

**PRODUKSI TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill)
YANG DI APLIKASI MIKROBA PENAMBAT NITROGEN
DAN PELARUT FOSFAT**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Agroteknologi

disusun dan diajukan oleh

AMBRI BAKHTIAR

G012171001



kepada

**PROGRAM MAGISTER AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**



TESIS

**PRODUKSI TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill)
YANG DI APLIKASI MIKROBA PENAMBAT NITROGEN
DAN PELARUT FOSFAT**

Disusun dan disajikan oleh

AMBRI BAKHTIAR
Nomor pokok G012171001

Telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Tesis

Pada tanggal 22 Mei 2019

Dan dinyatakan memenuhi syarat

Menyetujui,
Komisi penasehat



Prof. Dr. Tr. Elkawakib Syam'un, MP.
Ketua



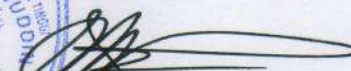
Dr. Ir. Fachirah Ulfa, MP
Anggota

**Ketua Program Studi
Agroteknologi S2**



Ir. Rinaldi Sjahril, M.Agr., Ph.D
NIP. 19660925 199412 1 001

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin**



Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin
NIP. 19601224 198601 1 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ambri Bakhtiar

NIM : G012171001

Program Studi : Agroteknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis/disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 27 Mei 2019

Yang menyatakan

Ambri Bakhtiar



PRAKATA

Segala puji dan syukur kepada sumber segala kebenaran dan sumber ilmu pengetahuan, Allah Subhana Wa Ta'ala. Salawat serta salam kepada Rasulullah Sallallahu 'Alaihi Wasallam yang telah membawa dan menuntun kita pada kebenaran Islam.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah karena dengan pertolonganNya dan pertolongan orang-orang yang terlibat, penulis dapat menyusun tesis yang berjudul "Pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan aplikasi mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat".

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan tesis ini tidak jarang penulis menemukan kesulitan dan hambatan, namun berkat dorongan dan dan bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan kerendahan dan ketulusan hati penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, petunjuk dan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada bapak Prof. Dr. Ir. Elkawakib Syam'un, M.P. sebagai pembimbing pertama dan ibu Dr.

Dr. F. Ulfa, M.P. sebagai pembimbing kedua yang telah meluangkan tenaga dan pikiran dalam memberikan bimbingan dan kesempatan yang sangat berharga bagi penulis. Semoga Tuhan Yang Maha Esa



memberikan perlindungan, kesehatan dan pahala yang berlipat ganda atas segala kebaikan yang telah dicurahkan kepada penulis selama ini.

Pada kesempatan ini, penghargaan dan terima kasih juga penulis sampaikan kepada.

1. Ir. Rinaldi Sjahril, M.Agr, Ph. D., Ketua Program Studi Agroteknologi Universitas Hasanuddin yang telah mengatur segala aturan dan kebijakan yang menjadi tuntunan penulis selama menjadi mahasiswa.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Laode Asrul, M.P., Dr. Ir. Syatrianty A. Syaiful, MS., dan Dr. Ir. Feranita Haring, MP. selaku anggota panitia seminar hasil penelitian dan ujian akhir, yang telah memberikan kritik dan saran serta arahan yang sangat berguna dalam penyempurnaan tesis ini.
3. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Agroteknologi Universitas Hasanuddin yang telah membekali penulis dengan berbagai pengetahuan yang tak ternilai harganya.
4. Terkhusus kepada kedua orang tua, Ibunda Fitria dan Ayahanda Bakhtiar yang senantiasa memberikan cinta dan kasih sayang penuh dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta doa restu yang tiada henti-hentinya diberikan kepada penulis dalam menempuh pendidikan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, rejeki, pahala dan perlindungan atas segala pengorbanan yang di berikan selama ini.



5. Kepada tante saya Nurlela Mahmud dan om saya Nahlil Nonci saya ucapkan banyak terima kasih atas bantuan, doa dan bimbingan yang selalu ada untuk saya dalam menyelesaikan pendidikan ini.
6. Kepada teman seperjuangan saya Jamil Anton, SP. dan Sangkala, S.Si. terima kasih banyak atas bantuan dan kerja samanya selama penelitian.
7. Teman sekaligus sahabat tercinta kelas Agroteknologi angkatan 2017, terima kasih atas persahabatan yang telah terjalin meskipun salah paham kadang menyelimuti kelas kita tetapi semua telah terlewati dan menjadi bermakna berkat kalian.

Akhirnya, penulis berharap semoga bantuan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT dengan pahala yang berlipat ganda. Dengan segala kerendahan hati penulis senantiasa mengharapkan saran yang membangun sehingga penulis dapat berkarya lebih baik lagi di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi yang membutuhkannya. Amin Yaa Rabbal Alamin.

Makassar, 27 Mei 2019

Ambri Bakhtiar



ABSTRAK

AMBRI BAKHTIAR. Produksi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merill) yang di aplikasi mikroba penambat nitrogen dan pelarut fosfat (dibimbing oleh **ELKAWAKIB SYAM'UN** dan **FACHIRAH ULFA**)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat serta interaksi keduanya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bio-Sains dan Bioteknologi Reproduksi Tanaman, Departemen Budidaya Pertanian Universitas Hasanuddin dan di Desa Tarowang, Kecamatan Galesong Selatan, Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan, dari bulan Agustus hingga November 2018. Penelitian dilaksanakan dalam bentuk percobaan faktorial 2 faktor yang disusun dalam Rancangan Petak Terpisah (RPT). Faktor pertama sebagai petak utama adalah mikroba penambat nitrogen yang terdiri tiga jenis mikroba yaitu jenis *Azotobacter vinelandii*, *Streptomyces* sp. dan *Bacillus subtilis*. Faktor kedua sebagai anak petak adalah mikroba pelarut fosfat yang terdiri tiga jenis mikroba yaitu jenis *Bacillus cereus*, bakteri *Indegenius* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus cereus* menghasilkan laju tumbuh tanaman tertinggi. Perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus cereus* menghasilkan laju asimilasi bersih tertinggi. Perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Pseudomonas aeruginosa* menghasilkan cabang produktif tertinggi, bobot biji per petak tertinggi dan bobot biji per hektar tertinggi, perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus* sp. (*indigenus*) menghasilkan indeks panen tertinggi dan perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus* sp. (*indigenus*) menghasilkan analisis protein tertinggi.

Kata kunci: Tanaman kedelai, mikroba penambat nitrogen, dan mikroba pelarut fosfat.



ABSTRACT

AMBRI BAKHTIAR. Productivity of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) applied with nitrogen fixing and phosphate solubilizing microorganisms (supervised by **ELKAWAKIB SYAM'UN** dan **FACHIRAH ULFA**)

This study aims to evaluate the effect of nitrogen fixing and phosphate solubilizing microorganisms towards growth and productivity of soybean plant. This study was conducted from August until November 2018 in laboratory of Bioscience and Plant Production Biotechnology, Department of Agriculture, Hasanuddin University, and in Tarowang Village, Sub-district of Galesong Selatan, Takalar District, Sulawesi Selatan Province. The study was carried out in a two-factor factorial with split plot design. The first factor as the main plot were nitrogen fixing microorganisms consisting of three different species, those were *Azotobacter vinelandii*, *Streptomyces* sp. and *Bacillus subtilis*. The second factor as subplot were phosphate solubilizing microorganisms consisting of three species, those were *Bacillus cereus*, indigenous bacteria, and *Pseudomonas aeruginosa*. The results showed that treatment with *Azotobacter vinelandii* with *Bacillus cereus* gave highest growth rate. Treatment with *Streptomyces* sp. with *Bacillus cereus* gave highest assimilation rate. *Streptomyces* sp. with *Pseudomonas aeruginosa* showed highest productive branch, highest grain mass per plot, and highest grain mass per hectare. Treatment with *Azotobacter vinelandii* with *Bacillus* sp. (*indigenous*) bacteria resulted highest harvest index and treatment with *Streptomyces* sp. with indigenous bacteria showed highest protein analysis.

Key words: soybean plant, nitrogen fixing microorganism, and phosphate solubilizing microorganism.



DAFTAR ISI

Bab	Teks	Halaman
	HALAMAN JUDUL	i
	LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
	PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
	PRAKATA.....	iv
	ABSTRAK.....	vii
	ABSTRACT	viii
	DAFTAR ISI.....	ix
	DAFTAR TABEL.....	xi
	DAFTAR GAMBAR	xii
	DAFTAR TABEL LAMPIRAN	xiii
	DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN	xv
BAB I.	PENDAHULUAN.....	1
	A. Latar Belakang.....	1
	B. Rumusan Masalah	4
	C. Tujuan Penelitian	4
	D. Manfaat Penelitian	4
BAB II.	TINJAUAN PUSTAKA.....	6
	A. Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> L.)	6
	B. Pupuk Hayati	7
	C. Mikroba Penambat Nitrogen.....	8
	D. Mikroba Pelarut Fosfat.....	10
	E. Kerangka Konseptual	12
	F. Hipotesis Penelitian.....	12
BAB III.	METODE PENELITIAN.....	14
	A. Tempat dan Waktu	14
	B. Alat dan Bahan	14
	Rancangan Penelitian.	15
	Pelaksanaan Penelitian.	16
	Pengamatan	21



F. Analisis Data	24
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
A. Hasil Penelitian	26
B. Pembahasan	50
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	57
A. Kesimpulan	57
B. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN.....	63



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kombinasi perlakuan dari faktor aplikasi mikroba penambat nitrogen dengan aplikasi pelarut fosfat	15
2.	Laju tumbuh tanaman kedelai ($\text{g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) periode 1 (4–5 MST)..	27
3.	Laju tumbuh tanaman kedelai ($\text{g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) periode 2 (5–6 MST)	28
4.	Laju tumbuh tanaman kedelai ($\text{g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) periode 3 (6–7 MST)	29
5.	Laju asimilasi bersih tanaman kedelai ($\text{g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) periode 1 (4–5 MST)	30
6.	Laju asimilasi bersih tanaman kedelai ($\text{g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) periode 2 (5–6 MST)	31
7.	Laju asimilasi bersih tanaman kedelai ($\text{g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) periode 3 (6–7 MST)	32
8.	Jumlah cabang produktif tanaman kedelai (cabang)	33
9.	Presentase polong per tanaman kedelai (polong)	34
10.	Presentase polong berisi tanaman kedelai (persen).	35
11.	Presentase polong hampa tanaman kedelai (persen)	36
12.	Bobot biji per tanaman kedelai (gram)	37
13.	Bobot 100 biji tanaman kedelai (gram)	38
14.	Bobot biji per petak tanaman kedelai (gram)	39
15.	Bobot biji per hektar tanaman kedelai (ton)	40
16.	Indeks panen tanaman kedelai	41
17.	Analisis kadar protein tanaman kedelai	43



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kerangka konseptual.....	12
2.	Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara <i>Azotobacter vinilanii</i> dengan <i>Bacillus cereus</i> terhadap hasil.....	44
3.	Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara <i>Azotobacter vinilanii</i> dengan <i>Bacillus sp.</i> (indigenous) terhadap hasil.....	45
4.	Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara <i>Azotobacter vinilanii</i> dengan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> terhadap hasil.....	45
5.	Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara <i>Streptomyces</i> dengan <i>Bacillus cereus</i> terhadap hasil.....	46
6.	Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara <i>Streptomyces</i> dengan <i>Bacillus sp.</i> (indigenous) terhadap hasil.....	47
7.	Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara <i>Streptomyces</i> dengan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> terhadap hasil.....	47
8.	Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara <i>Bacillus subtilis</i> dengan <i>Bacillus cereus</i> terhadap hasil.....	48
6.	Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara <i>Bacillus subtilis</i> dengan <i>Bacillus sp.</i> (indigenous) terhadap hasil.....	49
7.	Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara <i>Bacillus subtilis</i> dengan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> terhadap hasil.....	49



DAFTAR TABEL LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Deskripsi Varietas Kedelai Grobogan.....	63
2.	Data Curah Hujan Bulanan (Milimeter) Tahun 2017.....	68
3.a.	Hasil pengamatan rata-rata laju tumbuh tanaman periode 1 (4-5 MST) yang telah ditransformasi ke x	73
3.b.	Sidik ragam rata-rata laju tumbuh tanaman periode 1 (4-5 MST) yang telah ditransformasi ke x	73
4.a.	Hasil pengamatan rata-rata laju tumbuh tanaman periode 2 (5-6 MST) yang telah ditransformasi ke x	74
4.b.	Sidik ragam rata-rata laju tumbuh tanaman periode 2 (5-6 MST) yang telah ditransformasi ke x	74
5.a.	Hasil pengamatan rata-rata laju tumbuh tanaman periode 3 (6-7 MST) yang telah ditransformasi ke x	75
5.b.	Sidik ragam rata-rata laju tumbuh tanaman periode 3 (6-7 MST) yang telah ditransformasi ke x	75
6.a.	Hasil pengamatan rata-rata laju asimilasi bersih periode 1 (4-5 MST) yang telah ditransformasi ke x	76
6.b.	Sidik ragam rata-rata laju asimilasi bersih periode 1 (4-5 MST) yang telah ditransformasi ke x	76
7.a.	Hasil pengamatan rata-rata laju asimilasi bersih periode 2 (5-6 MST) yang telah ditransformasi ke x	77
7.b.	Sidik ragam rata-rata laju asimilasi bersih periode 2 (5-6 MST) yang telah ditransformasi ke x	77
8.a.	Hasil pengamatan rata-rata laju asimilasi bersih periode 3 (6-7 MST) yang telah ditransformasi ke x	78
8.b.	Sidik ragam rata-rata laju asimilasi bersih periode (6-7 MST) yang telah ditransformasi ke x	78
9.a.	Hasil pengamatan rata-rata cabang produktif.....	79
	Sidik ragam rata-rata cabang produktif	79
	Hasil pengamatan rata-rata presentase polong per tanaman	80
	Sidik ragam rata-rata presentase polong per tanaman	80



11.a.	Hasil pengamatan rata-rata presentase polong berisi	81
11.b.	Sidik ragam rata-rata presentase polong berisi	81
12.a.	Hasil pengamatan rata-rata presentase polong hampa.....	82
12.b.	Sidik ragam rata-rata presentase polong hampa.....	82
13.a.	Hasil pengamatan rata-rata bobot biji per tanaman.....	83
13.b.	Sidik ragam rata-rata bobot biji per tanaman.....	83
14.a.	Hasil pengamatan rata-rata bobot 100 biji.....	84
14.b.	Sidik ragam rata-rata bobot 100 biji.....	84
15.a.	Hasil pengamatan rata-rata bobot biji per petak.....	85
15.b.	Sidik ragam rata-rata bobot biji per petak.....	85
16.a.	Hasil pengamatan rata-rata bobot biji per hektar.....	86
16.b.	Sidik ragam rata-rata bobot biji per hektar.....	86
17.a.	Hasil pengamatan rata-rata indeks panen.....	87
17.b.	Sidik ragam rata-rata indeks panen.....	87
18.a.	Hasil pengamatan rata-rata kadar protein	88
18.b.	Sidik ragam rata-rata kadar protein	88
19.	Rekapitulasi hasil analisis sidik ragam semua parameter pengamatan terhadap mikroba penambat nitrogen dengan mikroba pelarut fosfat	89
20.	Rekapitulasi kombinasi perlakuan terbaik mikroba penambat nitrogen dengan mikroba pelarut fosfat pada semua parameter pengamatan.....	90



DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Layout di Lapangan	64
2.	Layout Populasi Tanaman Kedelai di Petak Percobaan.....	65
3.	Data Analisis Tanah Di Lokasi Penelitian Desa Tarawang Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar	66
4.	Analisis Kadar Protein Tanaman Kedelai	67
5.	Isolasi dan inokulasi mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat	69
6.	Penanaman dan pemeliharaan tanaman kedela pada petak percobaan.....	70
7.	Panen dan pasca panen.....	71
8.	Pengamatan luas daun serta parameter produksi kedelai	72



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan tanaman sumber protein yang murah, sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Kebutuhan terhadap kedelai semakin meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan bertambahnya penduduk dan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap makanan berprotein nabati. Berdasarkan data dari Badan Pusat data dan sistem informasi pertanian kementerian pertanian tahun 2016, kebutuhan kedelai Indonesia kurang lebih 2.2 juta ton tiap tahunnya. Tetapi kemampuan produksi biji kedelai nasional pada tahun 2015 hanya sebanyak 963.183 ton. sehingga pemerintah melakukan impor kedelai untuk memenuhi kebutuhan kedelai.

Peningkatan produksi tanaman kedelai dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, salah satu cara dengan efektivitas pemupukan pada saat pertanaman. Penggunaan pupuk kimia (anorganik) pada awalnya meningkatkan produksi tanaman, tetapi apabila digunakan terus-menerus dalam jangka waktu yang panjang dan berlebihan dapat mengganggu kehidupan mikroorganisme tanah sehingga menyebabkan menurunnya kesuburan biologi, fisika dan kimia tanah serta merusak lingkungan yang berdampak pada penurunan produksi tanaman. Usaha pertanian yang mengandalkan bahan kimia seperti pupuk anorganik yang banyak dilakukan pada masa lalu dan berlanjut hingga saat ini telah



banyak menimbulkan dampak negatif yang merugikan, tidak hanya terhadap manusia tetapi juga terhadap lingkungan dan semua makhluk hidup. Dampak negatif lain yang dapat ditimbulkan oleh pertanian kimiawi adalah tercemarnya produk-produk pertanian oleh bahan kimia yang selanjutnya akan berdampak buruk terhadap kesehatan.

Upaya pendekatan untuk menekan penggunaan pupuk anorganik pada sektor pertanian adalah dengan memanfaatkan pupuk hayati. Pupuk hayati adalah pupuk yang berasal dari bahan-bahan organik yang diinokulasi dengan mikroba yang dapat mengolah bahan-bahan organik menjadi bahan anorganik yang berguna bagi tanaman. Mikroorganisme yang digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati diantaranya adalah mikroba penambat nitrogen dan pelarut fosfat. Ambak (2000) pupuk hayati berbahan dasar media pembawa harus mengandung unsur hara organik berupa nitrogen, karbon organik, fosfor, kalium, dan unsur hara lainnya. Unsur tersebut dapat diproses oleh mikroba menjadi bahan anorganik yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Dalam tanah unsur hara nitrogen (N) dan fosfor (P) sangat penting ketersediaannya bagi tanaman, sehingga mikroorganisme seperti bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat dapat digunakan untuk meningkatkan unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Simanungkalit *et al.*, (2006) dan Ginting *et al.*, (2006) bakteri pelarut fosfat (BPF) dan

penambat nitrogen (BPN) dapat menyediakan P dan N bagi

.



Beberapa penelitian yang menggunakan mikroorganisme dalam meningkatkan produksi tanaman serta peningkatan kualitas tanah telah banyak dilakukan. Setiyo (2014) dalam penelitiannya memanfaatkan bakteri penambat nitrogen *Azotobacter* sp. dan *Aspergillus* sp. pada tanaman jagung dimana kombinasi kedua bakteri ini terbukti menaikkan hasil panen sebesar 105,17%. Firdausi (2016) menggunakan *Bacillus cereus* sebagai agen pelarut fosfat pada tanaman kacang tanah. Lebih lanjut lagi, genus *Bacillus* sp., *Actinomycetes* dan *Pseudomonas* sp. yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat tinggi dan mampu memperbaiki fisiologi tanaman budidaya yang mengalami defisiensi fosfat.

Berdasarkan penelitian sebelumnya Zainuddin (2017) menggunakan mikroba *Rhizobium* sp. dan mikroba pelarut fosfat *Actinomycetes* sp. menghasilkan bobot biji per hektar tertinggi (1,52 ton) pada perlakuan *Actinomycetes* sp. dengan kepadatan 10^6 CFU. Demikian pula dalam penelitian Setiyo *et al.*, (2014) menggunakan mikroba pelarut fosfat pada proses bioremediasi secara in-situ di lahan budidaya kentang dengan kepadatan 10^6 CFU ini mampu mereduksi pestisida sampai 24 jam. Tetapi dari penelitian sebelumnya belum terdapat kombinasi perlakuan bakteri fiksator dan pelarut fosfat. Sehingga hal inilah yang menjadi dasar melakukan penelitian yang mengkombinasi bakteri fiksator dan pelarut fosfat. Penelitian ini menggunakan enam mikroba di antaranya

mikroba penambat nitrogen dan tiga mikroba pelarut fosfat. Tanaman bakteri *Azotobacter venilandii*, *streptomyces* sp., *Bacillus*



subtilis sebagai mikroba penambat nitrogen serta *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus* sp. (indigenous) sebagai mikroba pelarut fosfat yang dapat berfungsi sebagai pupuk hayati dengan kepadatan mikroba 10^6 CFU.

Berdasarkan uraian diatas dapat menjadi alasan dilakukannya penelitian ini, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat serta interaksi keduanya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah pengaruh interaksi antara mikroba penambat nitrogen dengan mikroba pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai?
2. Bagaimanakah pengaruh bakteri mikroba penambat nitrogen terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai?
3. Bagaimanakah pengaruh mikroba pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai?

C. Tujuan Penelitian

Mengukur pengaruh mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat serta interaksi keduanya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini meliputi teoritis dan praktis:



1. Manfaat Teoritis

- a. Menambah khasanah ilmu pengetahuan akan potensi pemanfaatan mikroba penambat nitrogen dan pelarut fosfat dalam meningkatkan produksi tanaman kedelai
- b. Sebagai literatur dalam penyusunan karya ilmiah untuk penelitian lanjutan

2. Manfaat Praktis

- a. Terciptanya formulasi konsorsium pupuk hayati dalam meningkatkan produksi tanaman kedelai



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Kedelai dikenal dengan beberapa nama botani seperti *Glycine soja* dan *Soja max*. Memasuki tahun 1948 disepakati bahwa nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah adalah (*Glycine max* (L.) Merrill). Tanaman kedelai sebagian besar tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan subtropis. Sebagai barometer iklim yang cocok bagi kedelai adalah bila cocok bagi tanaman jagung. Bahkan daya tahan kedelai lebih baik dari pada jagung. Iklim kering lebih disukai tanaman kedelai dibandingkan iklim lembab (Sumarno, 1987).

Tanaman kedelai dapat tumbuh baik di daerah yang memiliki curah hujan sekitar 100-400 mm/bulan. Sedangkan untuk mendapatkan hasil optimal, tanaman kedelai membutuhkan curah hujan antara 100-200 mm/bulan (Suprpto, 1997). Suhu yang dikehendaki tanaman kedelai antara 21-34⁰C, akan tetapi suhu optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai 23-27⁰C. Pada proses perkecambahan benih kedelai memerlukan suhu yang cocok sekitar 30⁰C. Saat panen kedelai yang jatuh pada musim kemarau akan lebih baik dari pada musim hujan, karena berpengaruh terhadap waktu pemasakan biji dan pengeringan hasil (Irwan, 2006).

Kedelai juga membutuhkan tanah yang kaya akan humus atau organik. Bahan organik yang cukup dalam tanah akan memperbaiki tanah dan juga merupakan sumber makanan bagi jasad renik, yang



akhirnya akan membebaskan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman (Adisarwanto, 2005).

Toleransi keasaman tanah sebagai syarat tumbuh bagi kedelai adalah pH= 5,8-7,0 tetapi pada pH 4,5 pun kedelai dapat tumbuh. Pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhannya sangat terlambat karena keracunan aluminium. Pertumbuhan bakteri bintil dan proses nitrifikasi (proses oksidasi amoniak menjadi nitrit atau proses pembusukan) akan berjalan kurang baik (Sumarno, 1987).

Varietas kedelai berbiji kecil, sangat cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 0,5-300 m dpl. Sedangkan varietasi kedelai berbiji besar cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 300-500 m dpl. Kedelai biasanya akan tumbuh baik pada ketinggian tidak lebih dari 500 m dpl (Suprpto, 1997).

B. Pupuk Hayati

Pupuk hayati merupakan sebuah komponen mikroba hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu tanaman memfasilitasi atau menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman. Selain itu, dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman seperti pembentukan tunas, pembungaan dan pembuahan serta proses pematangan buah. Mikroba yang terdapat di dalam pupuk hayati meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui penyediaan unsur hara,

melalui penambat nitrogen, atau membuat hara lebih tersedia



dengan pelarutan fosfat atau meningkatkan akses tanaman untuk mendapatkan unsur hara yang memadai (Zainuddin, 2017).

Pupuk hayati bersifat sebagai dekomposer bahan organik tanah, penambat nitrogen, penambang hara fosfor, hormon pemacu pertumbuhan, dan bakteri anti gangguan hama. Pupuk hayati tersebut diharapkan dapat meningkatkan daya hasil tanaman. Sejalan dengan program strategis kementerian Pertanian dan pengembangan Sistem Inovasi Nasional (SINAS), pembentukan konsorsium Pupuk Hayati Unggulan Nasional (PHUN) dimaksudkan untuk melakukan pengkajian dan pemasyarakatan serta pengembangan pupuk hayati yang telah dihasilkan oleh berbagai lembaga penelitian dan perguruan tinggi kepada para pengguna (petani) (Agus, 2014).

Manfaat penggunaan pupuk hayati yaitu menyediakan sumber hara bagi tanaman, melindungi akar dari gangguan hama dan penyakit, menstimulir sistem perakaran agar berkembang sempurna, memacu mitosis jaringan meristem pada titik tumbuh pucuk, kuncup bunga, dan stolon, sebagai metabolit pengatur tumbuh, dan sebagai bioaktifator (Saraswati, 2000).

C. Mikroba Penambat Nitrogen

Bakteri penambat nitrogen memiliki kemampuan meningkatkan efisiensi penggunaan N-tersedia dalam tanah. Bakteri tersebut akan nitrogen bebas untuk sintesis sel protein dimana protein akan mengalami proses mineralisasi dalam tanah setelah bakteri



mengalami kematian, dengan demikian bakteri berkontribusi terhadap ketersediaan nitrogen untuk tanaman (Permatasari, 2014).

Sebagian besar nitrogen yang terdapat di dalam organisme hidup berasal dari penambatan (reduksi) oleh mikroorganisme prokariot, sebagian di antaranya terdapat di akar tumbuhan tertentu, atau dari pupuk kimia secara industri. Sebagian kecil nitrogen juga masuk ke tanah dari atmosfer dalam bentuk ion amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) bersama hujan dan kemudian diserap akar (Salisbury dan Ross, 1995).

Bakteri *Rhizobium* spp. merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang hidup bersimbiosis dengan tanaman leguminosa dan berfungsi menambat nitrogen secara hayati mulai diperkenalkan pada tahun 1888 oleh Hellriegel dan Wilfarth (Hirsch *et al.*, 2001).

Bakteri *Azotobacter*, dan *Azospirillum* merupakan bakteri penambat nitrogen non simbiotik atau *free-living nitrogen-fixing rhizobacteria* yang mampu hidup di daerah perakaran, tanah subur, tanah marginal, tanah salin ataupun di tanah asam (Figueiredo *et al.*, 2010). *Azospirillum* dan *Azotobacter* bersifat hidup bebas pada daerah perakaran dan mampu melakukan penambatan nitrogen (Sy *et al.*, 2001). *Azospirillum* berpotensi besar sebagai pupuk hayati, karena *Azospirillum* mampu memproduksi hormon tumbuh IAA dan sekaligus sebagai pemantap agregat tanah (Widawati dan Muharam, 2012). Bakteri tersebut

berasosiasi dengan tumbuhan jenis rerumputan, termasuk a jenis serealia, jagung, gandum dan rumput (Radwan, 2002).



Sedangkan bakteri *Azotobacter* adalah bakteri penambat nitrogen yang mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh giberelin, sitokinin, dan asam indol asetat, sehingga dapat memacu pertumbuhan akar (Nosrati *et al.*, 2014). Mikroba *Bacillus subtilis* memiliki mekanisme PGPR sebagai biofertilisasi dengan menpenambat nitrogen N₂ dan memproduksi siderofor (Kumar *et al.*, 2011)

D. Mikroba Pelarut Fosfat

Mikroba pelarut fosfat memiliki kemampuan dalam mensekresikan enzim fosfatase yang berperan dalam proses hidrolisis P organik menjadi P anorganik (George *et al.*, 2002). Bakteri pelarut fosfat (BPF) antara lain *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Streptomyces*, dan *Flavobacterium* (Whitelaw, 2000). Beberapa kelompok fungi juga berperan aktif dalam melarutkan fosfat dalam tanah antara lain *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. mampu melarutkan Al-P dan Fe-P (Widiawati, 2006).

Beberapa bakteri tanah seperti *Bacillus*, *Pseudomonas* mengeluarkan asam-asam organik dan menurunkan pH di sekitarnya untuk memutuskan ikatan fosfat dalam tanah (Mohan and Radhakrishnan, 2012). Rodriguez and Fraga (1999) menyatakan, beberapa strain dari genus *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *Rhizobium* yang diisolasi dari negara tropis diketahui dapat melarutkan fosfat dengan baik. Bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus* merupakan bakteri pelarut fosfat yang memiliki

ukuran terbesar sebagai biofertilizer dengan cara melarutkan unsur

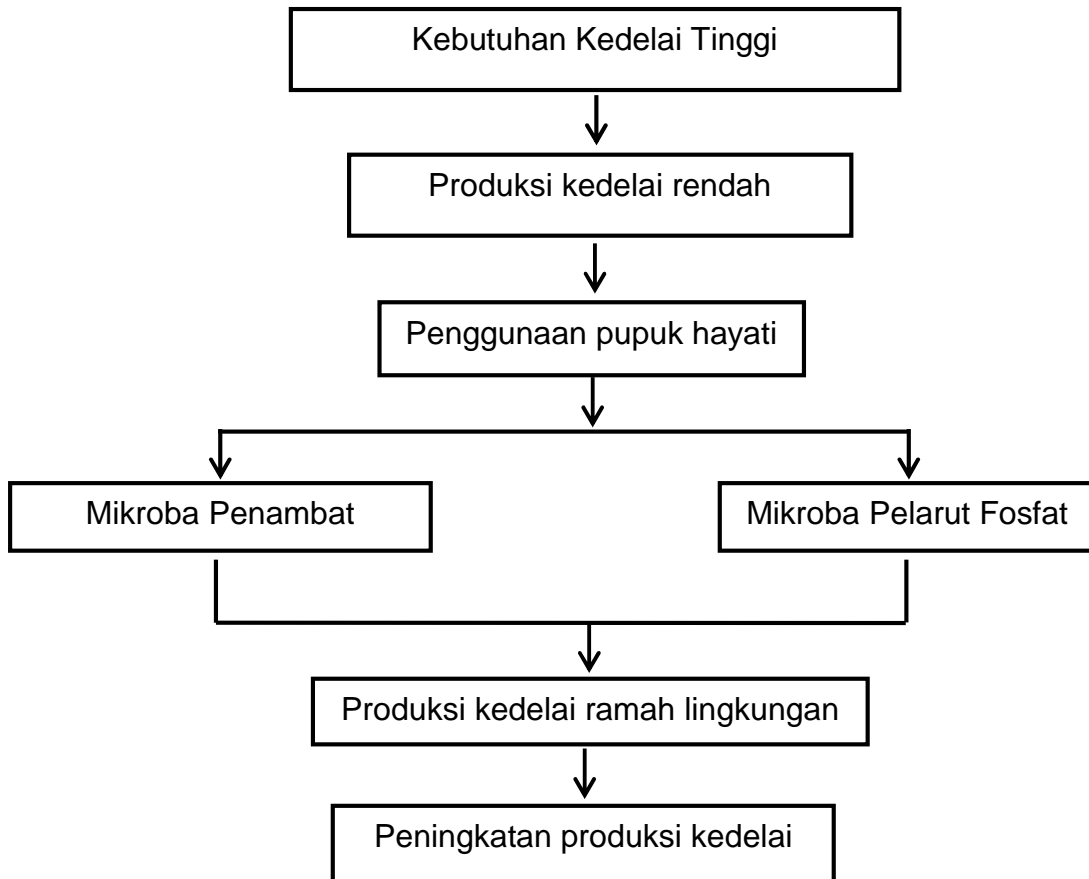


fosfat yang terikat pada unsur lain (Fe, Al, Ca, dan Mg), sehingga unsur P tersebut menjadi tersedia bagi tanaman (Widiawati, 2006).

Kemampuan tiap mikroba pelarut fosfat tumbuh dan melarutkan fosfat berbeda-beda yang diidentifikasi dari luas zona bening dan waktu terbentuknya. Mikroba pelarut fosfat yang unggul akan menghasilkan diameter zona bening yang paling besar dan lebih cepat dibandingkan koloni lain (Ginting *et al.*, 2006). Suryanti (2015) Identifikasi dilakukan pada mikroba pelarut fosfat yang mampu membentuk *holo zone* (zona bening). Fungi yang membentuk *holo zone* pada media pikovskaya kemudian dimurnikan hingga satu koloni per media. Identifikasi fungi dilakukan dengan cara makroskopis dan mikroskopis. Hasil penelitian dari Suryanti (2015) menyatakan bahwa terdapat fungi pelarut fosfat pada tanah bekas erupsi gunung Sinabung berdasarkan hasil identifikasi, diperoleh 2 genus fungi yaitu *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp.



E. Kerangka Konseptual



Gambar 1. Kerangka konseptual

F. Hipotesis Penelitian

1. Terdapat interaksi mikroba antara mikroba penambat nitrogen dengan mikroba pelarut fosfat yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.
2. Terdapat minimal satu perlakuan mikroba penambat nitrogen yang memberikan pengaruh yang terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.



3. Terdapat minimal satu perlakuan mikroba pelarut fosfat yang memberikan pengaruh yang terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian berlangsung dari Agustus hingga November 2018. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bio-Sains dan Bioteknologi Reproduksi Tanaman, Departemen Budidaya Pertanian Universitas Hasanuddin dan di Desa Tarowang (05° 18' 55,8" LS dan 119° 23' 11,0" BT) pada ketinggian ±15 mdpl., Kecamatan Galesong Selatan, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf, *Laminar Air Flow* (LAF), *hotplate*, *incubator shaker*, oven, timbangan analitik (JCS-K), cawan petri, spektrofotometer UV-Vis (Spectronic 20D), gelas kimia 1000 mL, tabung ukur 100 mL, labu erlenmeyer 500 mL, labu erlenmeyer 250 mL, labu erlenmeyer 1000 mL, ose bulat, tabung reaksi, pipet tetes, *hand sprayer*, meteran, toples, ember, tugal, cangkul, gunting, patok, kamera DSLR (Canon), *moisture meter* (G MK-303RS), pulpen, pensil 2B, buku catatan.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai varietas Grobogan, tanah, medium NA (*Nutrient Agar*) Merck, YEMA (*Yeast Ekstrak Mannitol Agar*) Merck, medium NB (*Nutrient Broth*) Merck, medium Pikovskaya, alkohol 70%, aquades, masker, spiritus, handglove, aluminium foil, plastik wrab, label, abu



sekam, tali plastik, pupuk kandang, pupuk NPK, dan kantong plastik bening.

C. Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam bentuk percobaan faktorial 2 faktor yang disusun dalam Rancangan Petak Terpisah (RPT). Faktor pertama sebagai petak utama adalah mikroba penambat nitrogen (F) yang terdiri dari 3 jenis yaitu *Azotobacter vinelandii* (f1), mikroba *Streptomyces* sp. (f2) dan mikroba *Bacillus subtilis* (f3). Faktor kedua sebagai anak petak adalah mikroba pelarut fosfat (P) yang terdiri dari 3 jenis yaitu *Bacillus cereus* (p1), *Bacillus subtilis* (indegenius) (p2), dan mikroba *Pseudomonas aeruginosa* (p3).

Dari kedua faktor tersebut terdapat 9 kombinasi perlakuan sebagaimana dalam setiap kombinasi perlakuan terdiri dari satu petak dengan ukuran 4m x 3m, yang masing-masing diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 27 petak unit percobaan (Gambar Lampiran 1).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan dari faktor aplikasi mikroba penambat nitrogen (N) dengan aplikasi mikroba pelarut fosfat (P).

Penambat Pelarut P	Mikroba <i>Azotobacter vinelandii</i> (f1)	mikroba <i>Streptomyces</i> sp. (f2)	mikroba <i>Bacillus subtilis</i> (f3)
mikroba <i>Bacillus cereus</i> (p1)	f1p1	f2p1	f3p1
mikroba <i>Bacillus</i> sp. (indigenous)(p2)	f1p2	f2p2	f3p2
mikroba <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	f1p3	f2p3	f3p3



D. Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan media merujuk pada Atlas (2009)
 - a. Media yang digunakan yaitu:
 1. Media Pikovskaya untuk mikroba pelarut fosfat yang terdiri atas:
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 5 g; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,5 g; NaCl 0,2 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,1 g; KCl 0,2 g; Glucosa 10 g; Yeast Extract 0,5 g; MnSO_4 0.002 g; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.002 g; Agar 20 g; Aquadest 1000 mL, dengan pH 6,8.
 2. Mikroba penambat nitrogen menggunakan medium mannitol Ashby yang terdiri dari ; mannitol, 15 g; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0.2 g; K_2HPO_4 , 0.2 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.2 g; MoO_3 (10%), 0.1 mL; FeCl_3 (10%), 0.1 mL. pH 7-7,2 sebelum sterilisasi.
 - b. Sterilisasi dilakukan dengan autoklaf pada tekanan 1 atm dan suhu 121°C selama 20 menit.
 - c. Media dikeluarkan dan di dinginkan (didiamkan) sampai suhu mencapai $45-50^\circ\text{C}$ (hangat-hangat kuku).
 - d. Menuang medium ke dalam cawan petri steril (+ 15 mL media pada setiap cawan petri. Media ini merupakan media agar Pikovskaya untuk kultivasi mikroba pelarut fosfat.
2. Isolasi Mikroba merujuk pada Atlas (2009)

a. Tahap pertama

Tahap awal isolasi dengan menggunakan medium Pikovskaya.



1. Masing-masing medium dimasukkan sebanyak 50 mL kedalam Erlenmeyer 250 mL yang berbeda.
2. Menambahkan masing-masing 1 g sampel tanah.
3. Kemudian inkubasi pada suhu 30°C selama 7 hari dengan Erlenmeyer sambil dishaker pada kecepatan 100 rpm.

b. Tahap kedua

Tahap kedua yang dilakukan yaitu :

1. Isolasi dilakukan dengan cara pengenceran bertingkat, sebanyak 1 mL biakan dari masing-masing media cair dimasukkan dalam 9 mL larutan garam fisiologis (NaCl 0,85%) dalam tabung reaksi kecil, kemudian divorteks, dibuat seri pengenceran sampai diperoleh seri pengenceran sampai 10^{-5} .
2. sebanyak 1 mL dari tiap pengenceran kemudian dituangkan dalam petridish yang telah berisi media Pikovskaya agar dan Mannitol Ashby Agar, dan diratakan dengan batang penyebar, cawan kemudian diinkubasikan pada suhu kamar (27-28 C), setiap hari diamati pertumbuhannya dan dihitung jumlah koloninya. Penghitungan jumlah koloni dilakukan dengan metode cawan hitung (*plate count*).
3. Isolat yang telah diperoleh selama proses isolasi tahap pertama pada medium Pikovskaya agar, dan medium Ashby's agar selanjutnya diinokulasi kembali pada medium yang sama dengan menggunakan metode gores.



3. Pemurnian dan Karakterisasi merujuk pada Atlas (2009)
 - a. Pemurnian dilakukan dengan cara koloni diambil dengan Ose dan digores pada petridish yang berisi media Pikovskaya dan manitol padat kemudian diinkubasikan pada suhu kamar (27-28 C), koloni yang tumbuh (yang terdiri dari 1 koloni) diinokulasi dalam media Pikovskaya dan manitol miring dalam tabung reaksi (sebagai kultur murni).
 - b. Karakterisasi isolat mikroba pelarut posfat isolat ditumbuhkan pada media Pikovskaya dalam petridish, diinkubasikan pada suhu kamar, kemudian diamati untuk melihat kemampuannya dalam melarutkan fosfat, yang akan ditandai zona berwarna bening atau terang disekeliling koloni.
 - c. Masing-masing mikroba dibiakan dalam 250 mL media dalam tabung Erlenmeyer dan di shaker dengan kecepatan 120 rpm selama 5 hari. Kemudian pertumbuhannya dilihat dengan menggunakan metode *plate count* (Vincent, 1982).
4. Perbanyak mikroba merujuk pada Atlas (2009)

- a. Tahap pertama

Tahap awal isolasi dengan menggunakan medium Nutrient Agar (NA). Masing-masing kultur murni mikroba digores pada medium Nutrient agar kemudian inkubasi pada suhu 30°C selama 3

hingga sampai 7 hari. Menggores isolat yang tumbuh pada medium



Pikovskaya agar untuk melihat kemampuan penambatan Nitrogen dan pelarutan fosfat.

b. Tahap kedua

Tahap kedua yang dilakukan adalah perbanyakan pada medium Nutrient Broth (NB). Tiap Isolat dari media NA dikorek dengan menggunakan ose steril kemudian dimasukkan kedalam 1000 mL media NB. Menginkubasi media pada suhu 30°C selama 3 sampai 7 hari. Perhitungan jumlah sel dilakukan dengan metode pengenceran, sebanyak 1 mL biakan dari masing-masing media cair dimasukkan dalam 9 mL larutan garam fisiologis (NaCl 0,85%) dalam tabung reaksi kecil, kemudian divortek, dibuat seri pengenceran sampai diperoleh seri pengenceran sampai 10^{-7} . Mengambil 1 mL dari tiap pengenceran dimasukkan dalam cawan petri steril kemudian dituangkan media NA kedalamnya. dan diinkubasikan pada suhu kamar (30°C), setiap hari diamati pertumbuhannya dan dihitung jumlah koloninya. Penghitungan jumlah koloni dilakukan dengan metode cawan hitung (*plate count*) (gambar lampiran 5).

5. Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman Kedelai

Dilakukan pensortiran benih terlebih dahulu dengan ukurannya seragam lalu penanaman benih dilakukan pada petak percobaan yang

diapkan dengan jarak tanam 40 cm x 20 cm dan diberikan 2 benih per baris per petak tanam (gambar lampiran 2). Pengairan dilakukan sesuai



kebutuhan tanaman dengan menggunakan mesin pompa air dan selang air, sedangkan pengendalian gulma dilakukan dengan penyiangan dengan menggunakan cangkul pada petak percobaan.

6. Inokulasi Mikroba Penambat Nitrogen dan Mikroba Pelarut Fosfat pada Benih Kedelai

Inokulasi mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat dilakukan sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan, dengan cara inokulan mikroba penambat nitrogen dan pelarut fosfat dengan kepadatan 10^6 CFU di tuangkan ke daerah lubang tanam tanaman kedelai masing-masing 5 mL (gambar lampiran 6).

7. Panen

Ketika daun-daun tanaman kedelai telah rontok, dan warna polong tanaman kedelai telah kuning kecoklatan maka tanaman kedelai telah siap untuk dipanen (gambar lampiran 7). Panen dilakukan secara manual dengan memotong bagian pangkal batang tanaman kedelai dengan menggunakan sabit. Setelah panen tanaman kedelai dan polong di jemur selama 3-4 hari (gambar lampiran 8).



E. Pengamatan

Data Penelitian diperoleh melalui pengamatan lapangan yang dilakukan di setiap petak percobaan. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laju Tumbuh Tanaman ($\text{g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$)

Pengamatan laju tumbuh tanaman dilakukan sejak umur 4 minggu setelah tanam (MST) sampai 7 MST dengan interval pengamatan 1 minggu sekali. Menurut Duaja, Arzita & Redo (2012), ditentukan dengan rumus:

$$\text{LTT} = \frac{1}{p} \times \frac{(W_2 - W_1)}{(T_2 - T_1)}$$

Keterangan : p = Luas jarak tanam tanaman sampel

W_1 = Biomassa kering tanaman pada pengamatan minggu ke-n

W_2 = Biomassa kering tanaman pada pengamatan minggu ke-n+1.

T_1 = Waktu pengamatan minggu ke-n

T_2 = Waktu pengamatan minggu ke-n+1

2. Laju Asimilasi Bersih ($\text{g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$)

Pengamatan Laju Asimilasi Bersih (LAB) ini dilakukan sejak umur 4 MST sampai 7 MST dengan interval pengamatan 1 minggu sekali.

Duaja *et al.* (2012), ditentukan dengan rumus berikut:

$$\text{LAB} = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \times \frac{\ln F_2 - \ln F_1}{F_2 - F_1}$$



Keterangan : W_2 = Biomassa kering tanaman pada pengamatan minggu ke-n

W_1 = Biomassa kering tanaman pada pengamatan minggu ke-n+1.

F_1 = Luas daun tanaman pada pengamatan minggu ke-n

F_2 = Luas daun tanaman pada pengamatan minggu ke-n+1

T_1 = Waktu pengamatan minggu ke-n

T_2 = Waktu pengamatan minggu ke-n+1.

3. Umur Berbunga (HST)

Umur berbunga diamati setelah 70% tanaman dalam masing-masing petak telah mengeluarkan bunga.

4. Jumlah Cabang Produktif (cabang)

Jumlah cabang dihitung dengan menghitung seluruh cabang yang menghasilkan polong pada setiap tanaman. Penghitungan jumlah cabang diamati pada saat menjelang panen.

5. Umur Panen (HST)

Umur panen dihitung setelah 90% dari polong yang ada pada tanaman telah mencapai warna polong matang yaitu berwarna kuning kecoklatan.

6. Presentase polong Per Tanaman (polong)

Pengamatan dilakukan terhadap semua jumlah polong setiap

sampel dengan menghitung presentase polong berisi.

amatan ini dilakukan pada saat panen.



7. Presentase Polong Berisi (persen)

Pengamatan dilakukan terhadap semua jumlah polong setiap tanaman sampel dengan menghitung presentase polong berisi. Pengamatan ini dilakukan pada saat panen.

8. Presentase Polong Hampa (persen)

Pengamatan dilakukan terhadap semua jumlah polong setiap tanaman sampel dengan menghitung presentase polong hampa. Pengamatan ini dilakukan pada saat panen.

9. Bobot Biji Per Tanaman (g)

Pengamatan ini dilakukan pada saat kadar air biji $\pm 10\%$. Untuk mencapai kadar air tersebut dilakukan dengan *moisture meter*, kemudian ditimbang dengan timbangan analitik. Pengamatan hanya dilakukan pada tanaman sampel.

10. Bobot 100 Biji (g)

Pengamatan ini dilakukan dengan menimbang 100 biji kedelai dari setiap masing–masing petak, dengan kadar air biji $\pm 10\%$ yang diperoleh dengan pengukuran pada *moisture meter*, kemudian ditimbang dengan timbangan analitik.

11. Bobot Biji Per Petak (g)

Pengamatan ini dilakukan pada saat kadar air biji $\pm 10\%$. Untuk mencapai kadar air tersebut dilakukan dengan *moisture meter*, kemudian

g dengan timbangan analitik.



12. Bobot Biji Per Hektar (ton)

Bobot biji per hektar yang diperoleh dari hasil konversi dari bobot biji per petak. Menurut Pratama (2016), ditentukan dengan rumus berikut:

$$\text{Bobot biji per hektar} = W_e \times \frac{10000 \text{ m}^2}{P}$$

Keterangan: W_e = bobot biji per petak (g)

P = luas petak (m^2)

13. Indeks Panen

Indeks panen (IP) merupakan rasio antara bobot kering ekonomi dengan keseluruhan bobot kering tanaman. Menurut Jumrawati (2010), ditentukan dengan rumus berikut:

$$IP = \frac{W_e}{W}$$

Keterangan: W_e = bobot biji per petak (g)

W = bobot kering brangkasan (g)

14. Kandungan Protein (%)

Pengamatan ini dilakukan setelah panen dengan menimbang 100 gram ekstrak kedelai dari petak percobaan, kemudian dianalisis kandungan protein kedelai.

F. Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis ragam. Analisis ragam terhadap hasil pengamatan dilakukan dengan uji F pada taraf 0.1. Perlakuan berpengaruh nyata di uji dengan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT)



pada taraf 0.1. sedangkan uji korelasi antara parameter menggunakan Analisis regresi berganda.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter pengamatan, serta interaksi antara bakteri mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.

Dari rekapitulasi hasil sidik ragam (Tabel Lampiran 18) menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, berpengaruh nyata terhadap parameter laju tumbuh tanaman (LTT) 4-5 MST dan (LTT) 6-7 MST, laju asimilasi bersih (LAB) 4-5 MST dan (LAB) 6-7 MST, bobot 100 biji, bobot biji per petak, bobot biji per hektar, jumlah cabang produktif, indeks panen, presentase polong berisi dan presentase polong per tanaman namun tidak berpengaruh nyata terhadap parameter (LTT) 5-6 MST, (LAB) 5-6 MST, bobot biji per tanaman dan presentase polong hampa.

1. Laju Tumbuh Tanaman (LTT) ($\text{g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$)

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 2.a dan 4.b) menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, berpengaruh nyata terhadap parameter laju tumbuh tanaman (LTT) 4-5 MST dan (LTT) 6-7 MST namun tidak berpengaruh nyata terhadap (LTT) 5-6 MST.



Tabel 2. Laju tumbuh tanaman kedelai ($\text{g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, periode 1 (4–5 MST).

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan	Np BNT $\alpha_{0,1}$
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)		
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.69 ^a _x	1.62 ^a _x	1.15 ^b _y	1.49	
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous)(p2)	1.43 ^b _x	1.49 ^{ab} _x	1.30 ^a _x	1.41	0.34
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	1.27 ^c _x	1.39 ^b _x	1.35 ^a _x	1.33	
Rataan	1.46	1.50	1.27		
Np BNT $\alpha_{0,1}$		0.14			

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom (a,b) dan baris (x,y) berarti berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Berdasarkan hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus cereus* (f1p1) memiliki laju tumbuh tanaman tertinggi ($1,69 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) dan berbeda nyata pada perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus cereus* (f3p1) ($1,15 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$). Sedangkan pada perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f1p2) memiliki laju tumbuh tanaman tertinggi ($1,49 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) dan tidak berbeda nyata pada perlakuan lainnya. Demikian halnya pada perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f2p3) memiliki laju tumbuh tanaman tertinggi ($1,39 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) dan tidak berbeda nyata pada perlakuan lainnya.



Tabel 3. Laju tumbuh tanaman kedelai ($\text{g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, periode 2 (5–6 MST).

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.81	2.10	2.28	2.06
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	1.59	1.88	2.03	1.83
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	1.75	2.05	1.95	1.91
Rataan	1.71	2.01	2.08	

Keterangan: Angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf pada kolom dan baris berarti tidak berbeda nyata.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada periode 2 (5-6 MST) perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus cereus* (f3p1) memiliki laju tumbuh tanaman tertinggi ($2,28 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) sedangkan perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f1p2) memiliki laju tumbuh tanaman terendah ($1,59 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.



Tabel 4. Laju tumbuh tanaman kedelai ($\text{g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, periode 3 (6–7 MST).

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.86	1.76	1.37	1.66
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	2.30	1.30	1.35	1.65
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	2.44	1.58	1.61	1.88
Rataan	2.20 _x	1.55 _y	1.44 _y	
Np BNT $\alpha_{0,1}$	0.18			

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada baris (x,y) berarti berbeda nyata dan angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 4) menunjukkan bahwa perlakuan *Azotobacter venilandii* (f1) memiliki laju tumbuh tanaman tertinggi dan berbeda ($2,20 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) di bandingkan dengan perlakuan *Streptomyces* sp. (f2) ($1,55 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) serta perlakuan *Bacillus subtilis* (f3) ($1,44 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$).

2. Laju Asimilasi Bersih (LAB) ($\text{g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$)

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 5.a sampai 7.b) menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, berpengaruh nyata terhadap parameter laju tumbuh tanaman (LAB) 4-5 MST dan (LAB) 6-7 MST namun tidak berpengaruh

terhadap (LAB) 5-6 MST.



Tabel 5. Laju asimilasi bersih tanaman kedelai ($\text{g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, periode 1 (4–5 MST).

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan	Np BNT $\alpha_{0,1}$
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)		
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.162 ^a _x	0.163 ^a _x	0.107 ^b _y	0.144	
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	0.145 ^b _x	0.149 ^a _x	0.126 ^a _x	0.140	0.035
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	0.116 ^c _x	0.133 ^b _x	0.139 ^a _x	0.129	
Rataan	0.141	0.148	0.124		
Np BNT $\alpha_{0,1}$		0.016			

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom (a,b) dan baris (x,y) berarti berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Berdasarkan hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 5) menunjukkan bahwa perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus cereus* (f1p1) memiliki laju asimilasi bersih tertinggi ($0,162 \text{ g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) dan berbeda nyata pada perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus cereus* (f3p1) ($0,107 \text{ g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$). Sedangkan pada perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f1p2) memiliki laju asimilasi bersih tertinggi ($0,149 \text{ g m}^2\text{minggu}^{-1}$) dan tidak berbeda nyata pada perlakuan lainnya. Demikian halnya pada perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f3p3) memiliki laju asimilasi bersih tertinggi ($0,139 \text{ g m}^2\text{minggu}^{-1}$) dan tidak berbeda nyata pada perlakuan lainnya.



Tabel 6. Laju asimilasi bersih tanaman kedelai ($\text{g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, periode 2 (5–6 MST).

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.155	0.181	0.193	0.176
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	0.141	0.170	0.180	0.163
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	0.144	0.174	0.180	0.166
Rataan	0.147	0.175	0.184	

Keterangan: Angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf pada kolom dan baris berarti tidak berbeda nyata.

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada periode 2 (5-6 MST) perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus cereus* (f3p1) memiliki laju asimilasi bersih tertinggi ($0,193 \text{ g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) sedangkan perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f1p2) memiliki laju asimilasi bersih terendah ($0,141 \text{ g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.



Tabel 7. Laju asimilasi bersih tanaman kedelai ($\text{g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, periode 3 (6–7 MST).

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.147	0.138	0.107	0.131
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	0.188	0.108	0.109	0.135
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	0.186	0.122	0.136	0.148
Rataan	0.174 _x	0.123 _y	0.117 _y	
Np BNT $\alpha_{0,1}$		0.015		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada baris (x,y) berarti berbeda nyata dan angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 7) menunjukkan bahwa perlakuan *Azotobacter venilandii* (f1) memiliki laju asimilasi bersih tertinggi ($0,174 \text{ g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) dan berbeda nyata dengan perlakuan *Streptomyces* sp. (f2) ($0,123 \text{ g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) dan perlakuan *Bacillus subtilis* (f3) ($0,117 \text{ g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$).

3. Jumlah Cabang Produktif (cabang)

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 8.a dan 8.b) menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah cabang produktif.



Tabel 8. Jumlah cabang produktif tanaman kedelai (cabang) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan	Np BNT $\alpha_{0,1}$
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)		
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	10.167 ^a _x	9.960 ^a _x	10.170 ^a _x	10.099	
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	9.793 ^a _x	9.460 ^a _x	9.253 ^b _x	9.502	0.730
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	9.880 ^a _y	12.587 ^a _x	10.000 ^b _y	10.822	
Rataan	9.947	10.669	9.808		
Np BNT $\alpha_{0,1}$		0.852			

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom (a,b) dan baris (x,y) berarti berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Berdasarkan hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 8) menunjukkan bahwa perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus cereus* (f3p1) memiliki jumlah cabang produktif tertinggi (10,170 cabang) dan tidak berbeda nyata pada perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f1p2) memiliki jumlah cabang produktif tertinggi (9,793 cabang) dan berbeda nyata pada perlakuan lainnya. Demikian halnya pada perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f2p3) memiliki jumlah cabang produktif tertinggi (12,587 cabang) dan berbeda nyata pada perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f3p3) (9,502 cabang) dan perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f1p3)

cabang).



4. Presentase polong Per Tanaman (polong)

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 9.a dan 9.b) menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, berpengaruh nyata terhadap parameter presentase polong per tanaman.

Tabel 9. Presentase polong per tanaman kedelai (polong) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	22.253	21.087	22.500	21.947
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	21.127	19.130	18.753	19.670
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	21.583	27.170	19.877	22.877
Rataan	21.654 ^x	22.462 ^x	20.377 ^{xy}	
Np BNT $\alpha_{0,1}$		1.478		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada baris (x,y) berarti berbeda nyata dan angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 9) menunjukkan bahwa perlakuan *Streptomyces* sp. (f2) memiliki presentase polong per tanaman tertinggi (22,462 polong) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan *Azotobacter venilandii* (f1) (21,654 polong), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan *Bacillus subtilis* (f3) (20,377 polong).



5. Presentase Polong Berisi (persen)

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 10.a dan 10.b) menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, tidak nyata terhadap parameter presentase polong berisi.

Tabel 10. Presentase polong berisi tanaman kedelai (persen) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	96.77	95.43	98.52	96.91
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	96.30	94.97	91.65	94.30
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	97.65	90.93	96.95	95.17
Rataan	96.91	93.78	95.71	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom (a,b) berarti berbeda nyata dan angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 10) menunjukkan bahwa perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus cereus* (f3p1) memiliki presentase polong berisi tertinggi (98,52 persen) dan perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f3p2) memiliki presentase polong berisi terendah (91,65 persen).

6. Presentase Polong Hampa (persen)

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 11.a dan 11.b)

menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba



pelarut fosfat, berpengaruh tidak nyata terhadap parameter presentase polong hampa.

Tabel 11. Presentase polong hampa tanaman kedelai (persen) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	3.24	4.58	1.48	3.10
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	3.23	3.06	3.27	3.19
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	2.39	3.45	3.08	2.97
Rataan	2.95	3.70	2.61	

Keterangan: Angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf pada kolom dan baris berarti tidak berbeda nyata.

Pada Tabel 11 menunjukkan bahwa perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus cereus* (f2p1) memiliki presentase polong hampa tertinggi (4,58 persen) sedangkan perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus cereus* (f3p1) memiliki presentase polong hampa terendah (1,48 persen), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

7. Bobot Biji Per Tanaman (gram)

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 12.a dan 12.b) menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, berpengaruh tidak nyata terhadap parameter bobot biji per tanaman.



Tabel 12. Bobot biji per tanaman kedelai (gram) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	12.58	10.71	11.90	11.73
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	11.24	11.67	11.83	11.58
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	12.09	13.83	11.99	12.64
Rataan	11.97	12.07	11.90	

Keterangan: Angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf pada kolom dan baris berarti tidak berbeda nyata.

Pada Tabel 12 menunjukkan bahwa perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f2p3) memiliki bobot biji per tanaman tertinggi (13,83 gram) sedangkan perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus cereus* (f2p1) memiliki presentase polong hampa terendah (10,71 gram), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

8. Bobot 100 Biji (gram)

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 13.a dan 13.b) menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, berpengaruh nyata terhadap parameter bobot 100 biji.



Tabel 13. Bobot 100 biji tanaman kedelai (gram) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan	Np BNT $\alpha_{0,1}$
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)		
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	16.007	16.397	16.307	16.237 ^b	0.615
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	16.637	17.017	16.113	16.589 ^{ab}	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	16.657	17.857	16.963	17.159 ^a	
Rataan	16.433	17.090	16.461		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom (a,b) berarti berbeda nyata dan angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 13) menunjukkan bahwa perlakuan *Pseudomonas aeruginosa* (p3) memiliki bobot 100 biji tertinggi (17,159 gram) dan tidak berbeda dengan perlakuan *Bacillus* sp. (indigenous) (p2) (16,589 gram) serta berbeda dengan perlakuan *Bacillus cereus* (p1) (16,237 gram).

9. Bobot Biji Per Petak (gram)

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 14.a dan 14.b) menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, berpengaruh nyata terhadap parameter bobot biji per petak.



Tabel 14. Bobot biji per petak tanaman kedelai (gram) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan	Np BNT $\alpha_{0,1}$
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)		
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	194.377 ^a _x	160.877 ^c _y	167.910 ^a _y	174.388	9.67
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	175.117 ^b _y	187.830 ^b _x	174.140 ^a _y	179.029	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	181.497 ^b _y	214.923 ^a _x	174.630 ^a _y	190.350	
Rataan	183.663	187.877	172.227		
Np BNT $\alpha_{0,1}$		12.04			

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom (a,b) dan baris (x,y,z) berarti berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Berdasarkan hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 14) menunjukkan bahwa perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus cereus* (f1p1) memiliki bobot biji per petak tertinggi (194,377 gram) dan berbeda nyata pada perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f2p2) memiliki bobot biji per petak tertinggi (187,830 gram) dan berbeda nyata pada perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f3p2) (174,140 gram) serta berbeda nyata pada perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f1p2) (175,117 gram). Demikian halnya pada perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f2p3) memiliki bobot biji per petak tertinggi (214.923 gram) serta berbeda nyata pada perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f1p3) (181.497 gram) dan berbeda nyata pada perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f3p3) (174.630 gram).



10. Bobot Biji Per Hektar (ton)

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 15.a dan 15.b) menunjukkan bahwa Perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, berpengaruh nyata terhadap parameter bobot biji per hektar.

Tabel 15. Bobot biji per hektar tanaman kedelai (ton) pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan	Np BNT $\alpha_{0,1}$
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)		
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.944 ^a _x	1.609 ^c _y	1.679 ^a _y	1.744	0.09
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	1.751 ^b _y	1.878 ^b _x	1.741 ^a _y	1.790	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	1.815 ^{ab} _y	2.149 ^a _x	1.746 ^a _y	1.904	
Rataan	1.837	1.879	1.722		
Np BNT $\alpha_{0,1}$		0.12			

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom (a,b) dan baris (x,y,z) berarti berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Berdasarkan hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 15) menunjukkan bahwa perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus cereus* (f1p1) memiliki bobot biji per hektar tertinggi (1,944 ton) dan berbeda nyata pada perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f2p2) memiliki bobot biji per hektar tertinggi (1,878 ton) dan berbeda nyata pada perlakuan *Azotobacter venilandii*

Bacillus sp. (indigenous) (f1p2) (1,751 ton) serta berbeda nyata perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f1p2) (1,741 ton). Demikian halnya pada perlakuan *Streptomyces* sp. dengan



Pseudomonas aeruginosa (f2p3) memiliki bobot biji per hektar tertinggi (2.149 ton) dan berbeda nyata pada perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f1p3) (1.815 ton) serta berbeda nyata pada perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f3p3) (1.746 ton).

11. Indeks Panen

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 16.a dan 16.b) menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, berpengaruh nyata terhadap parameter indeks panen.

Tabel 16. Indeks panen tanaman kedelai pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan	Np BNT $\alpha_{0,1}$
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)		
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.393 ^b _y	0.403 ^b _y	0.427 ^b _x	0.408	0.023
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	0.501 ^a _x	0.406 ^b _y	0.416 ^b _{xy}	0.441	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	0.440 ^a _y	0.429 ^{ab} _{xy}	0.453 ^a _x	0.441	
Rataan	0.445	0.413	0.432		
Np BNT $\alpha_{0,1}$		0.024			

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom (a,b) dan baris (x,y,z) berarti berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Berdasarkan hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 16) menunjukkan bahwa perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus cereus* (f3p1) memiliki panen tertinggi (0,427) dan berbeda nyata pada perlakuan lainnya. Berbeda nyata pada perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus* sp.



(indigenous) (f1p2) memiliki indeks panen tertinggi (0,501) dan berbeda nyata pada perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f2p2) (0,406) serta berbeda nyata dengan perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f3p2) (0,416). Demikian halnya pada perlakuan *Bacillus subtilis* dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f3p3) memiliki indeks panen tertinggi (0,453) dan berbeda nyata pada perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f2p3) (0,429) serta berbeda nyata pada perlakuan *Azotobacter vinilandii* dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f1p3) (0,440).

12. Analisis Kadar Protein (%)

Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Tabel Lampiran 17.a dan 17.b) menunjukkan bahwa perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat, berpengaruh nyata terhadap parameter analisis kadar protein (gambar lampiran 4).



Tabel 17. Analisis kadar protein tanaman kedelai pada perlakuan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.

Mikroba Pelarut Fosfat	Mikroba Penambat Nitrogen			Rataan	Np BNT $\alpha_{0,1}$
	<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus subtilis</i> (f3)		
<i>Bacillus cereus</i> (p1)	18.89 ^a _x	17.27 ^c _z	17.90 ^a _y	17.27	
<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	17.76 ^b _y	19.52 ^a _x	17.77 ^a _y	19.52	0,517
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (p3)	18.58 ^a _x	18.00 ^b _y	17.89 ^a _y	18.00	
Rataan	18.41	18.26	17.85		
Np BNT $\alpha_{0,1}$		0.457			

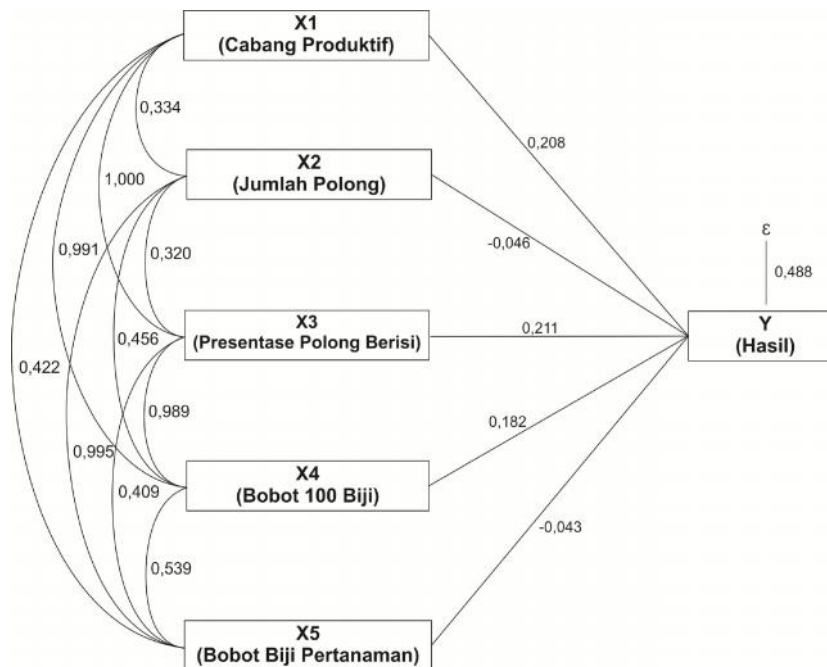
Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom (a,b,c) dan baris (x,y,z) berarti berbeda nyata pada uji BNT $\alpha_{0,1}$

Berdasarkan hasil uji BNT pada taraf $\alpha_{0,1}$ (Tabel 17) menunjukkan bahwa perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus cereus* (f1p1) memiliki kadar protein tertinggi (18,89%) dan berbeda nyata pada perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus cereus* (f2p1) (17,27%). Sedangkan pada perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f2p2) memiliki kadar protein tertinggi (19,52%) dan berbeda nyata pada perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f1p2) (17,76%). Demikian halnya pada perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f1p3) memiliki kadar protein tertinggi (18,58%) dan berbeda nyata pada perlakuan lainnya.



13. Analisis Jalur

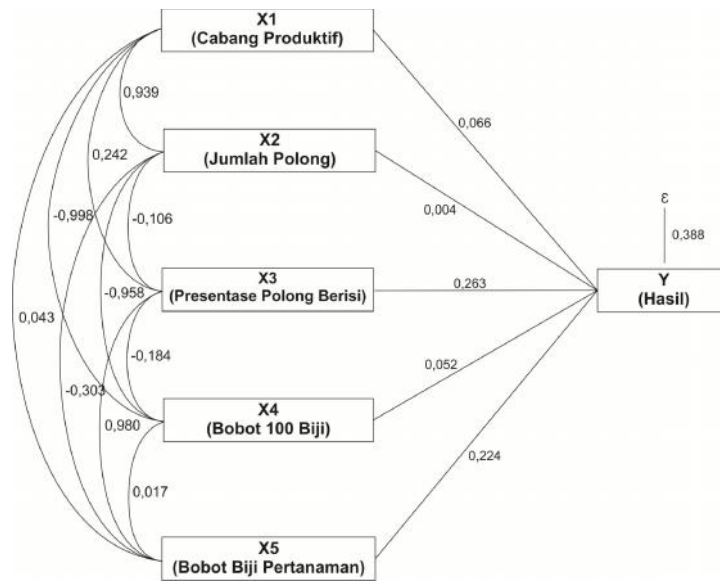
Hubungan dan pengaruh parameter-parameter produksi terhadap hasil.



Gambar 2. Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara *Azotobacter venilanii* dengan *Bacillus cereus* terhadap hasil.

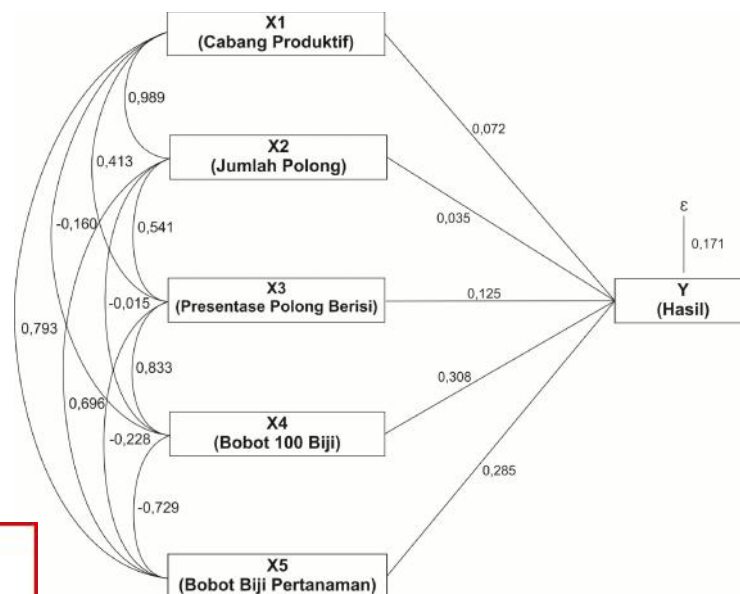
Berdasarkan gambar dari analisis jalur (gambar 2) menunjukkan bahwa total pengaruh dari ke lima parameter produksi ($R^2 = 0,512$) atau 51,2% terhadap hasil sedangkan pengaruh di luar pengamatan ($\epsilon = 0,488$) atau 48,8%.





Gambar 3. Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara *Azotobacter venilanii* dengan *Bacillus* sp. (indegenuous) terhadap hasil.

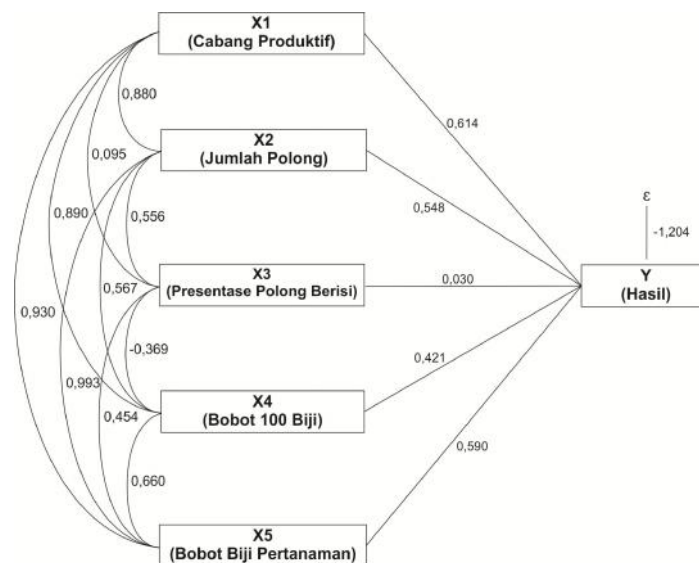
Berdasarkan gambar dari analisis jalur (gambar 3) menunjukkan bahwa total pengaruh dari ke lima parameter produksi ($R^2 = 0,612$) atau 61,2% terhadap hasil sedangkan pengaruh di luar pengamatan ($\epsilon = 0,388$) atau 38,8%.



4. Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara *Azotobacter venilanii* dengan *Pseudomonas aeruginosa* terhadap hasil.



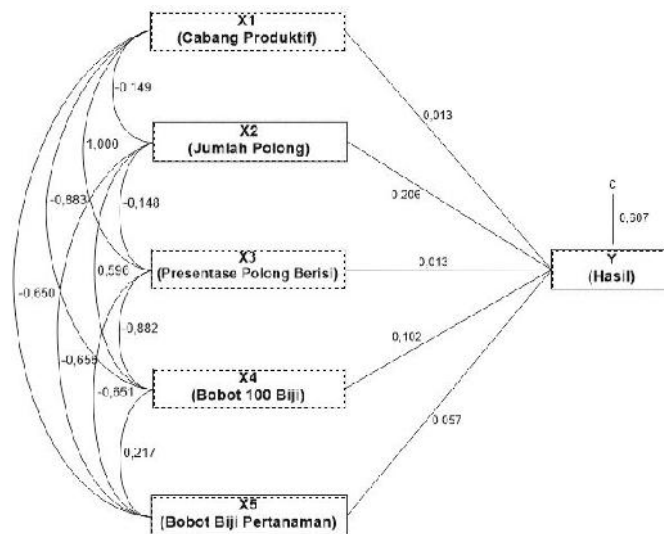
Berdasarkan gambar dari analisis jalur (gambar 4) menunjukkan bahwa total pengaruh dari ke lima parameter produksi ($R^2 = 0,829$) atau 82,9% terhadap hasil sedangkan pengaruh di luar pengamatan ($\epsilon = 0,171$) atau 17,1%.



Gambar 5. Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus cereus* terhadap hasil.

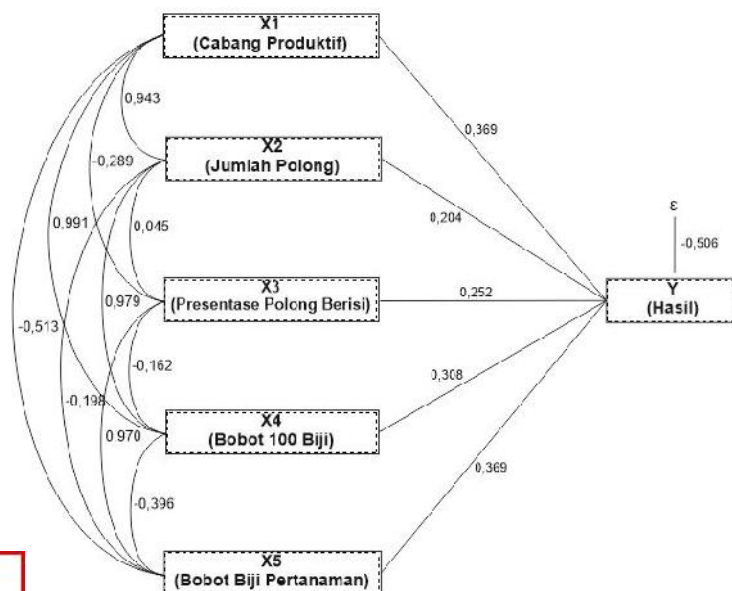
Berdasarkan gambar dari analisis jalur (gambar 5) menunjukkan bahwa total pengaruh dari ke lima parameter produksi ($R^2 = 2,204$) terhadap hasil sedangkan pengaruh di luar pengamatan ($\epsilon = -1,204$)





Gambar 6. Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus* sp. (inogenous) terhadap hasil.

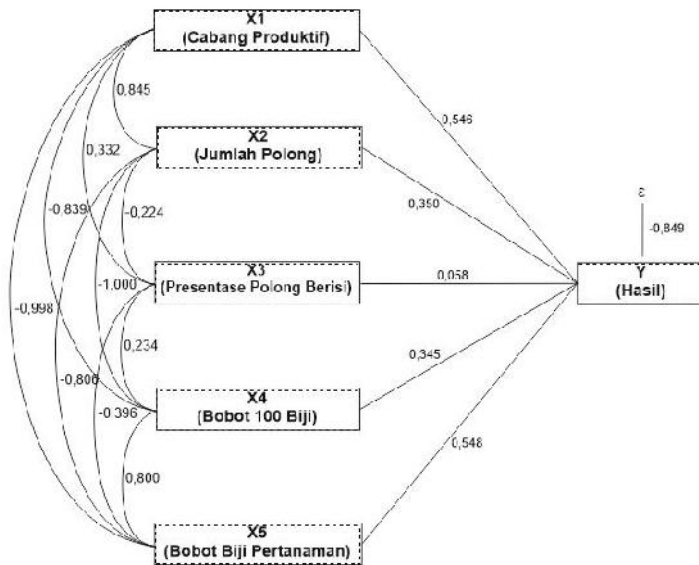
Berdasarkan gambar dari analisis jalur (gambar 6) menunjukkan bahwa total pengaruh dari ke lima parameter produksi ($R^2 = 0,607$) atau 60,7% terhadap hasil sedangkan pengaruh di luar pengamatan ($\epsilon = 0,397$) atau 39,7%.



7. Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara *Streptomyces* sp. dengan *Pseudomonas aeruginosa* terhadap hasil.



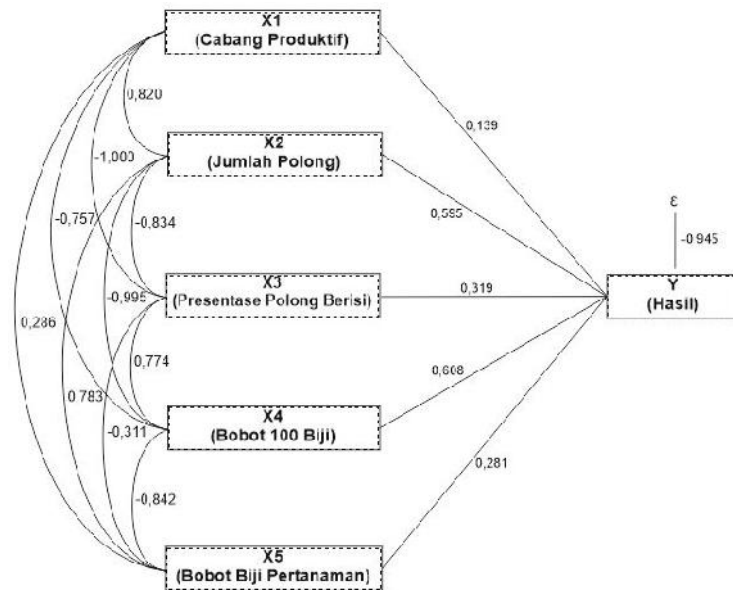
Berdasarkan gambar dari analisis jalur (gambar 7) menunjukkan bahwa total pengaruh dari ke lima parameter produksi ($R^2 = 1,506$) terhadap hasil sedangkan pengaruh di luar pengamatan ($\epsilon = -0,506$).



Gambar 8. Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus cereus* terhadap hasil.

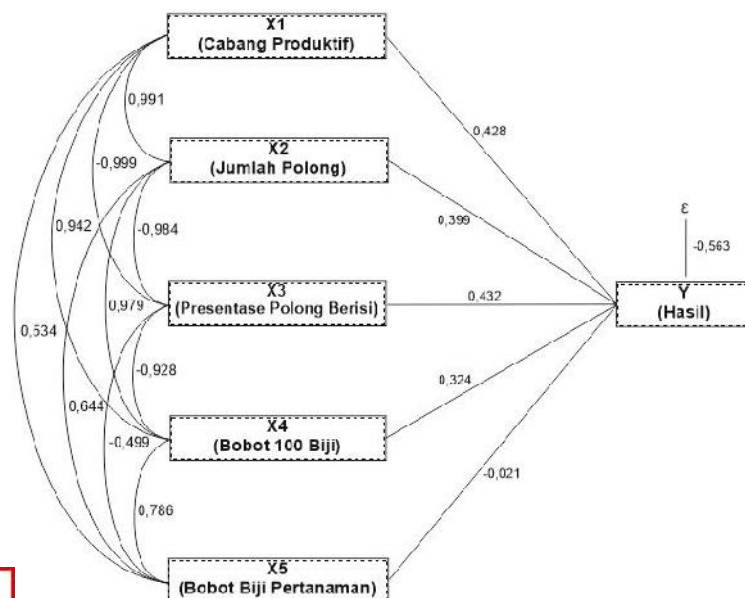
Berdasarkan gambar dari analisis jalur (gambar 8) menunjukkan bahwa total pengaruh dari ke lima parameter produksi ($R^2 = 1,849$) terhadap hasil sedangkan pengaruh di luar pengamatan ($\epsilon = -0,849$).





Gambar 9. Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara *Bacillus subtilis* dengan *Bacillus* sp. (indegenuous) terhadap hasil.

Berdasarkan gambar dari analisis jalur (gambar 9) menunjukkan bahwa total pengaruh dari ke lima parameter produksi ($R^2 = 1,945$) terhadap hasil sedangkan pengaruh di luar pengamatan ($\epsilon = -0,945$).



10. Analisis jalur hubungan dan pengaruh antara *Bacillus subtilis* dengan *Pseudomonas aeruginosa* terhadap hasil.



Berdasarkan gambar dari analisis jalur (gambar 10) menunjukkan bahwa total pengaruh dari ke lima parameter produksi ($R^2 = 1,563$) terhadap hasil sedangkan pengaruh di luar pengamatan ($\rho = -0,563$)

B. Pembahasan

1. Interaksi perlakuan mikroba penambat nitrogen dengan mikroba pelarut fosfat.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi mikroba fiksasi nitrogen dengan mikroba pelarut fosfat berpengaruh nyata terhadap parameter laju tumbuh tanaman periode 1 (4-5 MST) (Tabel Lampiran 2a dan 2b), laju asimilasi bersih periode 1 (4-5 MST) (Tabel Lampiran 5a dan 5b), cabang produktif (Tabel Lampiran 8a dan 8b), bobot biji per petak (Tabel Lampiran 14a dan 14b), bobot biji per hektar (Tabel Lampiran 15a dan 15b) dan indeks panen (Tabel Lampiran 16a dan 16b).

Perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus cereus* (f1p1) menghasilkan laju tumbuh tanaman ($1,69 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) tertinggi. Hal ini terjadi akibat adanya interaksi bakteri *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus cereus* pada tanaman kedelai. Dimana, bakteri *Azotobacter venilandii* mampu menpenambat nitrogen bebas yang ada di atmosfer serta *Bacillus cereus* mampu melepas fosfat yang terikat menjadi tersedia bagi tanaman, sehingga interaksi kedua bakteri tersebut dapat

akan N dan P bagi tanaman. Unsur nitrogen dan fosfat sangat



penting dalam proses fotosintesis serta dapat meningkatkan laju tumbuh tanaman.

Menurut Widawati dan Muharam (2012), aktivitas bakteri *Azotobacter vinilandii* dapat menyediakan unsur N serta dapat memproduksi hormon tumbuh seperti IAA (Indol Asam Asetat). Bakteri tersebut akan menambat N dari udara dan mengubahnya menjadi NH_3 dengan menggunakan nitrogenase, kemudian NH_3 diubah menjadi alanin sehingga bisa diserap oleh tanaman dalam bentuk NO_3 dan NH_4^+ . *Azotobacter vinilandii* juga berperan dalam pengendalian pertumbuhan tanaman seperti produksi fitohormon yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Danapriatna *et al.*, 2013), dan memiliki kemampuan dalam metabolisme senyawa fenol, halogen, hidrokarbon, dan berbagai jenis pestisida (Munir, 2006). Menurut Chen (2006) Aktivitas bakteri *Bacillus cereus* sebagai pelarutan fosfat dapat diketahui dari kemampuan biokimia bakteri dalam menghasilkan asam organik, yang mampu mengkelat kation (terutama Ca) yang berikatan dengan fosfat melalui gugus karboksilnya sehingga fosfat lepas dan menjadi terlarut.

Perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus cereus* (f2p1) menghasilkan laju asimilasi bersih ($0,163 \text{ g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) tertinggi. Dimana interaksi kedua bakteri ini mampu meningkatkan laju asimilasi bersih, karena aktivitas *Streptomyces* sp. dapat meningkatkan

liatan nitrogen di dalam tanah serta berperan sebagai agen yang memiliki mekanisme ketahanan tanaman untuk



pengendalian penyakit tanaman sedangkan *Bacillus cereus* mampu menyediakan fosfat yang terikat menjadi tersedia di dalam tanah. Menurut Ristiati (2008) *Actinomycetes* mampu menambat N. Kemampuan bakteri tumbuh pada media bebas N menunjukkan bakteri mampu mempenambat N₂ karena menghasilkan enzim nitrogenase.

Perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Pseudomonas aeruginosa* (f2p3) menghasilkan cabang produktif (12,59 cabang), bobot biji per petak (214,92 gram) dan bobot biji perhektar (2,15 ton) tertinggi. Dimana interaksi kedua bakteri ini terbukti mampu meningkatkan pembentukan cabang produktif, bobot biji per petak dan bobot biji per hektar karena *Streptomyces* sp. dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman serta *Pseudomonas aeruginosa* mampu menyediakan fosfat bagi tanaman. Menurut Nursanti (2008) *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri yang dapat melarutkan fosfat serta menjadi bakteri dekomposer yang mengkonsumsi senyawa carbon sederhana, seperti eksudat akar dan sisa tanaman. Rao (2007) *Pseudomonas aeruginosa* termasuk salah satu bakteri pelarut fosfat yang dapat melarutkan fosfat tidak tersedia menjadi bentuk tersedia sehingga dapat diserap oleh tanaman. Bakteri *P. aeruginosa* bersifat menguntungkan karena mensekresi asam organik seperti asam formiat, asetat, propionat, laktat, glikolat, glioksilat, fumarat, tartat, ketobutirat, suksinat dan sitrat. Asam-asam organik ini dapat

menyentuk khelat organik (kompleks stabil) dengan kation Al, Fe atau Ca



yang mengikat P sehingga ion fosfat menjadi bebas dari ikatannya dan tersedia bagi tanaman.

Perlakuan *Azotobacter venilandii* dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f1p2) menghasilkan indeks panen (0,50) tertinggi. Dimana interaksi kedua bakteri ini terbukti mampu meningkatkan indeks panen tanaman kedelai. Demikian halnya dengan perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Bacillus* sp. (indigenous) (f2p2) menghasilkan kadar protein tertinggi (19,52%) tertinggi. Dimana interaksi kedua bakteri ini terbukti mampu meningkatkan kadar protein tanaman kedelai.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian mikroba penambat nitrogen dengan mikroba pelarut fosfat, tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter pengamatan laju tumbuh tanaman periode 2 (5-6 MST) (Tabel Lampiran 3b), laju asimilasi bersih (Tabel Lampiran 6b), presentase polong hampa (Tabel Lampiran 11b) dan bobot biji per tanaman (Tabel Lampiran 12b). Tidak berpengaruh nyata diduga karena banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai, salah satu faktor tersebut adalah keadaan lingkungan yang kurang optimal berupa curah hujan yang cukup tinggi pada fase generatif (Tabel Lampiran 1). Menurut Lingga (2003) bahwa respon pada tanaman sangat ditentukan oleh berbagai faktor, antara lain sifat genetik dari tanaman, iklim, tanah, dimana faktor-faktor tersebut tidak

sendiri melainkan faktor yang satu berkaitan dengan faktor yang



2. Perlakuan mikroba penambat nitrogen

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian mikroba penambat nitrogen pada tanaman kedelai berpengaruh nyata terhadap laju tumbuh tanaman periode 3 (6-7 MST) (Tabel Lampiran 4b), laju asimilasi bersih periode 3 (6-7 MST) (Tabel Lampiran 7b), presentase polong per tanaman (Tabel Lampiran 9b) dan bobot 100 biji (Tabel Lampiran 13b).

Perlakuan *Azotobacter vinelandii* (f1) memiliki laju tumbuh tanaman tertinggi ($2,20 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) dibandingkan dengan perlakuan *Bacillus subtilis* (f3) memiliki laju tumbuh tanaman terendah ($1,44 \text{ g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}$). Perlakuan *Azotobacter vinelandii* (f1) memiliki laju asimilasi bersih tertinggi ($0,174 \text{ g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) dibandingkan dengan perlakuan *Bacillus subtilis* (f3) memiliki laju asimilasi bersih terendah ($0,117 \text{ g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$). Perlakuan *Streptomyces* sp. (f2) memiliki presentase polong per tanaman tertinggi (22,462 polong) dibandingkan dengan perlakuan *Bacillus subtilis* (f3) memiliki presentase polong per tanaman terendah (20,377 polong).

Presentase polong per tanaman yang lebih banyak pada pemberian mikroba penambat nitrogen disebabkan karena semakin meningkatnya penambat nitrogen dari udara. Peningkatan ketersediaan nitrogen dalam tanah dapat memacu aktifitas fotosintesis (Joehandra *et al.*, 2013). Hasil fotosintesis akan dirombak menjadi energi yang

an untuk pertumbuhan vegetatif dan generatif yaitu pembentukan berat kering tanaman dan pembentukan polong tanaman kedelai



(Lekatompessy, 2012). Hasil yang sama juga diperoleh oleh penelitian Permanasari, Irfan & Abizar (2014), bahwa pemberian *Rhizobium spp.* mampu meningkatkan presentase polong tanaman. Meskipun proses pembentukan polong pada tanaman diawali dari pertumbuhan tanaman, pertumbuhan buku, dan cabang produktif tanaman yang pada akhirnya menentukan presentase polong yang terbentuk.

3. Perlakuan mikroba pelarut fosfat

Hasil sidik ragam menunjukkan pemberian mikroba pelarut fosfat berpengaruh nyata terhadap bobot 100 biji (tabel Lampiran 13b). Perlakuan *Pseudomonas aeruginosa* (p3) menghasilkan bobot 100 biji (17,159 gram) tertinggi, di bandingkan dengan perlakuan *Bacillus cereus* (p1) menghasilkan bobot 100 biji terendah (16.237 gram)

Sejalan dengan hal tersebut, dari hasil analisis tanah (gambar lampiran 3) sebelum penelitian menunjukkan fosfat total di dalam tanah (22,52 ppm) dan yang tersedia bagi tanaman hanya (9,78 ppm). Berdasarkan hasil analisis tanah tersebut maka bisa di asumsikan bahwa peran mikroba pelarut fosfat mampu meningkatkan ketersediaan fosfat yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman, terutama *Pseudomonas aeruginosa* (p3) yang memberikan pengaruh nyata terhadap parameter bobot 100 biji. Diketahui bahwa fosfat sangat penting dalam proses pembentukan biji, *Pseudomonas aeruginosa* terlihat mampu

akan fosfat dari terikat menjadi tersedia bagi tanaman. Raintung
Unsur hara fosfat berperan dalam meningkatkan pengisian biji



tanaman kedelai sehingga dengan tersedianya unsur fosfat yang mencukupi dan dapat diserap oleh tanaman akan meningkatkan berat biji tanaman kedelai. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Suryana (2012), bahwa pada perkembangan dan pemasakan biji sangat memerlukan unsur hara fosfat dalam jumlah yang lebih banyak.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Mikroba *Streptomyces* sp. dengan *Pseudomonas aeruginosa* memberikan pengaruh terbaik terhadap cabang produktif (12,587 cabang) tertinggi, bobot biji per petak (214,923 gram) tertinggi dan bobot biji per hektar (2,149 ton) tertinggi.
2. Mikroba *Azotobacter venilandii* menghasilkan laju tumbuh tanaman (6-7 MST) ($0.695 \text{ g m}^2\text{minggu}^{-1}$) dan laju asimilasi bersih (6-7 MST) ($0,174 \text{ g cm}^{-2}\text{minggu}^{-1}$) tertinggi sedangkan mikroba *Streptomyces* sp. menghasilkan presentase polong per tanaman tertinggi (22,462 polong).
3. Mikroba *Pseudomonas aeruginosa* menghasilkan bobot 100 biji tertinggi (17,159 gram).

B. Saran

Penelitian selanjutnya agar meneliti pengaruh kepadatan dengan kombinasi perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Pseudomonas aeruginosa* terhadap tanaman kedelai di daerah yang tercekam. Hal ini karena kombinasi perlakuan *Streptomyces* sp. dengan *Pseudomonas aeruginosa* menghasilkan produksi terbaik. Sehingga terdapat kepadatan yang terbaik untuk meningkatkan produksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto. R. 2005. *Meningkatkan hasil panen kedelai di lahan sawah kering pasang surut*. Penerbit Swadaya.
- Ambak, K., & L. Melling. 2000. "Management practices for sustainable cultivation of crop plants on tropical peatlands" The International Symposium on Tropical Peatlands Bogor : UG M Press.
- Atlas, Ronald M. 2009. *Handbook of microbiological media 4th Edition*. Taylor and Francis: CRC press web site
- Badan Pusat Data & Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian tahun 2016. *Petunjuk teknis pengelolaan produksi kedelai dan bantuan pemerintah tahun 2016*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Chen. Y. P, P. D. Rekha, A. B. Arun, F. T. Shen, W. A. Lai, 2006. *Opical Soil and Their Tricalcium Phosphate Solubilizing Abilities,*" *Applied Soil Ecology*: 33-41.
- Danapriatna, N., B. Hutagalung & Hinderah, R. 2013. Optimasi produksi hormon, nitrogen total dan kepadatan sel *Azotobacter* pada inokulasi cair melalui penambahan Fe dan Mo. *Agroteknos*: 115–120.
- Duaja, M.D., Arzita., dan Y, Redo. 2012. Analisis tumbuh selada (*Lactuca sativa* L.) Pada perbedaan jenis pupuk organik cair. *Bioplantae*: 33-41.
- Figueiredo Ma´rcia do VB., L. Seldin, FF. de Araujo, and R de LR. Mariano. 2010. *Plant growth promoting rhizobacteria: fundamentals and applications*. Dalam : Maheshwari DK. (ed.). *Plant growth and health promoting bacteria*, microbiology. Monographs 18, Verlag Berlin Heidelberg.
- George., T.S., P.J. Gregory, M. Wood, D. Read and R.J. Buresh. 2002. Phosphatase activity and organic acids in the rhizosphere of potential agroforestry species and maize. *Soil Biol. Biochem.* 34: 1487-1494.
- Gilman, J.C. 1971. *A manual of soil fungi*. The Iowa State University Press. USA
- Ginting, R.C., Badia, R. Saraswati dan E.F. Husen. 2006. *Mikroorganisme pelarut fosfat. Pupuk organik dan pupuk hayati*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor: 144-146.



- Ginting, R.C.B., R. Saraswati, dan E. Husen. 2006. *Mikroba pelarut fosfat*. Hlm 141-158 dalam R.D.M. Simanungkalit, D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik (ed.). *Pupuk organik dan pupuk hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Hirsch, A.M., M.R. Lum & J.A. Downie. 2001. What makes the rhizobia-legume symbiosis so special? *Plant physiol.* 127: 1484 – 1492.
- Irwan, A. W. 2006. *Budidaya tanaman kedelai (Glycine max (L.) Merrill)*. Fakultas Pertanian: Universitas Padjadjaran.
- Joehandra, Armaini, & S. Yoseva. 2013. Kajian beberapa komposisi pupuk dan pembenah tanah terhadap komponen produksi Kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*) pada sistem inter cropping dengan kelapa sawit di lahan gambut. (Online), (<https://repository.unri.ac.id/xmlui/handle/123456789/1961>), diakses pada tanggal 13 Januari 2019 di Makassar).
- Jumrawati. 2010. Efektivitas inokulasi *Rhizobium* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada tanah jenuh air. *Widyariset* 13(2): 47-55.
- Kiswanto., D. Indradewa., & E.T.S.Putra. 2011. Pertumbuhan dan hasil jagung (*Zea mays* L.), kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.), dan jahe (*Zingiber officinale* var. *officinale*) pada sistem agroforestri jati di zona ledok wonosari, Gunung Kidul. Fakultas Pertanian Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Kumar, A., A. Prakash., & B.N. Johri. 2011. *Bacillus* as PGPR in crop ecosystem. bacteria in agrobiolgy; Crop Ecosystem. In: D. K. Maheshwari (ed.). *Bacteria in Agrobiolgy: Crop Ecosystems*. Vol: 37-59.
- Latupapua. 2001. Daya pacu mikroba pelarut fosfat dan penambat nitrogen pada tanaman jagung. *J. Biol. Indon.* 3(2): 99-107.
- Lekatompessy, S.J.R. 2012. Pengaruh perlakuan insersi Bakteri *Rhizobium* sp. dan periode simpan terhadap hasil dan mutu fisiologi benih kedelai (*Glycine max* L. Merrill). Tesis. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Lingga, P. 2003. Petunjuk penggunaan pupuk. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Mohan V., A. Radhakrishnan. 2012. Screening of phosphate solubilizing bacterial isolates for the growth improvement of tectona grandis. *Research J. of Microbiology*: 101-113.

E. 2006. Pemanfaatan mikroba dalam bioremediasi: suatu teknologi alternatif untuk pelestarian lingkungan. pidato



pengukuhan jabatan guru besar tetap dalam bidang mikrobiologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara Medan.

Nosrati, R., P. Owlia, H. Saderi, I. Rasooli & MA. Malboobi. 2014. Phosphate solubilization characteristics of efficient nitrogen fixing soil *Azotobacter* strains *Iran. Microbiology* 6: 285-295.

Nursanti Ida. 2008. Pengaruh bakteri pelarut fosfat terhadap ketersediaan fosfat dan pertumbuhan tanaman. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*: 134-140

Permanasari, I., M. Irfan, & Abizar. 2014. Pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan pemberian rhizobium dan pupuk urea pada media gambut. *Argoteknologi* 5(1): 29-34

Permatasari, A.D & Tutik, N. 2014. Pengaruh inokulan bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza asal desa condro, lumajang, jawa timur terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit. *J. Sains Dan Seni Pomits*: 87-94.

Pratama, B.J. 2016. Pengaruh dosis pemupukan NPK majemuk susulan yang diaplikasikan saat awal berbunga (R1) pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. 2016. *Outlook komoditas sub sektor tanaman pangan. Pusat data dan sistem informasi pertanian kementerian pertanian*.

Puspita, A.A. 2015. Isolasi bakteri yang berpotensi sebagai pelarut fosfat pada tanaman kedelai (*Glycine Max*) Di Wonogiri. *EL-VIVO* 3(1): 1-5.

Radwan, FI. 2002. Response of some maize cultivars to VA mycorrhizal inoculation, biofertilization and soil nitrogen application. *Alexandria J. of Agricultural Research*. 43: 43-56.

Raharjo, B. 2004. "Penapisan Rhizobakteri tahan tembaga (Cu) dan mampu mensintesis IAA dari Rizosfer kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). [Tesis] Bandung : Institut Teknologi Bandung.

Raintung, J.S.M. 2010. Pengolahan tanah dan hasil kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Soil Environment* 8(2): 65-68.

Rao, S. 2007. Mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman. Jakarta universitas Indonesia Press.

N.P., S. Muliadihardja, & F. Nurlita. 2008. Isolasi dan identifikasi bakteri penambat nitrogen non simbiosis dari dalam tanah. *J. Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora*. 2: 68-80.



- Rodriguez, H., R. Fraga. 1999. Research review paper: Phosphate solubilizing bacteria and their role in lant growth promoting. *Biotechnology Advance*, 17: 319-339.
- Salisbury, F.B. & C.W. Ross. 1995. *Fisiologi tumbuhan. Terjemahan dari: plant physiology*. Penerjemah: Lukman, D.R. Dan Sumaryono. Penerbit ITB, Bandung.
- Saragih Suryanti. 2015. *Keberadaan fungi pelarut fosfat pada tanah bekas erupsi gunung sinabung di kabupaten karo*. Program Studi Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Saraswati, R. 2000. *Peranan pupuk hayati dalam peningkatan produktivitas pangan*. Hal.: 46 - 54: Suwarno, et al. (Ed): tonggak kemajuan teknologi produksi tanaman pangan: paket dan komponen teknologi produksi padi. Simposium penelitian tanaman pangan IV, Bogor, 22-24 November 1999. Puslitbangtan Badan Litbang Pertanian.
- Setiyo Yohanes. IBW Gunam. Sumiyati & Victor Manuntun Manurung. 2014. *Kajian populasi mikroba pada proses bioremediasi secara in-situ di lahan budidaya kentang*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Senastek), Denpasar Bali.
- Simanungkalit, R.D.M., R. Saraswati, R.D. Hastuti & E. Husen. 2006. Bakteri penambat nitrogen. Hlm 113-140 dalam R.D.M. Simanungkalit, D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik (Ed.). *Pupuk organik dan pupuk hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Sumarno. 1987. *Kedelai dan cara budidaya*. Yasaguna Bogor.
- Suprpto. 1997. *Bertanam kedelai*. Penebar Swadaya.
- Suryana, A. 2012. Pengaruh waktu aplikasi dan dosis pupuk majemuk NPK pada pertumbuhan dan hasil kedelai varietas grobogan.: Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Sy, A., E. Giraud, P. Jourand, N. Garcia, A. Willem, P. de Lajudie, Y. Prin, M. Neyra, M. Gillis, B. Boivin-Masson & B. Dreyfus. 2001. Methylo trophic Methylobacterium bacteria nodulate and fix nitrogen in symbiosis with legumes. *Bacteriology*. 183: 214- 220.
- Syahriyah, N. 2014. *Pengujian efektivitas pupuk hayati majemuk pada tanaman kedelai (Glycine max)*. [Skripsi]. Bogor: Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian IPB.
- v. 2000. Growth promotion of plants inoculated with phosphate solubilizing fungi. *Adv. Agron*. 69 : 99-151.



Widawati S. & A. Muharam. 2012. Uji laboratorium *Azospirillum* sp. yang diisolasi dari beberapa ekosistem. *Hortikultura* 22 (3): 258-267.

Zainuddin D. U. 2017. *Pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai yang di aplikasi bakteri Rhizobium spp. dan Actinomyces spp.* [Tesis]. Makassar : Universitas Hasanuddin.



LAMPIRAN



Tabel Lampiran 1. Deskripsi Varietas Kedelai Grobogan
(Balitkabi, 2016)

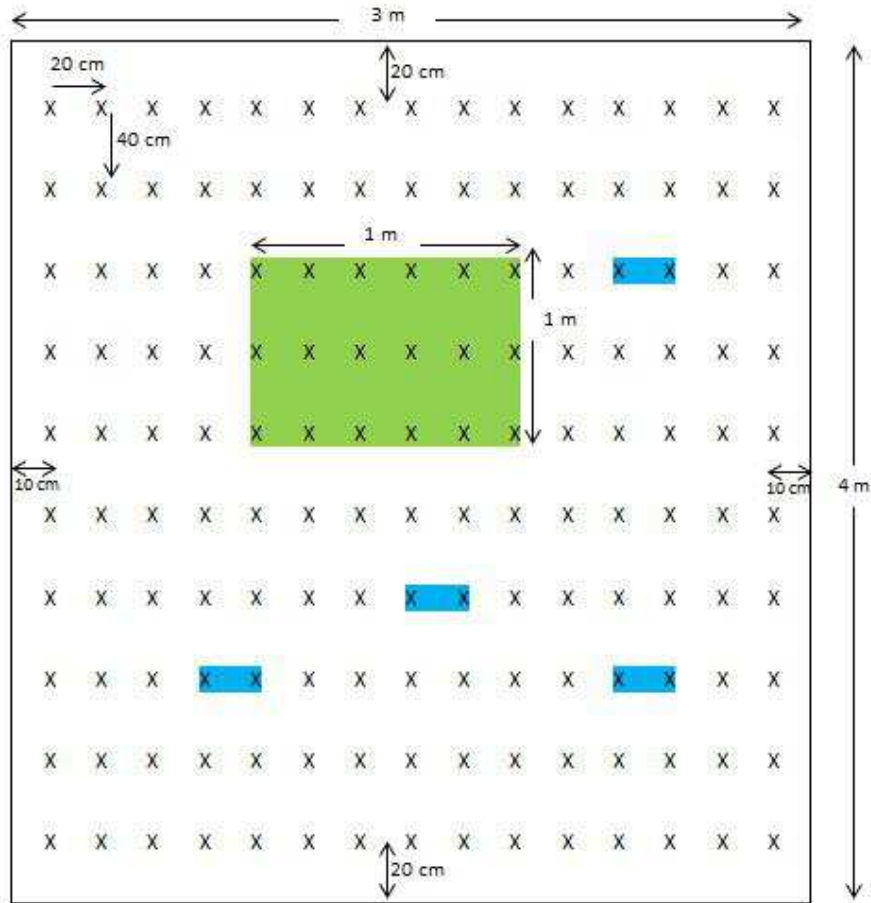
GROBOGAN	
Dilepas tahun	: 2008
SK Mentan	: 238/Kpts/SR.120/3/2008
Asal	: Pemurnian populasi Lokal Malabar Grobogan
Tipe pertumbuhan	: determinit
Warna hipokotil	: ungu
Warna epikotil	: ungu
Warna daun	: hijau agak tua
Warna bulu batang	: coklat
Warna bunga	: ungu
Warna kulit biji	: kuning muda
Warna polong tua	: coklat
Warna hilum biji	: coklat
Bentuk daun	: lanceolate
Percabangan	: -
Umur berbunga	: 30-32 hari
Umur polong masak	: ±76 hari
Tinggi tanaman	: 50-60 cm
Bobot biji	: ±18 g/100 biji
Rata-rata hasil	: 2,77 ton/ha
Potensi hasil	: 3,40 ton/ha
Kandungan protein	: 43,9%
Kandungan lemak	: 18,4%
Daerah sebaran	: Beradaptasi baik pada beberapa kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda cukup besar, pada musim hujan dan daerah beririgasi baik.
Sifat lain	: - polong masak tidak mudah pecah, dan - pada saat panen daun luruh 95-100% saat panen >95% daunnya telah luruh
Pemulia	: Suhartina, M. Muclish Adie
Peneliti	: T. Adisarwanto, Sumarsono, Sunardi, Tjandramukti, Ali Muchtar, Sihono, SB, Purwanto, Siti Khawariyah, Murbantoro, Alrodi, Tino Vihara, Farid Mufhti, dan Suharno
Pengusul	: Pemerintah Daerah Kabupaten Grobogan, BPSB Jawa Tengah, Pemerintah Daerah Prov Jawa Tengah



Ulangan I		Ulangan II		Ulangan III
f2p3		f1p1		f3p3
f2p1		f1p2		f3p1
f2p2		f1p3		f3p2
f3p1		f2p3		f1p2
f3p2		f2p1		f1p3
f3p3		f2p2		f1p1
f1p3		f3p2		f2p1
f1p2		f3p1		f2p3
f1p1		f3p3		f2p2

Gambar Lampiran 1. Layout percobaan di Lapangan





- Keterangan:
- Petak produksi
 - Tanaman yang akan di destruksi

Gambar Lampiran 2. Layout Populasi Tanaman Kedelai di Petak Percobaan



LABORATORIUM KIMIA DAN KESUBURAN TANAH
DEPARTEMEN ILMU TANAH FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
Kampus Tamalincea Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10, Makassar
Telp. (0411) 587 076, Fax (0411) 587 076



HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

Nomor : 0172.T.LKKT/2018
Permintaan : Ambri
Asal Contoh/Lokasi : Ds. Taroang, Kec. Galesong Selatan, Kab. Takalar
Objek : Penelitian
Tgl.Penerimaan : 24 Agustus 2018
Tgl.Pengujian : 31 Agustus 2018
Jumlah : 3 Contoh Tanah

Urut	Laboratorium	Pengirim	Tekstur (pipet)			Ekstrak 1:2.5		Nilai Tukar Kation (NH ₄ -Acetat 1N, pH7)				(HCl 25%)				
			Pasir	Debu	Liat	Klas Tekstur	pH	Salinitas dS m ⁻¹	Ca	Mg	K	Na	Jumlah KTK	KB	P ₂ O ₅	K ₂ O
			----- % -----					----- (cmol (+)/kg-1) -----				----- mg 100g ⁻¹ -----				
1	A.1	1	-	-	-	-	-	1.68	0.24	7	6.89	-	-	-	-	-
2	A.2	2	-	-	-	-	-	1.74	0.17	10	9.78	-	-	-	-	-
3	A.3	3	-	-	-	-	-	1.55	0.13	12	9.87	-	-	-	-	22.52

Catatan:

Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang diuji dan tidak untuk diperbanyak



Gambar lampiran 3. Data analisis tanah lokasi Desa Taroang Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar



LABORATORIUM KIMIA MAKANAN TERNAK
JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN

HASIL ANALISIS BAHAN

No	Kode Sampel	Protein Kasar (%)
1	F1P1 U1	19,00
2	F1P1 U2	19,05
3	F1P1 U3	18,63
4	F1P2 U1	17,24
5	F1P2 U2	18,31
6	F1P2 U3	17,74
7	F1P3 U1	18,30
8	F1P3 U2	19,04
9	F1P3 U3	18,39
10	F2P1 U1	17,65
11	F2P1 U2	16,41
12	F2P1 U3	17,74
13	F2P2 U1	19,23
14	F2P2 U2	19,52
15	F2P2 U3	19,81
16	F2P3 U1	17,90
17	F2P3 U2	18,10
18	F2P3 U3	18,01
19	F3P1 U1	18,87
20	F3P1 U2	17,11
21	F3P1 U3	17,72
22	F3P2 U1	17,18
23	F3P2 U2	18,21
24	F3P2 U3	17,92
25	F3P3 U1	17,71
26	F3P3 U2	18,26
27	F3P3 U3	17,70

Makassar, 18 Januari 2019



Muhammad Syahrul

Nip. 19790603 2001 12 1 001

Gambar Lampiran 4. Analisis Kadar Protein Tanaman Kedelai di Petak Percobaan



Tabel Lampiran 2. Data Curah Hujan Bulanan (Milimeter) Tahun 2017

Thn	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2017	627	436	302	166	31	98	35	4	28	70	260	X

Sumber : Stasiun BPPK Galesong, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan dengan koordinat $05^{\circ} 18' 55,8''$ LS dan $119^{\circ} 23' 11,0''$ BT pada ketinggian 15 mdpl.

Keterangan : 0 = Curah Hujan < 0,5 mm

- = Tidak ada hujan

X = Data belum/tidak masuk





Gambar Lampiran 5. Isolasi dan inokulasi mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat: (a) Mengisolasi mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat pada medium; (b) Menginkubasi mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat dan dishaker dengan kecepatan 130 rpm selama 7 hari; (c) Pengenceran kepadatan bakteri sebanyak 100 mL; dan (d) menghitung kepadatan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat.



Gambar Lampiran 6. Penanaman dan pemeliharaan tanaman kedelai pada petak percobaan: (a) Pengolahan lahan dan pembuatan petak percobaan; (b) Penanaman benih kedelai dengan jarak tanam 40 cm x 20 cm; (c) inokulasi mikroba penambat nitrogen mikroba pelarut fosfat; (d) saluran pengairan; (e) pemeliharaan tanaman kedelai; dan (f) serangan hama ulat.



Gambar Lampiran 7. Panen dan pasca panen: (a) Panen kedelai dengan menggunakan sabit; dan (b) Penjemuran brangkasan kedelai dengan sinar matahari selama 3 hari



a



b



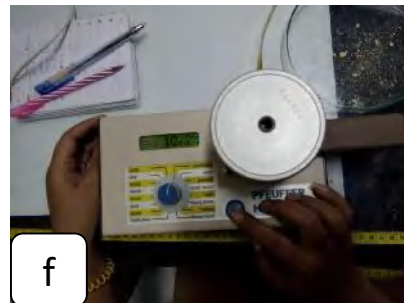
c



d



e



f

Gambar Lampiran 8. Pengamatan luas daun serta parameter produksi kedelai: (a) pertumbuhan kedelai umur 4 MST; (b) luas daun 4 MST; (c) Menimbang berat kering tanaman kedelai; (d) menghitung cabang produktif, polong berisi, polong hampa, presentase polong; (e) Hasil biji per petak; dan (f) Pengukuran kadar air biji.

Tabel Lampiran 3.a. Hasil pengamatan rata-rata laju tumbuh tanaman periode 1 (4-5 MST) yang telah ditransformasi ke x

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.57	2.13	1.36	5.06	1.69
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	1.51	1.81	0.97	4.28	1.43
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.99	1.55	1.25	3.80	1.27
Sub total		4.07	5.48	3.59	13.14	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.75	1.80	1.32	4.86	1.62
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	1.46	1.74	1.26	4.46	1.49
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	1.26	1.57	1.34	4.17	1.39
Sub total		4.47	5.10	3.92	13.49	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.28	0.93	1.24	3.45	1.15
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	1.17	1.41	1.33	3.91	1.30
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	1.19	1.36	1.49	4.05	1.35
Sub total		3.65	3.71	4.06	11.41	
Total		12.19	14.29	11.56	38.04	

Tabel Lampiran 3.b. Sidik ragam rata-rata laju tumbuh tanaman periode 1 (4-5 MST) yang telah ditransformasi ke x

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG	F.TABEL _{0,1}	
KELOMPOK	2	0.04552	0.02276	1.98	tn	4.3246
Petak Utama	2	0.02748	0.01374	1.19	tn	4.3246
ACAK (A)	4	0.04609	0.01152			
Anak Petak	2	0.01028	0.00514	1.69	tn	2.8068
INTERAKSI	4	0.03113	0.00778	2.56	*	2.4801
ACAK (B)	12	0.03648	0.00304			
TOTAL	26	0.19698				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
4,09%; KK B = 12,37%



Tabel Lampiran 4.a. Hasil pengamatan rata-rata laju tumbuh tanaman periode 2 (5-6 MST) yang telah ditransformasi ke x

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.67	0.99	2.78	5.44	1.81
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	1.42	1.32	2.01	4.76	1.59
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	2.02	0.90	2.32	5.24	1.75
Sub total		5.11	3.21	7.11	15.43	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	2.31	1.67	2.31	6.29	2.10
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	1.52	1.97	2.14	5.64	1.88
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	2.24	1.24	2.66	6.14	2.05
Sub total		6.08	4.88	7.11	18.07	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	2.21	2.34	2.30	6.84	2.28
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	2.05	1.76	2.27	6.08	2.03
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	1.92	1.83	2.08	5.84	1.95
Sub total		6.18	5.93	6.65	18.76	
Total		17.36	14.03	20.88	52.27	

Tabel Lampiran 4.b. Sidik ragam rata-rata laju tumbuh tanaman periode 2 (5-6 MST) yang telah ditransformasi ke x

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG		F.TABEL _{0,1}
KELOMPOK	2	0.26067	0.13034	6.16	*	4.3246
Petak Utama	2	0.06860	0.03430	1.62	tn	4.3246
ACAK (A)	4	0.08464	0.02116			
Anak Petak	2	0.02509	0.01254	1.15	tn	2.8068
INTERAKSI	4	0.00932	0.00233	0.21	tn	2.4801
ACAK (B)	12	0.13034	0.01086			
TOTAL	26	0.57867				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
 3,76%; KK B = 17,02%



Tabel Lampiran 5.a. Hasil pengamatan rata-rata laju tumbuh tanaman periode 3 (6-7 MST) yang telah ditransformasi ke x

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	2.68	1.34	1.55	5.57	1.86
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	2.12	1.59	3.18	6.89	2.30
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	2.06	2.52	2.75	7.33	2.44
Sub total		6.85	5.45	7.48	19.79	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.87	1.25	2.17	5.29	1.76
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	1.97	0.89	1.04	3.90	1.30
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	1.40	1.70	1.64	4.74	1.58
Sub total		5.24	3.84	4.85	13.92	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.47	0.85	1.78	4.10	1.37
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	1.51	1.17	1.37	4.05	1.35
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	1.58	1.31	1.95	4.84	1.61
Sub total		4.55	3.33	5.10	12.98	
Total		16.65	12.62	17.43	46.70	

Tabel Lampiran 5.b. Sidik ragam rata-rata laju tumbuh tanaman periode 3 (6-7 MST) yang telah ditransformasi ke x

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG		F.TABEL _{0,1}
KELOMPOK	2	0.14762	0.07381	21.72	**	4.3246
Petak Utama	2	0.30229	0.15114	44.49	**	4.3246
ACAK (A)	4	0.01359	0.00340			
Anak Petak	2	0.03006	0.01503	0.63	tn	2.8068
INTERAKSI	4	0.07203	0.01801	0.76	tn	2.4801
ACAK (B)	12	0.28477	0.02373			
TOTAL	26	0.85035				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
0,65%; KK B = 28,16%



Tabel Lampiran 6.a. Hasil pengamatan rata-rata laju asimilasi bersih periode 1 (4-5 MST) yang telah ditransformasi ke x

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.158	0.208	0.120	0.486	0.162
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.154	0.194	0.088	0.436	0.145
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.090	0.149	0.109	0.347	0.116
Sub total		0.402	0.551	0.317	1.270	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.177	0.190	0.120	0.488	0.163
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.152	0.174	0.121	0.447	0.149
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.123	0.156	0.121	0.399	0.133
Sub total		0.452	0.52	0.362	1.333	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.124	0.087	0.110	0.321	0.107
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.116	0.146	0.117	0.379	0.126
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.128	0.140	0.150	0.417	0.139
Sub total		0.368	0.373	0.377	1.118	
Total		1.222	1.443	1.056	3.721	

Tabel Lampiran 6.b. Sidik ragam rata-rata laju asimilasi bersih periode 1 (4-5 MST) yang telah ditransformasi ke x

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG	F.TABEL _{0,1}	
KELOMPOK	2	0.00837	0.00419	3.27	tn	4.3246
Petak Utama	2	0.00273	0.00136	1.06	tn	4.3246
ACAK (A)	4	0.00513	0.00128			
Anak Petak	2	0.00103	0.00051	1.39	tn	2.8068
INTERAKSI	4	0.00513	0.00128	3.47	**	2.4801
ACAK (B)	12	0.00443	0.00037			
TOTAL	26	0.02681				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
5,97%; KK B = 13,94%



Tabel Lampiran 7.a. Hasil pengamatan rata-rata laju asimilasi bersih periode 2 (5-6 MST) yang telah ditransformasi ke x

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.150	0.085	0.230	0.465	0.155
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.124	0.127	0.172	0.423	0.141
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.160	0.079	0.192	0.432	0.144
Sub total		0.434	0.291	0.594	1.320	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.193	0.153	0.196	0.542	0.181
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.142	0.183	0.184	0.509	0.170
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.180	0.117	0.226	0.523	0.174
Sub total		0.515	0.453	0.606	1.574	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.188	0.204	0.188	0.580	0.193
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.179	0.173	0.187	0.539	0.180
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.174	0.174	0.192	0.540	0.180
Sub total		0.541	0.551	0.567	1.659	
Total		1.49	1.296	1.767	4.553	

Tabel Lampiran 7.b. Sidik ragam rata-rata laju asimilasi bersih periode 2 (5-6 MST) yang telah ditransformasi ke x

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG	F.TABEL _{0,1}	
KELOMPOK	2	0.01247	0.00623	3.62	tn	4.3246
Petak Utama	2	0.00693	0.00346	2.01	tn	4.3246
ACAK (A)	4	0.00689	0.00172			
Anak Petak	2	0.00083	0.00041	0.60	tn	2.8068
INTERAKSI	4	0.00004	0.00001	0.01	tn	2.4801
ACAK (B)	12	0.00827	0.00069			
TOTAL	26	0.03543				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
4,62%; KK B = 15,57%



Tabel Lampiran 8.a. Hasil pengamatan rata-rata laju asimilasi bersih periode 3 (6-7 MST) yang telah ditransformasi ke x

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.215	0.105	0.122	0.442	0.147
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.163	0.140	0.261	0.563	0.188
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.145	0.196	0.218	0.559	0.186
Sub total		0.523	0.441	0.6	1.564	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.138	0.103	0.174	0.415	0.138
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.165	0.075	0.083	0.323	0.108
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.097	0.139	0.130	0.366	0.122
Sub total		0.4	0.317	0.388	1.104	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.116	0.065	0.139	0.321	0.107
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.120	0.101	0.107	0.327	0.109
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.129	0.111	0.166	0.407	0.136
Sub total		0.365	0.278	0.412	1.055	
Total		1.288	1.035	1.4	3.722	

Tabel Lampiran 8.b. Sidik ragam rata-rata laju asimilasi bersih periode 3 (6-7 MST) yang telah ditransformasi ke x

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG		F.TABEL _{0,1}
KELOMPOK	2	0.00775	0.00387	16.92	**	4.3246
Petak Utama	2	0.01754	0.00877	38.30	**	4.3246
ACAK (A)	4	0.00092	0.00023			
Anak Petak	2	0.00145	0.00073	0.39	tn	2.8068
INTERAKSI	4	0.00463	0.00116	0.62	tn	2.4801
ACAK (B)	12	0.02236	0.00186			
TOTAL	26	0.05464				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
0,97%; KK B = 31,30%



Tabel Lampiran 9.a. Hasil pengamatan rata-rata cabang produktif

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	9.25	10	11.25	30.5	10.17
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	10.5	10.13	8.75	29.38	9.79
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	8.88	9.63	11.13	29.64	9.88
Sub total		28.63	29.76	31.13	89.52	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	11	9.25	9.63	29.88	9.96
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	9.75	9	9.63	28.38	9.46
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	12.63	12.13	13	37.76	12.59
Sub total		33.38	30.38	32.26	96.02	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	10	10.88	9.63	30.51	10.17
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	8.5	10.13	9.13	27.76	9.25
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	10	8.5	11.5	30	10.00
Sub total		28.5	29.51	30.26	88.27	
Total		90.51	89.65	93.65	273.81	

Tabel Lampiran 9.b. Sidik ragam rata-rata cabang produktif

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG		F.TABEL _{0,1}
KELOMPOK	2	0.99	0.49	0.93	tn	4.3246
Petak Utama	2	3.85	1.92	3.64	tn	4.3246
ACAK (A)	4	2.11	0.53			
Anak Petak	2	7.86	3.93	3.82	*	2.8068
INTERAKSI	4	10.72	2.68	2.60	*	2.4801
ACAK (B)	12	12.35	1.03			
TOTAL	26	37.87				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
 KK A = 7,16%; KK B = 10,00%



Tabel Lampiran 10.a. Hasil pengamatan rata-rata presentase polong per tanaman

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	19.63	25	22.13	66.76	22.25
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	25	21	17.38	63.38	21.13
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	20	21.5	23.25	64.75	21.58
Sub total		64.63	67.5	62.76	194.89	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	25	20.13	18.13	63.26	21.09
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	18.88	19.13	19.38	57.39	19.13
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	26.63	25.63	29.25	81.51	27.17
Sub total		70.51	64.89	66.76	202.16	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	23	23.5	21	67.5	22.50
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	18.25	20.38	17.63	56.26	18.75
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	20.5	15.63	23.5	59.63	19.88
Sub total		61.75	59.51	62.13	183.39	
Total		196.9	191.9	191.7	580.44	

Tabel Lampiran 10.b. Sidik ragam rata-rata presentase polong per tanaman

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG	F.TABEL _{0,1}	
KELOMPOK	2	1.94	0.97	0.45	tn	4.3246
Petak Utama	2	19.90	9.95	4.60	*	4.3246
ACAK (A)	4	8.66	2.16			
Anak Petak	2	48.99	24.50	2.68	tn	2.8068
INTERAKSI	4	80.59	20.15	2.21	tn	2.4801
ACAK (B)	12	109.49	9.12			
TOTAL	26	269.58				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata

,84%; KK B = 14,05%



Tabel Lampiran 11.a. Hasil pengamatan rata-rata presentase polong berisi

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	95.52	96.52	98.28	290.32	96.77
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	94.52	99.43	94.94	288.89	96.30
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	95.65	99.44	97.85	292.94	97.65
Sub total		285.7	295.4	291.1	872.15	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	95.52	95.63	95.15	286.29	95.43
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	97.99	90.17	96.75	284.91	94.97
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	79.80	98.52	94.46	272.78	90.93
Sub total		273.3	284.3	286.4	843.98	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	97.83	98.94	98.81	295.57	98.52
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	97.97	84.05	92.91	274.94	91.65
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	96.98	97.57	96.30	290.84	96.95
Sub total		292.8	280.6	288	861.35	
Total		851.8	860.3	865.4	2577.5	

Tabel Lampiran 11.b. Sidik ragam rata-rata presentase polong berisi

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG		F.TABEL _{0,1}
KELOMPOK	2	10.60	5.30	0.33	tn	4.3246
Petak Utama	2	44.88	22.44	1.42	tn	4.3246
ACAK (A)	4	63.31	15.83			
Anak Petak	2	31.69	15.85	0.67	tn	2.8068
INTERAKSI	4	85.92	21.48	0.91	tn	2.4801
ACAK (B)	12	282.30	23.52			
TOTAL	26	518.69				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
 KK A = 4,16%; KK B = 5,08%



Tabel Lampiran 12.a. Hasil pengamatan rata-rata presentase polong hampa

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	4.48	3.52	1.72	9.7201	3.24
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	4.00	0.62	5.06	9.6823	3.23
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	4.40	0.60	2.15	7.1552	2.39
Sub total		12.88	4.744	8.931	26.558	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	4.52	4.37	4.85	13.745	4.58
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	2.01	3.92	3.25	9.184	3.06
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	2.82	1.95	5.57	10.34	3.45
Sub total		9.349	10.24	13.68	33.269	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	2.17	1.06	1.19	4.4282	1.48
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	2.08	0.64	7.09	9.8103	3.27
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	3.07	2.43	3.74	9.2491	3.08
Sub total		7.329	4.133	12.03	23.488	
Total		29.56	19.12	34.63	83.314	

Tabel Lampiran 12.b. Sidik ragam rata-rata presentase polong hampa

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG		F.TABEL _{0,1}
KELOMPOK	2	13.91	6.95	2.50	tn	4.3246
Petak Utama	2	5.56	2.78	1.00	tn	4.3246
ACAK (A)	4	11.13	2.78			
Anak Petak	2	0.21	0.10	0.04	tn	2.8068
INTERAKSI	4	10.82	2.70	1.06	tn	2.4801
ACAK (B)	12	30.65	2.55			
TOTAL	26	72.27				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
 KK A = 27,50%; KK B = 28,38%



Tabel Lampiran 13.a. Hasil pengamatan rata-rata bobot biji per tanaman

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	10.48	14.55	12.71	37.74	12.58
	<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	10.12	12.73	10.86	33.71	11.24
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	11.82	11.07	13.39	36.28	12.09
Sub total		32.42	38.35	36.96	107.73	
<i>Streptomyces</i> sp. (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	12.65	10.03	9.46	32.14	10.71
	<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	11.82	12.28	10.9	35	11.67
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	12.02	15.49	13.97	41.48	13.83
Sub total		36.49	37.8	34.33	108.62	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	12.32	10.5	12.87	35.69	11.90
	<i>Bacillus</i> sp. (indigenous) (p2)	12.64	13.27	9.57	35.48	11.83
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	13.13	10.79	12.04	35.96	11.99
Sub total		38.09	34.56	34.48	107.13	
Total		107	110.7	105.8	323.48	

Tabel Lampiran 13.b. Sidik ragam rata-rata bobot biji per tanaman

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG		F.TABEL _{0,1}
KELOMPOK	2	1.47	0.73	0.30	tn	4.3246
Petak Utama	2	0.12	0.06	0.03	tn	4.3246
ACAK (A)	4	9.82	2.46			
Anak Petak	2	5.89	2.95	1.18	tn	2.8068
INTERAKSI	4	12.19	3.05	1.22	tn	2.4801
ACAK (B)	12	29.92	2.49			
TOTAL	26	59.42				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
 KK A = 13,08%; KK B = 13,18%



Tabel Lampiran 14.a. Hasil pengamatan rata-rata bobot 100 biji

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	14.6	15.99	17.43	48.02	16.01
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	15.39	16.18	18.34	49.91	16.64
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	16.24	17.45	16.28	49.97	16.66
Sub total		46.23	49.62	52.05	147.9	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	16.71	16.02	16.46	49.19	16.40
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	16.03	17.88	17.14	51.05	17.02
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	17.83	17.36	18.38	53.57	17.86
Sub total		50.57	51.26	51.98	153.81	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	15.97	15.66	17.29	48.92	16.31
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	16.29	15.29	16.76	48.34	16.11
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	17.22	16.21	17.46	50.89	16.96
Sub total		49.48	47.16	51.51	148.15	
Total		146.3	148	155.5	449.86	

Tabel Lampiran 14.b. Sidik ragam rata-rata bobot 100 biji

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG		F.TABEL _{0,1}
KELOMPOK	2	5.37	2.69	2.82	-	4.3246
Petak Utama	2	2.48	1.24	1.30	tn	4.3246
ACAK (A)	4	3.81	0.95			
Anak Petak	2	3.90	1.95	3.64	*	2.8068
INTERAKSI	4	1.33	0.33	0.62	tn	2.4801
ACAK (B)	12	6.43	0.54			
TOTAL	26	23.33				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
 KK A = 5,85%; KK B = 4,39%



Tabel Lampiran 15.a. Hasil pengamatan rata-rata bobot biji per petak

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	196.47	204.26	182.4	583.13	194.38
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	170.68	185.54	169.13	525.35	175.12
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	186.86	165.36	192.27	544.49	181.50
Sub total		554	555.2	543.8	1653	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	183.6	146.85	152.18	482.63	160.88
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	208.39	188.04	167.06	563.49	187.83
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	205.87	227.63	211.27	644.77	214.92
Sub total		597.9	562.5	530.5	1690.9	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	171.38	160.86	171.49	503.73	167.91
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	175.89	188.46	158.07	522.42	174.14
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	172.11	172.77	179.01	523.89	174.63
Sub total		519.4	522.1	508.6	1550	
Total		146.3	148	155.5	449.86	

Tabel Lampiran 15.b. Sidik ragam rata-rata bobot biji per petak

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG	F.TABEL _{0,1}	
KELOMPOK	2	445.80	222.90	2.40	tn	4.3246
Petak Utama	2	1180.42	590.21	6.36	*	4.3246
ACAK (A)	4	370.99	92.75			
Anak Petak	2	1213.50	606.75	2.95	*	2.8068
INTERAKSI	4	3829.83	957.46	4.66	**	2.4801
ACAK (B)	12	2467.67	205.64			
TOTAL	26	9508.21				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
 KK A = 5,31%; KK B = 7,91%



Tabel Lampiran 16.a. Hasil pengamatan rata-rata bobot biji per hektar

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.96	2.04	1.82	5.83	1.94
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	1.71	1.86	1.69	5.25	1.75
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	1.87	1.65	1.92	5.44	1.81
Sub total		5.54	5.55	5.44	16.53	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.84	1.47	1.52	4.83	1.61
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	2.08	1.88	1.67	5.63	1.88
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	2.06	2.28	2.11	6.45	2.15
Sub total		5.98	5.63	5.31	16.91	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	1.71	1.61	1.71	5.04	1.68
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	1.76	1.88	1.58	5.22	1.74
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	1.72	1.73	1.79	5.24	1.75
Sub total		5.19	5.22	5.09	15.50	
Total		16.71	16.40	15.83	48.94	

Tabel Lampiran 16.b. Sidik ragam rata-rata bobot biji per hektar

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG		F.TABEL _{0,1}
KELOMPOK	2	0.04	0.02	2.40	tn	4.3246
Petak Utama	2	0.12	0.06	6.36	*	4.3246
ACAK (A)	4	0.04	0.01			
Anak Petak	2	0.12	0.06	2.95	*	2.8068
INTERAKSI	4	0.38	0.10	4.66	**	2.4801
ACAK (B)	12	0.25	0.02			
TOTAL	26	0.95				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
 KK A = 5,31%; KK B = 7,91%



Tabel Lampiran 17.a. Hasil pengamatan rata-rata indeks panen

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.39	0.42	0.37	1.18	0.39
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.49	0.47	0.54	1.50	0.50
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.45	0.41	0.46	1.32	0.44
Sub total		1.33	1.30	1.37	4.00	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.45	0.36	0.39	1.21	0.40
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.45	0.39	0.38	1.22	0.41
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.42	0.44	0.43	1.29	0.43
Sub total		1.32	1.20	1.20	3.72	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	0.45	0.41	0.42	1.28	0.43
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	0.40	0.39	0.45	1.25	0.42
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	0.46	0.46	0.44	1.36	0.45
Sub total		1.32	1.27	1.31	3.89	
Total		3.96	3.77	3.88	11.61	

Tabel Lampiran 17.b. Sidik ragam rata-rata indeks panen

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG		F.TABEL _{0,1}
KELOMPOK	2	0.00218	0.00109	2.02	tn	4.3246
Petak Utama	2	0.00466	0.00233	4.33	*	4.3246
ACAK (A)	4	0.00215	0.00054			
Anak Petak	2	0.00664	0.00332	3.85	*	2.8068
INTERAKSI	4	0.01461	0.00365	4.24	**	2.4801
ACAK (B)	12	0.01035	0.00086			
TOTAL	26	0.04060				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
 KK A = 5,39%; KK B = 6,83%



Tabel Lampiran 18.a. Hasil pengamatan rata-rata kadar protein

Mikroba penambat Nitrogen (f)	Mikroba pelarut fosfat (p)	Kelompok			Total	Rata-rata
		1	2	3		
<i>Azotobacter venilandii</i> (f1)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	19.00	19.05	18.63	56.68	18.89
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	17.24	18.31	17.74	53.29	17.76
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	18.30	19.04	18.39	55.73	18.58
Sub total		54.54	56.40	54.76	165.70	
<i>Streptomyces sp.</i> (f2)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	17.65	16.41	17.74	51.80	17.27
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	19.23	19.52	19.81	58.56	19.52
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	17.90	18.10	18.01	54.01	18.00
Sub total		54.78	54.03	55.56	164.37	
<i>Bacillus subtilis</i> (f3)	<i>Bacillus cereus</i> (p1)	18.87	17.11	17.72	53.70	17.90
	<i>Bacillus sp.</i> (indigenous) (p2)	17.18	18.21	17.92	53.31	17.77
	<i>P. aeruginosa</i> (p3)	17.71	18.26	17.70	53.67	17.89
Sub total		53.76	53.58	53.34	160.68	
Total		163.08	164.01	163.66	490.75	

Tabel Lampiran 18.b. Sidik ragam rata-rata kadar protein

SK	DB	JK	KT	F.HITUNG		F.TABEL _{0.1}
KELOMPOK	2	0.04903	0.02451	0.09	tn	4.3246
Petak Utama	2	1.50316	0.75158	2.84	tn	4.3246
ACAK (A)	4	1.05939	0.26485			
Anak Petak	2	0.49836	0.24918	0.84	tn	2.8068
INTERAKSI	4	9.49219	2.37305	8.01	**	2.4801
ACAK (B)	12	3.55631	0.29636			
TOTAL	26	16.15845				

Ket. * = nyata; ** = sangat nyata; tn = tidak nyata
 KK A = 2,83%; KK B = 2,99%



Tabel Lampiran 19. Rekapitulasi hasil analisis sidik ragam pengaruh mikroba penambat nitrogen dengan mikroba pelarut fosfat pada semua parameter pengamatan.

No.	Pengamatan	Pengaruh		
		(f)	(p)	Interaksi (f x p)
1.	LTT (g m ² minggu ⁻¹) periode 1 (4-5 MST)	-	-	✓
2.	LTT (g m ² minggu ⁻¹) periode 2 (5-6 MST)	-	-	-
3.	LTT (g m ² minggu ⁻¹) periode 3 (6-7 MST)	✓	-	-
4.	LAB (g cm ⁻² minggu ⁻¹) periode 1 (4-5 MST)	-	-	✓
5.	LAB (g cm ⁻² minggu ⁻¹) periode 2 (5-6 MST)	-	-	-
6.	LAB (g cm ⁻² minggu ⁻¹) periode 3 (6-7 MST)	✓	-	-
7.	Jumlah cabang produktif (cabang)	-	✓	✓
8.	Presentase polong per tanaman (polong)	✓	-	-
9.	Presentase polong berisi (persen)	-	-	-
10.	presentase polong hampa (persen)	-	-	-
11.	Bobot biji per tanaman (g)	-	-	-
12.	Bobot 100 biji (g)	-	✓	-
13.	Bobot biji per petak (g)	✓	✓	✓
14.	Bobot biji per hektar (ton)	✓	✓	✓
15.	Indeks panen	✓	✓	✓
16.	Kadar protein (%)	-	-	✓

Ket. ✓ = berpengaruh nyata; (-) = tidak berpengaruh nyata



Tabel Lampiran 20. Rekapitulasi kombinasi perlakuan terbaik mikroba penambat nitrogen dengan mikroba pelarut fosfat pada semua parameter pengamatan.

	LTT	LAB	Jumlah cabang produktif	Presentase polong per tanaman	Presentase polong berisi	Presentase polong hampa	Bobot biji per tanaman	Bobot 100 biji	Bobot biji perpetak	Bobot biji per hektar	Indeks panen	Kadar protein
<i>Azotobacter vinilandii</i> dengan <i>Bacillus cereus</i>	✓											
<i>Azotobacter vinilandii</i> dengan <i>Bacillus</i> sp. (indigenous)											✓	
<i>Azotobacter vinilandii</i> dengan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>												
<i>Streptomyces</i> sp. dengan <i>Bacillus cereus</i>		✓										
<i>Streptomyces</i> sp. dengan <i>Bacillus</i> sp. (indigenous)												✓
<i>Streptomyces</i> sp. dengan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>			✓	✓			✓	✓	✓	✓		
<i>Bacillus subtilis</i> dengan <i>Bacillus cereus</i>					✓	✓						
<i>Bacillus subtilis</i> dengan <i>Bacillus</i> sp. (indigenous)												
<i>Bacillus subtilis</i> dengan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>												

