, meningkatkan hasil panen, serta memberikan keuntungan yang optimal.
4. Memberikan edukasi kepada petani atau masyarakat mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan dalam budidaya tanaman hortikultura.

Tujuan:

1. Mengembangkan usaha budidaya kacang panjang yang produktif, efisien, dan layak secara ekonomi.
2. Menghasilkan produk kacang panjang segar yang berkualitas dan memiliki peluang pasar yang baik.
3. Mengembangkan produk bakteri menguntungkan sebagai input hayati untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan efisiensi pemupukan.

4.2.3.3 Gambaran Usaha

Tabel 17. Profil usaha Giberelin Farm

Profil Perusahaan	
Nama Perusahaan	: Giberelin Farm
Bidang Usaha	: Budidaya Tanaman Hortikultura
Produk Utama	: Kacang Panjang
Produk Pendukung	: Pupuk Hayati berbasis bakteri *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens*
Alamat Usaha	: Blitar,Jawa Timur
Email	: giberelinfarm@gmail.com
Telepon	: 082139504464
Nama Pemilik	: Raul Afrizal Gibran
Jenis Kelamin	: Laki- Laki
Tempat,Tanggal Lahir	: Blitar,11 Juli 2004
Peran Dalam Perusahaan	: CEO

Gambar 16. Logo Giberelin Farm

Giberelin Farm menggambarkan usaha pertanian yang berfokus pada pertumbuhan, keberlanjutan, dan inovasi. Bentuk lingkaran melambangkan kesatuan dan siklus pertanian yang terus berjalan, mulai dari budidaya hingga pemasaran. Elemen daun menunjukkan kesuburan, kesegaran, dan produk hortikultura yang berkualitas, sedangkan figur manusia yang menyatu dengan tanaman menggambarkan peran petani sebagai penggerak utama dalam kegiatan usaha. Warna hijau mencerminkan pertanian yang ramah lingkungan, sementara warna biru pada lingkaran menunjukkan kepercayaan, kestabilan, dan profesionalitas.

4.2.3.4 Aspek Pemasaran

A. Aspek Pemasaran

Segmen pasar usaha ini difokuskan pada dua kelompok utama, yaitu konsumen kacang panjang segar dan pengguna produk bakteri menguntungkan. Produk kacang panjang segar ditujukan untuk konsumen yang membutuhkan sayuran segar, berkualitas, dan mudah diperoleh untuk kebutuhan pangan sehari-hari. Sasaran pasarnya meliputi pedagang sayur, pengepul, pasar tradisional, rumah makan, pelaku usaha kuliner, serta konsumen rumah tangga. Kacang panjang memiliki peluang pasar yang baik karena banyak dikonsumsi masyarakat dan dapat diolah menjadi berbagai jenis masakan, seperti tumisan, sayur lodeh, gado-gado, maupun lalapan.

Selain menghasilkan kacang panjang segar usaha ini juga mengembangkan produk bakteri menguntungkan dalam bentuk cair sebagai input hayati untuk kegiatan budidaya. Produk bakteri tersebut meliputi *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman, membantu ketersediaan unsur hara, serta meningkatkan aktivitas perakaran. Segmen pasar produk ini meliputi petani, kelompok tani, pelaku usaha hortikultura, kios pertanian, dan masyarakat yang mulai menerapkan budidaya ramah lingkungan.

Berdasarkan wilayah pemasaran, produk diarahkan pada pasar lokal di sekitar Blitar, pasar tradisional, pedagang sayur, serta wilayah yang memiliki aktivitas budidaya hortikultura. Untuk kacang panjang segar, distribusi dapat dilakukan melalui pengepul, pedagang sayur keliling, pasar tradisional, rumah makan, dan konsumen langsung. Sementara itu, produk bakteri menguntungkan dapat dipasarkan melalui kelompok tani, kios pertanian, kegiatan edukasi, demonstrasi cara, serta media sosial agar lebih mudah dikenal oleh petani dan pelaku usaha pertanian.

Dari aspek perilaku konsumen, konsumen kacang panjang umumnya mengutamakan produk yang segar, berwarna hijau, tidak layu, tidak rusak, dan memiliki ukuran polong yang baik. Sementara itu, pengguna produk bakteri menguntungkan cenderung membutuhkan input budidaya yang praktis, terjangkau, ramah lingkungan, dan dapat membantu meningkatkan efisiensi pemupukan. Oleh karena itu, pemanfaatan bakteri menguntungkan menjadi nilai tambah karena tidak hanya mendukung kualitas hasil panen, tetapi juga membuka peluang usaha pada sektor penyediaan input hayati.

Berdasarkan kondisi tersebut, usaha ini memiliki peluang untuk dikembangkan karena memiliki dua sumber pemasaran, yaitu hasil panen kacang panjang dan produk bakteri menguntungkan. Strategi pemasaran dapat dilakukan melalui penjualan langsung, kerja sama dengan pedagang sayur, pengepul, kelompok tani, kios pertanian, serta promosi melalui media sosial. Dengan menjaga kualitas produk dan membangun jaringan pemasaran yang baik, usaha ini diharapkan mampu meningkatkan daya saing, memperluas pasar, dan memberikan keuntungan secara berkelanjutan.

B. Target Pasar

Target pasar (*Segmen* pasar) usaha ini difokuskan pada dua kelompok utama, yaitu konsumen kacang panjang segar dan pengguna produk bakteri menguntungkan. Produk kacang panjang segar ditujukan untuk konsumen yang membutuhkan sayuran segar, berkualitas, dan mudah diperoleh untuk kebutuhan pangan sehari-hari. Sasaran pasarnya meliputi pedagang sayur, pengepul, pasar tradisional, rumah makan, pelaku usaha kuliner, serta konsumen rumah tangga. Kacang panjang memiliki peluang pasar yang baik karena banyak dikonsumsi masyarakat dan dapat diolah menjadi berbagai jenis masakan.

Selain menghasilkan kacang panjang segar, usaha ini juga mengembangkan produk bakteri menguntungkan dalam bentuk cair sebagai input hayati untuk kegiatan budidaya. Produk bakteri tersebut meliputi *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman, membantu ketersediaan unsur hara, serta meningkatkan aktivitas perakaran. Segmen pasar produk ini meliputi petani, kelompok tani, pelaku usaha hortikultura, kios pertanian, dan masyarakat yang mulai menerapkan budidaya ramah lingkungan.

Berdasarkan wilayah pemasaran, produk diarahkan pada pasar lokal di sekitar Blitar, pasar tradisional, pedagang sayur, serta wilayah yang memiliki aktivitas budidaya hortikultura. Untuk kacang panjang segar, distribusi dapat dilakukan melalui pengepul, pedagang sayur keliling, pasar tradisional, rumah makan, dan konsumen langsung. Sementara itu, produk bakteri menguntungkan dapat dipasarkan melalui kelompok tani, kios pertanian, kegiatan edukasi, demonstrasi cara, serta media sosial agar lebih mudah dikenal oleh petani dan pelaku usaha pertanian.

Dari aspek perilaku konsumen, konsumen kacang panjang umumnya mengutamakan produk yang segar, berwarna hijau, tidak layu, tidak rusak, dan

memiliki ukuran polong yang baik. Sementara itu, pengguna produk bakteri menguntungkan cenderung membutuhkan input budidaya yang praktis, terjangkau, ramah lingkungan, dan dapat membantu meningkatkan efisiensi pemupukan. Oleh karena itu, pemanfaatan bakteri menguntungkan menjadi nilai tambah karena tidak hanya mendukung kualitas hasil panen, tetapi juga membuka peluang usaha pada sektor penyediaan input hayati.

Berdasarkan kondisi tersebut, usaha ini memiliki peluang untuk dikembangkan karena memiliki dua sumber pemasaran, yaitu hasil panen kacang panjang dan produk bakteri menguntungkan. Strategi pemasaran dapat dilakukan melalui penjualan langsung, kerja sama dengan pedagang sayur, pengepul, kelompok tani, kios pertanian, serta promosi melalui media sosial. Dengan menjaga kualitas produk dan membangun jaringan pemasaran yang baik, usaha ini diharapkan mampu meningkatkan daya saing, memperluas pasar, dan memberikan keuntungan secara berkelanjutan.

C. Positioning

Positioning usaha ini difokuskan sebagai usaha agribisnis hortikultura yang menghasilkan kacang panjang segar sekaligus menyediakan produk bakteri menguntungkan sebagai input hayati untuk mendukung kegiatan budidaya. Produk kacang panjang diposisikan sebagai sayuran segar, berkualitas, mudah diperoleh, dan sesuai dengan kebutuhan pasar sehari-hari. Sementara itu, produk bakteri menguntungkan diposisikan sebagai bahan pendukung budidaya yang praktis, ramah lingkungan, dan dapat membantu petani dalam meningkatkan efisiensi pemupukan serta pertumbuhan tanaman.

Usaha ini memiliki nilai tambah karena tidak hanya menjual hasil panen, tetapi juga mengembangkan produk bakteri seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens*. Bakteri tersebut berpotensi mendukung aktivitas perakaran, membantu ketersediaan unsur hara, serta menjaga kondisi rizosfer tanaman. Dengan adanya produk bakteri ini, usaha memiliki pembeda dari usaha budidaya konvensional karena tidak hanya berfokus pada produksi kacang panjang, tetapi juga menyediakan input hayati yang dapat digunakan oleh petani atau pelaku usaha hortikultura lainnya.

Dalam persaingan pasar, produk kacang panjang diposisikan sebagai produk hortikultura yang mengutamakan kesegaran, kualitas, dan ketersediaan secara berkelanjutan. Produk ini diarahkan untuk memenuhi kebutuhan pedagang sayur, pengepul, pasar tradisional, rumah makan, pelaku usaha kuliner, dan

konsumen rumah tangga. Kualitas produk menjadi hal utama yang ditawarkan, seperti polong yang segar, tidak layu, tidak rusak, berwarna hijau, dan memiliki ukuran yang baik sehingga layak bersaing di pasar.

Selain itu, produk bakteri menguntungkan diposisikan sebagai solusi input budidaya yang mendukung pertanian ramah lingkungan. Produk ini ditujukan bagi petani, kelompok tani, kios , dan pelaku usaha hortikultura yang membutuhkan alternatif pendukung pertumbuhan tanaman. Dengan positioning tersebut, usaha ini diharapkan mampu memiliki daya saing melalui dua keunggulan utama, yaitu penyediaan kacang panjang segar yang berkualitas dan pengembangan produk bakteri menguntungkan sebagai input hayati yang praktis, efisien, dan berkelanjutan.

D. Rencana Penjualan

Rencana Rencana penjualan usaha ini disusun berdasarkan dua jenis produk utama, yaitu kacang panjang segar dan produk bakteri menguntungkan dalam bentuk cair. Kacang panjang segar dipasarkan untuk memenuhi kebutuhan sayuran harian masyarakat, sedangkan produk bakteri menguntungkan ditujukan sebagai input hayati bagi petani dan pelaku usaha hortikultura. Dengan adanya dua produk tersebut, usaha ini memiliki peluang penjualan yang lebih luas karena tidak hanya bergantung pada hasil panen, tetapi juga dapat memperoleh nilai tambah dari produk pendukung budidaya.

Penjualan kacang panjang segar difokuskan kepada pedagang sayur, pengepul, pasar tradisional, rumah makan, pelaku usaha kuliner, dan konsumen rumah tangga. Sistem penjualan dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Penjualan langsung dapat dilakukan kepada konsumen sekitar, rumah makan, dan pedagang sayur, sedangkan penjualan tidak langsung dilakukan melalui pengepul, pasar tradisional, dan pedagang sayur keliling. Produk dipasarkan dalam kondisi segar dengan kualitas polong yang baik, tidak layu, tidak rusak, berwarna hijau, dan sesuai dengan kebutuhan pasar.

Selain kacang panjang segar, produk bakteri menguntungkan seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* juga direncanakan untuk dipasarkan kepada petani, kelompok tani, dan pelaku budidaya hortikultura. Penjualan produk bakteri dapat dilakukan melalui kerja sama dengan kelompok tani, promosi media sosial, kegiatan edukasi, serta demonstrasi cara penggunaan. Produk ini memiliki peluang pasar karena dapat digunakan sebagai bahan

pendukung budidaya yang praktis, ramah lingkungan, dan berpotensi membantu efisiensi pemupukan.

Penetapan harga dilakukan dengan mempertimbangkan biaya produksi, kualitas produk, kondisi pasar, dan daya beli konsumen. Untuk kacang panjang segar, harga menyesuaikan harga pasar harian dan kualitas hasil panen. Sementara itu, harga produk bakteri menguntungkan disesuaikan dengan biaya perbanyakan, pengemasan, dan manfaat produk bagi petani. Dengan rencana penjualan yang terarah, usaha ini diharapkan mampu meningkatkan penerimaan, memperluas jaringan pasar, serta memberikan keuntungan yang berkelanjutan bagi pelaku usaha.

E. Strategi Pemasaran

a) Produk (*Product*)

Produk yang dihasilkan dalam usaha ini terdiri atas kacang panjang segar dan produk bakteri menguntungkan dalam bentuk cair. Kacang panjang dipasarkan dalam bentuk polong segar dengan kualitas baik, tidak layu, tidak rusak, berwarna hijau, dan layak konsumsi. Sementara itu, produk bakteri menguntungkan meliputi *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* yang dapat digunakan sebagai input hayati dalam kegiatan budidaya tanaman. Adanya dua jenis produk ini menjadi nilai tambah karena usaha tidak hanya menghasilkan produk hortikultura, tetapi juga menyediakan bahan pendukung budidaya yang ramah lingkungan dan bermanfaat bagi petani.

b) Harga (*Price*)

Penetapan harga dilakukan berdasarkan jenis produk, biaya produksi, kualitas, harga pasar, dan daya beli konsumen. Harga kacang panjang segar disesuaikan dengan harga pasar harian, kualitas hasil panen, serta jumlah permintaan. Sementara itu, harga produk bakteri menguntungkan disesuaikan dengan biaya perbanyakan, bahan pendukung, pengemasan, dan manfaat produk bagi petani. Strategi harga yang digunakan tetap memperhatikan daya saing di pasar agar produk dapat diterima konsumen, namun tetap memberikan keuntungan bagi pelaku usaha.

c) Tempat/Distribusi (*Place*)

Distribusi produk dilakukan melalui penjualan langsung dan tidak langsung. Kacang panjang segar dapat dipasarkan langsung kepada konsumen sekitar, pedagang sayur, rumah makan, dan pelaku usaha kuliner, serta secara tidak langsung melalui pengepul dan pasar tradisional. Produk bakteri menguntungkan

dapat dipasarkan kepada petani, kelompok tani, kios pertanian, dan pelaku usaha hortikultura. Distribusi juga dapat didukung melalui media sosial, kerja sama dengan kelompok tani, serta kegiatan edukasi atau demonstrasi cara penggunaan bakteri agar produk lebih dikenal dan mudah dijangkau oleh konsumen.

d) Promosi (*Promotion*)

Promosi usaha dilakukan untuk meningkatkan minat dan kepercayaan konsumen terhadap produk kacang panjang yang dihasilkan. Kegiatan promosi dapat dilakukan melalui pemasaran langsung, kerja sama dengan pedagang sayur dan pengepul, serta pemanfaatan media sosial seperti WhatsApp, Instagram, dan Facebook. Promosi juga dapat menonjolkan keunggulan produk, yaitu kacang panjang segar, berkualitas, dan dibudidayakan dengan pemanfaatan bakteri menguntungkan. Strategi promosi ini diharapkan mampu memperluas pasar, meningkatkan penjualan, dan membangun hubungan baik dengan konsumen.

4.2.3.5 Aspek Produk

Aspek produk dalam business plan ini membahas dua jenis produk yang dihasilkan, yaitu kacang panjang segar dan produk bakteri menguntungkan dalam bentuk cair. Produk utama berupa kacang panjang segar yang dibudidayakan dengan pemanfaatan bakteri menguntungkan seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens*. Kacang panjang yang dihasilkan berupa polong segar yang layak konsumsi, tidak layu, tidak rusak, berwarna hijau, dan sesuai dengan kebutuhan pasar.

Selain kacang panjang segar, usaha ini juga menghasilkan produk pendukung berupa bakteri menguntungkan cair yang dapat digunakan sebagai input hayati dalam kegiatan budidaya tanaman. Produk bakteri ini ditujukan untuk membantu mendukung pertumbuhan tanaman, meningkatkan aktivitas perakaran, membantu ketersediaan unsur hara, serta mendukung efisiensi penggunaan pupuk. Dengan adanya dua produk tersebut, usaha ini tidak hanya berfokus pada hasil panen, tetapi juga memiliki nilai tambah melalui penyediaan input hayati yang ramah lingkungan dan bermanfaat bagi petani.

A. Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan usaha budidaya kacang panjang dan produksi bakteri menguntungkan. Lokasi budidaya sebaiknya memiliki lahan yang sesuai untuk pertumbuhan kacang panjang, seperti tanah yang gembur, drainase baik, cukup mendapatkan sinar matahari, serta memiliki ketersediaan air yang cukup. Tanaman kacang panjang dapat tumbuh baik

pada lahan terbuka, tetapi tidak sesuai apabila ditanam pada lahan yang terlalu tergenang. Oleh karena itu, lokasi usaha perlu dipilih pada lahan yang memiliki sirkulasi air baik agar pertumbuhan akar dan tanaman dapat berjalan optimal.

Selain kondisi lahan, lokasi usaha juga perlu mempertimbangkan kemudahan akses terhadap sarana produksi dan pasar. Lokasi yang dekat dengan sumber benih, pupuk, bahan perbanyakan bakteri, alat pertanian, serta tenaga kerja akan mempermudah kegiatan operasional. Dari sisi pemasaran, lokasi yang dekat dengan pasar tradisional, pengepul, pedagang sayur, kelompok tani, kios pertanian, dan konsumen dapat membantu mempercepat distribusi produk. Dengan lokasi yang tepat, kegiatan usaha dapat berjalan lebih efisien, biaya distribusi dapat ditekan, dan peluang penjualan menjadi lebih besar.

Aspek produk dalam *business plan* ini mencakup dua jenis produk, yaitu kacang panjang segar dan bakteri menguntungkan cair. Produk utama berupa kacang panjang segar yang dibudidayakan dengan pemanfaatan bakteri seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens*. Kacang panjang yang dihasilkan diharapkan memiliki kualitas baik, layak konsumsi, tidak layu, tidak rusak, berwarna hijau, dan sesuai dengan kebutuhan pasar. Sementara itu, produk bakteri menguntungkan cair menjadi produk pendukung yang dapat digunakan sebagai input hayati untuk membantu pertumbuhan tanaman, meningkatkan aktivitas perakaran, mendukung ketersediaan unsur hara, serta membantu efisiensi penggunaan pupuk.

C. Proses Produksi

Proses produksi dalam usaha ini terdiri atas dua kegiatan utama, yaitu budidaya kacang panjang dan perbanyakan bakteri menguntungkan. Budidaya kacang panjang dilakukan untuk menghasilkan produk utama berupa polong segar, sedangkan perbanyakan bakteri dilakukan untuk menghasilkan produk pendukung berupa bakteri cair yang dapat digunakan sebagai input hayati dalam kegiatan budidaya.

1. Standar Oprasional Kerja Budidaya Kacang Panjang

a. Persiapan Lahan

Persiapan lahan dilakukan dengan membersihkan lahan dari gulma, sisa tanaman, dan kotoran lainnya. Tanah kemudian diolah hingga gembur agar akar tanaman mudah berkembang. Setelah itu, dibuat bedengan untuk memperbaiki

drainase dan memudahkan pemeliharaan. Pupuk dasar dapat diberikan sebelum tanam untuk menambah ketersediaan unsur hara.

b. Penanaman

Penanaman dilakukan menggunakan benih kacang panjang yang sehat dan bernas. Benih ditanam pada lubang tanam yang telah disiapkan sebanyak 1-2 benih per lubang, kemudian ditutup tipis dengan tanah. Setelah tanam, dilakukan penyiraman agar tanah tetap lembap dan benih dapat berkecambah dengan baik.

c. Pemupukan

Pemupukan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman. Pupuk diberikan secara bertahap, mulai dari pupuk dasar hingga pupuk susulan. Pada perlakuan penelitian, bakteri menguntungkan seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* diaplikasikan dengan cara dikocorkan di sekitar perakaran sesuai konsentrasi yang telah ditentukan.

d. Pengendalian HPT

Pengendalian hama dan penyakit tanaman dilakukan melalui pengamatan rutin pada daun, batang, bunga, dan polong. Hama atau bagian tanaman yang terserang dapat dikendalikan secara mekanis, sedangkan pengendalian kimiawi dilakukan apabila tingkat serangan cukup tinggi. Penggunaan pestisida dilakukan sesuai dosis anjuran agar tidak merusak tanaman dan lingkungan.

e. Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan gulma, pemasangan ajir, dan pengikatan tanaman. Penyiraman dilakukan sesuai kondisi tanah, sedangkan penyiangan dilakukan agar gulma tidak bersaing dengan tanaman utama. Ajir dipasang untuk menopang tanaman agar tumbuh tegak dan memudahkan pembentukan polong.

f. Panen

Panen dilakukan saat polong sudah berukuran layak konsumsi, berwarna hijau segar, dan belum terlalu tua. Pemetikan dilakukan secara hati-hati agar tidak merusak cabang dan bunga yang masih tumbuh. Panen dilakukan secara bertahap karena polong kacang panjang tidak matang secara bersamaan.

g. Pascapanen

Pascapanen dilakukan dengan menyortir polong yang baik dan memisahkan polong yang rusak, terlalu tua, atau terserang hama. Hasil panen kemudian dibersihkan, ditimbang, diikat, atau dikemas sesuai kebutuhan pasar. Setelah itu

kacang panjang siap dipasarkan kepada pedagang, pengepul, pasar tradisional, atau konsumen langsung.

2. Standar Operasional Prosedur Perbanyakan Bakteri

1. Persiapan Alat dan Bahan

Perbanyakan bakteri diawali dengan menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, seperti wadah perbanyakan, air bersih, media perbanyakan, isolat bakteri, pengaduk, saringan, botol atau jerigen kemasan, serta label produk. Alat yang digunakan harus dalam kondisi bersih agar proses perbanyakan berjalan baik dan mengurangi risiko kontaminasi.

2. Pembersihan dan Sterilisasi Alat

Alat yang akan digunakan dicuci hingga bersih, kemudian dikeringkan sebelum dipakai. Wadah perbanyakan dan botol kemasan perlu dipastikan bebas dari kotoran atau sisa bahan lain. Kebersihan alat menjadi hal penting karena dapat memengaruhi kualitas bakteri yang diperbanyak.

3. Pembuatan Media Perbanyakan

Media perbanyakan disiapkan sebagai sumber nutrisi bagi bakteri. Media dibuat dengan mencampurkan bahan yang dibutuhkan ke dalam air bersih, kemudian diaduk hingga merata. Media yang sudah siap digunakan harus ditempatkan pada wadah yang bersih dan tertutup agar tidak mudah terkontaminasi.

4. **Inokulasi Isolat Bakteri**

Isolat bakteri seperti *Bacillus subtilis*, Azospirillum sp., dan *Pseudomonas fluorescens* dimasukkan ke dalam media perbanyakan sesuai kebutuhan. Proses pencampuran dilakukan secara hati-hati dan higienis agar bakteri dapat berkembang dengan baik. Setelah isolat dimasukkan, media diaduk hingga tercampur merata.

5. Fermentasi atau Inkubasi

Media yang sudah diberi isolat bakteri kemudian difermentasi atau diinkubasi selama beberapa waktu pada tempat yang bersih, teduh, dan tidak terkena sinar matahari langsung. Selama proses ini, wadah perlu ditutup dengan baik namun tetap memperhatikan kebutuhan udara sesuai jenis bakteri yang diperbanyak. Pengamatan dilakukan secara berkala untuk memastikan tidak ada perubahan warna, bau menyengat, atau tanda kontaminasi yang tidak diinginkan.

6. Penyaringan dan Pengemasan

Setelah proses perbanyakan selesai, larutan bakteri dapat disaring apabila terdapat endapan atau sisa bahan yang kasar. Produk kemudian dimasukkan ke

dalam botol atau jerigen bersih dan diberi label. Label dapat berisi nama produk, jenis bakteri, tanggal produksi, cara penggunaan, dan masa simpan yang ada pada Lampiran 15.

7. Penyimpanan Produk

Produk bakteri cair disimpan pada tempat yang teduh, sejuk, bersih, dan tidak terkena sinar matahari langsung. Penyimpanan yang baik bertujuan untuk menjaga kualitas produk agar tetap layak digunakan. Produk juga perlu disusun rapi dan diberi keterangan agar mudah dikontrol sebelum digunakan atau dipasarkan.

8. Penggunaan dan Pemasaran

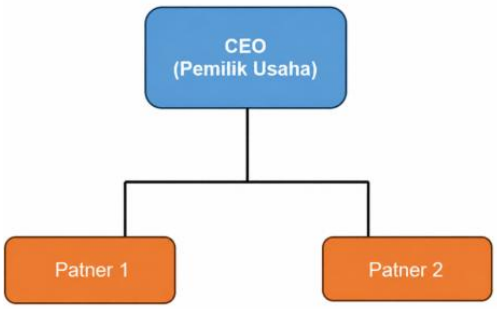
Produk bakteri menguntungkan dapat digunakan pada kegiatan budidaya dengan cara dikocorkan di sekitar perakaran tanaman. Selain digunakan sendiri pada budidaya kacang panjang, produk juga dapat dipasarkan kepada petani, kelompok tani, kios pertanian, atau pelaku usaha hortikultura. Sebelum dipasarkan, produk sebaiknya disertai informasi penggunaan agar konsumen memahami cara aplikasi yang tepat.

4.2.3.6 Aspek Organisasi Dan Manajemen

A. Organisasi dan SDM

Aspek organisasi dalam usaha budidaya kacang panjang disusun secara sederhana, tetapi tetap efektif untuk mendukung kelancaran kegiatan usaha. Struktur organisasi terdiri atas seorang pemilik usaha sebagai pimpinan utama dan dua orang karyawan yang membantu pelaksanaan kegiatan budidaya. Pemilik usaha memiliki tanggung jawab dalam perencanaan usaha, pengambilan keputusan, pengelolaan keuangan, pengadaan sarana produksi, pengawasan kegiatan budidaya, serta pemasaran hasil panen. Selain itu, pemilik usaha juga berperan dalam menjalin kerja sama dengan pedagang, pengepul, maupun konsumen agar pemasaran kacang panjang dapat berjalan secara berkelanjutan.

Dua orang patner bertugas membantu kegiatan operasional di lapangan, mulai dari pengolahan lahan, penanaman, pemupukan, aplikasi bakteri menguntungkan, penyiraman, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit, hingga panen. Pembagian tugas dilakukan secara terstruktur agar setiap kegiatan budidaya dapat berjalan lebih efisien dan tepat waktu. Dengan struktur organisasi yang sederhana, koordinasi kerja dapat dilakukan dengan lebih mudah sehingga kegiatan produksi, pemeliharaan tanaman, dan pemasaran hasil panen dapat berjalan secara optimal. Berikut struktur organisasi usaha :



Gambar 17. Susunan Menejemen

a. **Pemilik Usaha**

Pemilik usaha bertugas sebagai penanggung jawab utama dalam mengelola seluruh kegiatan usaha, mulai dari perencanaan produksi, pengadaan sarana produksi, pengelolaan keuangan, hingga pemasaran produk. Pemilik usaha juga bertanggung jawab dalam menentukan strategi usaha, mengawasi kegiatan budidaya kacang panjang, mengatur proses perbanyakan bakteri menguntungkan, menjaga kualitas produk, serta mengevaluasi perkembangan usaha secara berkala. Produk yang dikelola tidak hanya berupa kacang panjang segar, tetapi juga produksi perbanyakan bakteri .

b. **Patner 1**

Patner 1 bertugas membantu seluruh kegiatan budidaya kacang panjang dari awal hingga akhir. Kegiatan tersebut meliputi persiapan lahan, pengolahan tanah, pembuatan bedengan, penanaman, pemasangan ajir, pemupukan, aplikasi bakteri pada tanaman, penyiraman, penyiangan gulma, pengendalian hama dan penyakit, panen, sortasi, hingga pengemasan hasil panen.

c. **Patner 2**

Patner 2 bertugas fokus pada kegiatan produksi bakteri menguntungkan cair. Tugasnya meliputi persiapan alat dan bahan, pembuatan media perbanyakan, pencampuran isolat bakteri seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens*, proses fermentasi atau inkubasi, penyaringan, pengemasan, pelabelan, serta penyimpanan produk.

B. Aspek Manajemen

Aspek manajemen dalam usaha ini berperan penting untuk mengatur seluruh kegiatan agar berjalan terarah, efisien, dan sesuai dengan tujuan usaha. Manajemen usaha mencakup perencanaan budidaya kacang panjang, produksi bakteri menguntungkan, pengorganisasian tenaga kerja, pengawasan kualitas produk, pemasaran, serta evaluasi hasil usaha. Dengan manajemen yang baik, setiap kegiatan dapat dilakukan secara lebih teratur dan saling mendukung.

Pengelolaan usaha dilakukan oleh pemilik usaha sebagai penanggung jawab utama. Pemilik usaha menyusun rencana produksi, mengatur kebutuhan benih, pupuk, bahan perbanyakan bakteri, pestisida, alat pertanian, kemasan, dan tenaga kerja. Selain itu, pemilik usaha juga mengelola keuangan, menentukan harga jual, menyusun strategi pemasaran, serta memastikan kualitas kacang panjang segar dan produk bakteri cair tetap terjaga. Pencatatan biaya, hasil panen, jumlah produk bakteri yang dihasilkan, penerimaan, dan keuntungan perlu dilakukan agar perkembangan usaha dapat dievaluasi dengan jelas.

Pelaksanaan kegiatan usaha dibantu oleh dua partner dengan tugas yang berbeda. Partner 1 berfokus pada kegiatan budidaya kacang panjang dari persiapan lahan sampai pascapanen. Sementara itu, Partner 2 berfokus pada produksi bakteri menguntungkan cair mulai dari persiapan media, perbanyakan bakteri, pengemasan, hingga penyimpanan produk. Pembagian tugas ini dilakukan agar setiap bagian usaha dapat berjalan lebih efektif, terkontrol, dan menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan pasar.

Pengawasan dan evaluasi dilakukan secara berkala untuk memastikan kegiatan usaha berjalan sesuai rencana. Pengawasan pada budidaya mencakup kondisi pertumbuhan tanaman, kebutuhan air, serangan hama dan penyakit, efektivitas pemupukan, serta kualitas hasil panen. Pengawasan pada produksi bakteri mencakup kebersihan alat, kondisi media, proses fermentasi, pengemasan, dan penyimpanan produk. Dengan manajemen yang terencana, usaha ini diharapkan mampu berjalan lebih produktif, efisien, dan berkelanjutan.

C. Kegiatan

Kegiatan dalam usaha ini meliputi dua kegiatan utama, yaitu budidaya kacang panjang dan produksi bakteri. Pada kegiatan budidaya kacang panjang, tahap awal dimulai dari penyusunan rencana produksi, penentuan kebutuhan sarana produksi, persiapan lahan, serta pengadaan benih, pupuk, pestisida, ajir, alat pertanian, dan bakteri menguntungkan. Setelah itu, kegiatan dilanjutkan dengan pengolahan lahan, pembuatan bedengan, penanaman, pemasangan ajir, pemupukan, aplikasi bakteri di sekitar perakaran tanaman, penyiraman, penyiangan gulma, pengendalian hama dan penyakit, serta pemeliharaan tanaman secara rutin.

Selain kegiatan budidaya, usaha ini juga melakukan produksi bakteri sebagai produk pendukung. Kegiatan produksi bakteri meliputi persiapan alat dan bahan, pembuatan media perbanyakan, pencampuran isolat bakteri seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens*, proses fermentasi atau inkubasi,

penyaringan, pengemasan, pelabelan, dan penyimpanan produk. Seluruh proses dilakukan dengan memperhatikan kebersihan alat dan tempat produksi agar kualitas produk bakteri tetap terjaga.

Pada tahap panen, kacang panjang dipetik ketika polong sudah mencapai ukuran layak konsumsi, berwarna hijau segar, dan belum terlalu tua. Hasil panen kemudian disortasi untuk memisahkan polong yang berkualitas baik dengan polong yang rusak atau tidak layak jual. Setelah itu, kacang panjang diikat atau dikemas sesuai kebutuhan pasar, kemudian dipasarkan kepada pedagang sayur, pengepul, pasar tradisional, rumah makan, atau konsumen langsung. Sementara itu, produk bakteri cair dapat dipasarkan kepada petani, kelompok tani, dan pelaku usaha hortikultura. Seluruh kegiatan dilakukan secara terencana agar usaha dapat berjalan efisien, menghasilkan produk berkualitas, dan memberikan keuntungan secara berkelanjutan.

D. Perizinan

Perizinan Perizinan dalam usaha ini diperlukan sebagai bentuk legalitas dan kepastian usaha, terutama apabila usaha akan dikembangkan secara lebih luas. Pada skala kecil atau usaha mandiri, kegiatan budidaya kacang panjang dan produksi bakteri cair dapat dilakukan dengan memperhatikan izin penggunaan lahan, kesesuaian lokasi, kebersihan tempat produksi, serta tidak mengganggu lingkungan sekitar. Apabila usaha berkembang menjadi usaha komersial, pelaku usaha dapat mengurus legalitas seperti Nomor Induk Berusaha (NIB) dan Nomor Pokok Wajib Pajak (NPWP), serta dokumen pendukung lain sesuai ketentuan yang berlaku saya lampirkan pada lampiran 12.

Selain perizinan usaha, aspek legalitas juga perlu memperhatikan penggunaan sarana produksi yang aman dan sesuai anjuran. Sarana produksi tersebut meliputi benih bermutu, pupuk, pestisida, bahan perbanyakan bakteri, kemasan, dan label produk. Khusus untuk produk bakteri menguntungkan cair, proses produksi perlu dilakukan secara bersih dan terkontrol agar produk aman digunakan serta memiliki kualitas yang baik. Apabila produk bakteri akan dipasarkan secara lebih luas, maka diperlukan perhatian terhadap standar mutu, informasi penggunaan, dan ketentuan peredaran produk hayati sesuai aturan yang berlaku.

Dengan adanya perizinan dan legalitas yang jelas, usaha ini dapat berjalan lebih tertib dan dipercaya oleh konsumen maupun mitra usaha. Legalitas juga membantu memperluas peluang kerja sama dengan kelompok tani, pedagang sayur, maupun pihak lain yang mendukung pengembangan usaha. Oleh karena itu,

perizinan menjadi bagian penting dalam mendukung keberlanjutan usaha budidaya kacang panjang dan produksi bakteri.

4.2.3.7 Aspek Permodalan

Sumber pendanaan usaha ini berasal dari modal pribadi yang digunakan sebagai modal awal untuk menjalankan kegiatan budidaya kacang panjang dan produksi bakteri menguntungkan cair. Modal tersebut dialokasikan untuk memenuhi kebutuhan utama, seperti pembelian benih, pupuk, pestisida, ajir, tali, alat pertanian, bahan perbanyakan bakteri, media produksi, kemasan, label produk, serta biaya pemeliharaan tanaman. Penggunaan modal pribadi pada tahap awal bertujuan agar kegiatan usaha dapat berjalan secara mandiri dan tidak terlalu bergantung pada pinjaman dari pihak luar.

Selain modal pribadi, pengembangan usaha juga berpeluang didukung melalui kerja sama dengan mitra usaha, kelompok tani, kios pertanian, maupun akses pembiayaan dari lembaga keuangan. Apabila usaha membutuhkan tambahan modal untuk pengembangan, pemilik usaha dapat memanfaatkan pinjaman Kredit Usaha Rakyat (KUR). Dana KUR dapat digunakan untuk memperluas lahan budidaya, menambah alat produksi, meningkatkan kapasitas produksi bakteri cair, memperbaiki kemasan, serta memperluas pemasaran produk. Penggunaan pinjaman ini perlu direncanakan dengan baik agar tidak membebani keuangan usaha dan tetap dapat dikembalikan sesuai kemampuan usaha.

Pengelolaan sumber pendanaan dilakukan secara terencana agar dana yang tersedia dapat digunakan secara tepat dan efisien. Setiap penggunaan dana diarahkan untuk mendukung kegiatan produksi, mulai dari budidaya kacang panjang, perbanyakan bakteri, pemeliharaan tanaman, panen, pengemasan, distribusi, hingga pemasaran. Melalui pengelolaan keuangan yang baik, usaha ini diharapkan mampu memberikan keuntungan, menjaga keberlanjutan usaha, serta memiliki daya saing melalui dua produk utama, yaitu kacang panjang segar dan bakteri menguntungkan cair sebagai input hayati.

4.2.3.8 Aspek Keuangan

Aspek keuangan dalam usaha ini digunakan untuk mengetahui kebutuhan modal, biaya produksi, penerimaan, pendapatan, dan kelayakan usaha. Perhitungan keuangan mencakup biaya budidaya kacang panjang serta biaya produksi bakteri menguntungkan cair, seperti bahan perbanyakan, media produksi, kemasan, tenaga kerja, dan pemasaran. Dengan perencanaan keuangan yang baik, usaha ini diharapkan dapat berjalan lebih efisien, menghasilkan keuntungan.

A. Perencanaan Kebutuhan Biaya Usaha

Perencanaan kebutuhan biaya dilakukan untuk mengetahui jumlah modal yang diperlukan dalam menjalankan usaha budidaya kacang panjang dan produksi bakteri menguntungkan cair. Biaya yang dihitung meliputi biaya investasi, biaya tetap, dan biaya variabel. Perhitungan ini penting agar pelaku usaha dapat mengatur penggunaan dana dengan lebih terarah, mulai dari kebutuhan sarana budidaya, bahan perbanyakan bakteri, tenaga kerja, hingga pemasaran. Jumlah Populasi / 1000 m^2 dan Kebutuhan NPK dan Bakteri:

$$\text{Faktor konversi} = \frac{\text{Luas proyeksi}}{\text{Luas efektif penelitian}}$$

$$= \frac{1.000\ m^2}{76{,}8\ m^2} = 13{,}02$$

Populasi tanaman pada lahan penelitian sebanyak 384 tanaman. Berdasarkan faktor konversi tersebut, populasi tanaman pada skala 1.000 m² lahan efektif diproyeksikan sebagai berikut:

Populasi tanaman = 384×13,02 = 4.999

= 5.000 tanaman

Jika dosis dalam gram, hasil awalnya dalam gram. Untuk mengubah ke kilogram:

$$\text{Kebutuhan NPK (kg)} = \frac{\text{Jumlah tanaman} \times \text{Dosis per tanaman (g)} \times \text{Jumlah pemupukan}}{1000}$$

Jumlah tanaman = 5000 tanaman

Dosis NPK = 3,75 gram / tanaman

Jumlah pemupukan = 14 kali

$$= \frac{5000 \times 3.75 \times 14}{1000} = 262.5\ \text{kg}$$

Jadi, kebutuhan NPK adalah 262.5 kg per satu siklus pemupukan 14 kali.

Perhitungan tersebut menjadi dasar dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) kebutuhan usaha.

Tabel 18. Biaya Tetap

Biaya Tetap						
Uraian	Q	satuan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)	Periode	Penyusutan (Per Bulan) (Rp)
Mulsa	2	Roll	350.000	700.000	12	58.333
Ajir	5000	Pcs	250	1.250.000	24	52.083
Neraca Digital	1	Pcs	100.000	100.000	48	2.083
Sprayer	1	Pcs	400.000	400.000	48	8.333
Sendok Takar	1	Pcs	15.000	15.000	12	1.250
Tali Gawar	3	Pcs	12.000	36.000	12	3.000
Pita Ukur	1	Pcs	2.000	2.000	12	167
Total Penyusutan						Rp.125.250
Total Biaya						**Rp.2.503.000**

Sumber : Data diolah 2026

Tabel 19. Biaya Variabel Budidaya Kacang Panjang

Uraian	**Q**	**Harga (Rp)**	**Kebutuhan**	**Total (Rp)**	**Jumlah Isi**	**Harga Satuan (Rp)**
Benih Kacang Panjang	Biji	150.000	2	300.000	5000	60
Pupuk NPK 10-16-16	Gram	13.000	262,5	3.185.000	1000	13
Pupuk Hayati	L	5.445	75	408.375	1000	5,45
Fungisida	Paket	250.000	1	250.000	1000	50
Insektisida	Paket	250.000	1	250.000	1000	50
Total						**Rp.4.620.875**

Tenaga Kerja					
No.	Kegiatan	Orang	Satuan	Biaya Satuan (Rp)	Total (Rp)
1.	Pengolahan Lahan	2	HOK	150,000	300,000
2.	Pemasangan Mulsa	2	HOK	50,000	100,000
3.	Perawatan	1	HOK	50,000	50,000
4.	Pemupukan	1	HOK	50,000	50,000
5.	Panen	2	HOK	50,000	100,000
Total					**Rp.600.000**

Sumber : Data diolah 2026

Berdasarkan hasil perhitungan, total biaya investasi yang dibutuhkan dalam usaha budidaya kacang panjang sebesar Rp.2.503.000, dengan nilai penyusutan

sebesar Rp.125.250 per bulan. Biaya variabel untuk kebutuhan sarana produksi, yang meliputi benih, pupuk NPK, pupuk hayati, fungisida, dan insektisida, sebesar Rp.4.620.875. Sementara itu, biaya tenaga kerja sebesar Rp600.000. Dengan demikian, total biaya variabel yang dibutuhkan dalam satu siklus budidaya kacang panjang sebesar Rp.5.220.875.

Total Biaya Produksi / Siklus = Biaya Penyusutan/ bulan x 3 + Biaya Variabel
= (Rp.125.250 x 3) + Rp.5.220.875
= Rp.375.750 + Rp. 5.220.875
= Rp.5.596.625

Tabel 20. Biaya Tetap dan Biaya Variabel Produksi Bakteri

Uraian	Q	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)	P (bulan)	Penyusutan (Bulan) (Rp)
Sewa Tempat Produksi	1	Unit	3.000.000	3.000.000	36	83.333
1 Set Fermentor	3	Pcs	1.000.000	3.000.000	48	62.500
Gelas Takar	3	Pcs	50.000	150.000	48	3.125
Drum 150 L	3	Pcs	150.000	450.000	48	9.375
Total Penyusutan/ Bulan						**Rp.158.333**
Total Biaya						**Rp.6.600.000**

Uraian	Q	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
Isolat Bakteri *Bacillus subtilis*	2	Pcs	50.000	100.000
Isolat Bakteri *Azosphirilum*	2	Pcs	50.000	100.000
Isolat Bakteri *Phesedomonas Fluorencens*	2	Pcs	50.000	100.000
Botol 1 L	100	Pcs	2500	250.000
Media Perbanyakan	1	Paket	300.000	300.000
Air bersih/ Air Kelapa	1	Paket	100.000	100.000
Label Produk	20	Lembar	5000	100.000
Tenaga Kerja	4	HOK	75.000	300.000
Total				**Rp.1.350.000**

Sumber : Data diolah 2026

Berdasarkan hasil perhitungan, total biaya tetap yang dibutuhkan dalam usaha Penjualan Pupuk Hayati ini sebesar Rp.158.333. Biaya variabel terdiri atas biaya produksi bakteri sebesar Rp.1.350.000

Total Biaya Produksi = Biaya Tetap + Biaya Variabel
= Rp.158.333 + Rp.1.350.000
= Rp.1.508.333

B. Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Kacang Panjang

Analisis kelayakan usaha dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan ekonomi budidaya kacang panjang dengan mempertimbangkan hasil produksi, total biaya produksi, penerimaan, pendapatan, serta indikator kelayakan berupa BEP unit, BEP harga, B/C Ratio, dan R/C Ratio. Dalam analisis ini, produksi diproyeksikan berdasarkan populasi 5.000 tanaman per 1.000 m² dengan rata-rata hasil sebesar 1,118 kg per tanaman, sehingga diperoleh total produksi sebesar 5.590 kg. Proyeksi produksi tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menghitung penerimaan, pendapatan, dan kelayakan usaha.

a. Total Biaya Produksi = Biaya Tetap + Biaya Variabel
= Rp.375.750 + Rp.5.220.875
= Rp.5.596.625

b. Penerimaan = Total Produksi x Harga Jual
= 5.590 kg x Rp.6000
= Rp.33.540.000

c. Pendapatan = Total Penerimaan - Total Biaya Produksi
= Rp.33.540.000 - Rp.5.596.625
= Rp.27.943.375

d. BEP Unit = Total BiayaProduksi / Harga Jual /kg
= Rp. 5.596.625 / 6000
= 932.6 kg

e. BEP Harga = Total Biaya Produksi / Jumlah Produksi
= Rp.5.596.625 / 5.590 kg
= Rp.1.001 / kg

f. B/C Ratio = Pendapatan / Total Biaya Produksi
= Rp.27.943.375 / 5.596.625
= 4,99

g. R/C Ratio = Total Penerimaan / Rp.Total Biaya Produksi
= Rp.33.540.000 / Rp.5.578.625
= 5,99

Berdasarkan hasil analisis kelayakan usaha budidaya kacang panjang pada luas lahan 1.000 m² dengan proyeksi produksi sebesar 5.590 kg dan harga jual Rp.6.000/kg, diperoleh penerimaan sebesar Rp.33.540.000. Setelah dikurangi total biaya produksi sebesar Rp.5.596.625, pendapatan yang diperoleh mencapai Rp.27.943.375 per siklus. Nilai BEP unit sebesar 932,77 kg atau dibulatkan menjadi

933 kg menunjukkan bahwa usaha harus menghasilkan minimal sekitar 933 kg kacang panjang agar seluruh biaya produksi dapat tertutupi. Sementara itu, BEP harga sebesar Rp.1.001/kg menunjukkan harga jual minimum agar usaha berada pada kondisi impas. Nilai tersebut jauh lebih rendah dibandingkan harga jual sebesar Rp.6.000/kg. Selanjutnya, nilai B/C Ratio sebesar 4,99 menunjukkan bahwa setiap Rp.1,00 biaya yang dikeluarkan mampu menghasilkan keuntungan bersih sebesar Rp.4,99, sedangkan R/C Ratio sebesar 5,99 menunjukkan bahwa setiap Rp.1,00 biaya yang dikeluarkan menghasilkan penerimaan sebesar Rp.5,99. Dengan nilai R/C Ratio lebih dari 1 dan B/C Ratio lebih dari 0 serta produksi aktual yang berada jauh di atas titik impas, maka usaha budidaya kacang panjang tersebut layak dan menguntungkan untuk dijalankan.

C. Analisis Kelayakan Finansial Penjual Pupuk Hayati

a) Penerimaan = Total Produk x Harga Jual
= 100 botol x Rp.20.000
= Rp.2.000.000

b) Pendapatan = Total Penerimaaan -Total Biaya Produksi
= Rp.2.000.000 - Rp.1.448.958
= Rp.551.042

c) BEP Unit = Biaya Tetap / (Harga Jual Per Kg- Biaya Variabel Per Kg)
= Rp.98.958 / (20.000 - 13.500)
= Rp.98.958 / Rp. 6.500
= 15,22 botol
= 16 botol

d) BEP Harga = Total Biaya Produksi /Jumlah Produksi
= Rp.1.448.958 / 100 botol
= Rp.14.490 / botol

e) B/C ratio = Pendapatan / Total Biaya
= Rp.551.042 / Rp. 1.448.958
= 0,38

f) R/C Ratio = Total Penerimaan / Total Biaya Produksi
= Rp.2.000.000 / 1.448.958
= 1,38

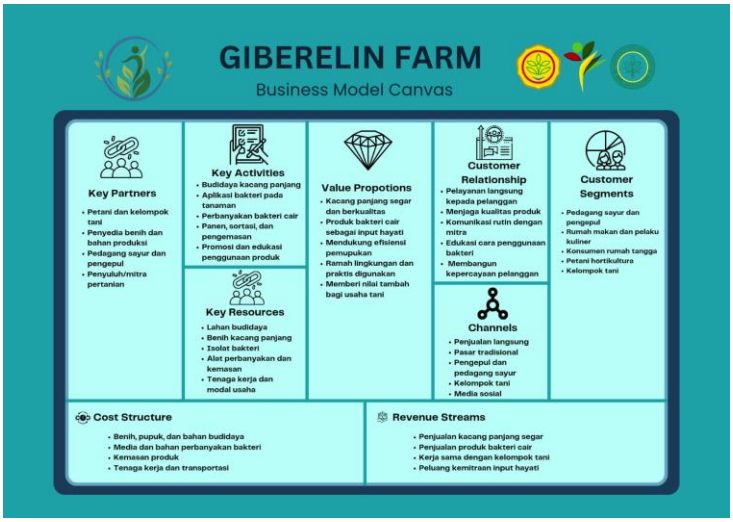
Berdasarkan hasil analisis kelayakan usaha, produksi sebanyak 100 botol dengan harga jual Rp.20.000 per botol menghasilkan total penerimaan sebesar Rp.2.000.000. Setelah dikurangi total biaya produksi sebesar Rp.1.448.958,

diperoleh pendapatan atau keuntungan sebesar Rp.551.042. Nilai BEP unit sebesar 15,22 botol atau dibulatkan menjadi 16 botol menunjukkan bahwa usaha harus menjual minimal 16 botol agar seluruh biaya yang dikeluarkan dapat tertutupi, sedangkan BEP harga sebesar Rp.14.490 per botol menunjukkan harga jual minimum agar usaha berada pada kondisi impas. Nilai B/C Ratio sebesar 0,38 berarti setiap Rp.1,00 biaya yang dikeluarkan mampu memberikan keuntungan bersih sebesar Rp.0,38, sedangkan nilai R/C Ratio sebesar 1,38 menunjukkan bahwa setiap Rp.1,00 biaya yang dikeluarkan menghasilkan penerimaan sebesar Rp.1,38. Dengan nilai R/C Ratio lebih dari 1 dan B/C Ratio lebih dari 0, serta jumlah produksi 100 botol yang jauh melebihi BEP unit sebesar 16 botol, maka usaha tersebut dinilai layak dan menguntungkan untuk dijalankan.

4.2.3.9 Pendekatan *Bisnis Model Canvas* (BMC)

Business Model Canvas (BMC) merupakan pendekatan yang digunakan untuk menggambarkan model bisnis secara ringkas, sistematis, dan mudah dipahami. Dalam business plan ini, BMC digunakan untuk menjelaskan rancangan usaha budidaya kacang panjang dan produksi bakteri menguntungkan cair, mulai dari segmen pelanggan, nilai produk yang ditawarkan, saluran pemasaran, hubungan dengan pelanggan, sumber pendapatan, sumber daya utama, kegiatan utama, mitra usaha, hingga struktur biaya. Pendekatan ini membantu pelaku usaha melihat gambaran usaha secara menyeluruh, sehingga setiap bagian usaha dapat direncanakan dan dijalankan secara lebih terarah.

Usaha ini tidak hanya berfokus pada penjualan kacang panjang segar, tetapi juga mengembangkan produk bakteri menguntungkan cair sebagai input hayati. Produk kacang panjang segar ditujukan untuk pedagang sayur, pengepul, pasar tradisional, rumah makan, dan konsumen rumah tangga. Sementara itu, produk bakteri menguntungkan cair ditujukan kepada petani, kelompok tani, kios pertanian, dan pelaku usaha hortikultura. Dengan adanya dua jenis produk tersebut, usaha memiliki nilai tambah karena mampu menghasilkan produk hortikultura sekaligus menyediakan bahan pendukung budidaya yang ramah lingkungan, praktis, dan berpotensi mendukung pertanian berkelanjutan.



Gambar 18. *Bisnis Model Canvas*

4.3 Pelaksanaan Diseminasi

Pelaksanaan diseminasi merupakan kegiatan penyebarluasan hasil penelitian kepada sasaran agar inovasi yang dihasilkan dapat dipahami dan berpotensi diterapkan. Hal ini sejalan dengan Wulandari *et al.* (2025) menyatakan bahwa diseminasi inovasi pertanian bertujuan menyampaikan informasi inovasi kepada pengguna, seperti petani, agar dapat dimanfaatkan. Pada penelitian ini, diseminasi difokuskan pada pemanfaatan bakteri menguntungkan seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* dalam budidaya kacang panjang untuk meningkatkan pengetahuan petani mengenai pertumbuhan tanaman, produktivitas, dan kelayakan usahanya.

Kegiatan diseminasi dilaksanakan melalui penyampaian materi, diskusi, dan penggunaan media pendukung seperti leaflet, dan bahan presentasi. Materi diseminasi meliputi pengertian bakteri menguntungkan, manfaat bakteri bagi tanaman, cara aplikasi, serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil. Penyampaian materi dilakukan secara sistematis dengan bahasa yang mudah dipahami oleh petani dan didukung media visual agar informasi lebih efektif diterima oleh sasaran. Melalui pelaksanaan diseminasi ini, petani diharapkan memperoleh tambahan pengetahuan mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan sebagai alternatif dan kombinasi dalam budidaya yang dapat mendukung produktiviitas dan efisiensi usaha khususnya pada tanaman kacang panjang.

4.3.1 Sasaran Diseminasi

Sasaran diseminasi ditetapkan berdasarkan kesesuaian dengan permasalahan penelitian, yaitu tingginya biaya usahatani dan menurunnya produksi tanaman kacang panjang. Kegiatan diseminasi dilaksanakan di Desa Pujon Kidul,

Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, dengan sasaran anggota Kelompok Tani Sari Agung 1 sebanyak 30 orang. Sasaran dipilih secara purposive karena memiliki keterkaitan dengan budidaya kacang panjang maupun tanaman hortikultura, baik yang pernah maupun belum pernah memanfaatkan bakteri menguntungkan. Menurut Nasir *et al*. (2024) menyatakan melalui kegiatan diseminasi ini, petani diharapkan memperoleh informasi mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan sebagai alternatif teknologi budidaya yang dapat membantu menekan biaya produksi, mendukung pertumbuhan tanaman, serta meningkatkan produktivitas kacang panjang.

Menurut Shaliza (2025), pemilihan sasaran juga didasarkan pada permasalahan yang sering dihadapi petani, yaitu kebutuhan pupuk yang cukup tinggi, penurunan kesuburan tanah, serta upaya peningkatan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Penggunaan input kimia secara terus-menerus tanpa diimbangi dengan perbaikan kondisi tanah dapat memengaruhi keseimbangan mikroba tanah dan kesehatan perakaran (Murnita dan Taher, 2021). Oleh karena itu, diperlukan alternatif teknologi budidaya yang lebih ramah lingkungan dan dapat mendukung efisiensi usaha tani.

Salah satu inovasi yang diperkenalkan melalui kegiatan diseminasi ini adalah pemanfaatan bakteri menguntungkan seperti *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens*. Ketiga bakteri tersebut berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman melalui peningkatan aktivitas perakaran, ketersediaan unsur hara, dan proses fisiologis tanaman. Dengan adanya kegiatan diseminasi, petani diharapkan memperoleh pengetahuan mengenai manfaat bakteri menguntungkan, cara aplikasi di sekitar perakaran, serta potensinya dalam meningkatkan pertumbuhan, produktivitas, dan efisiensi usaha budidaya kacang panjang.

4.3.2 Tujuan Diseminasi

Menurut Radhita *et al*. (2025), tujuan diseminasi pada aspek pengetahuan ditetapkan untuk mengetahui peningkatan pemahaman sasaran terhadap inovasi pemanfaatan bakteri menguntungkan dalam budidaya kacang panjang. Penetapan tujuan dilakukan menggunakan pendekatan ABCD, yaitu *Audience, Behavior, Condition,* dan *Degree*, agar tujuan yang dirumuskan lebih jelas, terarah, dan dapat diukur (Hayati dan Fitri, 2025). Aspek pengetahuan dipilih karena menjadi dasar awal bagi sasaran dalam memahami manfaat, prinsip kerja, teknik aplikasi, serta peluang penerapan bakteri menguntungkan sebagai inovasi budidaya kacang

panjang. Adapun rumusan tujuan diseminasi pada aspek pengetahuan berdasarkan pendekatan ABCD adalah sebagai berikut.

2. *Audience* atau sasaran : Dalam kegiatan diseminasi ini adalah anggota Kelompok Tani Sari Agung 1 sebanyak 30 orang yang memiliki keterkaitan dengan kegiatan budidaya tanaman kacang panjang maupun tanaman hortikultura.
3. *Behavior* atau perilaku : Setelah mengikuti kegiatan diseminasi, sasaran mampu menjelaskan pengertian bakteri menguntungkan, jenis bakteri yang digunakan, manfaat bakteri bagi tanaman, cara aplikasi di daerah perakaran, serta perannya dalam mendukung pertumbuhan, produktivitas, dan efisiensi usaha budidaya kacang panjang.
4. *Condition* atau kondisi : Kemampuan tersebut dicapai setelah sasaran mengikuti kegiatan diseminasi melalui penyampaian materi, diskusi, penggunaan media presentasi, serta media pendukung seperti leaflet dan Power Point. Materi yang disampaikan berisi hasil penelitian mengenai pemanfaatan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* pada tanaman kacang panjang. Penyampaian materi dilakukan secara sistematis dengan bahasa yang mudah dipahami agar sasaran dapat menerima informasi dengan baik.
5. *Degree* atau tingkatan : Keberhasilan diseminasi diukur melalui peningkatan pengetahuan sasaran berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test*. Sasaran dinyatakan mengalami peningkatan apabila nilai *post-test* lebih tinggi dibandingkan nilai *pre-test*. Tingkat pengetahuan kemudian dikategorikan menjadi baik, cukup, dan kurang sesuai skor evaluasi. Adapun *degree* atau tingkat capaian yang diharapkan dalam kegiatan diseminasi ini adalah 40% petani mengalami peningkatan pengetahuan terhadap pemanfaatan bakteri menguntungkan dalam budidaya kacang panjang.

Berdasarkan komponen ABCD, tujuan diseminasi pada aspek pengetahuan adalah agar 30 anggota Kelompok Tani Sari Agung 1 mampu memahami pemanfaatan bakteri menguntungkan, yaitu *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* dalam budidaya kacang panjang. Sasaran diharapkan dapat memahami manfaat, cara aplikasi, serta peran bakteri dalam mendukung pertumbuhan, produktivitas, dan efisiensi biaya usahatani.

4.3.3 Materi Diseminasi

Materi diseminasi disusun berdasarkan hasil penelitian mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan pada budidaya kacang panjang. Penyusunannya mempertimbangkan kebutuhan, karakteristik, tingkat pengetahuan awal, serta permasalahan yang dihadapi anggota Kelompok Tani Sari Agung 1. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa petani telah mengenal penggunaan pupuk anorganik, tetapi masih memerlukan informasi mengenai pemanfaatan bakteri sebagai pupuk hayati untuk mendukung efisiensi penggunaan pupuk NPK. Materi yang sesuai dengan kebutuhan sasaran diharapkan dapat mempermudah penyampaian informasi dan meningkatkan peluang diterimanya inovasi (Bachtiar *et al.,* 2025).

Materi yang diberikan mencakup pengertian pupuk hayati serta peran *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* dalam mendukung pertumbuhan tanaman. *Bacillus subtilis* berperan dalam memperbaiki kondisi rizosfer, meningkatkan ketersediaan hara, dan menjaga kesehatan akar. *Azospirillum* sp. membantu fiksasi nitrogen serta menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IAA, sedangkan *Pseudomonas fluorescens* berperan dalam melarutkan fosfat dan menjaga keseimbangan mikroorganisme di sekitar perakaran. Halil *et al*., (2021) menjelaskan bahwa materi penyuluhan perlu diarahkan agar sasaran memahami penggunaan bakteri menguntungkan sebagai alternatif teknologi budidaya yang ramah lingkungan.

Selain menjelaskan fungsi masing-masing bakteri, materi diseminasi juga memuat proses pembuatan dan perbanyakan pupuk hayati. Tahapan yang disampaikan meliputi persiapan alat dan bahan, pembuatan media cair, pengaturan pH, sterilisasi, penambahan inokulan, fermentasi, serta teknik pengaplikasian pupuk hayati di sekitar perakaran. Peserta juga memperoleh penjelasan mengenai konsentrasi pupuk NPK, waktu aplikasi, dan pemeliharaan tanaman setelah perlakuan diberikan. Penyampaian materi secara bertahap bertujuan agar peserta memahami konsep dasar sebelum mempraktikkan pembuatan dan penggunaan pupuk hayati.

Materi diseminasi turut memuat hasil penelitian mengenai pengaruh kombinasi jenis bakteri dan konsentrasi NPK terhadap jumlah daun, jumlah cabang, panjang polong, berat polong, produktivitas, dan kelayakan usaha kacang panjang. Kombinasi *Bacillus subtilis* dan pupuk NPK 75% menghasilkan capaian produktivitas paling tinggi sehingga digunakan sebagai salah satu dasar penyusunan materi.

Materi dirancang sesuai dengan prinsip pembelajaran orang dewasa karena bersifat praktis, relevan, dan dapat diterapkan secara langsung. Melalui kegiatan tersebut, petani diharapkan mampu meningkatkan pengetahuan dan mempertimbangkan penggunaan bakteri menguntungkan sebagai inovasi budidaya yang lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan.

4.3.4 Media Diseminasi

Media yang digunakan dalam kegiatan diseminasi meliputi *leaflet,* PowerPoint, dan benda sesungguhnya bahan aplikasi bakteri. Leaflet berfungsi sebagai media informasi singkat yang dapat dibawa pulang peserta, sedangkan PowerPoint membantu penyampaian materi secara visual. Hal tersebut dinyatakan Rihi (2024) bahwa media disusun dengan bahasa sederhana, gambar jelas, dan informasi ringkas agar mudah dipahami petani. Dengan pemilihan media yang tepat, informasi mengenai inovasi budidaya kacang panjang berbasis bakteri menguntungkan dapat tersampaikan lebih efektif dan mendukung peningkatan pengetahuan sasaran (Wibowo *et al*., 2023).

Menurut Wulandari (2023), media *leaflet* dan benda sesungguhnya digunakan sebagai media pendukung dalam kegiatan diseminasi pemanfaatan bakteri menguntungkan pada budidaya kacang panjang. *Leaflet* bermanfaat sebagai media informasi singkat yang memuat poin penting, seperti jenis bakteri, manfaat, cara aplikasi, serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman, sehingga dapat dibaca kembali oleh petani setelah kegiatan selesai (Lestari *et al.*, 2021). Sementara itu, benda sesungguhnya digunakan untuk memperlihatkan secara langsung hasil pupuk hayati kepada peserta.

4.3.5 Metode Diseminasi

Menurut Akhayar *et al.* (2022) menjelaskan metode diseminasi merupakan cara penyampaian informasi, hasil penelitian, dan inovasi teknologi kepada sasaran agar dapat dipahami dan berpotensi diterapkan di lapangan. Pada penelitian ini, metode diseminasi diarahkan untuk meningkatkan pengetahuan petani mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan dalam budidaya kacang panjang. Metode yang digunakan meliputi ceramah, diskusi, dan demonstrasi cara. Tafonao *et al.*, (2025) menjelaskan bahwa ceramah adalah metode yang digunakan untuk menyampaikan materi secara terstruktur mengenai pengertian, manfaat, cara aplikasi, dan cara perbanyakan bakteri, sedangkan diskusi dan demonstrasi cara digunakan untuk meningkatkan keterlibatan peserta serta memberikan gambaran praktis mengenai penerapan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas*

fluorescens dalam mendukung pertumbuhan tanaman, produktivitas, dan efisiensi biaya usahatani.

Metode diseminasi merupakan pendekatan yang digunakan untuk menyampaikan informasi dan hasil penelitian kepada sasaran agar materi dapat dipahami serta dimanfaatkan dengan baik. Pemilihan metode dalam kegiatan ini mempertimbangkan karakteristik anggota Kelompok Tani Sari Agung 1, materi yang disampaikan, dan tujuan diseminasi yang telah ditetapkan. Metode yang digunakan meliputi ceramah, diskusi, dan demonstrasi cara. Ketiga metode tersebut dipadukan untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman sasaran mengenai pemanfaatan bakteri *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* dalam mendukung efisiensi penggunaan pupuk NPK pada budidaya kacang panjang.

Kegiatan diseminasi diawali dengan metode ceramah untuk memberikan pengetahuan dasar mengenai fungsi bakteri di daerah perakaran, mekanisme kerja masing-masing jenis bakteri, serta manfaatnya terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang panjang. Materi juga mencakup penggunaan pupuk NPK secara efisien, proses pembuatan pupuk hayati, serta cara pengaplikasiannya pada tanaman. Penyampaian materi dilakukan secara sistematis menggunakan media PowerPoint dan *leaflet* agar informasi lebih mudah diterima dan dipahami oleh sasaran.

Setelah penyampaian materi, kegiatan dilanjutkan dengan metode diskusi sebagai bentuk komunikasi dua arah antara penyuluh dan peserta. Melalui diskusi, peserta diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan, menyampaikan pengalaman, serta mengemukakan kendala yang dihadapi dalam penggunaan pupuk dan pengelolaan budidaya kacang panjang. Kegiatan ini membantu penyuluh mengetahui tingkat pemahaman dan kebutuhan informasi peserta sehingga penjelasan dapat disesuaikan dengan kondisi yang mereka hadapi.

Kegiatan diseminasi dilaksanakan melalui metode ceramah, diskusi, dan demonstrasi cara secara terpadu. Ceramah digunakan untuk menyampaikan informasi dasar, diskusi membuka kesempatan bagi peserta untuk bertanya dan berbagi pengalaman, sedangkan demonstrasi memberikan gambaran langsung mengenai pembuatan serta pengaplikasian pupuk hayati. Kombinasi metode tersebut dapat menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan memudahkan peserta memahami penerapan bakteri bermanfaat dalam budidaya kacang panjang (Ramadhana *et al.* 2021).

Evaluasi kegiatan diseminasi dilakukan secara kuantitatif menggunakan pendekatan *pre-test* dan *post-test*. *Pre-test* diberikan sebelum penyampaian materi untuk mengetahui tingkat pengetahuan awal peserta mengenai peran bakteri *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* dalam budidaya kacang panjang. Selanjutnya, *post-test* diberikan setelah kegiatan diseminasi selesai untuk mengetahui perubahan tingkat pengetahuan peserta setelah mengikuti kegiatan ceramah, diskusi, dan demonstrasi cara dengan dukungan media PowerPoint dan *leaflet*. Perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* digunakan sebagai dasar untuk menilai tingkat peningkatan pengetahuan dan efektivitas kegiatan diseminasi yang telah dilaksanakan.

4.3.6 Pelaksanaan Diseminasi

Menurut Halil *et al.* (2021) menjelaskan bahwa pelaksanaan diseminasi merupakan tahap penerapan rancangan kegiatan yang telah disusun berdasarkan sasaran, tujuan, materi, media, metode, dan evaluasi. Kegiatan diseminasi mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan dalam budidaya kacang panjang dilaksanakan dalam satu kali pertemuan pada tanggal 28 Juni 2026, pukul 15.00-18.00 WIB, di Kelompok Tani Sari Agung 1, Desa Pujon Kidul, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang.

Sasaran kegiatan adalah 30 orang anggota kelompok tani. Kegiatan ini diarahkan untuk meningkatkan pengetahuan petani mengenai pemanfaatan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* dalam mendukung pertumbuhan tanaman, produktivitas, efisiensi biaya usahatani, serta cara aplikasi dan perbanyakan bakteri.

Sebelum kegiatan dilaksanakan, dilakukan tahap persiapan melalui koordinasi dengan penyuluh pertanian, pengurus kelompok tani, dan pihak lokasi kegiatan. Koordinasi tersebut bertujuan untuk menentukan waktu, tempat, jumlah peserta, kesiapan sarana, serta teknis pelaksanaan agar kegiatan berjalan tertib dan sistematis. Selain itu, disiapkan administrasi kegiatan berupa lembar persiapan menyuluh (LPM), sinopsis materi, daftar hadir peserta, berita acara, dokumentasi, serta instrumen evaluasi berupa soal *pre-test* dan *post-test*. Media pendukung yang digunakan meliputi leaflet dan benda sesungguhnya.

Kegiatan diseminasi diawali dengan pembukaan, pengisian daftar hadir, serta penyampaian maksud dan tujuan kegiatan kepada peserta. Sebelum materi diberikan, peserta terlebih dahulu mengerjakan *pre-test* untuk mengetahui tingkat pengetahuan awal mengenai bakteri menguntungkan, manfaat, cara aplikasi, dan

cara perbanyakannya. Selanjutnya, materi disampaikan melalui metode ceramah dengan bantuan PowerPoint dan leaflet, kemudian dilanjutkan dengan diskusi untuk memberikan kesempatan kepada peserta menyampaikan pertanyaan, pengalaman, kendala, dan tanggapan terkait budidaya kacang panjang di lapangan.

4.3.7 Evaluasi Diseminasi

Menurut Irawan *et al.* (2024), evaluasi diseminasi merupakan kegiatan pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan diseminasi dalam meningkatkan pengetahuan sasaran terhadap materi yang disampaikan. Pada penelitian ini, evaluasi difokuskan pada aspek pengetahuan karena kegiatan diseminasi bertujuan untuk meningkatkan pemahaman petani mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan, yaitu *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* dalam budidaya kacang panjang. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil *pre-test* dan *post-test* sehingga dapat diketahui perubahan tingkat pengetahuan sasaran sebelum dan sesudah mengikuti kegiatan diseminasi (Wahyuddin *et al.*, 2022).

Evaluasi bertujuan untuk mengetahui tingkat pengetahuan awal sasaran, mengukur peningkatan pengetahuan setelah kegiatan diseminasi, membandingkan hasil *pre-test* dan *post-test*, serta menilai efektivitas materi, media, dan metode yang digunakan. Evaluasi dilaksanakan pada 30 anggota Kelompok Tani Sari Agung 1 di Desa Pujon Kidul, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, yang dipilih karena memiliki keterkaitan dengan budidaya kacang panjang dan tanaman hortikultura sehingga berpotensi menerapkan teknologi yang disampaikan. Metode yang digunakan berupa evaluasi kuantitatif melalui pendekatan *pre-test* dan *post-test*; *pre-test* diberikan sebelum penyampaian materi untuk mengukur pengetahuan awal, sedangkan *post-test* diberikan setelah kegiatan untuk mengetahui perubahan pengetahuan sasaran (Syaefullah *et al.* 2024). Materi disampaikan melalui ceramah, diskusi, demonstrasi cara, serta penggunaan media PowerPoint dan leaflet Syaefullah *et al.* (2024). Instrumen evaluasi berupa kuesioner pilihan ganda yang disusun berdasarkan ranah kognitif, meliputi kemampuan mengingat, memahami, dan menerapkan, dengan indikator mengenai pengertian bakteri menguntungkan, jenis dan manfaat *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., serta *Pseudomonas fluorescens*, cara aplikasi dan perbanyakan bakteri, serta perannya dalam mendukung pertumbuhan, produktivitas, dan efisiensi biaya usahatani kacang panjang.

4.3.8 Uji Validitas dan Reabilitas Instrumen

Uji validitas instrumen dilakukan untuk mengetahui ketepatan setiap butir soal dalam mengukur aspek pengetahuan sasaran mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan pada budidaya kacang panjang. Instrumen yang diuji berupa kuesioner pilihan ganda yang digunakan dalam kegiatan *pre-test* dan *post-test*. Pengujian validitas dilakukan menggunakan bantuan program SPSS melalui korelasi antara skor setiap butir soal dengan skor total. Kriteria pengambilan keputusan yaitu butir soal dinyatakan valid apabila nilai r hitung lebih besar daripada r tabel.

Tabel 21. Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Pertanyaan	R-Hitung	R-Total	Signifikasi	Keterangan	Cronbach Alpha
Soal 1	0,384	0,361	0.036	Valid	0,715
Soal 2	0,390	0,361	0.033	Valid	0,715
Soal 3	0,366	0,361	0,046	Valid	0,715
Soal 4	0,496	0,361	0,005	Valid	0,715
Soal 5	0,459	0,361	0,011	Valid	0,715
Soal 6	0,504	0,361	0,005	Valid	0,715
Soal 7	0,496	0,361	0,005	Valid	0,715
Soal 8	0,367	0,361	0,046	Valid	0,715
Soal 9	0,534	0,361	0,002	Valid	0,715
Soal 10	0,490	0,361	0,006	Valid	0,715
Soal 11	0,375	0,361	0,041	Valid	0,715
Soal 12	0,385	0,361	0,036	Valid	0,715
Soal 13	0,438	0,361	0,016	Valid	0,715
Soal 14	0,417	0,361	0,009	Valid	0,715
Soal 15	0,403	0,361	0,027	Valid	0,715
Soal 16	0,459	0,361	0,011	Valid	0,715
Soal 17	0,402	0,361	0,028	Valid	0,715
Soal 18	0,369	0,361	0,044	Valid	0,715
Soal 19	0,389	0,361	0,034	Valid	0,715
Soal 20	0,375	0,361	0,041	Valid	0,715

Sumber Data Diolah 2026

Berdasarkan hasil uji validitas, seluruh butir soal memiliki nilai r hitung lebih besar dari r tabel sebesar 0,361. Selain itu, seluruh nilai signifikansi berada di bawah 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa 20 butir soal pada aspek pengetahuan dinyatakan valid. Dengan demikian, seluruh butir soal layak digunakan sebagai instrumen evaluasi *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur pengetahuan sasaran mengenai pemanfaatan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* dalam budidaya kacang panjang.

Uji reliabilitas instrumen dilakukan untuk mengetahui tingkat konsistensi kuesioner dalam mengukur pengetahuan sasaran. Pengujian reliabilitas dilakukan terhadap 20 butir soal yang telah dinyatakan valid. Uji reliabilitas dianalisis menggunakan metode Cronbach's Alpha dengan bantuan program SPSS.

Instrumen dinyatakan reliabel apabila nilai Cronbach's Alpha memenuhi kriteria reliabilitas yang digunakan.

Berdasarkan hasil uji reliabilitas, diperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,715. Nilai tersebut menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang baik, sehingga kuesioner dinyatakan konsisten dan layak digunakan sebagai alat ukur evaluasi diseminasi. Dengan demikian, instrumen evaluasi dapat digunakan untuk mengetahui peningkatan pengetahuan sasaran sebelum dan sesudah kegiatan diseminasi mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan dalam budidaya kacang panjang.

4.3.9 Hasil Evaluasi Diseminasi

Evaluasi diseminasi pada aspek pengetahuan dilakukan terhadap 30 orang responden yang mengikuti kegiatan diseminasi mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan dalam budidaya kacang panjang. Evaluasi dilakukan melalui pemberian *pre-test* sebelum penyampaian materi dan *post-test* setelah kegiatan selesai. Instrumen yang digunakan berupa soal pilihan ganda dengan skor 1 untuk jawaban benar dan skor 0 untuk jawaban salah (Romadi *et al.,* 2025). Hasil *pre-test* dan *post-test* digunakan untuk mengetahui perubahan tingkat pengetahuan sasaran setelah menerima materi, media, diskusi, dan demonstrasi cara mengenai pemanfaatan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens*.

Menurut Niruri *et al.* (2023), penilaian tingkat pengetahuan digunakan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman sasaran sebelum dan sesudah mengikuti kegiatan diseminasi, sehingga efektivitas kegiatan dapat dinilai secara objektif. Materi yang dievaluasi meliputi pengertian bakteri menguntungkan, jenis dan manfaat bakteri, cara aplikasi, cara perbanyakan bakteri, serta perannya dalam mendukung pertumbuhan, produktivitas, dan efisiensi biaya usahatani kacang panjang. Dengan menggunakan instrumen yang valid dan reliabel, hasil evaluasi dapat menjadi dasar untuk menilai keberhasilan diseminasi serta memberikan masukan bagi pelaksanaan kegiatan serupa di masa mendatang.

Penilaian tingkat pengetahuan merupakan bagian penting dalam mengetahui keberhasilan kegiatan diseminasi. Evaluasi ini digunakan untuk melihat perubahan pemahaman sasaran sebelum dan sesudah menerima materi mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan dalam budidaya kacang panjang. Dalam penelitian ini, evaluasi dilakukan menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test* dengan skala Guttman, yaitu skor 1 untuk jawaban benar dan skor 0 untuk jawaban

salah. Jumlah responden sebanyak 30 orang dengan 20 butir pertanyaan, sehingga skor maksimum yang dapat diperoleh adalah 600.

Skor maksimum = 1 × 20 pertanyaan × 30 sasaran= 600

Skor minimum = 0 × 20 pertanyaan × 30 sasaran = 0

Skor yang didapat pada *pre-test* = 299

Median = (nilai maksimum - nilai minimum) / 2 + nilai minimum = 300

Kuadran 1 = (nilai minimum + median) / 2 = 150

Kuadran 2 = (nilai maksimum + median) / 2 = 450

Berdasarkan hasil *pre-test*, diperoleh skor sebesar 299 dari skor maksimum 600. Persentase tingkat pengetahuan sasaran sebelum kegiatan diseminasi dihitung sebagai berikut:

Persentase skor *pre-test* = total skor / skor maksimum × 100%

= 299 / 600 × 100%= 49,8%

Berdasarkan hasil tersebut, tingkat pengetahuan sasaran sebelum kegiatan diseminasi berada pada kategori cukup. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian petani telah memiliki pengetahuan awal mengenai bakteri menguntungkan, namun pemahaman tersebut masih perlu ditingkatkan, terutama pada aspek manfaat, cara aplikasi, cara perbanyakan bakteri, serta perannya dalam mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang panjang.

Setelah kegiatan diseminasi dilaksanakan, sasaran diberikan *post-test* untuk mengetahui perubahan pengetahuan setelah menerima materi, diskusi, media leaflet dan PowerPoint, serta demonstrasi cara. Adapun hasil evaluasi *post-test* dihitung sebagai berikut:

Skor maksimum = 1 × 20 pertanyaan × 30 sasaran = 600

Skor minimum = 0 × 20 pertanyaan × 30 sasaran = 0

Skor yang didapat pada *post-test* = 518

Median = (nilai maksimum - nilai minimum) / 2 + nilai minimum = 300

Kuadran 1 = (nilai minimum + median) / 2 = 150

Kuadran 2 = (nilai maksimum + median) / 2 = 450

Persentase skor *post-test* = total skor / skor maksimum × 100%

= 518 / 600 × 100%= 86,3%

Berdasarkan hasil *post-test*, tingkat pengetahuan sasaran setelah kegiatan diseminasi berada pada kategori sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penyampaian materi mengenai pemanfaatan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens* dapat diterima dengan baik oleh sasaran.

Peningkatan pengetahuan sasaran dihitung dengan membandingkan persentase *post-test* dan *pre-test* sebagai berikut:

Peningkatan pengetahuan = persentase *post-test* - persentase *pre-test*

= 86,3% - 49,8%= 36,5%

Peningkatan pengetahuan sebesar 36,5% termasuk dalam kategori rendah berdasarkan skala pengukuran peningkatan pengetahuan, yaitu 21-40% kategori rendah, 41-60% kategori cukup, 61-80% kategori tinggi, dan 81-100% kategori sangat tinggi (Distya dan Virginia, 2024). Meskipun berada pada kategori rendah, hasil tersebut tetap menunjukkan adanya perubahan positif setelah kegiatan diseminasi dilakukan. Hal ini berarti bahwa materi, metode, dan media yang digunakan dalam kegiatan diseminasi mampu membantu sasaran memahami informasi mengenai pemanfaatan bakteri menguntungkan dalam budidaya kacang panjang. Dengan demikian, skala pengukuran tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk menilai tingkat efektivitas kegiatan diseminasi dalam meningkatkan pengetahuan petani.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Aplikasi *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* memberikan respons yang berbeda terhadap jumlah daun, jumlah cabang, berat polong, dan produktivitas tanaman kacang panjang. *Bacillus subtilis* secara konsisten memberikan respons terbaik pada jumlah daun dan jumlah cabang. Pada parameter panjang polong, perlakuan bakteri tidak menunjukkan perbedaan nyata, meskipun secara deskriptif *Pseudomonas fluorescens*. *Bacillus subtilis* menghasilkan berat polong tertinggi, sedangkan kombinasi *Bacillus subtilis* dan NPK 75% (B1K3) menghasilkan produktivitas tertinggi secara deskriptif, yaitu 5.590 kg/1.000 m²
2. Hasil analisis kelayakan usaha menunjukkan bahwa budidaya kacang panjang dengan aplikasi bakteri *Bacillus subtilis, Azospirillum sp.,* dan *Pseudomonas fluorescens* layak diterapkan secara ekonomi, dengan perlakuan B1K3 (*Bacillus subtilis* + NPK 75%) sebagai yang terbaik. Pada skala 1.000 m², B1K3 menghasilkan produksi 5.590 kg dengan HPP Rp1.318 per kg. Produksi tersebut juga berada jauh di atas titik impas (BEP 1.228 kg). Dan Mendapatkan nilai R/C ratio 4,55 dan B/C ratio 3,55.
3. Kegiatan diseminasi inovasi pemanfaatan bakteri *Bacillus subtilis, Azospirillum sp.,* dan *Pseudomonas fluorescens* pada budidaya kacang panjang. Kegiatan ini menyasar 30 anggota Kelompok Tani Sari Agung 1 di Desa Pujon Kidul, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, menggunakan metode ceramah, dan diskusi, dengan media PowerPoint serta *leaflet*. Dan menunjukan hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pengetahuan sasaran dari 49,8% (*pre-test)* menjadi 86,3% (*post-test*), atau naik sebesar 36,5%. Dengan demikian, diseminasi ini terbukti efektif meningkatkan pengetahuan petani.

5.2 Saran

1. Bagi pengusaha agribisnis pertanian, dapat menerapkan kombinasi perlakuan B1K3, yaitu aplikasi bakteri *Bacillus subtilis* dengan konsentrasi NPK 75%, dalam budidaya kacang panjang skala usaha karena terbukti memberikan produktivitas tertinggi serta kelayakan usaha yang menguntungkan, ditunjukkan oleh nilai R/C ratio dan B/C ratio yang tinggi. Selain itu, dapat memperhitungkan efisiensi biaya produksi, khususnya penggunaan bakteri dan pupuk NPK pada dosis yang tepat.

2. Bagi pemangku kebijakan, disarankan mendorong program penyediaan dan pelatihan mengenai bakteri (*Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.*, dan *Pseudomonas fluorescens*) sebagai alternatif pupuk hayati bagi petani, yang dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bakteri dapat menekan kebutuhan NPK hingga 25% tanpa menurunkan produktivitas secara signifikan. Kebijakan tersebut diharapkan dapat membantu mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk kimia, dan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan kacang panjang.
3. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan melakukan penelitian lanjutan mengenai interaksi berbagai jenis bakteri dan jenis pupuk tunggal pada komoditas hortikultura lain maupun pada kondisi lahan, musim, dan tingkat kesuburan tanah yang berbeda. Penelitian juga dapat dikembangkan dengan mengkaji dosis, metode, dan waktu aplikasi bakteri yang lebih spesifik agar diperoleh teknik aplikasi yang paling efektif. Selain itu, perlu dilakukan pengamatan terhadap populasi bakteri di daerah perakaran, kandungan unsur hara tanah, perkembangan akar, serta kondisi lingkungan selama penelitian untuk memperjelas mekanisme kerja bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

Aadilah, Y. S., Isyanto, A. Y., dan Aziz, S. (2024). Analisis finansial budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Studi kasus pada CV Cahaya Baru Lestari di Kecamatan Ngaras Kabupaten Pesisir Barat). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh, 11*(2), 883-891.

Abbas, Z. R., Al-Ezee, A. M., Al-Shandah, B. T., dan Shafeeq, M. A. (2025). *Using Azospirillum bacteria isolated from soil as bioremediation agent in wastewater contaminated with cadmium in Iraq. Nature Environment and Pollution Technology, 24*(1), Article D1670.

Afrina, N. Y., dan Frisella, E. (2024). Pengaruh konsentrasi dan interval waktu aplikasi pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. *Jurnal Agrida: Jurnal Ilmiah Pertanian, 4*(2), 57-62.

Agbodjato, N. A., dan Babalola, O. O. (2024). Promoting sustainable agriculture by exploiting plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) to improve maize and cowpea crops. *PeerJ, 12*, e16836.

Agbodjato, N. A., dan Babalola, O. O. (2024). *Promoting Sustainable Agriculture By Exploiting Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (Pgpr) To Improve Maize And Cowpea Crops. Peerj*, *12*(4), 1-34.

Agroteknologi, P. S., dan Petulai, U. P. (2022). Efektivitas tinggi rendah lanjaran terhadap pertumbuhan dan hasil buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) tipe merambat. *Jurnal Agro Silampari, 11*(1), 11–1.

Agu, Y. P. E. S., Nik, N., Son, A. L., Sumantra, I. K., Widnyana, I. K., dan Saraswati, P. S. (2024). Optimalisasi pengelolaan lahan kering melalui pendekatan agroekologi di Desa Nunbena. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Bahasa Asing Universitas Mahasaraswati Denpasar (SENADIBA) 2024*.

Agung S, S. M. (2025). Analisis prospek usaha tanaman hias Kota Mataram (Studi kasus UD. Yuka Collection). *Jurnal Sosial Ekonomi dan Humaniora, 8*(4), 511-516.

Agusnur, A. (2025). Peran mikroba tanah dalam meningkatkan ketahanan tanaman sayuran. *Jurnal Budidaya Pertanian, 1*(1), 22-29.

Agusta, A., Faisalma, M. W., dan Pramana, O. (2023). Optimization of *Bacillus subtilis* as bio-coating agents to improve the quality and viability of sweet corn seeds (*Zea mays saccharata* Sturt.). *Tropical Microbiome, 1*(1), 13-24.

Ahmad, Y., Syam, R. C., Nurazizah, A., Maylania, N., Irwan, N. A., Dwiadirah, N. H., Wahyuni, K., Maulana, F., dan Rachmat, M. (2022). Penyuluhan pemilahan sampah untuk meningkatkan pengetahuan kader di Desa Sanrobone, Sulawesi Selatan. *Jurnal Abmas Negeri (JAGRI), 3*(1), 62-69.

Akhyar, H., Mariyani, D., Rahayu, S., dan Ali, M. (2022). Diseminasi penerapan teknologi audio on demand melalui podcast sebagai media informasi di era industri 4.0. *Jurnal Abdi Insani, 9*(3), 800–809.

Albayani, M. G., Kastono, D., Rogomulyo, R., dan Widyawan, M. H. (2022). Pengaruh frekuensi aplikasi pupuk hayati *Bacillus* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil enam kultivar wortel (*Daucus carota* L.) di lahan pasir pantai. *Vegetalika, 11*(1), 27-38.

Alfarizi, S., dan Ningrum, P. P. A. (2024). Dampak keberadaan Koperasi Unit Desa

Sejahtera terhadap kondisi sosial ekonomi anggota KUD Sejahtera di Kabupaten Musi Banyuasin. *Societa: Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis, 13*(2), 57-63.

Mulianti, S., Putri Amalia, A., Djarwatiningsih, dan Retno Moeljani, I. (2024). Pengaruh pupuk bokashi kotoran sapi dan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *RADIKULA: Jurnal Ilmu Pertanian, 3*(1), 16-27.

Amir, B. (2021). Efektivitas pemberian pupuk urea dengan dosis dan interval waktu berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tunggak (*Vigna unguiculata* L.). *Dewantara Journal of Technology, 1*(2), 12-17

Andriani, D., Izwar, Irawan, J., Putri, N. K., dan Marzati. (2025). Respon pertumbuhan dan hasil dua varietas kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) dengan berbagai konsentrasi biosaka. *Agrofarm: Jurnal Agroteknologi, 4*(1), 8-16.

April, N., Citangkil, K., Cilegon, K., dan Rohmah, V. S. (2025). Sistem budidaya dan penanganan pascapanen kacang panjang di Kecamatan Citangkil, Kota Cilegon. *GABBAH: Jurnal Pertanian dan Perternakan, 2*(3), 37-42.

Apriliya, K. P.dan Pasaribu I. (2025). Populasi bakteri tanah pada berbagai rizofer tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) di Sumatra Utara. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA), 7*(1), 154-160.

Arinong, A. R., Nispasari, N., Wahab, A., & Nurcholis, J. (2021). Aplikasi *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) akar tumbuhan putri malu terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Agrisistem, 17*(1), 10-18.

Ariyanti, M., Maxiselly, Y., dan Soleh, M. A. (2020). Pengaruh aplikasi air kelapa sebagai zat pengatur tumbuh alami terhadap pertumbuhan kina (*Cinchona ledgeriana* Moens) setelah pembentukan batang di daerah marjinal. *Agrosintesa Jurnal Ilmu Budidaya Pertanian, 3*(1), 12-23.

Astiko, W. J., Kusumawati, N. N. C., dan Witariadi, N. M. (2025). Pertumbuhan generatif *Asystasia gangetica* (L.) subsp. *micrantha* yang ditanam pada jenis tanah dan tingkat naungan berbeda. *Jurnal Peternakan Tropika, 13*(1), 194-209.

Aulia, B. K., Hemon, A. F., dan Sudika, I. W. (2025). Karakter kuantitatif dan heritabilitas beberapa genotipe kacang tanah yang ditanam dalam pola baris ganda dengan bawang merah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek, 4*(2), 639-648.

Awami, S. N., Kafil, A., Widiyani, A., dan Subantoro, R. (2024). Analisis kelayakan usahatani padi varietas Inpari 32 di Kelompok Tani Mardi Lestari Desa Bungo Kecamatan Wedung Kabupaten Demak. *Journal of Agribusiness, Social and Economic, 4*(1), 11-20.

Ayumnuazmi, R., Fauzi, M. T., Suwardji, Sudharmawan, A. A. K., Sjah, T., Wangiyana, W., dan Mulyati. (2025). Potensi *plant growth promoting rhizobacteria* akar putri malu sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan produktifitas kacang hijau. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek, 4*(2), 364-369.

Bachtiar, E. E., Unde, A. A., dan Bahfiarti, T. (2025). Strategi komunikasi persuasif penyuluh pertanian dalam pemanfaatan media internet untuk diseminasi

informasi pada kelompok wanita tani (KWT) di Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Triton, 16*(1), 15-26.

Backer, R., Rokem, J. S., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., Subramanian, S., dan Smith, D. L. (2018). Plant growth-promoting rhizobacteria: Context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science, 9*, Article 1473.

Bagus, I., Saleh, Y., dan Bakari, Y. (2022). Evaluasi kinerja penyuluh pertanian di Kecamatan Telaga Kabupaten Gorontalo. *AGRINESIA: Jurnal Ilmiah Agribisnis, 6*(3), 198-205.

Baharudin, R. M., Goenawan, M., dan Aji, D. (2022). Business model canvas dalam rangka pemberdayaan masyarakat dan usaha kecil menengah. *Jurnal Bina Desa, 4*(1), 48-56.

Bambang B.S dan Jayaputra, I. K. D. J. (2026). Dinamika perakaran kakao (*Theobroma cacao* L.): Tinjauan fisiologis, agronomis, dan pengelolaan kebun.*Jurnal Triton*, 133-142.

Bangkit R.S. dan Ahsan, M. (2021). Implementasi strategi pengembangan bisnis dengan business model canvas. *Jurnal Manajemen dan Inovasi (MANOVA), 4*(2), 51-61.

Bayu, dan Endang. (2021). *Buku ajar teknologi pemupukan ramah lingkungan*. Pusat Pendidikan Pertanian, Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian. Kementerian Pertanian.

Bertham, Y. H., Gonggo, B. M., dan Utami, K. (2022). Peningkatan pengetahuan masyarakat dalam pemberian pupuk organik dan anorganik untuk produktivitas tanaman. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri), 6*(4), 2961–2972.

Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2025). *Produksi tanaman sayuran dan buah-buahan semusim menurut jenis tanaman di Provinsi Jawa Timur, 2024.*

Budiyanti, A. E., Hemon, A. F., dan Farida, N. (2025). Komponen dan daya hasil empat varietas kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) yang diberi *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek, 4*(1), 9-16.

Bunga, M., Rozi, S., dan Rodhiyah, Z. (2021). Tukey HSD post hoc test untuk perbandingan karakteristik lingkungan dan sumber daya provinsi-provinsi di Indonesia. *Jurnal Engineering, 3*(2), 80-91.

Candra, I. A. (2025). Pemanfaatan bakteri *Bacillus* sp. pada sektor pertanian. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA), 7*(1), 178-184.

Candraningtyas, C. F., dan Indrawan, M. (2023). Analisis efektivitas penggunaan *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) untuk peningkatan pertanian berkelanjutan. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan, 10*(2), 88-99.

Chairiyah, N., Murtilaksono, A., Adiwena, M., dan Fratama, R. (2022). Pengaruh dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) di tanah marginal. *Jurnal Ilmiah Respati, 13*(1), 1-8.

Chapman, E., Pantoja, T., Kuchenmüller, T., Sharma, T., dan Terry, R. F. (2021). Assessing the impact of knowledge communication and dissemination strategies targeted at health policy-makers and managers: An overview of systematic reviews. *Health Research Policy and Systems, 19*, Article 140.

Codjo, A. E., Aide, E. S., Honfo, H., dan Glèlè Kakaï, R. (2024). On the use of post-hoc tests in environmental and biological sciences: A critical review. *Heliyon, 10*(3), e25131.

Daeli, N., Kurniawan, D., dan Berliana, Y. (2026). Respon pertumbuhan tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) terhadap pemberian pupuk NPK Pelangi dan media tanam cocopeat. *AGROBUN: Jurnal Ilmu Pertanian, 3*(1), 26-35.

Damanhuri, Widodo, T. W., dan Fauzi, A. (2022). Pengaturan keseimbangan nitrogen dan magnesium untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmiah Inovasi, 22*(1), 10-15.

Damayanti, R. E., Fenylestari, G., dan Kusuma, A. B. (2023). Isolasi dan uji aktivitas *plant growth promoting bacteria* (PGPB) dari isolat lokal asal pupuk hayati majemuk Ricesolution PT. Archipelago Biotechnology Indonesia. *BIOMARAS: Journal of Life Science and Technology, 1*(1), 42-48.

Darwisah, B., Isnaini, J. L., dan Mutalib, A. (2025). solasi dan karakterisasi morfologi bakteri dekomposer asal rhizosfer tanaman bambu dari Kabupaten Sidrap, Sulawesi Selatan. *Journal Galung Tropika, 14*(1), 82-90.

Dewi, D. S., Zulfida, I., dan Windani, I. (2026). Potensi biochar sebagai media pembawa bakteri halotoleran untuk meningkatkan kesuburan tanah salin: Review literatur. *Jurnal Riset Agribisnis dan Peternakan, 11*(1), 14-33.

Diana Lestari, D. E., Haryani, T., dan Igiany, P. D. (2021). Efektivitas media leaflet untuk meningkatkan pengetahuan siswi tentang SADARI. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Masyarakat Indonesia, 2*(2), 148-154.

Dimas. D.S. A., Kurniastuti, T., Sativa, R. D. O., dan Widiatmanta, J. (2024). Perbandingan pendapat petani cabai keriting dengan pupuk campuran dan pupuk anorganik. *RADIKULA: Jurnal Ilmu Pertanian, 3*(2), 36-46.

Distya, L. A. D., Virginia, D. M., dan Priyatni, N. (2024). Evaluasi tingkat pengetahuan, sikap dan tindakan ibu pemberdayaan dan kesejahteraan keluarga terkait penggunaan antibiotika di Kecamatan Kubu Karangasem Bali. *Jurnal Surya Medika (JSM), 10*(3), 114-127.

Dita, A., Gau, T., dan Qadri, S. N. (2023). Efektivitas kerapatan bakteri *Bacillus subtilis* terhadap peningkatan produksi bawang merah. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan, 11*(3), 439-447.

Djafar, T., dan Juliawati. (2022). Pengaruh tinggi lanjaran dan pemberian pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang. *Jurnal Agrida: Jurnal Ilmiah Pertanian, 1*(1), 1-7.

Djunaedy A. (2022). Pengaruh jenis dan dosis pupuk bokashi terhadap pertumbuhan dan hasil kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi, 2*(1), 42-46.

Dolsenyawi, F., Polnaya, F., dan Lawalata, I. J. (2026). Respon pemberian pupuk Phonska terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis (*Zea mays* Saccharata Sturt.). *MARSEGU: Jurnal Sains dan Teknologi, 2*(10), 707-722.

Effendi, M. R. M. (2022). Pengaruh pupuk bokashi kotoran sapi dan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *RADIKULA: Jurnal Ilmu Pertanian, 3*(1), 16-27.

Elena, T., Permata, S., Murdono, D., Pertanian, F., Kristen, U., & Wacana, S. (2022). Pengaruh jarak tanam dan varietas terhadap pertumbuhan dan produksi polong kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan, 21*(2), 275-282.

Elita, N., Erlinda, R., Yefriwati, Sari, D. A., dan Illahi, A. K. (2024). Peningkatan kualitas pupuk hayati diperkaya dengan bakteri pelarut kalium, fosfor dan penambat nitrogen indigenous dari berbagai rizosfer tanaman padi terhadap kandungan hara dan jumlah populasi mikroba. *Agroteknika, 7*(4), 655-671.

Fajriani, N. (2022). Pertumbuhan dan produksi cabai rawit (Capsicum frutescens L.) pada pemanfaatan agen hayati PGPR dan trichokompos Repository Universitas Hasanuddin.

Fauzi, A., Rukmayani, E., Estevani, G., Gumelarasati, N., dan Fahrezi, M. K. (2024). Analisis *break even point* (BEP) sebagai alat perencanaan laba. *Jurnal Bisnis dan Ekonomi, 2*(1), 83-102.

Agu,G, C., Ejigbo, E. A., dan Ezaka, E. (2021). Isolation and characterization of bacteria with biofertilizer potential. *FUW Trends in Science & Technology Journal, 6*(2), 348-351.

Gratya Wua, I., Oldy Rotinsulu, T., dan M. V. Kawung, G. (2024). Wua, I. G., Rotinsulu, T. O., & Kawung, G. M. V. (2024). Analisis pendapatan dan kelayakan usaha industri kecil Cap Tikus di Kecamatan Motoling Timur. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi, 24*(2), 61-72.

Gumanti, Kastilon, R., Reflis, dan Utama, S. P. (2024 Kajian penggunaan bakteri *Bacillus subtilis* dalam penanganan tumpahan minyak mentah. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi, 3*(3), 262-270.

Haifa, N. M., Nabilla, I., Rahmatika, V., Hidayatullah, R., dan Harmonedi. (2025). Identifikasi variabel penelitian, jenis sumber data dalam penelitian pendidikan. *Dinamika Pembelajaran: Jurnal Pendidikan dan Bahasa, 2*(2), 256-270.

Hakim, A. (2018). Pengaruh biaya produksi terhadap pendapatan petani mandiri kelapa sawit di Kecamatan Segah. *Jurnal Ekonomi STIEP, 3*(2), 31-38.

Halil, W., Yuniarsih, E. T., dan Arief, F. (2021). Peningkatan produksi padi melalui diseminasi teknologi di Kabupaten Takalar. *Jurnal Agrisistem: Seri Sosek dan Penyuluhan, 17*(1), 26-35.

Hanafi, H., Djuniarty, M., Djuniarty, D., dan Herman, H. (2023). Pertumbuhan dan produksi tanaman kacang panjang pada berbagai jarak tanam dan dosis pupuk NPK. *Journal Agroecotech Indonesia (JAI), 2*(1), 50-59.

Hardiyanti, A. V., dan Pulansari, F. (2025). Analisis perbedaan aliran harian dan muka air harian terhadap data debit menggunakan *two-way ANOVA* dengan mendukung penerapan sistem manajemen mutu ISO 9001:2015. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN), 8*(1), 592-604.

Hariri, A. M., Saraswati, K. D., Dirmawati, S. R., dan Fitriana, Y. (2024). Peneluran dan perkembangan kutu putih pepaya *Paracoccus marginatus* Williams dan Granara de Willink pada tiga jenis inang tanaman pangan. *Jurnal Agrotek Tropika, 12*(2), 259-269.

Hartanto, P., Zulkifli, L., Karnan, Sedijani, P., dan Mahrus. (2023). *Isolation and identification of phosphate solubilizing bacteria from the rhizosphere of dry*

land lamtoro plants (Leucaena leucocephala) in North and South Lombok regions. *Jurnal Biologi Tropis, 23*(2), 252-262.

Hartono, H. P., Rokhim, S., dan Faizah, H. (2024). Pengaruh pemberian PGPR *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.

Hayati, F., Fitri, K. R., dan Nugraha, E. (2025). Peran tujuan instruksional khusus dalam mengarahkan guru di SD. *IBTIDA: Jurnal Kajian Pendidikan Dasar, 5*(1), 76-89.

Hazra, F., Istiqomah, F. N., dan Azzahra, B. A. (2024). Peran mikoriza powder dan granul dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*). *Jurnal Hortikultura Indonesia, 15*(3), 172-179.

Hazra, F., dan Santosa, D. A. (2022). *The effectiveness of liquid bio-fertilizer on rice plants (Oryza sativa) and the analysis of farming business*: Efektivitas pupuk hayati cair pada tanaman padi sawah (*Oryza sativa*) serta analisis usaha taninya. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, 24*(2), 39-46.

Hendrawan, M. P. (2022). Strategi bisnis dengan pendekatan *business model canvas* (BMC) dan analisis SWOT pada warung makan Bebek Nano-Nano. *Jurnal USAHA, 3*(2), 63-78.

Herlin, C., Sirsan, D., Syah, M. T., Oktami, E. T., Fakhrurozi, M., dan Syah, A. (2025). Analisis biaya, penerimaan, pendapatan, dan efisiensi usahatani padi di Kelurahan Semarang Kecamatan Sungai Serut Kota Bengkulu. *Jurnal Ekonomi Akuntansi Manajemen Agribisnis, 3*(2), 103-110.

Hilmi, M. (2023). Efektivitas *Bacillus subtilis* QST713:10^9 CFU/mL sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* pada tanaman kubis (*Brassica oleracea*). *Jurnal Hortikultura Indonesia, 14*(2), 118-125.

Hulu, S. A. K. (2025). Optimalisasi dosis pupuk kompos untuk meningkatkan hasil dan kualitas tanaman kacang panjang (*Vigna unguiculata* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan, 2*(2), 116-121.

Humaira, A. F., dan Advinda, L. (2025). Peran *plant growth-promoting rhizobacteria* (PGPR) sebagai biofertilizer dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman tomat: Tinjauan literatur. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, 5*(1), 686-697.

Husna, M., Sugiyanta, dan Pratiwi, E. (2019). Kemampuan konsorsium *Bacillus* pada pupuk hayati dalam memfiksasi N_2, melarutkan fosfat, dan mensintesis fitohormon indole-3-acetic acid. *Jurnal Tanah dan Iklim, 43*(2), 117–125.

Imam G, Palupi, A. R. (2012). Taksonomi Bloom-revisi ranah kognitif: Kerangka landasan untuk pembelajaran, pengajaran, dan penilaian. *Premiere Educandum: Jurnal Pendidikan Dasar dan Pembelajaran, 2*(2), 98-117.

Indraningsih, K. S. (2018). Strategi diseminasi inovasi pertanian dalam mendukung pembangunan pertanian. *Forum Penelitian Agro Ekonomi, 35*(2), 107-123.

Irawan, D. B., Selegi, S. F., Ayu, I. R., (2024). Diseminasi pemanfaatan media pembelajaran bagi guru untuk pembelajaran siswa sekolah dasar. *Kemas Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2*(2), 59-64.

Ishaq, R. M., Putri, F. S. M., Kurniawan, S., Hidayat, M. T., dan Albarki, G. K. (2025). Efisiensi aplikasi pupuk kieserite untuk meningkatkan serapan hara

dan produksi jagung manis. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan, 12*(2), 233-246.

Jannah, M., Jannah, R., dan Fahrunsyah. (2022). Kajian literatur: Penggunaan *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) untuk meningkatkan pertumbuhan dan mengurangi pemakaian pupuk anorganik pada tanaman pertanian. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab, 5*(1), 41-49.

Jovita, D. (2018). Jovita, D. (2018). *Analisis unsur makro (K, Ca, Mg) mikro (Fe, Zn, Cu) pada lahan pertanian dengan metode inductively coupled plasma optical emission spectrofotometry (ICP-OES) Repository*, *Universitas Lampung*.

Karlin, M, A., Pobela, E., Paputungan, H. F., dan Ramadhan, A (2024). Pengaruh pemberian pupuk Power Grow terhadap pertumbuhan dan produksi pada tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, 8*(1), 142-148.

Kasfar, F., Khairani, S., dan Fahri, R. (2024). Respon pertumbuhan pada kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) terhadap pemberian pupuk organik cair (POC) Nasa dan pupuk NPK. *Agroprimatech, 8*(1), 42-53.

Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2019). Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 01 Tahun 2019 tentang pendaftaran pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah.

Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2019). Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang persyaratan teknis minimal pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah.

Khoso, M. A., Wagan, S., Alam, I., Hussain, A., Ali, Q., Saha, S., Poudel, T. R., Manghwar, H., dan Liu, F. (2024). *Impact of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on plant nutrition and root characteristics: Current perspective. Plant Stress, 11,* 100341.

Krismo, G. (2022). Pengaruh pupuk hayati dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai edamame pada tanah gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator, 11*(3).

Kurniawan, H., dan Handoko, B. (2024). Pengaruh pemberian dosis pupuk NPK Mutiara (16-16-16) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman caisim (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agroteknologi Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto, 1*(1), 1-8.

Kustanto, H., Fachriyan, H. A., dan Subantoro, R. (2022). Pengujian keunggulan dan analisis usahatani pada kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) varietas Longer 02. *Mediagro: Journal of Agricultural Sciences, 18*(2), 231-241.

Kusumastuti, A., Fatahillah, F., Wijaya, A., dan Sukmawan, Y. (2018). Pengaruh sistem olah tanah dan residu N tahun ke-29 pada beberapa sifat kimia tanah dengan tanaman indikator leguminosa. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences, 2*(1), 18-26.

Laia, D., dan Lase, N. K. (2024). Peran bakteri *Bacillus* dan *Pseudomonas* bagi pertumbuhan tanaman. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan, 1*(2), 177–183.

Lestari, A. W., Marlita, Z., Sefiya, V., dan Prasetyo, I. A. (2025). Analisis varian (ANOVA): Konsep, langkah-langkah dan penerapanya dalam analisis data. *Jurnal Sintesis: Penelitian Sains, Terapan dan Analisisnya, 6*(1), 178-182.

Harun, M. U., Irsan, C., dan Kriswantoro, H. (2022). Morfologi, hasil, dan korelasi organ vegetatif dan generatif tanaman kedelai varietas Wilis di tanah masam pada musim hujan. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian, 6*(2), 1-8.

Maharani, R., Rahayu, Y. C., Seviani, D. K., dan Akbari, M. Y. N. (2023). Strategi diseminasi Dinas Komunikasi dan Informatika (DISKOMINFO) dalam meningkatkan pelayanan informasi kepada masyarakat di Kabupaten Ciamis. *Birokrasi: Jurnal Ilmu Hukum dan Tata Negara, 1*(3), 342–353.

Mahardhika Permatasari, M. N., dan Ariadi, H. (2021). Studi analisis kelayakan finansial usaha budidaya udang vaname (Litopenaeus vannamei) di tambak pesisir Kota Pekalongan. AKULTURASI: *Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan, 9(2*), 284-290.

Maman, U., Aminudin, I., dan Novriana, E. (2021). Efektifitas pupuk bersubsidi terhadap peningkatan produktivitas padi sawah. *Jurnal Agribisnis Terpadu, 14*(2), 176-196.

Mardya, I. A., Gusmini, dan Agustian. (2020). Aplikasi ulang *Azospirillum* terseleksi pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) yang ditanam pada Ultisol. *Jurnal Solum, 17*(2), 49-56.

Maulani, P. D., dan Prasetyo, H. (2023). Pertumbuhan dan produksi benih kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) pada pengaturan jarak tanam dan jenis mulsa. *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*, 48-55.

Mendrofa, Y. T., dan 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.

Mokoginta, A., Pobela, E., Paputungan, H. F., dan Ramadhan, A. (2024). Pengaruh pemberian pupuk Power Grow terhadap pertumbuhan dan produksi pada tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, 8*(1), 142-148.

Muharam, dan Widawati, S., (2012). Uji laboratorium *Azospirillum* sp. yang diisolasi dari beberapa ekosistem. *Jurnal Hortikultura, 22*(3), 258-267.

Mukamto, Ulfa, S., Mahalina, W., Syauqi, A., Istiqfaroh, L., dan Trimulyono, G. (2015). Isolasi dan karakterisasi *Bacillus* sp. pelarut fosfat dari rhizosfer tanaman Leguminosae. *Sains & Matematika, 3*(2), 62-68.

Mulyani, O., Joy, B., dan Remona, R. (2024). Perbandingan respon tanaman terhadap aplikasi pupuk majemuk: Analisis dan temuan utama. *Soilrens, 22*(1), 28-36.

Murdaningsih, M., dan Wae, Y. K. M. (2012). Pengaruh pemberian dosis pupuk N dan P terhadap pertumbuhan dan hasil kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *AGRICA, 5*(1), 22-34.

Mulianti, S., Putri Amalia, A., Djarwatiningsih, dan Retno Moeljani, I. (2024). Pengaruh pupuk bokashi kotoran sapi dan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *RADIKULA: Jurnal Ilmu Pertanian, 3*(1), 16-27.

Murnita, dan Taher, Y. A. (2021). Dampak pupuk organik dan anorganik terhadap perubahan sifat kimia tanah dan produksi tanaman padi (*Oriza sativa* L.).

Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah, 15(2), 67-76.

Muslimah, D. H., Widyastuti, R., dan Djajakirana, G. (2022). Aplikasi kombinasi biochar dan pupuk hayati pada tanaman jagung di lahan kering Kabupaten Pandeglang. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, 24*(2), 47-52.

Muttaqin, A. H., Mufriah, D., Samah, E., dan Adriansyah. (2024). Respon penggunaan pupuk NPK Mutiara pada tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.) dengan aplikasi mikoriza arbuskular. *Jurnal Al Ulum: LPPM Universitas Al Washliyah Medan, 12*(2), 139-144.

Nainggolan, E. V., Bertham, Y. H., dan Sudjatmiko, S. (2020). Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) di Ultisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia, 22*(1), 58-63.

Nasir, B., Toana, M. H., Lasmini, S. A., Khasanah, N., dan Yudana, I. K. (2024). Diseminasi teknologi perakitan dan pengembangan *plant growth promotion rhizobacteria* (PGPR) sebagai biofertilzer, biostimulant dan bioprotectant. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR), 7*, 1-6..

Ningsih, S. R. (2023). *Pengaruh dosis kompos kotoran sapi dan kepadatan bakteri Bacillus sp. terhadap pertumbuhan bibit kakao (Theobroma cacao L.) Repository, Universitas Hasanuddin*.

Niruri, R., Rakhmawati, R., Saputri, R. N., dan Farida, Y. (2023). Efektifitas media untuk peningkatan pengetahuan dan sikap pada perilaku hidup bersih-sehat siswa sekolah dasar saat adaptasi kebiasaan baru era COVID-19. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research, 8*(3), 291-300.

Ni'mah, F., dan Yuliani, Y. (2022). Effect of *Azospirillum* sp. and corncob biochar on *Glycine max* L. growth in saline soil. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi, 11*(3), 385-394.

Norman, M., Advinda, L., Chatri, M., dan Handayani, D. (2025). Test of the ability of fluorescent *Pseudomonas* to dissolve phosphate. *Jurnal Biologi Tropis, 25*(4b), 681-687.

Noviani, N. W. P., dan Rahayu, Y. S. (2022). Pengaruh pemberian *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum* sp., dan mikroorganisme lokal terhadap produktivitas dan pertumbuhan kedelai pada tanah kapur. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi, 11*(3), 493-502.

Novita, D., Anggorowati, D., dan Palupi, T. (2024). Aplikasi pupuk N, P, K dan konsorsium mikroba terhadap pertumbuhan dan hasil padi Inpari Arumba di tanah aluvial. *Jurnal Pertanian Agros, 26*(2), 1080-1088.

Nur T., F. I., Baga, L. M., dan Burhanuddin. (2022). Strategi pengembangan bisnis bawang goreng UD. Hj. Mbok Sri di Kota Palu Sulawesi Tengah. *Jurnal Agribisnis Indonesia, 10*(2), 246-261.

Nursamsidar, dan Kadafi, M. (2025). *The effect of topping time on the growth and yield of cocoa soybean plants under low light conditions. Jurnal Inovasi Teknologi Pangan, 2*(2), 9-19.

Nusyirwan, dan Syahadah, R. A. (2020). Pengaruh bakteri endofit *Bacillus subtilis* dalam upaya meningkatkan hasil pertumbuhan dan produksi pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Biosains, 6*(2), 53-58..

Oktavia, S. K., Kanny, P. I., dan Azmi, T. K. K. (2026). Respons pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi kacang panjang polong ungu (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Agroteknika, 8*(4), 894-904.

Oktaviani, N. M. (2025). Pengaruh waktu penyiraman terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah Magelang. *Jurnal Agroteknologi dan Inovasi Pertanian, 1*(1), 16-23.

Otremoles, N., Suharyanto, Yusrizal, dan Su'udiyah, R. N. (2024). Analisis pengaruh jenis umpan yang berbeda terhadap hasil tangkapan rajungan pada bubu lipat di perairan Kendal. *ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut, 8*(2), 131-140.

Noviani, N. W. P., dan Rahayu, Y. S. (2022). Pengaruh pemberian *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum* sp., dan mikroorganisme lokal terhadap produktivitas dan pertumbuhan kedelai pada tanah kapur. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi, 11*(3), 493-502.

Pahlevi, M. R., Kurniahu, H., dan Andriani, R. (2025). Respons morfo-fisiologis cabai rawit akibat genangan air dan pengaplikasian PGPR Leguminosae. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual, 10*(2), 396-402.

Pakpahan, S. P. A., Rahayuningsih, S. E. A., Lautt, B. S., Chotimah, H. E. N. C., dan Saptono, M. (2025). Pertumbuhan dan hasil kedelai edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) di tanah gambut yang tergenang. *Prosiding Seminar Nasional Kedaulatan Pertanian, 2*(1), 78-87.

Parthasarathi, R., Elango, R., Srimannarayanan, J., Akash, K., dan Kavinilavu, N. (2021). Effects of bio-fertilizer on growth and yield of rice (*Oryza sativa*) AU1GSR cultivar. *International Journal of Botany Studies, 6*(5), 673-676.

Prakoso, T., Alpandari, H., dan H Sridjono, H. H. (2022). Respon pemberian unsur hara makro essensial terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*). *Muria Jurnal Agroteknologi (MJ-Agroteknologi), 1*(1), 8-13.

Prasetyo, A., Winarti, S., Zubaidah, S., Sulistiyanto, Y., dan Chotimah, H. E. N. C. (2022). Pengaruh pupuk organik cair dan pupuk majemuk NPK terhadap pertumbuhan setek batang cincau hijau. *AgriPeat, 23*(2), 82-95.

Prihatiningsih, N., Arwiyanto, T., Hadisutrisno, B., dan Widada, J. (2015). Mekanisme antibiosis *Bacillus subtilis* B315 untuk pengendalian penyakit layu bakteri kentang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika, 15*(1), 64-71..

Puji, T., dan Sudarwati, L. (2020). ktivitas antibakteri daun pepaya (*Carica papaya*) menggunakan pelarut etanol terhadap bakteri *Bacillus subtilis*. *Journal of Pharmacy and Science, 3*(2), 13–16.

Priyono, E., Tanjung, H. B., dan Wahyuni, S. (2024). Analisis pelaksanaan penyuluhan pertanian oleh empat lembaga di Desa Sipora Jaya Kecamatan Sipora Utara Kabupaten Kepulauan Mentawai. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian, 21*(1), 105-125.

Purwanti, E. W., Waskito, H., Darmanto, D., Sa'diyyah, I., dan Budianto. (2022). Pengaruh aplikasi *Bacillus* sp. dan *Azotobacter* sp. sebagai rizobakteri pemicu pertumbuhan tanaman terhadap produktivitas dan kualitas hasil jagung manis (*Zea mays sacharata* L.). *Jurnal Hortikultura Indonesia, 13*(1), 43-48.

Pury, O. R., Rosa, E., Mumtazah, D. F., dan Yulianty, Y. (2025). Mortalitas kutu kebul (*Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889)) pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) yang terpengaruh oleh ekstrak metanol daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz.). *Berkala Ilmiah Biologi, 16*(1), 40-48.

Putra, Y. W., Ibnusina, F., dan Alfikri. (2023). Application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) dosage on growth and production of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi, 25*(1), 9-12.

Putri, S. D., Malia, R., dan Lestari, H. S. (2022). Analisis kelayakan finansial usahatani brokoli di Kelompok Tani Utama Desa Ciherang Kecamatan Pacet Kabupaten Cianjur. *Jurnal Administrasi Bisnis (JUBIS), 2*(2), 6-85.

Rabani, I., Purnamawati, H., dan Santosa, E. (2022). Pemberian pupuk NPK dan perbedaan varietas terhadap produksi kacang tunggak (*Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata* (L.) Walp.). *Buletin Agrohorti, 10*(3), 369-377.

Radhita, Fajri I, M. W. A. (2025*). The education innovation process: Decision, diffusion, and dissemination*. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 11*(9.B), 118-125.

Ramadhana, Y. D., dan Subekti, S. (2021). Pemanfaatan metode penyuluhan pertanian oleh petani cabai merah. *Jurnal KIRANA: Jurnal Komunikasi dan Penyuluhan Pertanian, 2*(2), 113-133.

Ramadhanty, A. R., Wiyono, S. N., Kusno, K., dan Trimo, L. (2020). Analisis kelayakan usaha budidaya selada krop di CV. Cantigi Desa Cikandang Kecamatan Cikajang Kabupaten Garut. *Forum Agribisnis, 10*(1), 27-35.

Rambu, J., Danga, Y., Bulu, S. I., Riti, D. N., dan Sriyutun, Y. (2026). Pengaruh pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan jumlah daun tanaman kacang panjang (*Vigna sesquipedali*). *Jurnal Agroteknologi, 5*(1), 38-44.

Ramdani, D., Nasrudin, dan Saleh, I. (2024). Hubungan kandungan klorofil, luas daun, dan hasil tanaman padi gogo akibat pengaturan jarak tanam dan pemberian pupuk kompos. *Jurnal Triton, 15*(2), 388-399.

Rathod, S. G., dan Shrivastav, P. (2025). *Effect of Azotobacter, Bacillus, and Pseudomonas-based biofertilizers on growth and yield of green gram. International Journal of Research in Agronomy, 8*(1S), 177-179.

Regina M, ., Rahayu, Y. C., Seviani, D. K., dan Akbari, M. Y. N. (2023). Strategi diseminasi Dinas Komunikasi dan Informatika (DISKOMINFO) dalam meningkatkan pelayanan informasi kepada masyarakat di Kabupaten Ciamis. *Birokrasi: Jurnal Ilmu Hukum dan Tata Negara, 1*(3), 342-353.

Riskha, A., Setyadi, P., Purnomo, H., dan Trison, S. (2025). Developing a forestry business model through the business model canvas: A case study in Gerlang Village, Batang Regency, Central Java. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management), 15*(3), 408-424.

Rismalati, D., Rusmana, Sulistyorini, E., dan Utama, P. (2024). Pengaruh konsentrasi dan frekuensi pemberian pupuk organik cair limbah tahu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Pertanian Agros, 26*(1), 19-28.

Rismiyatun, F. W., Sutoko, N. A., dan Alexander, M. F. (2024). Pengaruh pemberian bakteri *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* terhadap

pertumbuhan dan hasil tanaman timun baby (*Cucumis sativus* L.). *Buletin Agro Industri, 51*, 47-57.

Rizki, F. C., Wicaksono, P. R., dan Wijayanti, F. (2024). Peningkatan kesuburan tanah dan produktivitas sebagai hasil pengolahan lahan di Dusun Ngadilegi, Pandaan. *Jurnal Informasi Pengabdian Masyarakat, 2*(1), 1-9.

Romadi, U., dan Warnaen, A. (2021). Sistem penyuluhan pertanian: Suatu pendekatan penyuluhan pertanian berbasis modal sosial pada masyarakat Suku Tengger. Tohar Media.

Rosita, E., Hidayat, W., dan Yuliani, W. (2021). Uji validitas dan reliabilitas kuesioner perilaku prososial. *FOKUS: Kajian Bimbingan dan Konseling dalam Pendidikan, 4*(4), 279-284.

Safitri, I., Mertha, I. G., dan Raksun, A. (2025). Influence of NPK and bokashi on growth and chlorophyll content of pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Biologi Tropis, 25*(4), 5019-5029.

Sagala, P. M., Tarigan, K. M. B., Andarini, S., dan Kusumasari, I. R. (2024). Analisis pentingnya perencanaan dan pengembangan bisnis dalam meningkatkan kinerja perusahaan. *KARYA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 4*(1), 150-159.

Saikhu, M. (2017). Studi perbandingan usahatani padi organik dengan anorganik di Desa Sumber Ngepoh Kecamatan Lawang Kabupaten Malang. *Agriekstensia: Jurnal Penelitian Terapan Bidang Pertanian, 16*(2).

Saleh, I. T., Muhidin, Zakiah, Q. Y., Erihadiana, M., & Suhartini, A. (2021). Karakteristik, proses keputusan, difusi, diseminasi dan strategi inovasi pendidikan. *Reslaj: Religion Education Social Laa Roiba Journal, 4*(1), 11–21.

Salmiyati, Izeta, H. F., dan Azmi, Y. (2021). Pengaruh kombinasi bioaktivator ragi dan effective microorganisme (EM4) terhadap kandungan mikroba dalam pupuk hayati cair. *Jurnal AGROSAINS dan TEKNOLOGI, 6*(2), 65–76.

Samosir, O. M., dan Tambunan, G. (2021). Respon pertumbuhan dan hasil kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) terhadap pupuk organik dan pupuk daun. *Jurnal Darma Agung, 29*(3), 429-440.

Sanjaya, P., Hendarto, K., Damai, A. A., Syarief, Y. A., Erwanto, Rahmalia, D., dan Hidayat, K. F. (2022). Diseminasi teknologi budidaya padi sawah dengan metode pengelolaan tanaman terpadu (PTT) pada Kelompok Tani Mekar Jaya 1, Kecamatan Ngambur, Kabupaten Pesisir Barat. *Jurnal Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, 1*(1), 113-120.

Santoso, J. Ilmi, A. A.(2026). *The effect of bio-fertilizer concentration and NPK fertilizer dosage on the growth and yield of melon* (*Cucumis melo* L.) *Merlin variety. Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering), 14*(2), 638-644.

Sarah R., Maulina, P., & Fahrimal, Y. (2022). Komunikasi inovasi dalam adopsi benih unggul baru tanaman pangan pada kelompok tani di Kabupaten Nagan Raya. *Jurnal Sains Terapan: Wahana Informasi dan Alih Teknologi Pertanian, 12*(Khusus), 165-180.

Saripi, S., dan Mawardi, M. (2025). Pengaruh pemberian kombinasi nutrisi NPK dengan PSB terhadap pertumbuhan dan hasil cabai merah (*Capsicum*

annuum L.) di polybag. *JURNAL AGROPLANT, 8*(1), 38–53.

Sawitri, B., dan Wahyudie, T. (2024). Kajian pembuatan pupuk kompos dari kotoran sapi dengan bioaktivator mikroorganisme lokal (MOL) bonggol pisang di Desa Lemahbang Kecamatan Sukorejo. *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian, 20*(1), 104-116.

Setiabudi, P. F., Wijayanto, B., dan Wartapa, A. (2023). Pengaruh pemangkasan daun terhadap kualitas produksi benih tanaman kacang panjang (*Vigna unguiculata* Ssp.). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, 30*(1), 27-34.

Setiawan, J., Budiastuti, M. S., Gravitiani, E., dan Setyono, P. (2021). *Business model canvas* (BMC) *approach for tourism management strategy of the Top Selfie Kragilan, Mt. Merbabu National Park. GeoJournal of Tourism and Geosites, 35*(2), 297-303.

Setiawan, W. (2026). Isolasi bakteri rhizosfer tanaman padi dan uji kemampuan antagonisnya terhadap *Helminthosporium* sp. secara in-vitro. *Tabela Jurnal Pertanian Berkelanjutan, 4*(1), 1-8.

Setiyowati, T., Fatchiya, A., dan Amanah, S. (2022). Pengaruh karakteristik petani terhadap pengetahuan inovasi budidaya cengkeh di Kabupaten Halmahera Timur. *Jurnal Penyuluhan, 18*(2), 208-218.

Shaliza, F. (2025). Pemetaan tantangan dan kebutuhan penyuluh pertanian dalam upaya peningkatan kualitas penyuluhan pertanian. *Jurnal Bersama Pengabdian Kepada Masyarakat (SAMAMAS), 1*(4), 196-204.

Sihotang, J. M., Marbun, P., dan Sembiring, M. (2022). The influence of fertilizer application of N, P, K, Mg, and planting spacing on soil chemical properties and production of long bean (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Agroekoteknologi, 10*(2), 17-23.

Silalahi J, Gloria, A. N. (2022). Pengaruh celebrity endorsement, brand image, dan testimoni terhadap minat beli konsumen produk mie instan Lemonilo pada media sosial Instagram. *Jurnal Manajemen, 7*(1), 43-48.

Stella, B., & Simamora, M. (2022). Aplikasi biochar sekam padi dan bakteri pelarut fosfat *Paenibacillus* sp. pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) di medium Ultisol. *Dinamika Pertanian, 37*(3), 209-218.

Suarjana, I. W., Supadma, A. A. N., dan Arthagama, I. D. M. (2015). Kajian status kesuburan tanah sawah untuk menentukan anjuran pemupukan berimbang spesifik lokasi tanaman padi di Kecamatan Manggis. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology), 4*(4), 314-323.

Sugiyono. (2023). Book Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitiatif dan R&D.

Suharti, P. H., Santosa, S., Iswara, M. A. I., Amrullah, U. S., Buwono, H. P., & Hapsari, R. I. (2024). Peningkatan pengetahuan Kelompok Taruna Tani Desa Jatiguwi Kecamatan Sumberpucung, Kabupaten Malang dalam komersialisasi produk pupuk organik. *Reswara: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 5*(1), 138–147.

Sukendri, N. (2024). Inovasi entrepreneurship business model canvas dalam membangun ekonomi berkelanjutan. *Journal of Management and Digital Business, 4*(3), 681-696.

Sukmasari, M. D., Wijaya, A. A., Dani, U., dan Umyati, S. (2021). Potensi mikroba penambat nitrogen dan pelarut fosfat untuk optimalisasi pertumbuhan dan

hasil tanaman kedelai. *Agromix, 12*(1), 68-73.

Supriatin, L., Santoso, B. B., dan Nurrachman. (2025). Pengaruh dosis urea dan konsentrasi zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek, 4*(1), 200-209.

Supriyanto. (2009). Business plan sebagai langkah awal memulai usaha. *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan, 6*(1), 73-83.

Supriyono, Nurmalasari, A. I., Sulistyo, T. D., & Fatimah, S. (2022). Efektivitas pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil jagung hibrida di tanah Alfisol. *Agrotechnology Research Journal, 6*(1), 1-7.

Susanti M, R, Matheus, R C. B. D. P. M. (2024). Uji efektivitas media leaflet dalam peningkatan pengetahuan petani tentang pola tanam double track tanaman jagung. *Penyuluhan & Komunikasi Pembangunan Pertanian, 1*(1), 42-48.

Suswana, S., dan Maulana, D. D. (2023). Efek residu biochar sekam padi terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. *Agrotechnology Research Journal, 7*(1), 41-49.

Suwarno, Wibisono, D., dan Syah, P. (2022). Makna dan fungsi nilai kekerabatan pada masyarakat adat Lampung Saibatin Marga Legun, di Desa Bulok, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan. *SOSIOLOGI: Jurnal Ilmiah Kajian Ilmu Sosial dan Budaya, 24*(2), 290-323.

Syaefullah, O. W. W. S. B. L. (2024). Respon petani sayur di Pettuadae terhadap penyuluhan pemanfaatan feses sapi menjadi pupuk kompos. *Journal of Sustainable Agriculture Extension, 2*(2), 83-90.

Tafonao, W. H., Manik, A. C., Hulu, M. P. S., dan Hasibuan, Y. S. D. (2025). Efektivitas metode ceramah dan diskusi terhadap pemahaman materi sejarah siswa di sekolah menengah atas. *Toga Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan, 1*(3), 100-106.

Tambunan, G. Dan Samosir, O. M., (2020). Respon pertumbuhan dan hasil kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) terhadap pupuk organik dan pupuk daun. *Jurnal Darma Agung, 29*(3), 429-440.

Tanmenu, S. Dan W. (2024). Kajian Pembuatan Pupuk Kompos Dari Kotoran Sapi Dengan Bioaktivator Mikroorganisme Lokal (Mol) Bonggol Pisang Di Desa Lemahbang Kecamatan Sukorejo. 20(1), 104-116.

Taruna, A., Aini, L. Q., dan Syib'li, M. A. (2024). Potensi bakteri *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam menginduksi ketahanan tanaman tomat terhadap penyakit layu *Fusarium*. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan), 12*(2), 111-123.

Thamrin, N. T., dan Hama, S. (2022). Pengaruh pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung (*Zea mays* L.). *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi, 1*(4), 461-467

Tifani, A. A., dan Sukmasari, M. D. (2024). Pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada berbagai agents dan dosis pupuk hayati. *Agrivet: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian dan Peternakan, 12*(2), 245-252.

Tijar, G., Darussalam, dan Susana, R. (2022). Pengaruh pupuk hayati dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai edamame pada tanah gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator, 11*(3).

Triani, I. G. A. L., dan Gunam, I. B. W. (2022). Karakteristik sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) yang dihasilkan dari aplikasi bakteri pemacu pertumbuhan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno, 7*(1), 62–68.

Trisna, N., Mahessya, R. A., dan Elva, Y. (2022). Analisis kelayakan suatu produksi usaha UD. Pelita Kita dengan metode benefit cost ratio. *Journal of Science and Social Research, 5*(2), 297–301.

Wahyuddin, N. R., Ichsan, U., Rappang, S., Ichsan, U., Rappang, S., Arnas, R., Ichsan, U., Rappang, S., Kadir, A., Ichsan, U., & Rappang, S. (2022). *Pretest And Posttest Evaluation Of Training Participants In Oyster Mushroom Cultivation Practices In Tasiwalie Village, Pinrang District. 1(1).*

Wahyudi, D., dan Soetarto, E. S. (2021). Pembentukan biofilm *Pseudomonas aeruginosa* pada beberapa media cair. *Jurnal Farmasi (Journal of Pharmacy), 10*(2), 35-40.

Wahyuni, Herwati, H. (2024). Pertumbuhan dan produksi tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) pada pemberian biourin sapi. *Jurnal Agrotan, 10*(2), 46-48.

Wahyuni, R. D., Yulinda, E., dan Bathara, L. (2020). Analisis *break even point* dan risiko usaha pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam keramba jaring apung (KJA) di Desa Pulau Terap Kecamatan Kuok Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Sosial Ekonomi Pesisir, 1*(1), 22-33.

Waluyo, B. dan Nurhalisah (2024). Pengaruh alokasi fotosintat terhadap distribusi jumlah biji per polong tanaman ercis *(Pisum sativum L.)* pada 6 kelompok genotipe lokal. *Gunung Djati Conference Series, 38, 70–80.*

Warganda, Maulidi, Listiawati, A., Surachman, dan Asnawati. (2023). Efisiensi pemupukan nitrogen pada penggunaan *Azospirillum* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis pada tanah gambut. *Jurnal Pertanian Agros, 25*(4), 3914-3920.

Wayan, N., Noviani, P., dan Rahayu, S. (2022). Pengaruh pemanfaatan media terhadap keberhasilan kegiatan penyuluhan pertanian padi di Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara. *AGRINESIA: Jurnal Ilmiah Agribisnis, 7*(2), 84-90.

Wibowo, L. S., Saleh, Y., dan Lagarusu, L. (2023). Pengaruh pemanfaatan media terhadap keberhasilan kegiatan penyuluhan pertanian padi di Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara. *AGRINESIA: Jurnal Ilmiah Agribisnis, 7*(2), 84-90.

Widawati, S., dan Muharam, A. (2023). Uji laboratorium *Azospirillum* sp. yang diisolasi dari beberapa ekosistem. *Jurnal Hortikultura, 22*(3), 258-267.

Widyarti, M. T. H., Hartono, H., Handayani, J., Rokhimah, Z. P., dan Kusuma, S. Y. (2023). Implementasi *business model canvas* pada UD Makmur Mandiri. *Jurnal Aktual Akuntansi Keuangan Bisnis Terapan (AKUNBISNIS), 6*(1), 50-57.

Wulandari, A. N. (2023). Pemberian pendidikan kesehatan dengan CERDIK menggunakan media slide PowerPoint dan leaflet tentang pencegahan hipertensi. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Wahana Usada, 5*(1), 37-43.

Wulandari, M., Sugihardjo, dan Anantanyu, S. (2025). Strategi diseminasi inovasi teknologi oleh BBP2TP (Studi kasus pelaksanaan Bimtek Horbunak di Kabupaten Wajo dan Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan). *Journal of Integrated Agricultural Socio-Economics and Entrepreneurial Research (JIASEE), 4*(1), 11-20.

Yuniarti, A. R., Rokhminarsih, E., dan Purwanto. (2022). Uji kemampuan bakteri diazotrof asal perakaran bawang merah dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah. *Kultivasi, 21*(2), 181-189.

Zhao, G., Zhu, X., Zheng, G., Meng, G., Dong, Z., Baek, J. H., Jeon, C. O., Yao, Y., Xuan, Y. H., Zhang, J., dan Jia, B. (2024). Development of biofertilizers for sustainable agriculture over four decades (1980-2022). *Geography and Sustainability, 5*(1), 19-28.

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Lampiran 1. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian yang Akan Dilakukan
Supriyono, *et al* (2022)	Efektivitas Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida di Tanah Alfisol	Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) satu faktor dengan 4 perlakuan dosis pupuk hayati (0, 12, 20, 28 l/ha).	Dosis 12 l/ha meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, dan indeks luas daun sebesar 9-19% dibanding kontrol; hasil biji meningkat 23%.	Penelitian ini pada jagung hibrida di tanah Alfisol dengan satu jenis pupuk hayati cair (*Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Bacillus sp.)*
Wayan, *et al* (2022)	Pengaruh *Pseudomonas fluorescens, Azospirillum sp.,* dan Mikroorganisme Lokal terhadap Produktivitas dan Pertumbuhan Kedelai pada Tanah Kapur	Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan (kombinasi MOL, *Pseudomonas,* dan *Azospirillum*).	Kombinasi ketiga mikroba meningkatkan kandungan N (2,9%) dan P (35 ppm), tinggi tanaman, jumlah daun, bintil akar aktif, dan biomassa polong secara signifikan.	Fokus pada kedelai d tanah kapur (pH tinggi). Perbedaan dapat muncul jika penelitian
Parthasarathi *et al.* (2021)	*Effects of Biofertilizer on Growth and Yield of Rice (Oryza sativa) AU1GSR Cultivar*	Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan 6 perlakuan (kombinasi NPK 25-100% + Azospirillum + Pseudomonas).	Kombinasi 75% NPK + Azospirillum + Pseudomonas menghasilkan tinggi tanaman tertinggi (131 cm),.	Fokus pada padi varietas AU1GSR di tanah aluvial..
Rathod dan Shrivastav (2025)	*Effect of Azotobacter, Bacillus, and Pseudomonas-Based Biofertilizers on Growth and Yield of Green Gram (Vigna radiata)*	Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RCBD) dengan 8 perlakuan biofertilizer	Kombinasi ketiga mikroba (*Azotobacter* + *Bacillus* + *Pseudomonas)* meningkatkan hasil 1200 kg/ha dan tinggi tanaman 65 cm.	Berbeda karena tanaman legum yang menambat N alami; penelitian yang digunakan kebutuhan NPK berbeda.

		tunggal dan kombinasi (T1-T8).		
Supriyono, *et al.* (2022)	Efektivitas Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida di Tanah Alfisol	Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) satu faktor.	Dosis optimum 12 l/ha biofertilizer meningkatkan hasil 3,5 ton/ha (+23%).	Fokus pada jagung, bukan tanaman hortikultura, pupuk hayati cair.
Albayani, *et al* (2022)	Pengaruh Frekuensi Aplikasi Bacillus sp. terhadap Pertumbuhan dan Hasil Enam Kultivar Wortel di Lahan Pasir Pantai	Rancangan Acak Kelompok Lengkap Faktorial: 2 frekuensi aplikasi (2x dan 4x) × 6 kultivar wortel.	Aplikasi 4x *Bacillus sp.* meningkatkan tinggi tanaman, berat segar dan kering umbi, serta kemanisan (>15°Bx). Kultivar 'New Kuroda' paling adaptif.	Penelitian ini khusus lahan pasir pantai dan mikroba tunggal (*Bacillus sp.*).
Ilmdan Sastoso (2025)	Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik dan Dosis Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Panen Melon (Cucumis melo L.) Varietas Merlin	Rancangan Acak Lengkap Faktorial: BGG (0-4 ml/L) × NPK (0-80 g/tanaman).	Kombinasi optimal: BGG 3 ml/l + NPK 70 g/tanaman meningkatkan kadar sukrosa hingga 10°Bx dan efisiensi penggunaan pupuk NPK 10 g lebih rendah dari dosis umum.	Fokus penelitian pada melon varietas *Merlin* di dataran rendah.
Ilmi *et al.* (2025)	Efektivitas Kombinasi Biofertilizer terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Hortikultura.	Rancangan Faktorial dua faktor (dosis dan jenis pupuk biologis).	Kombinasi *Bacillus* sp., *Azospirillum* sp., *dan Pseudomonas sp.* memberikan hasil pertumbuhan dan produksi tertinggi.	Perbedaan penelitian ini hanya menggunakan bakteri tanpa pupuk tambahan NPK dengan berbagai unsur.

Lampiran 2. Kegiatan Penelitian

No.	Kegiatan	2025			2026					
		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
1.	IPW (Identifikasi Potensi)									
2.	Bimbingan Tugas Akhir									
3.	Penyusunan Proposal TA									
4.	Seminar Proposal									
5.	Kajian Teknis									
6.	Analisis data kajian									
7.	Pelaksanaan Diseminasi dan evaluasi Diseminasi									
8.	Pengolahan data									
9.	Penyusunan laporan TA dan konsultasi									
10.	Seminar hasil TA									
11.	Ujian Komprehensif									

Lampiran 3. Kisi-Kisi Intrumens Penelitian Teknis

Aspek Penelitian	Parameter	Instrumen	Teknik Pengumpulan Data
Pertumbuhan	1. Jumlah Daun 2. Jumlah Polong 3. Panjang Polong	Formulir pencatatan pertumbuhan tanaman .	1. Observasi
`Produksi	1. Bobot Basah 2. Produktivitas	Formulir pencatatan Produksi berat basah tanaman	1.Penimbangan 2.Total weighing

Lampiran 4. Kisi-Kisi Instrumen Evaluasi Diseminasi

Indikator Materi	Level Kognitif	Nomor Butir
Pengertian pupuk hayati	Mengingat (*Remembering*)	1
Jenis bakteri yang digunakan.	Mengingat (*Remembering*)	2
Fungsi *Bacillus subtilis* bagi tanaman	Memahami (*Understanding*)	3
Manfaat pupuk hayati terhadap kesuburan tanah.	Memahami (*Understanding*)	4
Fungsi *Pseudomonas fluorescens* bagi tanaman.	Memahami (*Understanding*)	5
Peran *Azospirillum sp.* dalam pertumbuhan tanaman.	Memahami (*Understanding*)	6
Alasan pengurangan dosis pupuk NPK	Memahami (*Understanding*)	7
Peran pupuk hayati dalam pertanian berkelanjutan.	Memahami (*Understanding*)	8
Dampak penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan.	Memahami (*Understanding*)	9
Kombinasi bakteri dan pupuk NPK yang efisien.	Mengingat (*Remembering*)	10
Jenis bakteri yang memberikan hasil terbaik.	Mengingat (*Remembering*)	11
Perbedaan pupuk organik, anorganik, dan pupuk hayati.	Memahami (*Understanding*)	12
Faktor yang memengaruhi kerja pupuk hayati.	Memahami (*Understanding*)	13
Hubungan aktivitas mikroba dengan peningkatan hasil panen.	Memahami (*Understanding*)	14
Penyebab penurunan kesuburan tanah	Memahami (*Understanding*)	15
Manfaat kombinasi bakteri hayati dan pupuk kimia.	Memahami (*Understanding*)	16
Pengaruh pupuk hayati terhadap biaya produksi.	Memahami (*Understanding*)	17
Indikator keberhasilan penerapan pupuk hayati.	Memahami (*Understanding*)	18
Peran pupuk hayati dalam menjaga kesuburan tanah.	Memahami (*Understanding*)	19
Manfaat bakteri hayati terhadap efisiensi usahatani.	Memahami (*Understanding*)	20

Lampiran 5. Kuisioner Evaluasi Diseminasi *(Pre-test dan Post-test)*

KUISIONER EVALUASI DISEMINASI TINGKAT PENGETAHUAN

II. Identitas Responden

Nama :

Alamat :

Umur :

Pendidikan Terakhir :

No.HP :

II Pertanyaan Aspek Pengetahuan

Petunjuk Pengisian berikan tanda silang (x) pada salah satu jawaban yang menurut pendapat Anda benar.

No.	Pertanyaan Pilihan Ganda (A-D)
1	**Apa yang dimaksud dengan pupuk hayati?** **a.** Pupuk yang dibuat dari bahan kimia sintetik. **b.** Pupuk yang berasal dari hasil pembakaran. **c.** Pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup. **d.** Pupuk yang terbuat dari logam berat.
2	**Sebutkan tiga jenis bakteri yang digunakan dalam penelitian?** **a.** Rhizobium, Nitrosomonas, Nitrobacter. **b.** Bacillus subtilis, Azospirillum sp., Pseudomonas fluorescens. **c.** Clostridium sp., Azotobacter sp., Mycobacterium sp. **d.** Escherichia coli, Lactobacillus sp., Streptococcus sp.
3	**Apa fungsi utama bakteri Bacillus subtilis bagi tanaman kacang panjang?** **a.** Melarutkan fosfat dan menghasilkan hormon pertumbuhan. **b.** Menyebabkan pembusukan akar. **c.** Mengikat nitrogen bebas di udara. **d.** Menghambat pertumbuhan daun.
4	**Apa manfaat pupuk hayati terhadap kesuburan tanah?** **a.** Menyebabkan kekeringan tanah. **b.** Meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah. **c.** Menurunkan pH tanah. **d.** Menyerap air berlebih.
5	**Apa fungsi Pseudomonas fluorescens dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman?** **a.** Menyebabkan penyakit akar. **b.** Melindungi tanaman dari patogen tanah. **c.** Menurunkan ketersediaan hara. **d.** Menyerap cahaya matahari.
6	**Mengapa Azospirillum sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman?** **a.** Karena menambat nitrogen dan menghasilkan hormon pertumbuhan. **b.** Karena menyebabkan infeksi akar. **c.** Karena menghambat fotosintesis. **d.** Karena mengikat fosfat.
7	**Mengapa perlu dilakukan pengurangan dosis pupuk NPK?** **a.** Karena NPK tidak bermanfaat.

	b. Karena pupuk hayati dapat membantu efisiensi pupuk kimia. **c.** Karena pupuk NPK berbahaya bagi tanaman. **d.** Karena pupuk NPK mahal.
8	**Bagaimana penggunaan pupuk hayati mendukung pertanian berkelanjutan?** **a.** Menyebabkan pencemaran tanah. **b.** Mengurangi ketergantungan pada bahan kimia dan memperbaiki tanah. **c.** Menghambat pertumbuhan mikroba tanah. **d.** Meningkatkan penggunaan pestisida.
9	**Apa akibat dari penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan terhadap tanah?** **a.** Meningkatkan kesuburan tanah. **b.** Menurunkan kesuburan tanah dan membunuh mikroba. **c.** Memperbaiki struktur tanah. **d.** Tidak menimbulkan dampak.
10	**Berapa kombinasi pupuk hayati dan NPK agar hasil lebih efisien?** **a.** 25% pupuk hayati + 75% NPK. **b.** 50% pupuk hayati + 50% NPK. **c.** 75% pupuk hayati + 25% NPK. **d.** 75% NPK + bakteri hayati.
11	**Dari ketiga bakteri yang digunakan, bakteri mana yang dapat memberikan hasil terbaik?** **a.** Bacillus subtilis. **b.** Azospirillum sp. **c.** Pseudomonas fluorescens. **d.** Tanpa bakteri.
12	**Apa perbedaan utama antara pupuk organik, anorganik, dan pupuk hayati?** **a.** Pupuk hayati mengandung mikroba hidup, sedangkan lainnya tidak. **b.** Pupuk organik dan hayati sama saja. **c.** Pupuk anorganik berasal dari bahan alami. **d.** Semua memiliki komposisi yang sama.
13	**Faktor apa yang dapat memengaruhi efektivitas kerja pupuk hayati pada lahan pertanian?** **a.** Jenis tanaman saja. **b.** Suhu, pH, dan kelembapan tanah. **c.** Musim panen. **d.** Jenis alat pertanian.
14	**Jika hasil panen meningkat setelah penambahan bakteri hayati, faktor apa yang paling berpengaruh?** **a.** Aktivitas mikroba dalam tanah. **b.** Warna daun. **c.** Suhu udara. **d.** Jenis alat pertanian.
15	**Apa penyebab utama menurunnya kesuburan tanah pada lahan pertanian intensif?** **a.** Pengolahan tanah yang baik. **b.** Irigasi teratur. **c.** Penggunaan pupuk kimia berlebih. **d.** Penggunaan bahan organik.

16	**Apakah penggunaan bakteri hayati yang dikombinasikan dengan pupuk kimia lebih menguntungkan dibanding pupuk kimia saja?** **a.** Ya, karena meningkatkan hasil dan memperbaiki tanah. **b.** Tidak, karena hasil panen menurun. **c.** Tidak ada perbedaan. **d.** Ya, tetapi merusak tanah.
17	**Apakah penggunaan pupuk hayati dapat menekan biaya produksi petani?** **a.** Tidak, karena harganya lebih mahal. **b.** Ya, karena mengurangi kebutuhan pupuk kimia. **c.** Tidak memengaruhi biaya produksi. **d.** Ya, karena meningkatkan biaya pestisida.
18	**Bagaimana cara menilai keberhasilan penerapan pupuk hayati pada budidaya kacang panjang?** **a.** Dengan melihat peningkatan hasil panen dan kualitas tanah. **b.** Dengan menambah dosis pupuk kimia. **c.** Dengan menghentikan penggunaan bakteri. **d.** Dengan mengurangi waktu panen.
19	**Apakah penggunaan pupuk hayati dapat menjadi solusi jangka panjang dalam menjaga kesuburan tanah?** **a.** Tidak ada pengaruh terhadap kesuburan tanah. **b.** Tidak, karena efeknya hanya sementara. **c.** Ya, karena menambah bahan organik dan mikroba. **d.** Ya, tetapi hanya pada lahan basah.
20	**Apakah penggunaan bakteri hayati dapat menekan biaya produksi petani?** **a.** Ya, karena mengurangi kebutuhan pupuk kimia dan meningkatkan hasil. **b.** Tidak, karena meningkatkan biaya tenaga kerja. **c.** Tidak, karena hasilnya tidak stabil. **d.** Ya, tetapi hasilnya menurun.

Lampiran 6. Rencana Kegiatan Penelitian

NO	Kegiatan	Minggu 1							Minggu 2							Minggu 3							Minggu 4							Minggu 5						
		Pelaksanaan / HST																																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1.	Persiapan Bedengan																																			
2.	Penanaman																																			
3.	Perawatan																																			
4.	Pemupukan																																			
5.	Penyemprotan																																			
6.	Pengamatan Jumlah Daun																																			
7.	Pengamatan Jumlah Polong																																			
8.	Panen																																			
9.	Pengamatan Panjang Polong																																			
10.	Pengamatan Berat Basah																																			
11.	Menghitung Produktivitas																																			

NO	Kegiatan	Minggu 6							Minggu 7							Minggu 8							Minggu 9							Minggu 10						
		Pelaksanaan / HST																																		
		36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
1.	Persiapan Bedengan																																			
2.	Penanaman																																			
3.	Perawatan																																			
4.	Pemupukan																																			
5.	Penyemprotan																																			
6.	Pengamatan Jumlah Daun																																			
7.	Pengamatan Jumlah Polong																																			
8.	Panen																																			
9.	Pengamtan Panjang Polong																																			
10.	Pengamatan Berat Basah																																			

11.	Menghitung Produktivitas																																			
NO	**Kegiatan**	**Minggu 11**							**Minggu 12**							**Minggu 13**							**Minggu 14**							**Minggu 15**						
		Pelaksanaan / HST																																		
		71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
1.	Persiapan Bedengan																																			
2.	Penanaman																																			
3.	Perawatan																																			
4.	Pemupukan																																			
5.	Penyemprotan																																			
6.	Pengamatan Jumlah Daun																																			
7.	Pengamatan Jumlah Polong																																			
8.	Panen																																			
9.	Pengamtan Panjang Polong																																			
10.	Pengamatan Berat Basah																																			
11.	Menghitung Produktivitas																																			

Lampiran 7. Hasil Tabulasi Olah Data SPSS Parameter Jumlah Daun

Analisis 7 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,277	12	,011	,898	12	,150
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,236	12	,064	,873	12	,071
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,193	12	,200*	,932	12	,404
	3 Bakteri Phesedomonas	,192	12	,200*	,898	12	,150

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5,417[a]	15	,361	1,549	,146
Intercept	126,750	1	126,750	543,821	,000
Bakteri	3,052	3	1,017	4,365	,011
Konsentrasi	,729	3	,243	1,043	,387
Bakteri * Konsentrasi	1,635	9	,182	,780	,636
Error	7,458	32	,233		
Total	139,625	48			
Corrected Total	12,875	47			

a. R Squared = ,421 (Adjusted R Squared = ,149)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	1,2083	
3 Bakteri Phesedomonas	12	1,6458	1,6458
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		1,7917
2 Bakteri Azosphirilum sp	12		1,8542
Sig.		,140	,718

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25	12	1,4375
50	12	1,6042
100	12	1,6875
75	12	1,7708
Sig.		,345

Analisis 14 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,136	12	,200*	,954	12	,690
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,219	12	,116	,866	12	,057
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,234	12	,069	,853	12	,040
	3 Bakteri Phesedomonas	,198	12	,200*	,912	12	,226

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	17,034[a]	17	1,002	3,559	,001
Intercept	667,521	1	667,521	2371,212	,000
Bakteri	10,635	3	3,545	12,593	,000
Konsentrasi	4,406	3	1,469	5,217	,005
Ulangan	,346	2	,173	,615	,547
Bakteri * Konsentrasi	1,646	9	,183	,650	,746
Error	8,445	30	,282		
Total	693,000	48			
Corrected Total	25,479	47			

a. R Squared = ,669 (Adjusted R Squared = ,481)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	2,9167	
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		3,9375
2 Bakteri Azosphirilum sp	12		4,0208
3 Bakteri Phesedomonas	12		4,0417
Sig.		1,000	,963

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1	Subset 2
25	12	3,4167	
50	12	3,4792	
100	12	3,8542	3,8542
75	12		4,1667
Sig.		,203	,484

Analisis 21 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,161	12	,200*	,939	12	,489
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,160	12	,200*	,915	12	,244
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,231	12	,078	,925	12	,333
	3 Bakteri Phesedomonas	,161	12	,200*	,961	12	,796

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	50,975[a]	17	2,999	2,092	,037
Intercept	1915,845	1	1915,845	1336,879	,000
Bakteri	17,910	3	5,970	4,166	,014
Konsentrasi	21,160	3	7,053	4,922	,007
Ulangan	,174	2	,087	,061	,941
Bakteri * Konsentrasi	11,730	9	1,303	,910	,530
Error	42,992	30	1,433		
Total	2009,813	48			
Corrected Total	93,967	47			

a. R Squared = ,542 (Adjusted R Squared = ,283)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	5,2917	
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	6,4167	6,4167
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		6,7708
3 Bakteri Phesedomonas	12		6,7917
Sig.		,120	,868

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1	Subset 2
25	12	5,5417	
50	12	5,7917	5,7917
100	12	6,8333	6,8333
75	12		7,1042
Sig.		,059	,054

Analisis 28 HST

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	307,480[a]	17	18,087	4,116	,000
Intercept	5151,650	1	5151,650	1172,443	,000
Bakteri	91,192	3	30,397	6,918	,001
Konsentrasi	136,856	3	45,619	10,382	,000
Ulangan	5,701	2	2,850	,649	,530
Bakteri * Konsentrasi	69,786	9	7,754	1,765	,119
Error	127,424	29	4,394		
Total	5590,438	47			
Corrected Total	434,904	46			

a. R Squared = ,707 (Adjusted R Squared = ,535)

Tukey HSD[a,b,c]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	8,1875	
1 Bakteri Bacilus Subtilis	11		10,9318
3 Bakteri Phesedomonas	12		11,0417
2 Bakteri Azosphirilum sp	12		11,7708
Sig.		1,000	,768

Tukey HSD[a,b,c]

Konsentrasi	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
25	12	8,6667		
50	12	9,2500	9,2500	
100	12		11,0625	11,0625
75	11			13,1364
Sig.		,906	,179	,100

Analisis 35 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,186	12	,200*	,924	12	,323
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,157	12	,200*	,960	12	,790
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,225	12	,094	,914	12	,239
	3 Bakteri Phesedomonas	,200	12	,200*	,940	12	,495

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	454,440[a]	17	26,732	2,312	,022
Intercept	8734,505	1	8734,505	755,298	,000
Bakteri	103,922	3	34,641	2,995	,046
Konsentrasi	160,182	3	53,394	4,617	,009
Ulangan	8,362	2	4,181	,362	,700
Bakteri * Konsentrasi	181,974	9	20,219	1,748	,121
Error	346,930	30	11,564		
Total	9535,875	48			
Corrected Total	801,370	47			

a. R Squared = ,567 (Adjusted R Squared = ,322)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1
Tanpa Bakteri	12	11,0000
3 Bakteri Phesedomonas	12	13,8125
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12	14,5000
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	14,6458
Sig.		,061

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1	Subset 2
50	12	11,6458	
25	12	11,6875	
100	12	15,1458	15,1458
75	12		15,4792
Sig.		,077	,995

Analisis 42 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,214	12	,135	,842	12	,030
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,180	12	,200*	,874	12	,075
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,204	12	,180	,938	12	,470
	3 Bakteri Phesedomonas	,187	12	,200*	,947	12	,592

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	744,898[a]	17	43,818	2,176	,030
Intercept	13068,000	1	13068,000	649,098	,000
Bakteri	251,531	3	83,844	4,165	,014
Konsentrasi	218,917	3	72,972	3,625	,024
Ulangan	14,398	2	7,199	,358	,702
Bakteri * Konsentrasi	260,052	9	28,895	1,435	,218
Error	603,977	30	20,133		
Total	14416,875	48			
Corrected Total	1348,875	47			

a. R Squared = ,552 (Adjusted R Squared = ,299)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	12,6458	
3 Bakteri Phesedomonas	12	17,2083	17,2083
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	17,5000	17,5000
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		18,6458
Sig.		,058	,861

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
50	12	14,1250
25	12	14,6250
100	12	18,4583
75	12	18,7917
Sig.		,073

Analisis 49 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,237	12	,060	,831	12	,022
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,174	12	,200*	,907	12	,198
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,206	12	,172	,938	12	,473
	3 Bakteri Phesedomonas	,224	12	,100	,909	12	,205

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	941,984[a]	17	55,411	2,027	,044
Intercept	18940,880	1	18940,880	692,950	,000
Bakteri	312,682	3	104,227	3,813	,020
Konsentrasi	253,297	3	84,432	3,089	,042
Ulangan	18,573	2	9,286	,340	,715
Bakteri * Konsentrasi	357,432	9	39,715	1,453	,211
Error	820,010	30	27,334		
Total	20702,875	48			
Corrected Total	1761,995	47			

a. R Squared = ,535 (Adjusted R Squared = ,271)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	15,6250	
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	20,6667	20,6667
3 Bakteri Phesedomonas	12	20,7083	20,7083
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		22,4583
Sig.		,103	,835

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
50	12	17,3125
25	12	17,8958
100	12	21,6250
75	12	22,6250
Sig.		,082

Analisis 56 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,303	12	,003	,836	12	,024
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,160	12	,200*	,934	12	,425
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,178	12	,200*	,940	12	,501
	3 Bakteri Phesedomonas	,283	12	,009	,859	12	,048

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1123,184[a]	17	66,070	1,703	,098
Intercept	25518,658	1	25518,658	657,855	,000
Bakteri	460,712	3	153,571	3,959	,017
Konsentrasi	278,056	3	92,685	2,389	,088
Ulangan	1,987	2	,993	,026	,975
Bakteri * Konsentrasi	382,428	9	42,492	1,095	,395
Error	1163,721	30	38,791		
Total	27805,563	48			
Corrected Total	2286,905	47			

a. R Squared = ,491 (Adjusted R Squared = ,203)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	18,0208	
3 Bakteri Phesedomonas	12	23,3958	23,3958
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	24,4375	24,4375
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		26,3750
Sig.		,076	,649

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25	12	20,5833
50	12	21,1458
100	12	23,8750
75	12	26,6250
Sig.		,104

Analisis 63 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,263	12	,021	,902	12	,169
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,195	12	,200*	,885	12	,101
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,117	12	,200*	,974	12	,951
	3 Bakteri Phesedomonas	,280	12	,010	,831	12	,022

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1154,434[a]	17	67,908	1,113	,387
Intercept	32956,980	1	32956,980	540,271	,000
Bakteri	522,004	3	174,001	2,852	,054
Konsentrasi	222,941	3	74,314	1,218	,320
Ulangan	25,977	2	12,988	,213	,809
Bakteri * Konsentrasi	383,512	9	42,612	,699	,705
Error	1830,023	30	61,001		
Total	35941,438	48			
Corrected Total	2984,457	47			

a. R Squared = ,387 (Adjusted R Squared = ,039)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	20,8750	
3 Bakteri Phesedomonas	12	26,9167	26,9167
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	27,1042	27,1042
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		29,9167
Sig.		,228	,783

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25	12	24,0417
50	12	24,2292
100	12	27,4167
75	12	29,1250
Sig.		,397

Analisis 70 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,215	12	,130	,907	12	,194
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,158	12	,200*	,911	12	,222
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,115	12	,200*	,977	12	,970
	3 Bakteri Phesedomonas	,301	12	,004	,828	12	,020

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1948,130[a]	17	114,596	1,442	,185
Intercept	40804,172	1	40804,172	513,325	,000
Bakteri	753,109	3	251,036	3,158	,039
Konsentrasi	419,891	3	139,964	1,761	,176
Ulangan	59,094	2	29,547	,372	,693
Bakteri * Konsentrasi	716,036	9	79,560	1,001	,461
Error	2384,698	30	79,490		
Total	45137,000	48			
Corrected Total	4332,828	47			

a. R Squared = ,450 (Adjusted R Squared = ,138)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	23,1250	
3 Bakteri Phesedomonas	12	28,6667	28,6667
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	30,8542	30,8542
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		33,9792
Sig.		,169	,474

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
50	12	25,6458
25	12	27,1875
100	12	30,5208
75	12	33,2708
Sig.		,178

Analisis 77 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,202	12	,189	,913	12	,231
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,143	12	,200*	,940	12	,502
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,152	12	,200*	,960	12	,779
	3 Bakteri Phesedomonas	,134	12	,200*	,960	12	,779

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2129,439[a]	17	125,261	1,195	,325
Intercept	43035,158	1	43035,158	410,531	,000
Bakteri	573,868	3	191,289	1,825	,164
Konsentrasi	454,660	3	151,553	1,446	,249
Ulangan	10,034	2	5,017	,048	,953
Bakteri * Konsentrasi	1090,876	9	121,208	1,156	,357
Error	3144,841	30	104,828		
Total	48309,438	48			
Corrected Total	5274,280	47			

a. R Squared = ,404 (Adjusted R Squared = ,066)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1
Tanpa Bakteri	12	25,5625
3 Bakteri Phesedomonas	12	28,1250
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	31,2917
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12	34,7917
Sig.		,144

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
50	12	26,8958
25	12	28,4167
100	12	29,4167
75	12	35,0417
Sig.		,230

Analisis 84 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,172	12	,200*	,948	12	,605
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,159	12	,200*	,928	12	,358
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,149	12	,200*	,950	12	,644
	3 Bakteri Phesedomonas	,153	12	,200*	,953	12	,688

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2140,331[a]	17	125,902	1,274	,273
Intercept	40862,505	1	40862,505	413,635	,000
Bakteri	746,026	3	248,675	2,517	,077
Konsentrasi	452,266	3	150,755	1,526	,228
Ulangan	38,628	2	19,314	,196	,823
Bakteri * Konsentrasi	903,411	9	100,379	1,016	,450
Error	2963,664	30	98,789		
Total	45966,500	48			
Corrected Total	5103,995	47			

a. R Squared = ,419 (Adjusted R Squared = ,090)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1
Tanpa Bakteri	12	23,6042
3 Bakteri Phesedomonas	12	27,8958
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	30,8750
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12	34,3333
Sig.		,059

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25	12	26,3542
50	12	26,8542
100	12	29,3958
75	12	34,1042
Sig.		,245

Analisis 91 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	Tanpa Bakteri	,178	12	,200*	,936	12	,451
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,165	12	,200*	,932	12	,400
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,173	12	,200*	,943	12	,542
	3 Bakteri Phesedomonas	,148	12	,200*	,959	12	,767

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1878,221[a]	17	110,484	1,128	,375
Intercept	36907,521	1	36907,521	376,847	,000
Bakteri	840,802	3	280,267	2,862	,053
Konsentrasi	303,677	3	101,226	1,034	,392
Ulangan	98,909	2	49,454	,505	,609
Bakteri * Konsentrasi	634,833	9	70,537	,720	,687
Error	2938,133	30	97,938		
Total	41723,875	48			
Corrected Total	4816,354	47			

a. R Squared = ,390 (Adjusted R Squared = ,044)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1
Tanpa Bakteri	12	21,4583
3 Bakteri Phesedomonas	12	26,4375
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	31,0208
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12	32,0000
Sig.		,064

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
50	12	25,1458
25	12	26,3333
100	12	27,6250
75	12	31,8125
Sig.		,367

Lampiran 8. Hasil Tabulasi Olah Data SPSS Parameter Jumlah Cabang

Analisis 7 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	.	12	.	.	12	.
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	.	12	.	.	12	.
	2 Bakteri Azosphirilum sp	.	12	.	.	12	.
	3 Bakteri Phesedomonas	.	12	.	.	12	.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,000[a]	17	,000	.	.
Intercept	,000	1	,000	.	.
Bakteri	,000	3	,000	.	.
Konsentrasi	,000	3	,000	.	.
Ulangan	,000	2	,000	.	.
Bakteri * Konsentrasi	,000	9	,000	.	.
Error	,000	30	,000		
Total	,000	48			
Corrected Total	,000	47			

a. R Squared = . (Adjusted R Squared = .)

Analisis 14 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	,250	12	,037	,807	12	,011
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,168	12	,200*	,957	12	,738
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,193	12	,200*	,932	12	,404
	3 Bakteri Phesedomonas	,223	12	,101	,853	12	,040

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,747[a]	17	,279	3,195	,003
Intercept	12,505	1	12,505	143,059	,000
Bakteri	1,214	3	,405	4,628	,009
Konsentrasi	1,255	3	,418	4,786	,008
Ulangan	,253	2	,126	1,445	,252
Bakteri * Konsentrasi	2,026	9	,225	2,575	,025
Error	2,622	30	,087		
Total	19,875	48			
Corrected Total	7,370	47			

a. R Squared = ,644 (Adjusted R Squared = ,443)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	,2500	
3 Bakteri Phesedomonas	12	,5208	,5208
2 Bakteri Azosphirilum sp	12		,6042
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		,6667
Sig.		,135	,627

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1	Subset 2
25	12	,3333	
50	12	,4375	
75	12	,5000	,5000
100	12		,7708
Sig.		,521	,135

Analisis 21 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	,208	12	,159	,918	12	,269
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,159	12	,200*	,956	12	,731
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,225	12	,096	,945	12	,568
	3 Bakteri Phesedomonas	,177	12	,200*	,908	12	,199

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	17,600[a]	17	1,035	4,128	,000
Intercept	60,189	1	60,189	240,005	,000
Bakteri	4,525	3	1,508	6,014	,002
Konsentrasi	7,316	3	2,439	9,725	,000
Ulangan	,643	2	,322	1,282	,292
Bakteri * Konsentrasi	5,116	9	,568	2,267	,045
Error	7,523	30	,251		
Total	85,313	48			
Corrected Total	25,124	47			

a. R Squared = ,701 (Adjusted R Squared = ,531)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	,6458	
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	1,1250	1,1250
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		1,2083
3 Bakteri Phesedomonas	12		1,5000
Sig.		,111	,278

T

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1	Subset 2
25	12	,5000	
50	12		1,1250
75	12		1,2917
100	12		1,5625
Sig.		1,000	,164

Analisis 28 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	,158	12	,200*	,947	12	,597
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,178	11	,200*	,964	11	,823
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,212	12	,142	,911	12	,218
	3 Bakteri Phesedomonas	,115	12	,200*	,970	12	,910

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	25,738[a]	17	1,514	3,419	,002
Intercept	228,138	1	228,138	515,193	,000
Bakteri	8,140	3	2,713	6,127	,002
Konsentrasi	11,670	3	3,890	8,785	,000
Ulangan	1,189	2	,595	1,343	,277
Bakteri * Konsentrasi	4,999	9	,555	1,254	,302
Error	12,842	29	,443		
Total	266,500	47			
Corrected Total	38,580	46			

a. R Squared = ,667 (Adjusted R Squared = ,472)

Tukey HSD[a,b,c]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	1,5000	
2 Bakteri Azosphirilum sp	12		2,4167
1 Bakteri Bacilus Subtilis	11		2,4318
3 Bakteri Phesedomonas	12		2,4792
Sig.		1,000	,996

Tukey HSD[a,b,c]

Konsentrasi	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
25	12	1,5833		
50	12	1,9792	1,9792	
75	11		2,3409	2,3409
100	12			2,9167
Sig.		,485	,560	,178

Analisis 35 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	,180	12	,200*	,953	12	,681
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,226	12	,091	,933	12	,414
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,181	12	,200*	,907	12	,194
	3 Bakteri Phesedomonas	,187	12	,200*	,910	12	,215

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	44,301[a]	17	2,606	3,042	,004
Intercept	575,814	1	575,814	672,211	,000
Bakteri	18,681	3	6,227	7,269	,001
Konsentrasi	18,598	3	6,199	7,237	,001
Ulangan	1,635	2	,818	,955	,396
Bakteri * Konsentrasi	5,387	9	,599	,699	,705
Error	25,698	30	,857		
Total	645,813	48			
Corrected Total	69,999	47			

a. R Squared = ,633 (Adjusted R Squared = ,425)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	2,4583	
3 Bakteri Phesedomonas	12	3,4375	3,4375
2 Bakteri Azosphirilum sp	12		3,8958
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		4,0625
Sig.		,066	,365

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1	Subset 2
25	12	2,7917	
50	12	2,9792	
75	12	3,7292	3,7292
100	12		4,3542
Sig.		,084	,365

Analisis 42 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	,140	12	,200*	,968	12	,890
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,143	12	,200*	,952	12	,664
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,169	12	,200*	,951	12	,648
	3 Bakteri Phesedomonas	,204	12	,181	,917	12	,260

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	64,643[a]	17	3,803	2,704	,008
Intercept	1155,422	1	1155,422	821,684	,000
Bakteri	33,255	3	11,085	7,883	,001
Konsentrasi	16,526	3	5,509	3,918	,018
Ulangan	2,273	2	1,137	,808	,455
Bakteri * Konsentrasi	12,589	9	1,399	,995	,465
Error	42,185	30	1,406		
Total	1262,250	48			
Corrected Total	106,828	47			

a. R Squared = ,605 (Adjusted R Squared = ,381)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	3,6458	
3 Bakteri Phesedomonas	12	4,6667	4,6667
2 Bakteri Azosphirilum sp	12		5,6458
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		5,6667
Sig.		,173	,187

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1	Subset 2
25	12	4,1875	
50	12	4,4792	4,4792
75	12	5,3750	5,3750
100	12		5,5833
Sig.		,089	,125

Analisis 49 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	,187	12	,200*	,908	12	,203
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,210	12	,149	,914	12	,240
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,093	12	,200*	,979	12	,979
	3 Bakteri Phesedomonas	,182	12	,200*	,923	12	,310

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	104,605[a]	17	6,153	2,229	,027
Intercept	1884,387	1	1884,387	682,581	,000
Bakteri	49,900	3	16,633	6,025	,002
Konsentrasi	16,525	3	5,508	1,995	,136
Ulangan	7,805	2	3,902	1,414	,259
Bakteri * Konsentrasi	30,376	9	3,375	1,223	,318
Error	82,820	30	2,761		
Total	2071,813	48			
Corrected Total	187,426	47			

a. R Squared = ,558 (Adjusted R Squared = ,308)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	4,7292	
3 Bakteri Phesedomonas	12	5,9583	5,9583
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		7,1458
2 Bakteri Azosphirilum sp	12		7,2292
Sig.		,288	,261

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25	12	5,6042
50	12	5,7917
100	12	6,6458
75	12	7,0208
Sig.		,180

Analisis 56 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	,235	12	,065	,858	12	,046
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,203	12	,187	,895	12	,136
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,177	12	,200*	,966	12	,870
	3 Bakteri Phesedomonas	,121	12	,200*	,965	12	,848

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	131,867[a]	17	7,757	1,378	,216
Intercept	2821,333	1	2821,333	501,052	,000
Bakteri	68,573	3	22,858	4,059	,016
Konsentrasi	16,906	3	5,635	1,001	,406
Ulangan	13,784	2	6,892	1,224	,308
Bakteri * Konsentrasi	32,604	9	3,623	,643	,751
Error	168,924	30	5,631		
Total	3122,125	48			
Corrected Total	300,792	47			

a. R Squared = ,438 (Adjusted R Squared = ,120)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	6,0625	
3 Bakteri Phesedomonas	12	6,9792	6,9792
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	8,6667	8,6667
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		8,9583
Sig.		,054	,195

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25	12	6,8750
50	12	7,3125
100	12	8,2292
75	12	8,2500
Sig.		,498

Analisis 63 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	,197	12	,200*	,921	12	,298
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,211	12	,147	,936	12	,443
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,126	12	,200*	,966	12	,864
	3 Bakteri Phesedomonas	,174	12	,200*	,946	12	,573

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	163,376[a]	17	9,610	1,219	,308
Intercept	3901,512	1	3901,512	495,064	,000
Bakteri	71,473	3	23,824	3,023	,045
Konsentrasi	17,535	3	5,845	,742	,536
Ulangan	12,992	2	6,496	,824	,448
Bakteri * Konsentrasi	61,376	9	6,820	,865	,565
Error	236,424	30	7,881		
Total	4301,313	48			
Corrected Total	399,801	47			

a. R Squared = ,409 (Adjusted R Squared = ,074)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1
Tanpa Bakteri	12	7,3333
3 Bakteri Phesedomonas	12	8,3750
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	10,0833
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12	10,2708
Sig.		,070

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25	12	8,1667
50	12	8,7292
100	12	9,5000
75	12	9,6667
Sig.		,565

Analisis 70 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	,201	12	,193	,927	12	,352
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,210	12	,152	,935	12	,436
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,154	12	,200*	,951	12	,655
	3 Bakteri Phesedomonas	,213	12	,138	,896	12	,143

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	279,626[a]	17	16,449	1,986	,049
Intercept	4695,574	1	4695,574	566,900	,000
Bakteri	95,098	3	31,699	3,827	,020
Konsentrasi	42,671	3	14,224	1,717	,185
Ulangan	2,680	2	1,340	,162	,851
Bakteri * Konsentrasi	139,178	9	15,464	1,867	,097
Error	248,487	30	8,283		
Total	5223,688	48			
Corrected Total	528,113	47			

a. R Squared = ,529 (Adjusted R Squared = ,263)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	8,1667	
3 Bakteri Phesedomonas	12	8,9167	8,9167
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	10,8125	10,8125
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		11,6667
Sig.		,133	,111

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25	12	8,9375
50	12	8,9792
75	12	10,6250
100	12	11,0208
Sig.		,306

Analisis 77 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	,200	12	,200*	,848	12	,034
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,216	12	,126	,896	12	,143
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,117	12	,200*	,936	12	,450
	3 Bakteri Phesedomonas	,179	12	,200*	,910	12	,214

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	245,788[a]	17	14,458	1,197	,324
Intercept	4675,814	1	4675,814	387,006	,000
Bakteri	90,723	3	30,241	2,503	,078
Konsentrasi	31,671	3	10,557	,874	,466
Ulangan	1,956	2	,978	,081	,922
Bakteri * Konsentrasi	121,439	9	13,493	1,117	,381
Error	362,461	30	12,082		
Total	5284,063	48			
Corrected Total	608,249	47			

a. R Squared = ,404 (Adjusted R Squared = ,066)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1
Tanpa Bakteri	12	8,2292
3 Bakteri Phesedomonas	12	8,9583
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	10,5208
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12	11,7708
Sig.		,081

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25	12	8,9583
50	12	9,1667
100	12	10,6042
75	12	10,7500
Sig.		,593

Analisis 84 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Jumlah_Cabang	Tanpa Bakteri	,237	12	,061	,813	12	,013
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,206	12	,170	,878	12	,083
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,118	12	,200*	,967	12	,876
	3 Bakteri Phesedomonas	,197	12	,200*	,913	12	,232

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Jumlah_Cabang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	279,174[a]	17	16,422	1,919	,058
Intercept	4641,333	1	4641,333	542,334	,000
Bakteri	108,156	3	36,052	4,213	,013
Konsentrasi	35,281	3	11,760	1,374	,270
Ulangan	4,924	2	2,462	,288	,752
Bakteri * Konsentrasi	130,812	9	14,535	1,698	,133
Error	256,742	30	8,558		
Total	5177,250	48			
Corrected Total	535,917	47			

a. R Squared = ,521 (Adjusted R Squared = ,249)

Tukey HSD[a,b]

Bakteri	N	Subset 1	Subset 2
Tanpa Bakteri	12	8,2917	
3 Bakteri Phesedomonas	12	8,4792	
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	10,7292	10,7292
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12		11,8333
Sig.		,196	,792

Tukey HSD[a,b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25	12	8,7917
50	12	9,2292
100	12	10,3958
75	12	10,9167
Sig.		,303

Lampiran 9. Hasil Tabulasi Olah Data SPSS Parameter Panjang Polong

Analisis 84 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Panjang_Polong	Tanpa Bakteri	,166	12	,200*	,939	12	,484
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,211	12	,145	,918	12	,268
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,120	12	,200*	,958	12	,759
	3 Bakteri Phesedomonas	,179	12	,200*	,899	12	,154

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Panjang_Polong

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3219,793[a]	17	189,400	,716	,763
Intercept	125128,658	1	125128,658	473,308	,000
Bakteri	348,796	3	116,265	,440	,726
Konsentrasi	1362,796	3	454,265	1,718	,184
Ulangan	72,596	2	36,298	,137	,872
Bakteri * Konsentrasi	1435,605	9	159,512	,603	,784
Error	7931,112	30	264,370		
Total	136279,563	48			
Corrected Total	11150,905	47			

a. R Squared = ,289 (Adjusted R Squared = -,114)

Panjang_Polong

Tukey HSD[a][b]

Bakteri	N	Subset 1
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	46,8542
Tanpa Bakteri	12	51,4792
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12	51,5208
3 Bakteri Phesedomonas	12	54,3750
Sig.		,672

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 264,370.

Panjang_Polong

Tukey HSD[a][b]

Konsentrasi	N	Subset 1
50	12	43,6458
25	12	48,3750
75	12	55,6042
100	12	56,6042
Sig.		,229

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 264,370.

Analisis 91 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Panjang_Polong	Tanpa Bakteri	,202	12	,189	,947	12	,587
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,242	12	,050	,863	12	,053
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,168	12	,200*	,939	12	,484
	3 Bakteri Phesedomonas	,213	12	,139	,890	12	,118

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Panjang_Polong

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3642,951[a]	17	214,291	,705	,774
Intercept	123931,687	1	123931,687	407,509	,000
Bakteri	143,885	3	47,962	,158	,924
Konsentrasi	2126,052	3	708,684	2,330	,094
Ulangan	,805	2	,402	,001	,999
Bakteri * Konsentrasi	1372,208	9	152,468	,501	,862
Error	9123,612	30	304,120		
Total	136698,250	48			
Corrected Total	12766,563	47			

a. R Squared = ,285 (Adjusted R Squared = -,120)

Panjang_Polong

Tukey HSD[a][b]

Bakteri	N	Subset 1
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	48,4375
Tanpa Bakteri	12	50,1875
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12	51,4583
3 Bakteri Phesedomonas	12	53,1667
Sig.		,910

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 304,120.

Panjang_Polong

Tukey HSD[a][b]

Konsentrasi	N	Subset 1
50	12	40,7292
25	12	48,9583
75	12	56,1458
100	12	57,4167
Sig.		,111

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 304,120.

Analisis 98 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Panjang_Polong	Tanpa Bakteri	,189	12	,200*	,942	12	,524
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,179	12	,200*	,949	12	,618
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,139	12	,200*	,943	12	,535
	3 Bakteri Phesedomonas	,185	12	,200*	,926	12	,339

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Panjang_Polong

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3156,430[a]	17	185,672	,665	,810
Intercept	122614,083	1	122614,083	439,281	,000
Bakteri	247,406	3	82,469	,295	,828
Konsentrasi	1611,104	3	537,035	1,924	,147
Ulangan	46,846	2	23,423	,084	,920
Bakteri * Konsentrasi	1251,073	9	139,008	,498	,864
Error	8373,737	30	279,125		
Total	134144,250	48			
Corrected Total	11530,167	47			

a. R Squared = ,274 (Adjusted R Squared = -,138)

Panjang_Polong

Tukey HSD[a][b]

Bakteri	N	Subset 1
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	47,1042
Tanpa Bakteri	12	49,9167
3 Bakteri Phesedomonas	12	52,2917
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12	52,8542
Sig.		,834

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 279,125.

Panjang_Polong

Tukey HSD[a][b]

Konsentrasi	N	Subset 1
50	12	42,1042
25	12	48,3542
100	12	54,8958
75	12	56,8125
Sig.		,159

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 279,125.

Analisis 105 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Panjang_Polong	Tanpa Bakteri	,221	12	,109	,937	12	,463
	1 Bakteri Bacilus Subtilis	,215	12	,131	,927	12	,345
	2 Bakteri Azosphirilum sp	,132	12	,200*	,949	12	,628
	3 Bakteri Phesedomonas	,172	12	,200*	,911	12	,218

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Panjang_Polong

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2893,326[a]	17	170,196	,560	,895
Intercept	112811,021	1	112811,021	370,900	,000
Bakteri	399,406	3	133,135	,438	,728
Konsentrasi	1346,365	3	448,788	1,476	,241
Ulangan	21,721	2	10,861	,036	,965
Bakteri * Konsentrasi	1125,833	9	125,093	,411	,919
Error	9124,654	30	304,155		
Total	124829,000	48			
Corrected Total	12017,979	47			

a. R Squared = ,241 (Adjusted R Squared = -,189)

Panjang_Polong

Tukey HSD[a][b]

Bakteri	N	Subset 1
3 Bakteri Phesedomonas	12	45,3958
2 Bakteri Azosphirilum sp	12	45,8333
Tanpa Bakteri	12	50,9167
1 Bakteri Bacilus Subtilis	12	51,7708
Sig.		,807

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 304,155.

Panjang_Polong

Tukey HSD[a][b]

Konsentrasi	N	Subset 1
50	12	40,8750
25	12	46,2708
100	12	52,5625
75	12	54,2083
Sig.		,261

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 304,155.

Lampiran 10. Hasil Tabulasi Olah Data SPSS Parameter Berat Basah Polong

Analisis 63 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Hasil	0=tanpa bakteri	,146	12	,200*	,959	12	,767
	1= Bacillus subtilis	,103	12	,200*	,982	12	,991
	2= Azospirillum sp.	,150	12	,200*	,964	12	,845
	3= Phesedomona f	,171	12	,200*	,935	12	,434

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8434,842[a]	17	496,167	2,050	,042
Intercept	299291,564	1	299291,564	1236,779	,000
Bakteri	1244,858	3	414,953	1,715	,185
Konsentrasi	2170,400	3	723,467	2,990	,047
Ulangan	689,135	2	344,568	1,424	,257
Bakteri * Konsentrasi	4330,449	9	481,161	1,988	,077
Error	7259,781	30	241,993		
Total	314986,188	48			
Corrected Total	15694,624	47			

a. R Squared = ,537 (Adjusted R Squared = ,275)

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Bakteri	N	Subset 1
0=tanpa bakteri	12	72,0417
2= Azospirillum sp.	12	77,0417
1= Bacillus subtilis	12	80,8333
3= Phesedomona f	12	85,9375
Sig.		,150

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 241,993.

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25,00	12	71,6875
50,00	12	72,9583
75,00	12	84,2500
100,00	12	86,9583
Sig.		,098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 241,993.

Analisis 70 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Hasil	0=tanpa bakteri	,160	12	,200*	,964	12	,840
	1= Bacillus subtilis	,243	12	,049	,897	12	,144
	2= Azospirillum sp.	,178	12	,200*	,942	12	,522
	3= Phesedomona f	,196	12	,200*	,906	12	,190

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13497,595[a]	17	793,976	1,693	,101
Intercept	510932,918	1	510932,918	1089,192	,000
Bakteri	2614,389	3	871,463	1,858	,158
Konsentrasi	4099,525	3	1366,508	2,913	,050
Ulangan	1282,742	2	641,371	1,367	,270
Bakteri * Konsentrasi	5500,939	9	611,215	1,303	,276
Error	14072,799	30	469,093		
Total	538503,313	48			
Corrected Total	27570,395	47			

a. R Squared = ,490 (Adjusted R Squared = ,200)

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Bakteri	N	Subset 1
0=tanpa bakteri	12	93,9375
2= Azospirillum sp.	12	98,2500
1= Bacillus subtilis	12	108,2292
3= Phesedomona f	12	112,2708
Sig.		,185

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 469,093.

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25,00	12	91,9583
50,00	12	96,7292
75,00	12	108,9583
100,00	12	115,0417
Sig.		,063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 469,093.

Analisis 77 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Hasil	0=tanpa bakteri	,189	12	,200*	,941	12	,511
	1= Bacillus subtilis	,120	12	,200*	,978	12	,973
	2= Azospirillum sp.	,187	12	,200*	,953	12	,682
	3= Phesedomona f	,253	12	,032	,880	12	,087

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	47750,962[a]	17	2808,880	4,080	,000
Intercept	879247,138	1	879247,138	1277,194	,000
Bakteri	6661,319	3	2220,440	3,225	,036
Konsentrasi	12981,758	3	4327,253	6,286	,002
Ulangan	19942,891	2	9971,445	14,485	,000
Bakteri * Konsentrasi	8164,994	9	907,222	1,318	,269
Error	20652,628	30	688,421		
Total	947650,728	48			
Corrected Total	68403,590	47			

a. R Squared = ,698 (Adjusted R Squared = ,527)

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Bakteri	N	Subset 1	2
0=tanpa bakteri	12	115,3292	
2= Azospirillum sp.	12	139,2917	139,2917
3= Phesedomona f	12	141,1458	141,1458
1= Bacillus subtilis	12		145,6042
Sig.		,097	,935

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 688,421.

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Konsentrasi	N	Subset 1	2
25,00	12	112,3750	
50,00	12	127,3750	127,3750
100,00	12		148,3292
75,00	12		153,2917
Sig.		,509	,095

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 688,421.

Analisis 84 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Hasil	0=tanpa bakteri	,239	12	,056	,879	12	,084
	1= Bacillus subtilis	,180	12	,200*	,968	12	,890
	2= Azospirillum sp.	,203	12	,183	,932	12	,406
	3= Phesedomona f	,122	12	,200*	,950	12	,633

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	93748,857[a]	17	5514,639	4,393	,000
Intercept	1198430,005	1	1198430,005	954,613	,000
Bakteri	11212,932	3	3737,644	2,977	,047
Konsentrasi	14816,255	3	4938,752	3,934	,018
Ulangan	59457,987	2	29728,993	23,681	,000
Bakteri * Konsentrasi	8261,682	9	917,965	,731	,677
Error	37662,263	30	1255,409		
Total	1329841,125	48			
Corrected Total	131411,120	47			

a. R Squared = ,713 (Adjusted R Squared = ,551)

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Bakteri	N	Subset 1	2
0=tanpa bakteri	12	134,2708	
3= Phesedomona f	12	156,2292	156,2292
2= Azospirillum sp.	12	166,1875	166,1875
1= Bacillus subtilis	12		175,3542
Sig.		,145	,556

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 1255,409.

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Konsentrasi	N	Subset 1	2
25,00	12	131,0625	
50,00	12	154,2083	154,2083
75,00	12	170,1250	170,1250
100,00	12		176,6458
Sig.		,052	,421

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 1255,409.

Analisis 91 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Hasil	0=tanpa bakteri	,173	12	,200*	,920	12	,283
	1= Bacillus subtilis	,130	12	,200*	,914	12	,242
	2= Azospirillum sp.	,274	12	,014	,840	12	,027
	3= Phesedomona f	,170	12	,200*	,854	12	,042

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	28181,091[a]	17	1657,711	1,883	,063
Intercept	1007460,750	1	1007460,750	1144,580	,000
Bakteri	6992,448	3	2330,816	2,648	,067
Konsentrasi	8576,385	3	2858,795	3,248	,036
Ulangan	6849,758	2	3424,879	3,891	,031
Bakteri * Konsentrasi	5762,500	9	640,278	,727	,681
Error	26406,034	30	880,201		
Total	1062047,875	48			
Corrected Total	54587,125	47			

a. R Squared = ,516 (Adjusted R Squared = ,242)

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Bakteri	N	Subset 1
2= Azospirillum sp.	12	134,8958
0=tanpa bakteri	12	135,2292
3= Phesedomona f	12	144,7500
1= Bacillus subtilis	12	164,6250
Sig.		,088

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 880,201.

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Konsentrasi	N	Subset 1	2
25,00	12	124,8333	
50,00	12	144,1875	144,1875
100,00	12	148,2500	148,2500
75,00	12		162,2292
Sig.		,236	,456

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 880,201.

Analisis 98 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Hasil	0=tanpa bakteri	,167	12	,200*	,875	12	,076
	1= Bacillus subtilis	,219	12	,117	,909	12	,205
	2= Azospirillum sp.	,191	12	,200*	,920	12	,283
	3= Phesedomona f	,171	12	,200*	,900	12	,161

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	29858,883[a]	17	1756,405	2,130	,034
Intercept	902419,630	1	902419,630	1094,594	,000
Bakteri	6858,526	3	2286,175	2,773	,059
Konsentrasi	10088,734	3	3362,911	4,079	,015
Ulangan	1199,096	2	599,548	,727	,492
Bakteri * Konsentrasi	11712,526	9	1301,392	1,579	,167
Error	24732,987	30	824,433		
Total	957011,500	48			
Corrected Total	54591,870	47			

a. R Squared = ,547 (Adjusted R Squared = ,290)

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Bakteri	N	Subset 1
3= Phesedomona f	12	126,9583
0=tanpa bakteri	12	128,0208
2= Azospirillum sp.	12	136,7292
1= Bacillus subtilis	12	156,7500
Sig.		,074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 824,433.

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Konsentrasi	N	Subset 1	2
25,00	12	118,3125	
50,00	12	128,1875	128,1875
100,00	12	147,5833	147,5833
75,00	12		154,3750
Sig.		,081	,137

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 824,433.

Analisis 105 HST

Tests of Normality

	Bakteri	Kolmogorov-Smirnov[a] Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Hasil	0=tanpa bakteri	,140	12	,200*	,955	12	,715
	1= Bacillus subtilis	,155	12	,200*	,916	12	,253
	2= Azospirillum sp.	,184	12	,200*	,946	12	,577
	3= Phesedomona f	,244	12	,047	,806	12	,011

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tests of Between-Subjects Effects

Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	76453,913[a]	17	4497,289	3,057	,004
Intercept	642817,658	1	642817,658	436,949	,000
Bakteri	5509,483	3	1836,494	1,248	,310
Konsentrasi	8592,014	3	2864,005	1,947	,143
Ulangan	51890,799	2	25945,400	17,636	,000
Bakteri * Konsentrasi	10461,616	9	1162,402	,790	,627
Error	44134,492	30	1471,150		
Total	763406,063	48			
Corrected Total	120588,405	47			

a. R Squared = ,634 (Adjusted R Squared = ,427)

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Bakteri	N	Subset 1
3= Phesedomona f	12	105,3333
2= Azospirillum sp.	12	107,1875
0=tanpa bakteri	12	118,1458
1= Bacillus subtilis	12	132,2292
Sig.		,333

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 1471,150.

Hasil

Tukey HSD[a][b]

Konsentrasi	N	Subset 1
25,00	12	102,3750
50,00	12	102,7292
75,00	12	125,5833
100,00	12	132,2083
Sig.		,247

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 1471,150.

Lampiran 11. Bukti Pembelian Isolat

TAGIHAN PEMBELIAN
PELAYANAN UJI LAB DAN PENJUALAN BENIH
BALAI PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN TANAMAN PEMANIS DAN SERAT

Kepada Raul Hafrizal Gibran (Polbangtan
Uang Sejumlah *Rp. 50.000,- (Lima Puluh Ribu Rupiah)*

Untuk Pembayaran Pembelian Biakan Bacillus Siptilis

No.	JENIS BARANG	JUMLAH	∑ BENIH	JUMLAH
1	Biakan Bacillus Siptilis	1 Petri disk	Rp. 50.000,-	Rp. 50.000,-
			Total	Rp. 50.000,-

Malang, 15 Januari 2026
Penerima pesanan,

Isni Tri Lestari

Pembayaran melalui :
- ☐ Kode billing -
- ☐ Transfer Ongkos Kirim melalui Transfer ke ANISA (Rek BNI) : 1189664458

Lampiran 12. Analisis TPC

LABORATORIUM
CENTRAL RISET & DIAGNOSTIK
KLINIK HEWAN SATWA SEHAT MALANG

Jl. Dako No. 52, Tidar Malang | Nomor SIVET : 128.10000.340951.0001

Rumus Perhitungan TPC

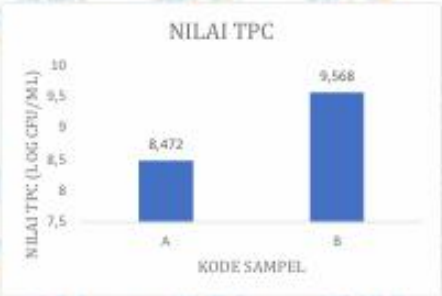
$$(CFU/ml) = \sum \frac{\textit{Rerata Jumlah Koloni Cawan Terpilih}}{\textit{Volume yang disebar di cawan petri x faktor pengenceran}}$$

TABEL 1. NILAI TPC PADA CAWAN

KODE SAMPEL	TINGKAT PENGENCERAN	JUMLAH KOLONI 1	2	3	RERATA	NILAI CFU/ML	NILAI LOG
A	10^7	27	29	33	29,667	$2,97 \times 10^{8}$	8,472756
	10^8	24	25	28	25,667		
	10^9	16	18	19	17,667		
B	10^7	53	57	59	56,333	$3,77 \times 10^{10}$	9,568202
	10^8	49	49	51	49,667		
	10^9	36	38	39	37,667		

GRAFIK 1. GRAFIK HASIL PERHITUNGAN NILAI TPC TIAP SAMPEL

KODE SAMPEL	NILAI TPC
A	8,472
B	9,568



*Menggandakan, menggunakan dan menyebarluaskan dokumen ini diluar ijin adalah termasuk tindakan melawan hukum.

LABORATORIUM
CENTRAL RISET & DIAGNOSTIK
KLINIK HEWAN SATWA SEHAT MALANG
Jl. Dako No. 52, Tidar Malang | Nomor SIVET : 128.10000.340951.0001

Rumus Perhitungan TPC

$$(CFU/ml)=\sum\frac{\textit{Rerata Jumlah Koloni Cawan Terpilih}}{\textit{Volume yang disebar di cawan petri x faktor pengenceran}}$$

TABEL 1. NILAI TPC PADA CAWAN

KODE SAMPEL	TINGKAT PENGENCERAN	JUMLAH KOLONI DAY 1	2	3	RERATA	NILAI CFU/ML	NILAI LOG
1	10^6	22	27	30	26,3333	2,63 X 10^7	7,42
	10^7	20	21	23	21,3333		
	10^8	10	12	13	11,6667		

GRAFIK 1. GRAFIK HASIL PERHITUNGAN NILAI TPC TIAP SAMPEL

KODE SAMPEL	NILAI TPC
1	7,42

*Menggandakan, menggunakan dan menyebarluaskan dokumen ini diluar ijin adalah termasuk tindakan melawan hukum.

Email : laboratorium@satwasehatindonesia.com
Website : www.lab.satwasehatindonesia.com
Katalog : www.lab.satwasehatindonesia.com

Lampiran 13. Analisis Kelayakan Usaha

A. Biaya Tetap

Biaya Tetap Penelitian						
Uraian	Q	satuan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)	Periode	Penyusutan (Per Bulan) (Rp)
Mulsa	2	Roll	350.000	700.000	12	58.333
Ajir	5000	Pcs	250	1.250.000	24	52.083
Neraca Digital	1	Pcs	100.000	100.000	48	2.083
Sprayer	1	Pcs	400.000	400.000	48	8.333
Sendok Takar	1	Pcs	15.000	15.000	12	1.250
Tali Gawar	3	Pcs	12.000	36.000	12	3.000
Pita Ukur	1	Pcs	2.000	2.000	12	167
Total				**Rp.2.503.000**		**Rp.125.250**

B. Biaya Variabel

Biaya Variabel						
Uraian	Q	Harga (Rp)	Kebutuhan	Total (Rp)	Jumlah Isi	Harga Satuan (Rp)
Benih Kacang Panjang	Biji	150.000	2	300.000	5000	60
Pupuk NPK 10-16-16	Gram	13.000	262,5	3.185.000	1000	13
Pupuk Hayati	L	5.445	75	408.375	1000	5,45
Fungisida	Paket	250.000	1	250.000	1000	50
Insektisida	Paket	250.000	1	250.000	1000	50
Total				**Rp.4.620.875**		

C. Tenaga kerja

Tenaga Kerja					
No.	Kegiatan	Orang	Satuan	Biaya Satuan (Rp)	Total (Rp)
1.	Pengolahan Lahan	2	HOK	150,000	300,000
2.	Pemasangan Mulsa	2	HOK	50,000	100,000
3.	Perawatan	1	HOK	50,000	50,000
4.	Pemupukan	1	HOK	50,000	50,000
5.	Panen	2	HOK	50,000	100,000
	Total				**Rp.600.000**

D. Analisis kelayakan seluruh perlakuan

Biaya Variabel Setiap Perlakuan / 1000m2					
Perlakuan	Bibit (Rp)	NPK (Rp)	Hayati (Rp)	Pestisida (Rp)	Total (Rp)
B0K1	300,000	1,137,500	-	500,000	1,937,500
B0K2	300,000	2,275,000	-	500,000	3,075,000
B0K3	300,000	3,412,500	-	500,000	4,212,500
B0K4	300,000	4,550,000	-	500,000	5,350,000
B1K1	300,000	1,137,500	408,375	500,000	2,345,875
B1K2	300,000	2,275,000	408,375	500,000	3,483,375
B1K3	300,000	3,412,500	408,375	500,000	4,620,875
B1K4	300,000	4,550,000	408,375	500,000	5,758,375
B2K1	300,000	1,137,500	408,375	500,000	2,345,875
B2K2	300,000	2,275,000	408,375	500,000	3,483,375
B2K3	300,000	3,412,500	408,375	500,000	4,620,875
B2K4	300,000	4,550,000	408,375	500,000	5,758,375
B3K1	300,000	1,137,500	408,375	500,000	2,345,875
B3K2	300,000	2,275,000	408,375	500,000	3,483,375
B3K3	300,000	3,412,500	408,375	500,000	4,620,875
B3K4	300,000	4,550,000	408,375	500,000	5,758,375

Lampiran 14. Perizinan NPWP dan NIB

PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA
PERIZINAN BERUSAHA BERBASIS RISIKO
NOMOR INDUK BERUSAHA: 2907260117205

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja Menjadi Undang-Undang, Pemerintah Republik Indonesia menerbitkan Nomor Induk Berusaha (NIB) kepada:

1. Nama Pelaku Usaha	: RAUL AFRIZAL GIBRAN
2. Nomor Pokok Wajib Pajak	:
3. Alamat Kantor	: JL. PEMUDA SOEMPONO, GG.04, N0.04 RT.01/03, Desa/Kelurahan Gedog, Kec. Sananwetan, Kota Blitar, Provinsi Jawa Timur
No Telepon	:
Email	: afrizalgibran83@gmail.com
4. Kode Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (KBLI)	: Lihat Lampiran
5. Skala Kegiatan Usaha	: Usaha Mikro

NIB ini berlaku sebagai:

1. Identitas berupa hak akses kepabeanan; pendaftaran kepesertaan jaminan sosial kesehatan dan jaminan sosial ketenagakerjaan; dan bukti pemenuhan laporan pertama kewajiban Lapor Ketenagakerjaan di Perusahaan (WLKP) di seluruh wilayah Republik Indonesia; dan
2. Identitas bagi Pelaku Usaha dan bukti registrasi/pendaftaran Pelaku Usaha untuk melakukan kegiatan usaha sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Diterbitkan di Jakarta, tanggal: 29 Juli 2026

Menteri Investasi dan Hilirisasi/
Kepala Badan Koordinasi Penanaman Modal,

Ditandatangani secara elektronik

1. Dokumen ini diterbitkan sistem OSS berdasarkan data dari Pelaku Usaha, tersimpan dalam sistem OSS, yang menjadi tanggung jawab Pelaku Usaha.
2. Dalam hal terjadi kekeliruan isi dokumen ini akan dilakukan perbaikan sebagaimana mestinya.
3. Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE-BSSN.
4. Data lengkap Perizinan Berusaha dapat diperoleh melalui sistem OSS menggunakan hak akses.

Balai Sertifikasi Elektronik

PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA
PERIZINAN BERUSAHA BERBASIS RISIKO
LAMPIRAN : JENIS BIDANG USAHA
NOMOR INDUK BERUSAHA: 2907260117205

Lampiran berikut ini memuat daftar bidang usaha untuk RAUL AFRIZAL GIBRAN:
B. Tabel Kegiatan Usaha Perizinan Berusaha Berbasis Risiko

B.1. Tabel Kegiatan Usaha Skala UMK KBLI Risiko Rendah Perizinan Tunggal

No.	Kode KBLI	Judul KBLI	Ruang Lingkup	Lokasi Kegiatan Usaha	Klasifikasi Tingkat Risiko	Perizinan Berusaha		
						Jenis	Status	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	20121 (KBLI 2025)	Industri Senyawa Nitrogen; Pupuk Nitrogen, Fosfat, dan Kalium	Industri pembuatan pupuk hara makro primer jenis pupuk alam seperti pupuk fosfat alam (pupuk alam anorganik)	Jl Pemuda Soempono, Gang.04, No. 04, Desa/Kelurahan Gedog, Kec. Sananwetan, Kota Blitar, Provinsi Jawa Timur Kode Pos: 66137	Rendah	NIB	Terbit	Untuk melakukan persiapan, kegiatan operasional dan/atau komersial
	Nomor Kegiatan Usaha: 202607-2919-1739-2467-652					Kewenangan:		

1. Dengan ketentuan bahwa NIB tersebut hanya berlaku untuk Kode KBLI, Judul dan Ruang Lingkup yang tercantum dalam lampiran ini.
2. Pelaku usaha wajib memenuhi persyaratan dan/atau kewajiban sesuai NSPK K/L.
3. Pengawasan pemenuhan persyaratan dan/atau kewajiban pelaku usaha dilakukan oleh K/L/Pemerintah daerah/ Administrator KEK/ BP KPBPB terkait.
4. Daftar pemenuhan persyaratan dan/atau kewajiban dapat dilihat melalui akses QR Code.
5. Lampiran ini merupakan bagian tidak terpisahkan dari dokumen NIB tersebut.

1. *Dokumen ini diterbitkan sistem OSS berdasarkan data dari Pelaku Usaha, tersimpan dalam sistem OSS, yang menjadi tanggung jawab Pelaku Usaha.*
2. *Dalam hal terjadi kekeliruan isi dokumen ini akan dilakukan perbaikan sebagaimana mestinya.*
3. *Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE-BSSN.*
4. *Data lengkap Perizinan Berusaha dapat diperoleh melalui sistem OSS menggunakan hak akses.*

Balai Sertifikasi Elektronik

Lampiran 15. Label Produk Pupuk Hayati

Lampiran 16. Daftar Hadir Uji Validitas dan Kuisioner

KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN
POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MALANG
JALAN DR. CIPTO 144 A BEDALI, LAWANG – MALANG 65200 KOTAK POS 144
TELEPON (0341) 427771, 427772, 427379, FAX. 427774
WEBSITE : https://www.polbangtanmalang.ac.id EMAIL : official@polbangtanmalang.ac.id

DAFTAR HADIR UJI VALIDITAS

Hari/Tanggal : 3 Juni
Tempat : kelompok tani sari agung 3

NO	NAMA	USIA	KELOMPOK TANI	TANDA TANGAN
1.	FARHAN		Anggota.	
2.	BAGIO		"	
3.	REZA		"	
4.	ARIFIN		— "	
5.	Suwandi		Anggota	
6.	YUSRIL		Anggota	
7.	ARIS		— " —	
8.	KIMUR		— " —	
9.	ROBET		— " —	
10.	Yahya		— " —	
11.	AV kian		— " —	

KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN
POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MALANG
JALAN DR. CIPTO 144 A BEDALI LAWANG – MALANG 65200 KOTAK POS 144
TELEPON (0341) 427771, 427772, 427379, FAX. 427774
WEBSITE : https://www.polbangtanmalang.ac.id E.MAIL : official@polbangtanmalang.ac.id

12.	A. SHOHIB. L			
13.	UCIK AKDAD			
14.	Habi almaliki			
15.	MUSIADI			
16.	PUTRA			
17.	Jamaludin			
18.	Erni widati			
19.	AGUS P.			
20.	TARWIYATI			
21.	Wiwin khamidah			
22.	Surahman			
23.	Sufaji			
24.	Shungroline		Maharisu.	
25.	Yoseph Aryu		"	
26.	Jodi Setia		"	
27.	Reyhan Budi		Mahasiswa	
28.	M. Jaelani		"	
29.	Mukhlis			
30.	Mio Julung		Mahasiswa	
31.				
32.				

Lampiran 17. Data Responden Uji Validitas

No.	Nama	Umur	Pendidikan Terakhir
1.	A. Shohi.L	33	SMA
2.	Agus P	52	SMA
3.	Arfin	38	SMA
4.	Av Kian	17	SMA
5.	Azis	25	SMA
6.	Bagio	52	SMP
7.	Erni Widati	47	SMA
8.	Farhan	27	SD
9.	Habi Al maliki	30	SMA
10.	Jamalidin	31	SMA
11.	Jodi Setia	23	SMK
12.	Kimur	38	SMP
13.	M.Jaelani	21	SMK
14.	Mukhlis	22	SMA
15.	Musiadi	34	SD
16.	Nio Julung	22	SMK
17.	Putra	21	SMA
18.	Reyhan Budi	20	SMK
19.	Reza	21	SMP
20.	Robet	26	SMA
21.	Shunerelyne	21	SMK
22.	Surahliman	43	SD
23.	Sutaji	47	SD
24.	Suwandi	54	SD
25.	Tarwiyati	43	SD
26.	Ulil Albab	26	SMA
27.	Wiwin Khotimah	41	SMA
28.	Yahya	20	SMA
29.	Yosafat Arya	23	SMK
30	Yusril	25	SD

Lampiran 18. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

Pertanyaan	R-Hitung	R-Total	Signifikasi	Keterangan	Cronbach Alpha
Soal 1	0,384	0,361	0.036	Valid	0,715
Soal 2	0,390	0,361	0.033	Valid	0,715
Soal 3	0,366	0,361	0,046	Valid	0,715
Soal 4	0,496	0,361	0,005	Valid	0,715
Soal 5	0,459	0,361	0,011	Valid	0,715
Soal 6	0,504	0,361	0,005	Valid	0,715
Soal 7	0,496	0,361	0,005	Valid	0,715
Soal 8	0,367	0,361	0,046	Valid	0,715
Soal 9	0,534	0,361	0,002	Valid	0,715
Soal 10	0,490	0,361	0,006	Valid	0,715
Soal 11	0,375	0,361	0,041	Valid	0,715
Soal 12	0,385	0,361	0,036	Valid	0,715
Soal 13	0,438	0,361	0,016	Valid	0,715
Soal 14	0,417	0,361	0,009	Valid	0,715
Soal 15	0,403	0,361	0,027	Valid	0,715
Soal 16	0,459	0,361	0,011	Valid	0,715
Soal 17	0,402	0,361	0,028	Valid	0,715
Soal 18	0,369	0,361	0,044	Valid	0,715
Soal 19	0,389	0,361	0,034	Valid	0,715
Soal 20	0,375	0,361	0,041	Valid	0,715

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.715	21

Lampiran 19. LPM (Lembar Persiapan Menyuluh)

LEMBAR PERSIAPAN MENYULUH (LPM)
KELOMPOK SARI AGUANG 1
DESA PUJON KIDUL KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG

Judul	:	Pemanfatan bakteri *bacillus subtilis*, *azospirillum*, dan *pseudomonas fluorescens* pada budidaya kacang panjang.
Tujuan Pelaksanaan	:	Meningkatkan pemahaman petani mengenai manfaat penggunaan Bakteri *Bacillus subtilis, Azosphirilum,* dan *Phesedomonas flourencens*
Metode	:	Ceramah, Diskusi dan Demonstrasi Cara
Media	:	Power Point, Leaflet
Waktu	:	60 menit
Sasaran	:	Anggota Kelompok Tani Sari Agung 1
Alur Kegiatan	:	

No	Pokok Kegiatan	Uraian Kegiatan	Waktu	Keterangan
1.	Pendahuluan	Pembukaan dan Sambutan	15 Menit	a. Pembukaan diawali dengan salam dan perkenalan b. Menyampaikan maksud dan tujuan penyuluhan c. Mengenal petani agar lebih akrab d. Pengisian quisioner Pretest
2.	Materi	Penyampaian Materi	15 Menit	a. Pengertian b. Pemanfaatan c. Langkah dan tata cara pembuatan d. Kelebihan dan kekurangan
3.	Diskusi	Tanya jawab dan sharing	20 Menit	a. Diskusi dan sharing sesion dengan petani untuk mendapat feedback b. Pengisian quisioner posttest
4.	Penutup	Kesimpulan dan saran	10 Menit	a. Menyampaikan kesimpulan hasil diskusi b. Kegiatan Foto bersama c. Pembagian Souvenir

Malang, 20 Juni 2026

Penyuluh Pertanian Lapangan

Desa Pujon Kidul

KEN AYU K. PUTRI, SP

NIP.

Mahasiswa

Rizal Kurniawan

NIM 04.01.22.1172

Koordinator BPP

Kecamatan Pujon

KEN AYU K. PUTRI, SP

NIP. 198709092015012001

Lampiran 20. Sinopsis

SINOPSIS

Budidaya Kacang Panjang Berbasis Bakteri *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*

Kacang panjang (*Vigna unguiculata L.)* merupakan sayuran leguminosa yang banyak dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomi bagi petani. Tanaman ini memerlukan ketersediaan unsur hara yang cukup untuk membentuk daun, cabang, bunga, dan polong. Pemupukan NPK dapat memenuhi kebutuhan tersebut, tetapi penggunaannya perlu dilakukan secara tepat agar tidak boros dan tidak menurunkan kualitas tanah dalam jangka panjang.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah memadukan pupuk NPK dengan bakteri menguntungkan yang berperan sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Bakteri *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens* bekerja di sekitar perakaran melalui mekanisme yang berbeda, seperti membantu ketersediaan nitrogen dan fosfor, menghasilkan senyawa pemacu pertumbuhan, serta menjaga kondisi rizosfer. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemupukan sekaligus mendukung pertumbuhan dan produktivitas kacang panjang.

A. Keunggulan Budidaya Berbasis Bakteri

- Membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara di sekitar perakaran.
- Mendukung perkembangan akar, daun, cabang, bunga, dan polong.
- Berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk NPK.
- Membantu menjaga aktivitas biologis dan kondisi rizosfer tanaman.
- Dapat diterapkan sebagai bagian dari budidaya kacang panjang yang lebih efisien dan berkelanjutan.

B. Alat dan Bahan

- Benih kacang panjang bermutu.
- Inokulan *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* sp., dan *Pseudomonas fluorescens*.
- Pupuk NPK 16-16-16.
- Air kelapa sebagai media cair perbanyakan bakteri.
- Tepung tapioka, sumber fosfat (SP), fermipan, akuades, dan bahan pengatur pH sesuai kebutuhan.
- Wadah fermentasi, galon, alat ukur pH, gelas ukur, dan alat pengaduk.
- Cangkul, ajir, tali, gembor atau alat kocor, timbangan, dan alat pemeliharaan tanaman.

C. Langkah-Langkah Budidaya

1. Persiapan Lahan

- Bersihkan lahan dari gulma dan sisa tanaman sebelumnya.
- Olah tanah hingga gembur, kemudian buat bedengan dan saluran drainase.
- Gunakan jarak tanam 40 × 60 cm agar tanaman memiliki ruang tumbuh yang cukup.
- Pasang ajir pda 7-14 pada fase pertumbuhan untuk menopang tanaman yang merambat.

2. Penanaman

- Pilih benih yang sehat, seragam, dan memiliki daya kecambah baik.
- Tanam benih pada lubang tanam yang telah disiapkan, kemudian tutup tipis dengan tanah.
- Lakukan penyulaman apabila terdapat benih yang tidak tumbuh atau bibit mengalami kerusakan.

3. Pembuatan atau Perbanyakan Bakteri

- Siapkan Air bersih dengan skala 1-10
- Masukkan air kedalam wadah kedap udara yang sudah dibersihkan.
- Tambahakan Gula atau tepung beras sebagai sumber karbohidrat (makanan bakteri).
- Masukkan inokulan bakteri sesuai jenisnya.
- Tutup wadah dan taruh ditempat yang teduh.
- Fermentasikan larutan selama tujuh hari dalam wadah yang bersih dan tertutup.
- Cek berkala setiap hari dengan mebuka tutupnya untuk membuang gas fermentasi.

4. Aplikasi Bakteri

- Aplikasikan larutan bakteri dengan cara dikocorkan di sekitar perakaran tanaman.
- Gunakan dosis 15 ml per tanaman pada setiap aplikasi.
- Lakukan aplikasi setiap 14 hari sekali agar bakteri tetap aktif di daerah rizosfer.
- Hindari pengocoran pada saat hujan lebat agar larutan tidak segera tercuci.
- Jangan Mengaplikasikan saat cuaca Terik.

5. Pemupukan NPK

- Berikan pupuk NPK sesuai taraf perlakuan atau rekomendasi budidaya setempat.
- Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi NPK 75% yang dipadukan dengan *Bacillus subtilis* memberikan produktivitas tertinggi secara deskriptif.
- Pupuk diberikan di sekitar tanaman dengan jarak aman dari pangkal batang, kemudian ditutup tanah dan disiram secukupnya.

6. Pemeliharaan

- Lakukan penyiraman sesuai kondisi tanah dan cuaca tanpa menyebabkan genangan.
- Ikat tanaman pada ajir secara bertahap agar pertumbuhan sulur lebih terarah.
- Kendalikan gulma, hama, dan penyakit secara rutin dengan mengutamakan cara yang aman dan sesuai kondisi lapangan.
- Amati pertumbuhan daun, cabang, bunga, dan polong untuk mengetahui respons tanaman.

7. Panen

- Panen dilakukan ketika polong telah mencapai ukuran konsumsi, berwarna hijau segar, dan bijinya belum menonjol keras.
- Pemetikan dilakukan secara hati-hati agar bunga dan polong muda tidak rusak.
- Panen dilakukan bertahap sesuai tingkat kematangan polong.

D. Kondisi Tumbuh yang Perlu Diperhatikan

- Lahan memperoleh cahaya matahari yang cukup.
- Tanah gembur, subur, dan memiliki drainase baik.

- Ketersediaan air cukup, tetapi tidak menimbulkan genangan.
- Suhu lingkungan hangat dan sesuai untuk pertumbuhan kacang panjang.
- Pemupukan dilakukan berimbang sesuai kebutuhan tanaman dan kondisi tanah.

E. Permasalahan yang Sering Terjadi

- Daun menguning atau pertumbuhan tanaman lambat.
- Jumlah cabang sedikit dan tanaman kurang rimbun.
- Larutan bakteri berbau menyengat, berubah warna tidak normal, atau terkontaminasi.
- Tanaman layu akibat kekurangan air atau akar terganggu karena genangan.
- Bunga dan polong muda gugur.
- Serangan hama dan penyakit pada daun, batang, maupun polong.

F. Solusi Penanganan

- Periksa kecukupan air, kondisi tanah, dan dosis pupuk sebelum menambah input baru.
- Gunakan inokulan dan media fermentasi yang bersih untuk mengurangi risiko kontaminasi.
- Aplikasikan larutan bakteri pada tanah yang lembap dan hindari waktu hujan lebat.
- Perbaiki saluran drainase apabila terjadi genangan di sekitar perakaran.
- Lakukan pengendalian gulma, hama, dan penyakit sejak awal dengan metode yang sesuai.
- Catat waktu aplikasi, dosis, dan respons tanaman agar pengelolaan budidaya dapat dievaluasi.

G. Hasil Utama Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Bacillus subtilis* memberikan respons paling konsisten pada jumlah daun, jumlah cabang, dan berat polong. Panjang polong tidak berbeda nyata antarperlakuan. Secara deskriptif, kombinasi *Bacillus subtilis* dan NPK 75% menghasilkan produktivitas tertinggi, yaitu 5,59 ton per 1.000 m^2. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan bakteri menguntungkan perlu didukung oleh ketersediaan hara yang cukup agar manfaatnya terhadap tanaman dapat berlangsung secara optimal.

Budidaya kacang panjang berbasis bakteri menguntungkan merupakan pendekatan yang dapat membantu meningkatkan efisiensi pemupukan dan mendukung produktivitas tanaman. Keberhasilannya ditentukan oleh mutu inokulan, ketepatan dosis dan waktu aplikasi, ketersediaan unsur hara, serta pengelolaan air dan kesehatan tanaman. Dengan penerapan yang tepat, teknologi ini berpotensi menjadi pilihan budidaya yang lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan bagi petani.

Lampiran .21. Berita Acara

KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN
Jalan Dr. Cipto 144 A Bedali, Lawang – Malang 65200 Kotak Pos 144
Telepon 0341 – 427771, 427772, 427379, Faksimile 427774
Website: www.polbangtanmalang.ac.id
E-mail:polbangtanmalang@yahoo.co.id

BERITA ACARA

Pada hari di Kelompok Tani Sari Agung 1 Desa Pujon Kidul Kecamatan Pujon Kabupaten Malang telah diselenggarakan kegiatan sebagai berikut:

Kegiatan	: Diseminasi
Materi	: Pemanfataan bakteri *bacillus subtilis, azosphirilum,*dan *phesedomonas flourencens pada tanaaman kacang panjang*
Tujuan	: Meningkatkan pemahaman petani tentang pemanfataan bakteri *bacillus subtilis, azosphirilum,*dan *phesedomonas flourencens*
Pihak yang Terlibat	: Penyuluh, ketua kelompok tani, anggota kelompok tani, dan mahasiswa

Catatan selama pelaksanaan Kegiatan

.....

.....

Demikian berita acara ini dibuat dengan sebenar- benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, Sabtu, 20 Juni 2026

Mengetahui :

Ketua Kelompok Tani	Mahasiswa
SUGIARTO	Rahul Afrital G
	0401.22.1172
Penyuluh Pertanian Lapangan Desa Pujon Kidul	Koordinator BPP Kecamatan Pujon
KEN AYU K. PUTRI. SP	KEN AYU K. PUTRI, SP

Lampiran 22. Daftar Hadir Kegiatan Diseminasi

KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN
Jalan Dr. Cipto 144 A Bedali, Lawang – Malang 65200 Kotak Pos 144
Telepon 0341 – 427771, 427772, 427379, Faksimile 427774
Website: www.polbangtanmalang.ac.id
E-mail:polbangtanmalang@yahoo.co.id

DAFTAR HADIR KEGIATAN DISEMINASI

PEMANFATAN BAKTERI (*BACILLUS SUBTILIS*, *AZOSPIRILLUM*, DAN *PSEUDOMONAS FLUORESCENS*) TERHADAP BUDIDAYA KACANG PANJANG.

Kelompok Tani : **Sari Agung 1**
Desa : **Pujon Kidul**
Kecamatan : **Pujon**
Kabupaten : **Malang**

No	Nama	Alamat	TT D	
1	Wiwin Khamidah	P. Kidul. 19	1.	2.
2	ARIANTO	pujon kidul		
3	TARWIYATI	Pujon kidul	3.	4.
4	SUPAKAT	— " —		
5	Hadi	— " —	5.	6.
6	Slamet	— " —		
7	SUYANTO	— " —	7.	8.
8	Mariyano	— " —		
9	Mita Rosita.	— " —	9.	10.
10	Ikrimatul A.	— " —		
11	Lindarawati	— " —	11.	12.
12	Siti Aminah.	"		
13	Sugi Rahayu	— " —	13.	14.
14	Nanik noreni	— " —		
15	Fitria Adharani.	"	15.	16.
16	Henny yuria	— " —		
17	Bila siti Nur Janah	— " —	17.	18.
18	Nuriati	— " —		
19	Sujiyat	— " —	19.	

No	Nama	Alamat	TT D	
20	winarti	payankidul		20.
21	ERISTA	Pujon kidul	21.	
22	Dela Dwi	Pujon kidul		22.
23	SUGIHARTO	— " —	23.	
24	Miftakhul - R.	— " —		24
25	Komariyah	— " —	25	
26	Mustikah	— " —		26
27	Sulianto	— " —	27	
28	Sumari	— " —		28
29	Yusril	— " —	29	
30	ucik	— " —		30

Malang, 20 Juni 2026

Ketua Kelompok Tani

SUGIHARTO

Mahasiswa

Rauf Afrizal I.G
06-0122-1172

Mengetahui,

Penyuluh Pertanian Lapangan
Desa Pujon Kidul

KEN AYU K. PUTRI, SP

Koordinator Balai Penyuluhan Pertanian
Kecamatan Pujon

KEN AYU K. PUTRI, SP

Lampiran 23. Media Diseminasi

Lampiran 24. Data Responden Diseminasi

No.	Nama	Umur	Pendidikan Terakhir
1.	Ulil	26	SMA
2.	Wiwin Khamidi	41	SMA
3.	Arianto	46	SD
4.	Tarwiyati	43	SD
5.	Supakat	65	SD
6.	Hadi	39	SMP
7.	Slamet	50	SD
8.	Suyanto	53	SD
9.	Mariyono	66	SD
10.	Mia Rosita	26	SMP
11.	Ikrimztui		SMA
12.	Linda Irawati	27	SMA
13.	Siti Aminah	50	SD
14.	Sugi Rahayu	40	SD
15.	Nanik Noreni	44	SD
16.	Fintria Adharani	22	SMA
17.	Heni Yulia	22	SMP
18.	Bila Siti Nur	22	SMP
19.	Nuriati	54	SD
20.	Sujiyat	46	SD
21.	Winarti	48	SMP
22.	Erisna	38	SMA
23.	Dela Dwi	24	Perguruan tinggi
24.	Sugiarto	57	SMA
25.	Miftahur R	35	SMA
26.	Komariyah	49	SMP
27.	Mustikah	49	SD
28.	Sulianto		SMP
29.	Suman	41	SD
30.	Yusril	25	SMA

Lampiran 25. Hasil Kuesioner Pre-Test

NO.	Nama	soal 1	soal 2	soal 3	soal 4	soal 5	soal 6	soal 7	soal 8	soal 9	soal 10	soal 11	soal 12	soal 13	soal 14	soal 15	soal 16	soal 17	soal 18	soal 19	soal 20	Total Benar
1	Ulil	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	8
2	Wiwin Khamidi	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	9
3	Arianto	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	10
4	Tarwiyati	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	11
5	Supakat	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	12
6	Hadi	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	13
7	Slamet	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	9
8	Suyanto	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	10
9	Mariyono	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8
10	Mia Rosita	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	11
11	Ikrimztui	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	12
12	Linda Irawati	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	10
13	Siti Aminah	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	9
14	Sugi Rahayu	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	13
15	Nanik Noreni	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	11
16	Fintria Adharani	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	10
17	Heni Yulia	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
18	Bila Siti Nur Jannah	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	12
19	Nuriati	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	9
20	Sujiyat	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	11
21	Winarti	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	13
22	Erisna	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	10
23	Dela Dwi	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8
24	Sugiarto	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	12
25	Miftahur R	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	9
26	Komariyah	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	11
27	Mustikah	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	10
28	Sulianto	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	13
29	Suman	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	12
30	Yusril	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	9

Lampiran 26. Hasil Kuesioner Post Test

NO.	Nama	soal 1	soal 2	soal 3	soal 4	soal 5	soal 6	soal 7	soal 8	soal 9	soal 10	soal 11	soal 12	soal 13	soal 14	soal 15	soal 16	soal 17	soal 18	soal 19	soal 20	Total Benar
1	Ulil	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	16
2	Wiwin Khamidi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	17
3	Arianto	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18
4	Tarwiyati	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	19
5	Supakat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
6	Hadi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	18
7	Slamet	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	15
8	Suyanto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	17
9	Mariyono	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	16
10	Mia Rosita	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	19
11	Ikrimztui	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
12	Linda Irawati	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	18
13	Siti Aminah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	16
14	Sugi Rahayu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	19
15	Nanik Noreni	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	17
16	Fintria Adharani	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	18
17	Heni Yulia	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	15
18	Bila Siti Nur Jannah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
19	Nuriati	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	16
20	Sujiyat	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	17
21	Winarti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
22	Erisna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18
23	Dela Dwi	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	14
24	Sugiarto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
25	Miftahur R	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	16
26	Komariyah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	17
27	Mustikah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	18
28	Sulianto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
29	Suman	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	18
30	Yusril	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	15

Lampiran 27. Hasil Data SPSS Uji Paired Sample t-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	PRE_TESS	9.9667	30	1.79046	.32689
	POST_TESS	17.2667	30	1.65952	.30299

Paired Samples Test

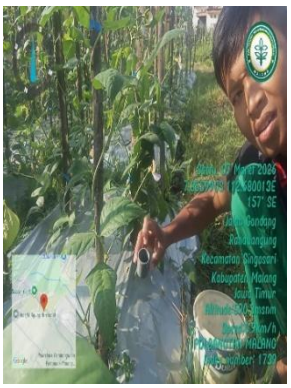
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	PRE_TESS - POST_TESS	-7.30000	1.44198	.26327	-7.83844	-6.76156	-27.728	29	<,001

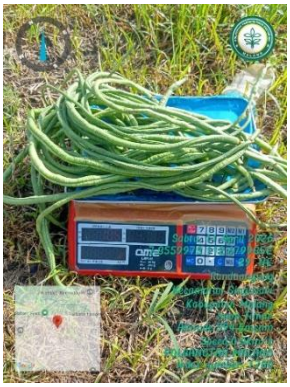
Lampiran 28. Dokumentasi

Selasa, 13 Januari 2026 08:10PM
7.8667113 112.6700026E
66° NE
164-164 Dukuh Kepuhrejo
Bedali
Kecamatan Lawang
Kabupaten Malang
Jawa Timur
Altitude:608.7msnm
POLBANGTAN MALANG
Index number: 1669

Kecamatan Singosari
Kabupaten Malang
Jawa Timur
Altitude:590.5msnm
POLBANGTAN MALANG
Index number: 1668

Kamis, 15 Januari 2026 04:13PM
39° NE
144a Jalan Doktor Cipto
Bedali
Kecamatan Lawang
Kabupaten Malang
Jawa Timur
Altitude:582.3msnm
Speed:0.0km/h
POLBANGTAN MALANG
Index number: 1674





Minggu, 29 Maret 2026
7.8559783 112.680173E
28° NE
Randuangung
Kecamatan Singosari
Kabupaten Malang
Jawa Timur
Altitude:556.1msnm
Speed:0.9km/h
POLBANGTAN MALANG
Index number: 1763