

**APLIKASI BAKTERI PENAMBAT NITROGEN DAN BAKTERI  
PELARUT FOSFAT PADA TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L.)  
VARIETAS DEGA 1 SEBAGAI AGEN BIOFERTILIZER**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**AINUN NADHIFAH**

**NIM. 15620043**



**JURUSAN BIOLOGI**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM**

**MALANG**

**2021**

**APLIKASI BAKTERI PENAMBAT NITROGEN DAN BAKTERI  
PELARUT FOSFAT PADA TANAMAN KEDELAI (*Glycine max L.*)  
VARIETAS DEGA 1 SEBAGAI AGEN BIOFERTILIZER**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**AINUN NADHIFAH**

**NIM. 15620043**

**Diajukan kepada :**

**Fakultas Sains dan Teknologi**

**Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang**

**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam**

**Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**JURUSAN BIOLOGI**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM**

**MALANG**

**2021**

**APLIKASI BAKTERI PENAMBAT NITROGEN DAN BAKTERI  
PELARUT FOSFAT PADA TANAMAN KEDELAI (*Glycine max*  
L.) VARIETAS DEGA 1 SEBAGAI AGEN BIOFERTILIZER**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**AINUN NADHIFAH  
NIM. 15620043**

**Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji:  
Tanggal:**

**Dosen Pembimbing I**



**Prilya Dewi Fitriyasari, M.Sc  
NIP. 19900428201608012061**

**Dosen Pembimbing II**



**Dr. H. Ahmad Barizi, M.A  
NIP. 19731212 199803 1 008**

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Biologi**



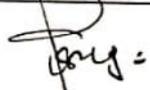
**Dr. Eyika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018 200312 2 002**

**APLIKASI BAKTERI PENAMBAT NITROGEN DAN BAKTERI  
PELARUT FOSFAT PADA TANAMAN KEDELAI (*Glycine max*  
L.) VARIETAS DEGA 1 SEBAGAI AGEN BIOFERTILIZER**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**AINUN NADHIFAH**  
NIM. 15620043

telah dipertahankan  
Di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima  
sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 26-03-2021

Penguji Utama	<u>Dr. Evika Sandi Savitri, M.P</u> NIP. 19741018 200312 2 002	
Ketua Penguji	<u>Dr. Ulfah Utami, M.Si</u> NIP. 19650509 199903 2 002	
Sekretaris Penguji	<u>Priya Dewi Fitriyani, M.Sc</u> NDT. 19900428 2016080 1 2062	
Anggota Penguji	<u>Dr. H. Ahmad Barizi, M.A</u> NIP. 19731212 199803 1 008	

Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018 200312 2 002

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah, tiada kata terindah selain syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga saya diberikan kesempatan untuk belajar sebagian ilmu-Nya ini. Sholawat serta salam tetap terlimpah curahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW.

Skripsi ini ku persembahkan kepada :

1. Persembahan terindah diberikan untuk Kedua orang tuaku, Bapak Muhammad Rosid dan Ibu Siti Masruroh yang tiada hentinya memberikan dukungan, motivasi semangat, nasihat yang selalu dihadiahkan untukku disetiap sujud beliau serta seiring do'a dan ridho yang telah mereka panjatkan dan tidak pernah berhenti hingga saat ini. Kakak saya Nurus Shobah dan Ponakan saya Muhammad Rayyan Ramdhani yang selalu memberikan support dan dukungannya sehingga saya dapat merasakan nikmat dan kebermanfaatan ilmu yang tak terkira.
2. Terimakasih sebanyak-banyaknya teruntuk dosen pembimbing saya Bu Prilya Dewi Fitriasari yang selalu sabar membimbing saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Saya tidak dapat membalas kebaikan Ibu, semoga Allah SWT senantiasa memberikan perlindungan, kelancaran, keberkahan dalam hidup dan yang terbaik untuk ibu dan sekeluarga, Aamiin.
3. Terimakasih sebanyak-banyaknya teruntuk sahabat-sahabatku satu angkatan dan teman seperjuanganku "GENETIST 15" dan Kelas "BIOLOGI B 15" untuk dukungan, doa serta semangat dalam setiap langkahku menuntut ilmu hingga sampai pada titik ini.
4. Terimakasih sebanyak-banyaknya teruntuk Mas Nurul Aziz yang selalu memberikan semangat, support dan meluangkan waktunya. Kepada sahabat-sahabatku yang sudah saya anggap seperti keluarga sendiri Zizi, Ashifa, Nabilah, Yukpit, Abid, Ulin, Edi, Wahab, Fandi dan juga teman-teman yang lainnya tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas sumbangsihnya dan selalu menemani dalam suka dan duka di kota perantauan ini.
5. Terimakasih untuk Ratna, Yekti, wahyu dan Adek-adek Biologi16 yang merupakan teman seperjuangan di laboratorium mikrobiologi. Teruntuk teman-teman kost Alm Pak Toni dan Kos "Cemara" Fajar, hanin, shifa, zizi dan ratna yang telah memberikan motivasi dan semangat selama menempuh pendidikan di Malang, sehingga menjadikanku sangat terhibur dikala mulai lelah dalam berjuang.

6. Teruntuk teman-teman saya dikota kelahiran saya, Bunga dan Ricu yang selalu menyemangati dan memotivasi saya agar cepat-cepat lulus dan segera kembali ke kota kelahiran.
7. Skripsi ini juga penulis persembahkan kepada orang-orang yang selalu bertanya “KAPAN LULUS?” Terimakasih.

**MOTTO**

“FINISH WHAT YOU STARTED”

If Allah is making you wait, then be prepared to receive more than what you asked for.

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ainun Nadhifah  
NIM : 15620043  
Jurusan : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Aplikasi Bakteri Penambat Nitrogen Dan Bakteri  
Pelarut Fosfat Pada Tanaman Kedelai (Glycine  
Max L) Varietas Dega 1 Sebagai Agen  
Biofertilizer

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, .....2021

Yang membuat pernyataan,



Ainun Nadhifah  
NIM. 15620043

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

# **Aplikasi Bakteri Penambat Nitrogen Dan Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.*) Varietas Dega 1 sebagai Agen *Biofertilizer***

Ainun Nadhifah, Prilya Dewi Fitriasari, Ahmad Barizi

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

## **ABSTRAK**

Tanaman kedelai (*Glycine max L.*) merupakan salah satu komoditas pangan penghasil protein nabati yang tinggi yaitu sekitar 40%. Kebutuhan masyarakat terhadap kedelai terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Ketidakmampuan produksi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri menyebabkan impor kedelai secara terus menerus. Di Indonesia ketidakstabilan produksi disebabkan oleh adanya penurunan luas panen. Permasalahan lingkungan pertanian telah mengalami kerusakan yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat serta konsentrasi yang tepat terhadap pertumbuhan dan kualitas tanah pada tanaman kedelai. Penelitian dilakukan selama bulan Januari sampai November 2020. Dilaksanakan di laboratorium mikrobiologi dan rumah kaca (*Greenhouse*). Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan dan 3 ulangan, yaitu faktor 1 (isolat bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat). Faktor 2 adalah dosis pemberian isolat bakteri, yaitu 10 ml, 15 ml dan 20 ml. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan ANAVA dan dilanjutkan uji DMRT 5%. Hasil uji sinergisme terhadap kedua isolat bakteri tersebut menunjukkan adanya kompatibilitas antara kedua isolat ditunjukkan dengan tidak adanya zona hambat. Hasil perlakuan kombinasi isolat bakteri (bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat) memberikan nilai tertinggi terhadap tinggi tanaman yaitu 91,81 cm; bobot basah akar 3,34 gr; bobot kering akar 0,21 gr; bobot kering tajuk 3,89 gr dan jumlah daun menunjukkan nilai tertinggi yaitu 35 helai. Pemberian konsentrasi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman pada semua variabel yang diamati yaitu konsentrasi 20 ml. Pemberian perlakuan kombinasi isolat dan konsentrasi bakteri (K20K) berpengaruh nyata terhadap variabel bobot kering akar yaitu 0,33 gr dan jumlah daun 40 helai.

Kata kunci: *biofertilizer*, bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan kedelai (*Glycine max L.*)

# **Application of Biofertilizer Agents (Nitrogen Fixing Bacteria's and Phosphate Solubilizing Bacteria's) in Soybean (*Glycine max* L.) Dega Varieties 1**

Ainun Nadhifah, Prilya Dewi Fitriasari, Ahmad Barizi

Biology Program Studi, Faculty of Science and Technology, The State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang

## **ABSTRACT**

Soybean (*Glycine max* L.) is a food commodity that produces high vegetable protein, which is around 40%. The community's need for soybeans continues to increase along with the increasing population. The inability of production to meet domestic needs causes continuous imports of soybeans. In Indonesia, the instability of production is caused by a decrease in harvested area. Agricultural environmental problems have suffered significant damage. The purpose of this research, to determine the effect of the application of nitrogen fixing bacteria and phosphate solubilizing bacteria on the proper concentration on growth and soil quality in soybean plants. The research was conducted from January to November 2020. Conducted in microbiology laboratories and greenhouses. Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. The research design used Factorial Complete Random Design. Factor 1 (nitrogen fixing bacteria isolates and phosphate solubilizing bacteria). Factor 2 was the dose of bacterial isolate, namely 10 ml, 15 ml and 20 ml. The data analyzed using ANAVA and continued with the 5% Duncan test. The synergism test results on the two bacterial isolates showed that there was a compatibility between the two isolates in the absence of an inhibition zone. The results of the combination treatment of bacterial isolates (nitrogen fixing bacteria and phosphate solubilizing bacteria) gave the highest value to plant height, namely 91.81 cm, root wet weight 3.34 gr, root dry weight of 0.21 gr, shoot dry weight 3.89 gr and the number of leaves showed the highest value namely 35 blade. Giving the concentration has a significant effect on plant growth on all observed variables, namely the concentration of 20 ml. The combination treatment of isolates and bacteria concentration (K20K) had a significant effect on the root dry weight variable, namely 0.33 gr and the number of leaves 40 blade.

Keywords: *biofertilizer*, Nitrogen Fixing Bacteria's, Phosphate Solubilizing Bacteria's and Soybean (*Glycine max* L.)

## ملخص البحث

تطبيق بكتيريا مثبتة للنيتروجين وبكتيريا مذيب الفوسفات في نباتات فول الصويا (*Glycine max L.*) لتشكيلية ديكا 1 كعامل الأسمدة الحيوية. البحث الجامعي المشرف: ,عين النظيفة , فريليا ديوي فيترياساري، الماجستير والدكتور أحمد بارزي

الكلمات الرئيسية: الأسمدة الحيوية، بكتيريا مثبتة للنيتروجين، بكتيريا مذيب الفوسفات وفول الصويا (*Glycine max L.*)

نبات فول الصويا (*Glycine max L.*) هو واحد من سلعات غذائيات لمنتج البروتين النباتي العالي، والتي تبلغ حوالي 40%. تستمر حاجة المجتمع لفول الصويا في الازدياد تماشيًا مع الزيادة السكانية. يؤدي عدم قدرة الإنتاج على تلبية الاحتياجات المحلية إلى استمرار استيراد فول الصويا. في إندونيسيا ، يرجع عدم استقرار الإنتاج إلى انخفاض المساحة المحسودة. لقد عانت المشاكل البيئية الزراعية من أضرار كبيرة. هدف هذا البحث إلى تحديد تأثير تطبيق بكتيريا مثبتة للنيتروجين وبكتيريا مذيب الفوسفات على التركيز الصحيح على النمو وجودة التربة في نباتات فول الصويا. قد قام البحث خلال الفترة من يناير إلى نوفمبر 2020. وقد قام في معمل الأحياء الدقيقة والبيت الأخضر (*Greenhouse*) لقسم الأحياء لكلية العلوم والتكنولوجيا لجامعة مولانا مالك إبراهيم الدولة الإسلامية مالانج. كان التصميم التجريبي المستخدم في هذا البحث هو تصميم العشوائي الكامل (CRD) يتكون من عاملين معالجتان و 3 مكررات، وهما العامل الأول (عزل بكتيريا مثبتة للنيتروجين و بكتيريا مذيب الفوسفات). كان العامل 2 هو جرعة العزلة البكتيرية اي 10 مل و 15 مل و 20 مل. وحللت البيانات باستخدام ANOVA واستمرت مع اختبار DMRT بنسبة 5%. دلت نتائج اختبار التآزر للعزلتين البكتيريتين إلى أن وجود توافق بين العزلتين في غياب منطقة التثبيط. أعطت نتائج المعاملة المركبة للعزلات البكتيرية (بكتيريا مثبتة للنيتروجين وبكتيريا مذيب الفوسفات) على أعلى قيمة لطول النبات أي 91.81 سم. وزن الجذر الرطب هو 3.34 جرام ؛ وزن الجفاف للجذر هو 0.21 جرام ؛ وزن الجفاف الرأس هو 3.89 جرام وأظهر عدد الأوراق أعلى قيمة يعني 35 خيوط. اثر إعطاء التركيز معنويا على نمو النبات على جميع المتغيرات الملاحظة وهي تركيز 20 مل. اثر إعطاء معاملة المركبة للعزلات وتركيز البكتيريا (K20K) معنويا على متغير الوزن الجفاف للجذر ، أي 0.33 جرام وكان عدد الأوراق 40 خيوط

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum wr.wb.*

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang penulis panjatkan segala syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, tauhid, dan hidayahNya, sehingga kami dapat menyelesaikan rangkaian penyusunan skripsi dengan judul penelitian “**Aplikasi Bakteri Penambat Nitrogen Dan Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.*) Varietas Dega 1 sebagai Agen Biofertilizer**”. Sholawat serta salam semoga selalu terlimpah curahkan bagi baginda Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa cahaya kebenaran bagi umatnya.

Penulis juga haturkan ucapan terima kasih seiring doa dan harapan jazakumullah ahsanan jaza' kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, sehingga dengan hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M. Ag selaku Rektor Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M. Si selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Prilya Dewi Fitriyani, M.Sc selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah membantu secara finansial dalam menyelesaikan penelitian serta banyak memberikan ilmu, nasihat, arahan dan pengalaman yang luar biasa.
5. Dr. H. Ahmad Barizi, M.A selaku dosen pembimbing agama, yang telah memberikan arahan mengenai sains dalam prespektif islam.
6. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P dan Dr. Ulfah Utami, M.Si selaku penguji utama dan ketua penguji skripsi yang senantiasa memberikan pengarahan, nasehat serta kritik dan saran yang membangun sehingga membantu terselesaikannya skripsi ini.

7. Dr. Dwi Suheriyanto, M.P selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan arahan, semangat, motivasi, dan nasihat selama mengemban ilmu di jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
8. Seluruh Dosen, Laboran dan Civitas Akademika Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang yang dengan ikhlas telah menyampaikan ilmunya, memberikan bimbingan dan kemudahan selama proses menuntut ilmu.
9. Kedua orang tua penulis Bapak Muhammad Rosid dan Ibu Siti Masruroh yang telah sabar memberikan motivasi dan tak pernah berhenti memberikan do'a dan restunya kepada penulis selama menuntut ilmu sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman penulis yang sama-sama berjuang dari kota kelahiran untuk menimba ilmu di perantauan, Azifatul Riskiyah. Terimakasih sudah menemani dan menjadi pendengar baik disetiap susah dan senang.
11. Teman-teman Biologi angkatan 2015 terima kasih atas bantuan serta kerjasamanya dalam menyelesaikan studi selama perkuliahan di Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang.
12. Semua pihak yang ikut membantu baik berupa materiil maupun moril serta telah memberikan banyak inspirasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Tiada balasan yang dapat penulis berikan selain ucapan terima kasih dan doa semoga Allah SWT menerima amal baik, serta imbalan yang lebih atas jerih payahnya. Sebagai akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan juga bagi para pembacanya amiin Ya Robbal Alamin

Wassalamualaikum Wr.Wb

Malang, .....2021

Ainun Nadhifah

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viv</b>
<b>ABSTRAC.....</b>	<b>x</b>
<b>الملخص .....</b>	<b>xi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Kajian Prespektif Islam .....	8
2.1.1 Mikrobiologi Tanah dalam Islam .....	9
2.1.2 Kesuburan Tanah dalam Al-Qur'an.....	10
2.2 Tanaman Kedelai ( <i>Glycine max</i> ) .....	10
2.2.1 Deskripsi Tanaman Kedelai.....	10
2.2.2 Morfologi Kedelai .....	12
2.2.3 Varietas Kedelai.....	15

2.3 Faktor Kesuburan Tanah.....	17
2.4 <i>Biofertilizer</i> .....	18
2.4.1 Bakteri Rhizobium.....	19
2.4.1.1 Morfologi Bakteri .....	19
2.4.1.2 Klasifikasi .....	20
2.4.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri Rhizobium .....	20
2.4.1.4 Mekanisme Nodulasi .....	21
2.4.1.5 Siklus Nitrogen .....	23
2.4.2 Bakteri Pelarut Fosfat .....	24
2.4.2.1 Peran Bakteri Pelarut Fosfat Bagi Tanaman .....	25
2.4.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Bakteri Pelarut Fosfat.....	26
2.4.2.4 Siklus P .....	26
2.5 Kualitas Tanah.....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1 Rancangan Percobaan.....	29
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
3.3 Alat dan Bahan .....	29
3.4 Variabel Penelitian.....	30
3.4.1 Variabel Bebas .....	30
3.4.2 Variabel Terikat.....	30
3.5 Prosedur Kerja .....	30
3.5.1 Analisis Kandungan P dan N dalam Tanah.....	30
3.5.2 Peremajaan Isolat Bakteri.....	30
3.5.3 Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat .....	30
3.5.4 Uji Kompatibilitas Isolat Bakteri .....	31
3.5.5 Pembuatan Formulasi <i>Biofertilizer</i> .....	32
3.6 Aplikasi <i>Biofertilizer</i> secara invivo pada tanaman kedelai.....	33
3.6.1 Persiapan Media Tanah .....	33
3.6.2 Persiapan Benih.....	33
3.6.3 Proses Penanaman .....	33

3.6.4 Pemeliharaan Tanaman .....	34
3.7 Variabel Pengamatan.....	34
3.7.1 Tinggi Tanaman .....	34
3.7.2 Bobot Basah Akar .....	34
3.7.3 Bobot Kering Akar .....	34
3.7.4 Bobot Kering Tajuk.....	34
3.7.5 Jumlah Daun.....	35
3.7.6 Jumlah Bintil Akar Efektif .....	35
3.7.7 Berat keing Akar Efektif .....	35
3.8 Analisis Data.....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1 Karakteristik dan Kompatibilitas Bakteri Penambat nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat .....	36
4.2 Pengaruh Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai.....	37
4.3 Pengaruh Konsentrasi Isolat Bakteri terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai.....	41
4.4 Pengaruh Interaksi antara Isolat Bakteri Penambat Nitrogen dan Isolat Bakteri Pelarut serta konsentrasi Isolat terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai.....	44
4.5 Analisis Tanah Sebelum dan Sesudah Perlakuan .....	48
4.6 Kajian tentang Ulasan Hasil Penelitian dalam Prespektif Al- Qur'an.....	50
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>66</b>

## DAFTAR TABEL

4.1 Hasil Uji DMRT 5% isolat bakteri terhadap tinggi tanaman, bobot basah akar, bobot kering akar, bobot kering tajuk dan jumlah daun .....	37
4.2 Hasil uji lanjut DMRT 5% pemberian konsentrasi terhadap tinggi tanaman, bobot basah akar, bobot kering tajuk, bobot kering akar, jumlah daun, jumlah bintil akar efektif dan berat kering bintil akar efektif .....	41
4.3 Pengaruh hasil uji lanjut DMRT 5% interaksi isolat bakteri dan konsentrasi terhadap bobot kering akar dan jumlah daun.....	45
4.4 Grafik hasil pemberian kombinasi bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat serta konsentrasi isolat terhadap bobot kering akar.....	46
4.5 Grafik hasil pemberian kombinasi bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat serta konsentrasi isolat terhadap jumlah daun tanaman kedelai.....	47
4.6 Hasil uji analisa sifat fisika tanah sebelum dan sesudah perlakuan .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Akar Kedelai .....	12
Gambar 2.2 Batang Kedelai .....	13
Gambar 2.3 Daun Kedelai.....	13
Gambar 2.4 Bunga Kedelai .....	14
Gambar 2.5 Buah Kedelai .....	14
Gambar 2.6 Biji Kedelai .....	15
Gambar 2.7 Tahapan Dua Cara Infeksi Rhizobium .....	22
Gambar 2.8 Siklus Fosfor .....	27
Gambar 3.2 Metode Gores Uji Kompatibilitas Isolat Bakteri.....	32
Gambar 4.1 Hasil Uji Kompatibilitas Bakteri.....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi Tanaman Kedelai Varietas Dega 1 .....	66
Lampiran 2. Tabel Analisis Kimia Tanah .....	67
Lampiran 3. Data Tinggi Tanaman .....	69
Lampiran 4. Data Bobot Basah Akar .....	71
Lampiran 5. Data Bobot Kering Akar .....	73
Lampiran 6. Data Bobot Kering Tajuk .....	77
Lampiran 7. Data Jumlah Daun .....	79
Lampiran 8. Data Jumlah Bintil Akar Efektif .....	82
Lampiran 9. Data Berat Kering Bintil Akar Efektif.....	90
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian.....	88

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Allah SWT telah menciptakan bumi dengan segala keistimewaannya, salah satunya yaitu dengan ditumbuhkannya berbagai macam tanaman dan lain-lain. Berbagai macam tanaman tersebut sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia karena sebagian besar sumber kehidupan manusia berasal dari tumbuhan yang ada di sekitarnya. Demikian merupakan bentuk kekuasaan Allah, yang telah menciptakan berbagai macam tanaman di bumi ini. Sebagaimana dalam firman Allah SWT Q.S Al-Baqarah (2) ayat 22 :

وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَكُمْ ۗ فَلَا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَنْدَادًا وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ

Artinya:

*“Dialah yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu dia menghasilkan dengan hujan itu segala buah-buahan sebagai rezeki untukmu; Karena itu janganlah kamu mengadakan sekutu-sekutu bagi Allah, pad ahal kamu Mengetahui”*

(QS. Al-Baqarah/2: 22)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT telah menurunkan air dari langit yang berupa air hujan, yang bermanfaat dan dapat menumbuhkan pepohonan dan bermacam-macam benih tanaman untuk kemaslahatan umat manusia (Ibn Katsir, 2003). Manusia dapat memanfaatkan tanaman-tanaman yang ada di bumi untuk kebutuhan sehari-hari. Hal tersebut merupakan salah satu rizki bagi makhluk hidup yang kemudian dapat diambil manfaatnya, salah satu diantaranya adalah tanaman kedelai.

Tanaman kedelai (*Glycine max* L.) merupakan salah satu komoditas pangan penghasil protein nabati. Kedelai banyak digemari oleh masyarakat karena kandungan proteinnya yang tinggi yaitu sekitar 40% (Winarsi, 2010). Kedelai berperan penting dalam meningkatkan gizi masyarakat dan merupakan sumber

protein nabati yang mudah untuk didapatkan, juga memiliki harga yang lebih ekonomis dibandingkan dengan sumber protein yang berasal dari hewani (Damardjati *et al.*, 2005). Secara ekonomi tanaman kedelai yang memiliki karakter dengan benih berbiji besar serta berumur genjah lebih disukai dan lebih menguntungkan.

Varietas memiliki peranan penting dalam pertumbuhan, mutu benih dan produksi tanaman kedelai. Kedelai dengan varietas yang sesuai dengan lingkungannya maka dapat tumbuh dengan maksimal, sehingga memiliki mutu benih yang tinggi serta potensi produksinya dapat tercapai (Sumarno *et al.* 2007). Varietas dega 1 merupakan keturunan varietas dari hasil persilangan varietas grobogan dan malabar. Varietas dega 1 dilepas pada periode 2015-2016 dan merupakan varietas unggul. Varietas Dega 1 memiliki hasil rata-rata 2,78 t/ha dengan umur lebih genjah yaitu 70-73 hari (rata-rata 71 hari) (Susanto dan Novita, 2016). Menurut Winarto (2002) kedelai dengan umur genjah memiliki nilai yang strategis dalam mendukung program peningkatan produksi kedelai di dalam negeri serta dapat memberikan solusi dalam menghadapi perubahan iklim.

Sejak tahun 1992 areal panen kedelai mengalami penurunan hingga sepertiganya tahun 2013, sehingga produksi juga menurun seiring dengan penurunan areal panen (Swastika, 2015). Produktivitas kedelai perlu ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Kebutuhan industri pangan dalam negeri terhadap komoditas kedelai saat ini rata-rata sebanyak 2,3 juta ton biji kering/tahun. Sementara, produksi dalam negeri rata-rata lima tahun terakhir yaitu sebesar 982,47 ribu ton biji kering atau sekitar 43% dari kebutuhan yang harus terpenuhi. Ketidakmampuan produksi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dapat menyebabkan impor kedelai yang secara terus menerus (Balitkabi, 2018). Produksi kedelai dalam negeri hanya mampu memenuhi sekitar 65,61% (FAO, 2013). Mengingat industri bahan baku kedelai akhir-akhir ini berkembang sangat pesat dan juga meningkatnya jumlah penduduk Indonesia maka komoditas kedelai perlu diprioritaskan untuk dikembangkan dalam negeri. Di Indonesia ketidakstabilan produksi dapat disebabkan oleh adanya penurunan luas panen kedelai yang tidak diimbangi dengan peningkatan produktivitas kedelai (Malian,

2004). Hasil produksi kedelai salah satunya dipengaruhi oleh faktor kesuburan tanah.

Di Indonesia permasalahan lahan dan lingkungan pertanian telah mengalami kerusakan yang signifikan, disebabkan oleh pengikisan atau efek dari pemberian pupuk kimia secara berlebihan. Data luas lahan kritis di Indonesia pada tahun 2000 tercatat sebanyak 23,25 juta ha dan mengalami peningkatan menjadi 77,8 juta ha di tahun 2007 (Anwar, 2007). Hal tersebut merupakan kesalahan mendasar dalam pengelolaan lahan. Pengelolaan lahan saat ini hanya mampu meningkatkan hasil produksi dalam jangka pendek dan tanpa memperhatikan akibat yang akan terjadi dalam jangka panjang (Sugito, 1999). Hal ini harus dilakukan pencegahan yaitu dengan cara menggunakan pupuk organik yang bertujuan untuk mempertahankan kesuburan tanah dalam rangka meningkatkan kebutuhan pangan serta produktivitas secara berkelanjutan (Roidah, 2013). Menurut Dariah *et al* (2015) jasad hidup atau mikroorganisme tanah dapat digunakan sebagai bahan pembenahan pada tanah, yaitu untuk mempercepat dekomposisi bahan organik, pembentukan dan perbaikan struktur tanah serta dapat meningkatkan ketersediaan hara. Pertanian organik mengandalkan kebutuhan hara melalui pupuk organik, misalnya mikroba (Iwantari, 2012)

Allah SWT. berfirman dalam Al Qur'an surah Al A'raf 58 :

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ  
لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

Artinya :

*“Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur”.*

Ayat tersebut menjelaskan bahwa menurut imam Jalaluddin al Mahali dalam tafsir Jalalain (وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ) ditafsirkan sebagai seorang mu'min yang mau mendengar nasihat dan mau mengambil manfaat dari nasihat tersebut. Sifat dari

seorang mu'min tersebut diibaratkan dengan tumbuhnya tanaman yang subur dari tanah yang baik pula. Sedangkan (رَبِّهِ وَالَّذِي خَبْتُ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا) ditafsirkan sebagai orang kafir, yakni orang yang tidak mau menerima nasihat dan petunjuk akan kebenaran agama Islam. Hal ini juga diibaratkan dengan tanah yang tidak subur, yakni tanamannya susah untuk tumbuh subur bahkan bisa menimbulkan kerugian bagi pemiliknya (Jalaluddin, 2002).

Pupuk hayati atau biofertilizer merupakan inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menambat hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah bagi tanaman (Simanungkalit *et al.* 2006). Mikroba tersebut antara lain adalah *Azotobacter*, *Azospirillum* dan *Rhizobium* merupakan mikroba yang mampu menambat unsur nitrogen. *Bacillus* dan *Pseudomonas* mampu menambat unsur fosfat (Iwantari, 2012). Mikroba yang digunakan sebagai pupuk hayati atau *biofertilizer* dapat diberikan langsung ke dalam tanah, disertakan dalam pupuk organik atau disalutkan pada benih yang akan ditanam (Hanum, 2008). Mikroba yang digunakan yaitu mikroba jenis bakteri. Jenis bakteri dalam penelitian ini yaitu *Rhizobium radiobacter* (bakteri penambat nitrogen) dan *Pseudomonas* sp (bakteri pelarut fosfat).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Iturralde *et al* (2019) mengisolasi kelompok bakteri *Rhizobium* dari bintil akar tanaman kedelai dan sudah dianalisis secara molekuler dengan menggunakan 16S rRNA salah satunya yaitu ditemukannya bakteri *Rhizobium radiobacter* yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan dan penyerapan nitrogen didalam tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan akar pada tanaman kedelai. Penelitian yang dilakukan oleh Herliana *et al* (2019) yang menggunakan isolat bakteri *Rhizobium radiobacter* terhadap pertumbuhan tanaman kedelai hitam memberikan hasil tertinggi pada variabel luas daun yaitu 131,52 cm<sup>2</sup>, juga mempengaruhi bobot dan jumlah polong terbaik yaitu 9,205 gr dan 9,652 gr. Tanaman kedelai yang memiliki luas daun yang tinggi akan mempengaruhi hasil fotosintesis dan pertumbuhan polong sehingga polong tersebut lebih berbobot (Sucahyono *et al*, 2014).

*Pseudomonas* sp. mempunyai kemampuan melepas P dari ikatan Fe, Al, Ca dan Mg sehingga P yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman. Menurut

penelitian Ahmad (2005) yang mengisolasi bakteri tanah dari genus *Pseudomonas* memperoleh konsentrasi IAA yang cukup tinggi yaitu mencapai 32,3 ppm, setelah diinkubasi selama 5 hari. Dari hasil panen tanaman kedelai yang diperoleh yaitu pada perlakuan dengan penambahan isolat *Pseudomonas* sp menunjukkan hasil yang lebih unggul dari perlakuan lainnya maupun kontrol, yaitu dengan berat buah 1,23 g dan jumlah polong 7.

Bakteri pelarut fosfat dan penambat nitrogen dapat bekerja secara sinergis untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi bagi tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Siregar (2011) tentang aplikasi formulasi pupuk hayati rhizobacteria (PGPR) *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. dengan bakteri penambat nitrogen *Bradyrhizobium japonicum* sebagai pemacu pertumbuhan tanaman kedelai pada tanah masam dengan dosis 400 g per hektar dapat memacu pertumbuhan kedelai, yaitu tinggi tanaman, tajuk tanaman dan berat basah akar. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Zulaikah dan Yuliani (2017) adanya interaksi pemberian *Rhizobium* sp. dan *Pseudomonas fluorescens* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai yakni dengan cara meningkatnya penambatan N<sub>2</sub> bebas udara oleh *Rhizobium* sp. dan pelarutan fosfat yang tidak tersedia yang kemudian diubah menjadi bentuk tersedia oleh tanaman, pelarutan P oleh bakteri *Pseudomonas fluorescens* dapat mempermudah proses penyerapan unsur-unsur hara oleh tanaman, oleh sebab itu tingginya penyerapan unsur hara dan mineral dapat digunakan untuk proses metabolisme tanaman yang dapat memicu pertumbuhan tanaman secara optimum. Pada penelitian ini dihasilkan pertambahan tinggi tanaman, biomassa basah tanaman, jumlah daun.

Ketersediaan hara dalam tanah dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor pemberian konsentrasi *biofertilizer* yang tepat akan mempengaruhi hasil pada tanaman. Solusi yang ditawarkan untuk kendala yang timbul adalah dengan penggunaan *biofertilizer* dengan perlakuan dosis atau konsentrasi yang tepat. Upaya - upaya untuk menjaga ketersediaan hara dalam tanah selain pemberian konsentrasi juga melalui frekuensi pemberian pupuk hayati yang digunakan secara tepat (Wahyuningratri *et al*, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Anggriani *et al* (2016) tentang pengaruh dosis dan frekuensi *biofertilizer* terhadap produktifitas

buncis menunjukkan bahwa pemberian dosis 15 ml berpengaruh terhadap jumlah polong dan berat polong. Penelitian yang dilakukan Fahmi *et al* (2017) pengaruh pemberian pupuk hayati dengan dosis 10 ml terhadap pertumbuhan tanaman edamame dapat meningkatkan tinggi tanaman, bobot basah akar, jumlah daun dan bobot kering akar.

Pemanfaatan bakteri penambat N dan pelarut P sebagai agen biofertilizer serta konsentrasi yang tepat dapat memberikan informasi ilmiah terkait dengan pertumbuhan tanaman kedelai. Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat serta konsentrasi yang tepat sebagai agen biofertilizer terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik dan kompatibilitas isolat bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat?
2. Bagaimana pengaruh isolat bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi isolat bakteri terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1?
4. Bagaimana pengaruh interaksi antara isolat bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1?
5. Bagaimana pengaruh aplikasi biofertilizer terhadap kondisi media pertumbuhan tanaman Kedelai (*Glycine max* L.)?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik dan kompatibilitas isolat bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat

2. Untuk mengetahui pengaruh isolat bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas Dega 1
3. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi isolat bakteri terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas Dega 1
4. Untuk mengetahui pengaruh interaksi antara isolat bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas Dega 1
5. Untuk mengetahui pengaruh aplikasi biofertilizer terhadap kondisi media pertumbuhan tanaman Kedelai (*Glycine max L.*)

#### **1.4 Hipotesis**

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Terdapat karakteristik dan kompatibilitas isolat bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat
2. Ada pengaruh isolat bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas Dega 1
3. Ada pengaruh konsentrasi isolat bakteri terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas Dega 1
4. Ada pengaruh interaksi antara isolat bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas Dega 1
5. Ada pengaruh aplikasi biofertilizer terhadap kondisi media pertumbuhan tanaman Kedelai (*Glycine max L.*)

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah diperolehnya informasi ilmiah tentang pengaruh *biofertilizer* (bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat) serta konsentrasi isolat yang tepat sebagai agen biofertilizer terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L.*).

## 1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Analisis kandungan P dan N pada tanah dilakukan di awal dan sesudah pengamatan di UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura, Bedali, Kabupaten Malang, Jawa Timur
2. Suhu *green house* berkisar 37 – 39°C
3. Bakteri yang digunakan yaitu bakteri penambat nitrogen (*Rhizobium radiobacter*) dan bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas* sp.) yang didapat dari Indonesia Culture Collection (InaCC) Indonesian Institute of Sciences (LIPI)
4. Kedelai yang digunakan varietas Dega 1 (Taufiq *et al*, 2020)
5. Media tanam yang digunakan tanah ultisol yang berasal dari lahan pertanian Ardimulyo, Bedali Lawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur.
6. Pengamatan pada variabel tanaman dilakukan sampai 60 HST
7. Konsentrasi yang digunakan yaitu 0 ml, 10 ml, 15 ml dan 20 ml (Anggriani *et al*, 2016)
8. Kontrol positif menggunakan pupuk NPK 5 gr

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Prespektif Islam

#### 2.1.1 Mikroorganisme Tanah dalam Islam

Tanah merupakan bentuk ciptaan Allah SWT yang berperan penting dalam kehidupan. Peran mikroorganisme tanah tidak akan terlepas dari kesuburan tanah, yakni dalam perombakan dan proses pengolahannya. Menurut Rao (1994) menjelaskan bahwa mikroorganisme merupakan kelompok makhluk hidup yang berukuran kecil bahkan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Allah SWT telah berfirman dalam Q.S Yunus/10 ayat 61 yaitu :

وَمَا تَكُونُ فِي شَأْنٍ وَمَا تَتْلُوا مِنْهُ مِنْ قُرْآنٍ وَلَا تَعْمَلُونَ مِنْ عَمَلٍ إِلَّا كُنَّا عَلَيْكُمْ شُهُودًا إِذْ تُفِيضُونَ فِيهِ وَمَا يَعْزُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِثْقَالِ ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَصْغَرَ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرَ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ

Artinya:

*Kamu tidak berada dalam suatu keadaan dan tidak membaca suatu ayat dari Al Quran dan kamu tidak mengerjakan suatu pekerjaan, melainkan Kami menjadi saksi atasmu di waktu kamu melakukannya. Tidak luput dari pengetahuan Tuhanmu biarpun sebesar zarah (atom) di bumi ataupun di langit. Tidak ada yang lebih kecil dan tidak (pula) yang lebih besar dari itu, melainkan (semua tercatat) dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh) (QS. Yunus/10:61).*

Menurut Imam Jalaluddin al-Mahali dalam tafsir jalalain menjelaskan bahwa, pada lafadz ( وَمَا يَعْزُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِثْقَالِ ذَرَّةٍ ) menjelaskan bahwa tidak luput pengetahuan dari Rabbmu hal apapun walau sebesar atau seberat dzarrah, melainkan semua sudah tercatat di lauh mahfuzh (Jalaluddin, 2002). Dzarrah dalam tafsir Al-Misbah diartikan sebagai bentuk perumpamaan dari perihal kecil apapun yang telah dilakukan oleh umat manusia, dimana Allah SWT tidak akan samar dalam melihat serta mengetahui segala sesuatu yang dilakukan oleh Makhluk-Nya (Shihab, 2002).

Dzarrah dalam Al-Qur'an merupakan wujud zat atau substansi materi terkecil yang disebutkan dalam Al-Qur'an dan merupakan petunjuk untuk mempelajari hal tersebut, termasuk dalam mempelajari mikroorganisme.

Mikroorganisme juga memiliki manfaat bagi kehidupan makhluk hidup, salah satunya yaitu dapat meningkatkan pertumbuhan pada tanaman. Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu baik yang bentuknya besar maupun kecil dan tidak pernah menganggap remeh atas sesuatu yang telah Dia ciptakan. Sebagaimana keadaan mikroorganisme baik secara struktural maupun secara fungsional.

Mikroba tanah memiliki peranan penting pada proses siklus nitrogen di alam. Unsur nitrogen diperoleh dari jasad renik yaitu bakteri tertentu yang terdapat pada akar, baik yang bersimbiosis atau tidak dan dapat pula dengan cara embusan halilintar yang menerjang bumi sehingga masuk kedalam tanah dan dimanfaatkan oleh tanaman, sebagaimana dalam firman Allah swt. dalam Q.S ar-Ra'd/13 ayat 12 yaitu:

هُوَ الَّذِي يُرِيكُمُ الْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنْشِئُ السَّحَابَ الثِّقَالَ

Artinya:

*“Dialah yang memperlihatkan kilat kepadamu yang menimbulkan ketakutan dan harapan, dan Dialah menjadikan mendung (Q.S ar-Ra'd/13:12).*

Shihab (2003) menafsirkan yaitu kekuasaan Allah swt. di alam raya ini sungguh jelas dan nyata. Dialah yang memperlihatkan kilat kepad kalian yang membuat kalian takut melihatnya atau khawatir akan turun hujan yang tidak kalian butuhkan lalu memusnahkan tanaman kalian atau sebaliknya, kilat yang membuat kalian justru sangat berharap akan turunnya hujan lebat yang kalian perlukan untuk memperbaiki tanaman kalian. Dialah pula yang membentuk gumpalan awan yang penuh dengan air hujan.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa kekuasaan Allah swt. dengan memperlihatkan kilat untuk menegur manusia. Dan tidak hanya itu, kilat juga memiliki peranan yang cukup penting dalam proses yang lainnya di muka bumi ini. Misalnya dalam proses pemanfaatan unsur nitrogen yang terdapa di atmosfer untuk dimanfaatkan kembali oleh makhluk hidup.

### **2.1.2 Kesuburan Tanah dalam Al-Qur'an dan Hadist**

Tanah dalam bidang pertanian memiliki arti sebagai media tumbuh untuk tanaman. Tanah berasal dari hasil pelapukan batu-batuan yang bercampur dengan sisa-sisa bahan organik atau mikroorganisme yang hidup didalam dan diatas permukaan tanah (Jacob, 2008). Meningkatnya pengetahuan manusia tentang

tanah maka perlu untuk mempelajarinya tentang sifat-sifat tanah dan kesuburan tanah. Kesuburan tanah merupakan faktor utama dalam meningkatkan pertumbuhan suatu tanaman berdasarkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Dalam hadist telah disebutkan bahwa :

”Barang siapa menghidupkan tanah yang mati maka tanah itu menjadi miliknya”  
(H.R Imam Bukhari)

Hadist tersebut menjelaskan bahwa didalam agama Islam menganjurkan untuk menjadikan tanah sebagai lahan yang produktif, seperti dengan melakukan pengelolaan tanah. Jika tanah sudah terpelihara dengan baik maka kita dapat memanfaatkannya sebagai kebutuhan hidup seperti bercocok tanam. Dalam QS. Al- A’raf/7 ayat (58) Allah SWT berfirman :

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرِجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ  
يَشْكُرُونَ

Artinya : “Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.” (QS. Al- A’raf/7 (58).

Imam jalaluddin Al Mahali dalam tafsir jalalalin (وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرِجُ نَبَاتُهُ) ditafsirkan sebagai seorang mu’min yang mau mendengar nasihat dan mengambil manfaat dari nasihat tersebut. Sifat dari seorang mu’min diibaratkan dengan tumbuhnya tanaman yang subur dari tanah yang baik. Ayat ( وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا ) ditafsirkan sebagai orang kafir, yakni orang yang tidak mau menerima nasihat dan petunjuk akan kebenaran islam. Sehingga dalam hal ini juga diibaratkan seperti tanah yang tidak subur, yakni tanah yang tidak akan menumbuhkan tanaman (Jalaluddin, 2002).

## 2.2 Kedelai

### 2.2.1 Deskripsi Tanaman Kedelai

Kedelai memiliki nama ilmiah *Glycine max* L. yang tergolong dalam famili leguminoceae dan suku fabaceae, suku tersebut merupakan tumbuhan yang

tergolong memiliki bunga dan buahnya polong (Priyanti *et al.*, 2017). Tanaman kedelai umumnya berupa terna semusim yang tegak dan merumpun dengan ketinggian tanaman 0,2 sampai 1,5 meter, berbulu cokelat dan kadang-kadang menjalar (Soemarno, 2007). Pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman kedelai yaitu 5-15 hst (hari setelah tanam) muncul daun pertama, pada hari berikutnya muncul tiga daun pertama yang akan membuka dan daun primer akan muncul 8-24 buku. Pada hari ke 25 sampai 150 hst muncul bunga, tetapi tergantung pada panjangnya hari, kultivar dan suhu. Pembentukan polong terjadi selama 7-15 hari, pengisian biji 11-20 hari dan proses penuaan sampai dengan masa panen terjadi selama 7-15 hari (Maesen, 1993).

Kedelai merupakan komoditas terpenting ketiga setelah padi dan jagung. Kedelai merupakan tanaman yang kaya akan protein. Sumber protein yang terkandung didalam kedelai berperan penting dalam meningkatkan gizi masyarakat dan juga relatif murah dibandingkan dengan protein hewani. Jumlah produksi bahan baku pangan seperti tempe, kecap, tahu, susu kedelai dan lain sebagainya dapat meningkat dengan seiring bertambahnya jumlah penduduk sehingga menyebabkan kebutuhan produksi kedelai terus meningkat (Damardjati *et al.*, 2005).

Tanaman kedelai memiliki dua fase dalam pertumbuhannya diataranya fase stadia atau fase vegetatif dan fase reproduktif atau fase generatif. Awal munculnya pertumbuhan tanaman yaitu ketika kotiledon membuka kemudian diikuti dengan membukanya daun tunggal. Ciri-ciri banyaknya buku yang terdapat pada batang utama dan terbukanya daun trifoliat (bertiga) disebut fase vegetatif. Fase generatif dimulai ketika munculnya satu bunga pada batang utama dan diakhiri ketika polong telah matang yaitu sekitar 95% (Fehr and Cavies, 1977).

Menurut Adisarwanto (2005) nama botani kedelai telah disepakati pada tahun 1948 dengan istilah ilmiah *Glycine max* L. Klasifikasi tanaman kedelai (*Glycine max* L.) menurut Cronquist (1981) :

Kingdom : Plantae  
 Divisio : Magnoliophyta  
 Classis : Magnoliopsida  
 Ordo : Fabales

Familia : Fabaceae  
 Genus : Glycine  
 Species : *Glycine max* L.

Tanaman kedelai ditemukan pada abad ke 11 SM (sebelum masehi) dan berasal dari suatu domestikasi di negara Cina bagian utara. Kedelai tersebar ke berbagai negara seperti Korea, Rusia, Mancuria dan Jepang, pada masa itu proses domestikasi dinegara tersebut berlangsung selama berabad-abad (Maesen, 1993).

### 2.2.2 Morfologi Kedelai

Kedelai merupakan tanaman semusim, dengan tinggi tanaman sekitar 40 – 90 cm.. Umur tananam antara 72 – 90 hari (Adie, 2006). Komponen utama tanaman kedelai yaitu akar, batang, daun, biji dan polong. Akar tanaman kedelai merupakan akar tunggang bercabang-cabang dan terdapat bintil akar yang dapat menambat nitrogen yang dibutuhkan tanaman kedelai untuk kelanjutan pertumbuhannya. Bintil akar akan mulai terbentuk pada 15-20 hari setelah tanam. Pada tanah yang subur akar tanaman kedelai dapat menembus tanah dengan kedalaman  $\pm$  150-200 cm (Cahyadi, 2007). Akar utama pada kedelai tumbuh kearah bawah, sedangkan akar yang berkembang menyamping atau horizontal tumbuh tidak jauh dari permukaan tanah. Akar tanaman berfungsi sebagai alat pengangkut air maupun unsur hara dan juga sebagai tempat bertumpunya tanaman (Pitojo, 2003).



Gambar 2.1. Akar Kedelai (Irwan, 2006)

Batang kedelai berasal dari embrio yang terdapat pada biji masak. Kedelai memiliki batang yang pendek sekitar 30-100 cm, dengan cabang 3-6 dan berperawakan terna. Batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe pertumbuhan, yaitu tipe determinate dan indeterminate. Pertumbuhan tipe determinate dicirikan dengan batang yang tidak tumbuh lagi setelah munculnya bunga. Sedangkan

pertumbuhan tipe indeterminate dicirikan dengan bagian pucuk batang masih tumbuh daun, meskipun tanaman sudah berbunga (Soemarno, 2007).



Gambar 2.2. Batang kedelai (Irwan, 2006)

Daun tanaman kedelai memiliki ciri-ciri ujung daun meruncing, helai daun berbentuk oval, berwarna hijau dan berdaun tiga. Tanaman kedelai yang tumbuh pada node pertama dari biji berbentuk daun tunggal. Dan pada semua node di atasnya membentuk daun majemuk daun beranak tiga yang terdiri dari tiga helai anak daun. (Pitojo, 2003). Fungsi daun yaitu sebagai alat untuk proses fotosintesis, respirasi dan asimilasi.



Gambar 2.3. Daun kedelai (Irwan, 2006)

Bunga tanaman kedelai memiliki alat kelamin yang sempurna, yaitu putik (alat kelamin betina) dan benang sari (jantan). Pada saat tanaman kedelai berumur 30-50 hari setelah tanam maka kedelai akan mulai membentuk bunga. Bunga tumbuh dari node bawah keatas sehingga bunga sehingga akan membentuk polong, dan node-node yang berada di atas akan memunculkan bunga. Bunga memiliki tangkai dengan panjang 3 cm, anak tangkai bunga sangat pendek, panjang dan lebar kelopak hampir sama yaitu sekitar 5-7 mm, memiliki tajuk yang runcing dan berambut (Pitojo, 2003). Bunga kedelai tumbuh secara berkelompok pada ruas-ruas batang. Bunga berwarna putih ada yang berwarna ungu, tergantung

dari varietas tanaman kedelai. Pada saat penyerbukan tidak semua bunga menjadi polong karena penyerbukan terjadi pada saat mahkota bunga masih menutup. Sekitar 60% bunga akan rontok sebelum terjadinya pembentukan polong dan benang sari mudah lepas (Suprpto, 2002).



Gambar 2.4 Bunga kedelai (Irwan, 2006)

Buah kedelai disebut buah polong, berwarna kuning kecoklatan atau abu-abu. Pada saat terjadinya proses masak buah, polong yang awalnya berwarna hijau akan berubah menjadi kehitaman, keputihan dan kecoklatan (Soemarno, 2007). Polong yang sudah kering akan mudah pecah dan bijinya keluar. Polong pada tanaman kedelai akan menghasilkan 100-250, namun bila menanam tanaman kedelai dengan jarak cukup rapat maka akan menghasilkan polong yang sedikit sekitar 30 polong. Jumlah polong kedelai berisi antara 1-4 biji tergantung pada varietas kedelai (Pitojo, 2003). Satu daun buah akan membentuk legumen (buah polong) dan mempunyai satu ruangan atau lebih karena terdapat sekat-sekat semu. Buah ini akan pecah jika sudah masak. Adanya sekat-sekat semu dapat menyebabkan ruang buah bolong terbagi menjadi beberapa bilik, masing-masing terdapat satu biji (Tjitrosoepomo, 2005).



Gambar 2.5. Buah kedelai (Irwan, 2006)

Biji kedelai terdapat didalam polong. Biji berbentuk bulat, bundar agak pipih atau bulat lonjong, yang berukuran antara 6-30 gram/100 biji. Biji kedelai yang terdapat di Indonesia berkriteria lonjong atau oval. Warna kulit biji

bermacam-macam yaitu hijau, kuning, hitam dan coklat. Biji kedelai terbungkus oleh kulit yang sangat tipis. Kedelai merupakan biji berkeping dua. Biji kedelai diukur berdasarkan bobot per 100 biji, di Indonesia pengelompokan ukuran biji dibagi menjadi 3 bagian diantaranya berukuran kecil, sedang dan besar. Ukuran kecil berkisar antara 6-10 g atau  $< 10$  gram/100 biji, sedangkan biji yang berukuran sedang yaitu antara 11-12 gram/100 biji dan biji dengan ukuran besar berkisar  $> 14$  gram/100 biji (Adie, 2006).



Gambar 2.6 Biji kedelai (Irwan, 2006)

### 2.2.3 Varietas

Varietas merupakan spesies dari suatu jenis yang ditandai oleh bentuk, daun, bunga, biji dan karakteristik atau kombinasi genotipe yang dapat membedakan dari jenis lainnya, jika diperbanyak tidak mengalami perubahan dan sekurang-kurangnya satu sifat yang menentukan. Varietas unggul dapat diperoleh dari varietas lokal, varietas liar, galur homozigot, varietas introduksi, mutan atau genus-genus yang sama, yang mempunyai potensi hasil yang tinggi dan sesuai dengan target pemuliaan yang diinginkan. Varietas tersebut dinyatakan sebagai varietas unggul, apabila telah melalui kegiatan seleksi dan uji daya hasil (Balitkabi, 2005). Varietas secara botani adalah suatu populasi tanaman yang menunjukkan suatu ciri yang jelas. Kedelai varietas Dega 1 merupakan varietas unggul yang memiliki umur genjah dan biji besar.

### 2.2.4 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Kedelai adalah tanaman semusim (*annual*) berumur sekitar 3 – 4 bulan dengan curah hujan minimum 800 mm. Tanaman kedelai banyak ditanam di daerah dataran rendah (tidak  $< 20$  mdpl), dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada ketinggian 750 mdpl. Kondisi iklim yang cocok untuk tanaman kedelai

yaitu dengan suhu antara 25-27°C (Jayasumarta, 2012). Sementara jika berada pada suhu tinggi yakni >30°C maka banyak biji yang mati dikarenakan respirasi air didalam biji terlalu cepat. Dengan curah hujan yang optimum sekitar 100-200 mm/bulan dan penyinaran matahari selama 12 jam perhari atau minimal 10 jam perhari (Sumarno dan Harnoto, 1993).

Selain suhu tanah, suhu lingkungan juga dapat berpengaruh terhadap perkembangan tanaman kedelai. Ketika suhu mencapai 40°C pada saat pembungaan, maka bunga tersebut akan rontok dan akan mengurangi jumlah polong dan biji kedelai. Suhu 24-25°C adalah suhu yang optimal untuk proses pembungaan. Didaerah subtropik dengan suhu 10°C proses pembungaan dan pembentukan polong dapat terhambat (Irwan, 2006).

Perubahan panjang hari atau lama penyinaran matahari dapat mempengaruhi pertumbuhan kedelai karena kedelai merupakan tanaman yang berhari pendek. Artinya jika panjang hari melebihi batas kritis yaitu sekitar 15 jam perhari maka tanaman kedelai tidak akan berbunga (Irwan, 2006). Menurut penelitian Sato (1979) dalam Kinasih *et al* (2017) menyatakan bahwa panjang hari dapat mempengaruhi tangkai daun yang lebih besar. Semakin besar diameter tangkai daun semakin tinggi pula distribusi biomassa ke daun. Hal tersebut dapat mempengaruhi perkembangan biji sebagai strategi yang efektif yang juga dipengaruhi oleh fotosintesis dan hasil dari fotosintesis yang didistribusikan.

Tanaman kedelai selama masa pertumbuhan membutuhkan air berkisar 350-450 mm. Pada saat proses pertumbuhan kebutuhan air sangat berpengaruh seiring dengan bertambahnya umur pada tanaman. Pengisian polong dan proses pembungaan juga membutuhkan air dengan kapasitas tinggi (Irwan, 2006).

pH tanah merupakan syarat tumbuh untuk pertumbuhan kedelai dengan toleransi pH sekitar 5,8-7. Namun jika pH tanah dibawah 5,5 maka akan terjadi keterlambatan pertumbuhan. Hal tersebut dikarenakan kelarutan Al dan Fe yang tinggi (Wahyuningsih *et al*, 2016). Kesuburan tanah sangat dipengaruhi oleh pemberian bahan organik untuk pembentukan struktur mikro pada tanah. Bahan organik dapat meningkatkan jumlah air yang tersedia bagi tanaman dan merupakan pemantap agregat tanah (Lumbanraja, 2012).

### 2.3 Faktor Kesuburan Tanah

Pertumbuhan dan hasil tanaman dipengaruhi oleh faktor kesuburan tanah dengan tersedianya unsur hara yang cukup. Kemampuan tanah dalam menghasilkan tanaman yang dipanen dapat ditentukan oleh tingkat kesuburan dari tanah tersebut (Kadarwati, 2016). Tanah yang subur dapat memudahkan pertumbuhan akar, sehingga akar tanaman dapat menyerap unsur hara dan mudah menyerap air yang tersedia didalam tanah (Dinariani *et al.*, 2014).

Pemeliharaan kesuburan tanah dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman (*plant requirement*) berdasarkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah untuk dapat memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman. Faktor kesuburan tanah secara fisika dicirikan dengan warna yang gelap. Jika warnanya semakin gelap, maka akan semakin tinggi kandungan bahan organik dalam tanah (Njurumana *et al.*, 2008). Sifat fisik tanah mencakup beberapa hal, diantaranya struktur, tekstur, kelembapan, solum dan kadar air tanah (Prehaten *et al.*, 2018).

Sifat kimia tanah meliputi derajat keasaman (pH tanah), KTK (Kapasitas Tukar Kation), kadar unsur hara tanah, kejenuhan basa (KB) dan bahan organik. Aspek kimia tanah dapat membantu mendegradasi molekul bahan organik dan perkembangbiakan mikroorganisme sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah untuk kebutuhan tanaman (Herman dan Goenadi, 2003). Berdasarkan jumlah kebutuhan tanaman, kesuburan tanah mencakup dua elemen esensial yakni unsur hara makro dan unsur hara mikro. Secara universal unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman adalah C, H, O (berasal dari udara dan air), N, P, K, S, Ca dan Mg. Sedangkan unsur hara mikro yang dibutuhkan adalah Fe, B, Mn, Zn, Cu dan Mo (Agustina, 2004). Kesuburan tanah juga dapat dilihat dari tingkat Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang dihasilkan, karena semakin tinggi nilai KTK maka semakin tinggi pula tingkat kesuburan tanah. Selain itu kandungan N, P dan K yang tinggi juga menjadi indikator kesuburan tanah (Mujiyati dan Supriyadi, 2009).

Sifat biologi tanah dapat meningkatkan aktivitas dan perkembangbiakan mikroorganisme tanah jika tersedianya bahan organik yang cukup sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah. Keadaan biologi tanah meliputi pengikatan nitrogen diudara dan aktivitas mikroba perombak bahan organik untuk proses

humifikasi (Sulakhudin *et al*, 2016). Mikroorganisme tanah seperti bakteri, khamir dan jamur merupakan suatu indikator adanya kandungan asam organik yang tinggi, meningkatkan hormon, serta enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme tersebut.

#### **2.4 Biofertilizer**

Penggunaan pupuk organik dapat bermanfaat untuk meningkatkan produktivitas dari lahan pertanian karena dapat memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Dibandingkan dengan pupuk yang bersifat sintetis dapat menyebabkan kerusakan pada tanah secara terus menerus. Dengan demikian dampak yang dapat menyebabkan kerusakan tanah antara lain pemadatan tanah, hilangnya bahan organik yang sudah tersedia dalam tanah, pencucian salinitas dan peningkatan salinitas (Setiawan *et al*, 2016). Perkembangan bidang bioteknologi dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap dampak negatif pupuk yang berbahan dasar kimia, sehingga mendorong berkembangnya produk sebagai alternatif untuk menekan penggunaan pupuk sintetis dengan mengganti pupuk yang ramah lingkungan, seperti pupuk hayati (*biofertilizer*) (Kartikawati *et al*, 2017).

Biofertilizer adalah pupuk hayati yang terdiri dari sekumpulan mikroorganisme yang dapat menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Formulasi dari mikroorganisme ini mampu mengubah dari yang belum dapat digunakan menjadi yang tersedia melalui proses-proses biologi (Subba, 1993). Menurut Simanungkalit *et al* (2006) menyatakan bahwa biofertilizer merupakan suatu inokulan yang berbahan aktif mikroorganisme berfungsi untuk memfasilitasi dan menambat tersedianya hara tertentu yang ada didalam tanah untuk pertumbuhan tanaman.

Biofertilizer (pupuk hayati) merupakan substansi yang mengandung mikroorganisme hidup yang dapat memacu pertumbuhan pada tanaman dengan cara mengkolonisasi bagian rhizosfir yaitu bagian dalam tanaman, sehingga dapat menyediakan tersedianya unsur hara untuk menstimulasi pertumbuhan pada tanaman (Vessey, 2003). Menurut Kartikawati *et al* (2017) pupuk hayati bila diterapkan pada benih, tanah, atau permukaan tanaman dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi utama sehingga dapat mendorong pertumbuhan tanaman.

Mikroorganisme yang sering digunakan dalam pupuk hayati adalah mikroba yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman, mikroba yang menambat nitrogen dari udara, dan mikroba yang mengandung unsur P dan K untuk melarutkan hara. Disisi lain pupuk hayati juga memiliki kelemahan yaitu faktor lingkungan dapat mempengaruhi keadaan mikroba, baik secara biotik dan abiotik (Taniwiryo dan Isroi, 2008). Menurut Bakar *et al.* (2013) biofertilizer mengandung bakteri penambat nitrogen, mikroba pelarut fosfat dan pendegradasi selulosa.

Petani memanfaatkan pupuk hayati sebagai alternatif untuk mencukupi pemasokan nitrogen, disamping memanfaatkan bentuk fosfat yang tak tersedia menjadi bentuk tersedia. Dari tahun ke tahun kebutuhan pupuk N dan P mengalami peningkatan. Kebutuhan pupuk dari tahun 2007 hingga 2015 untuk tanaman hortikultura mengalami peningkatan berdasarkan data APPI (2009) yaitu 5,7% per tahun. Hal tersebut merupakan jumlah yang tidak sedikit, karena penggunaan pupuk pada tahun 2007 mencapai 1,9 juta ton/tahun. Peningkatan jumlah kebutuhan pupuk untuk tanaman hortikultura dapat di pengaruhi oleh tanaman tersebut. Nitrogen dan fosfat merupakan faktor pembatas pertumbuhan dan hasil tanaman. Unsur hara yang paling banyak diperlukan tanaman diantaranya nitrogen dan fosfat (Sutanto, 2002).

#### **2.4.1 Bakteri *Rhizobium***

*Rhizobium* merupakan salah satu kelompok bakteri yang berkemampuan sebagai penyedia hara bagi tanaman kedelai. Peran *Rhizobium* terhadap pertumbuhan tanaman khususnya berkaitan dengan ketersediaan nitrogen bagi tanaman inangnya. Apabila bersimbiosis dengan tanaman legum maka bakteri tersebut akan menginfeksi akar tanaman dan membentuk bintil akar yang dapat memfiksasi nitrogen dari atmosfer (Rahmawati, 2005).

Pemanfaatan bakteri penambat nitrogen, baik yang diaplikasikan melalui tanah maupun disemprotkan pada tanaman mampu meningkatkan efisiensi pemupukan nitrogen. Bertujuan untuk mengurangi kebutuhan pupuk N sintetis, meningkatkan hasil produksi, ramah lingkungan dan berkelanjutan (Antralina dan Joko, 2015). Bakteri *Rhizzobium* bersifat kemoorganotropik yaitu dapat menggunakan berbagai karbohidrat dan garam-garam asam organik sebagai

sumber karbonnya. Organisme ini memiliki ciri khas yaitu dapat menyerang rambut akar tanaman kacang-kacangan di daerah beriklim sedang atau beberapa daerah tropis dan mendorong memproduksi bintil-bintil akar yang menjadikan bakteri sebagai simbiosis intraseluler (Surtiningsih *et al*, 2009).

Menurut Madigan *et al* (2002) menyatakan bahwa kehadiran bakteri pada bintil-bintil akar merupakan sebagai bentuk pleomorfik atau bakteri yang berbentuk tidak teratur, dimana secara normal termasuk dalam fiksasi nitrogen atmosfer ke dalam suatu bentuk penggabungan yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman inangnya. Semua galur bakteri bintil akar menunjukkan afinitas terhadap inang.

#### **2.4.1.1 Morfologi**

Bakteri dari genus *Rhizobium* memiliki morfologi dengan ukuran 0,5-0,9 x 1,2-3,0  $\mu\text{m}$  berbentuk batang. Bakteri tersebut memiliki motilitas dengan satu atau dua sampai enam flagel peritrik dan termasuk dari golongan bakteri gram negatif yang aerob. Koloni berbentuk sirkular dengan diameter umumnya 2-4 mm di media MSA (*Manitol Salt Agar*). *Rhizobium* dapat tumbuh pada pH sekitar 6-7 dan optimal di suhu 25-30°C (Holt *et al.*, 2000).

#### **2.4.1.2 Klasifikasi**

Klasifikasi *Rhizobium* menurut Garrity *et al* (2004) sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Proteobacteria
Kelas	: Alphaproteobacteri
Ordo	: Rhizobiales
Famili	: Rhizobiaceae
Genus	: <i>Rhizobium</i>
Spesies	: <i>Rhizobium radiobacter</i>

#### **2.4.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri *Rhizobium***

Faktor yang mempengaruhi populasi mikroorganisme dalam tanah terhadap pertumbuhan mikroorganisme adalah kelembaban, tingkat aerasi, pH, jumlah dan macam zat hara, suhu, serta perlakuan pada tanah seperti penambahan pupuk (Budiyanto, 2004). Menurut Soedarjo (2003) pertumbuhan bakteri *rhizobium* juga dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara pada sekitar perakaran

dan tentunya akan berpengaruh pada fiksasi  $N_2$ . Beberapa unsur hara yang berpengaruh terhadap pertumbuhan rhizobium dan fiksasi  $N_2$  adalah unsur Mo (molybdenum), Fe (besi), S (belerang), P (fosfor), Ca (kalsium), Al (aluminium), dan Mn (mangan). Akan tetapi jika kekurangan atau kelebihan unsur hara akan berdampak buruk terhadap pertumbuhan *rhizobium* dan fiksasi  $N_2$ .

Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan mikroba memerlukan kisaran suhu tertentu. Kisaran suhu mikroba dibedakan menjadi suhu minimum, optimum dan maksimum. Suhu minimum adalah suhu terendah akan tetapi mikroba masih dapat hidup. Suhu optimum adalah suhu yang terbaik untuk pertumbuhan mikroba, sedangkan suhu maksimum adalah suhu tertinggi untuk kehidupan mikroba. Suhu minimum pertumbuhan *Rhizobium* sekitar  $3^{\circ}C$ , dan suhu optimal bagi kehidupan *Rhizobium* berkisar  $18-26^{\circ}C$  dan suhu maksimalnya adalah  $45^{\circ}C$  (Hidayat, 2010).

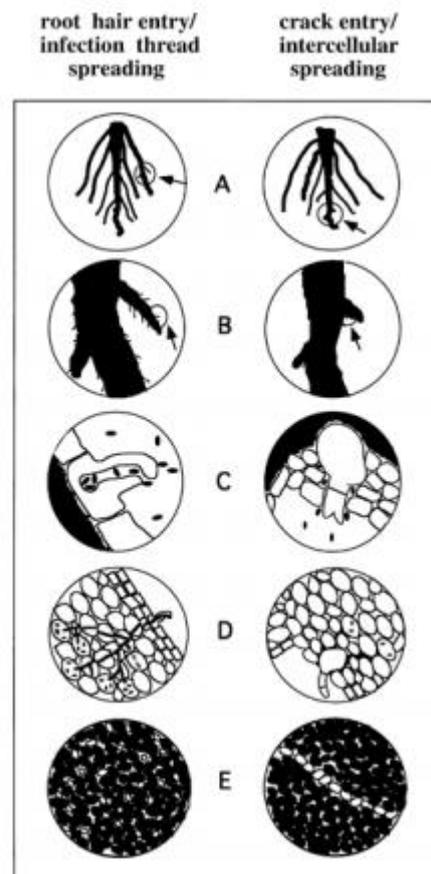
Faktor yang mempengaruhi dalam pertumbuhan bakteri salah satunya adalah derajat keasaman atau pH. Bakteri memerlukan pH optimum sekitar 6,5 - 7,5 untuk tumbuh optimal. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri berkaitan dengan aktivitas enzim. Enzim tersebut dibutuhkan oleh bakteri untuk mengkatalis reaksi-reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan (Suriani, 2013). Menurut Soedarjo (2003) pada pH  $<5$  beberapa strain bakteri mampu hidup akan tetapi dapat mempengaruhi perkembangan *Rhizobium* dan dapat menghambat proses infeksi bakteri karena mengalami defisiensi nutrisi seperti N, P, Mg dan Ca serta dapat keracunan Al atau Mn.

Tekanan osmosis berhubungan erat dengan kandungan air atau kelembaban. Jika *Rhizobium* diletakkan pada larutan hipertonis maka selnya akan mengalami plasmolisis yaitu terkelupasnya membran sitoplasma dari dinding sel akibat mengkerutnya sitoplasma (Hidayat, 2010).

#### **2.4.1.4 Mekanisme Nodulasi**

Simbiosis mutualisme antara *Rhizobium* dengan akar legum bermula dari perkembangan *Rhizobium* di daerah sekitar perakaran. Simbiosis ini dapat terjadi karena adanya komunikasi antara tanaman inang dengan *Rhizobium* (Suchayono dan Soedarjo, 2007). Ada dua cara infeksi *Rhizobium* untuk membentuk bintil akar kacang-kacangan yaitu infeksi melalui rambut akar (root hair entry) dan

melalui celah (crack entry). Infeksi melalui rambut akar terjadi pada sebagian besar kacang-kacangan termasuk kedelai, sedangkan infeksi melalui celah hanya terjadi pada beberapa kacang-kacangan termasuk kacang tanah. Berikut gambar perbedaan cara infeksi melalui rambut akar dan celah (Suryantini, 2015).



Gambar 2.7 Tahapan dua cara infeksi rhizobium: melalui rambut akar/penyebaran benang infeksi dan melalui celah/penyebaran intraseluler

(Sumber: Suryantini, 2015)

Proses infeksi *Rhizobium* pada tanaman legum umumnya terjadi dalam empat tahap pra infeksi, yaitu kolonisasi rhizobia didaerah rhizosfer, penempelan dipermukaan akar, penyabangan rambut akar dan pembengkokan rambut akar (Suryantini, 2015). Bintil akar dapat menghasilkan senyawa bernitrogen karena keberadaan *Rhizobium* yang membentuk bakteroid didalam bintil akar tersebut (Campbell, 2003).

Mekanisme pembentukan bintil akar atau nodulasi meliputi beberapa langkah yaitu (Campbell, 2003):

1. Rekognisi merupakan suatu komunikasi kimiawi antara akar dengan *Rhizobium* yang membentuk benang infeksi melalui invaginasi kearah dalam membran plasma.
2. Invasi yaitu masuknya bakteri *Rhizobium* menembus korteks akar didalam benang infeksi. Kemudian sel korteks akar dan perisikel akan terbelah dan kantong yang mengandung bakteri *Rhizobium* memisah ke sel kortikal dari benang infeksi yang bercabang.
3. Pertumbuhan sel pada bagian korteks dan perisikel yang terpengaruh. Kedua sel-sel yang tumbuh dan membelah tersebut kemudian membentuk bintil.
4. Berkembangnya jaringan pembuluh yang menghubungkan bintil dengan xilem dan floem stele. Jaringan pembuluh ini menyediakan zat-zat makanan dari bintil ke dalam stele untuk distribusi hingga kebagian tanaman yang lain.

#### **2.4.1.5 Siklus Nitrogen**

Nitrogen yang ada didalam tanah dibedakan menjadi 2 macam, yaitu bitrogen dalam bentuk organik dan anorganik. Nitrogen dalam bentuk organik terdiri dari protein, asam amino, dan urea. Nitrogen yang terdapat di tanah dalam bentuk senyawa kimia atau anorganik seperti amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) (Nancy dan Keith, 2008). Sekitar 80% nitrogen yang terdapat diatmosfir bumi, kehadiran N dalam tanah hampir seluruhnya merupakan hasil kerja biologi atau pemupukan secara alami antara lain hasil kilat pada waktu hujan. Nitrogen yang terdapat diatmosfir tersebut tidak dapat langsung digunakan oleh mikroorganismenya. Pada tumbuhan, unsur nitrogen masuk kedalam sel tumbuhan bersama-sama  $\text{CO}_2$  lewat stomata, enzim yang ada hanya dapat mereduksi  $\text{CO}_2$  sehingga nitrogen keluar lagi (Salisbury dan Ross, 1995).

Nitrogen organik yang terdapat didalam tanah kemudian diubah menjadi amonia melalui proses deaminasi, karena amonia secara langsung dapat diasimilasikan oleh mikroba atau dirubah terlebih dahulu menjadi senyawa nitrat secara nitrifikasi. Nitrifikasi merupakan proses transformasi ion amonium menjadi ion nitrat yang berada dalam tanah (Budiyanto, 2016). White dan Raddy (2003)

menambahkan bahwa nitrifikasi adalah proses oksidasi biologi ion  $\text{NH}_4^+$  menjadi  $\text{NO}_2^-$  dan  $\text{NO}_3^-$  yang melibatkan bakteri.

Siklus nitrogen dijelaskan sebagai berikut (Pelczar, 2005):

1. Nitrogen udara ditambat secara fisik, kimia dan biologis kemudian jatuh kedalam tanah dan dimanfaatkan oleh tanaman
2. Tanaman yang hidup subur kemudian dijadikan bahan makanan oleh hewan dengan menghasilkan protein hewani dan kotoran
3. Ketika kotoran dan tanaman mati jatuh ke tanah, maka oleh bakteri pembusuk akan diuraikan menjadi  $\text{NH}_3$  yang selanjutnya menjadi nitrit dan nitrat
4. Nitrat merupakan pupuk untuk tanaman, sedang sebagian lagi melalui proses denitrifikasi akan diubah menjadi nitrit, ammonia dan kemudian nitrogen yang langsung terkumpul diudara

Rangkaian perubahan nitrogen bebas diatmosfer menjadi senyawa organik (nitrogen tertambat) dan kompleks didalam jaringan tumbuhan, hewan dan mikroorganisme serta pelepasan nitrogen yang pada akhirnya kembali menjadi nitrogen atmosfer (Pelczar, 2005).

#### **2.4.2 Bakteri Pelarut Fosfat**

Fosfat adalah unsur hara yang berperan dalam pembentukan ATP dan sebagai aktivator serta kovaktor dalam proses fisiologis tanaman. Kekurangan unsur P dapat menyebabkan penurunan aktivitas fotosintesis 30% per unit luas daun dan 90% per seluruh luas daun tanaman (Suryantini, 2016). Bakteri pelarut fosfat merupakan salah satu mikroorganisme tanah yang mampu melarutkan ion P yang terikat dengan kation tanah berupa Al, Fe, Ca dan Mg lalu mengubahnya menjadi bentuk tersedia untuk diserap tanaman secara alami (Keneni *et al*, 2010).

Bakteri pelarut fosfat merupakan bakteri tanah yang bersifat non patogen dan termasuk dalam kategori bakteri pemacu pertumbuhan tanaman. Bakteri tersebut menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hama. Bakteri pelarut fosfat berperan dalam transfer energi, penyusunan protein, koenzim, asam nukleat dan senyawa-senyawa metabolik lainnya yang dapat menambah aktifitas penyerapan P pada tumbuhan yang kekurangan P (Widawati dan Suliasih, 2006).

Menurut Ilham *et al* (2014) menambahkan bakteri pelarut fosfat berperan dalam proses metabolisme vitamin D yang berfungsi untuk memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan juga dapat meningkatkan serapan unsur hara pada tanaman. Bakteri pelarut fosfat mampu mensekresikan enzim fosfatase yang berperan dalam proses hidrolisis P organik menjadi P anorganik dan dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh (Purwaningsih, 2003).

Karakteristik bakteri pelarut fosfat sebagian besar bersifat aerob khemorganotrof, bentuk batang lurus atau lengkung dengan ukuran sel berkisar 0,5-0,1  $\mu\text{m}$  x 1,5-5,0  $\mu\text{m}$ . Bersifat gram negatif dan tidak membentuk endospora (Saragih, 2013). Menurut penelitian Rodriguez *et al* (2000) menunjukkan bahwa dari beberapa strain bakteri, genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* mempunyai kemampuan yang tinggi dalam melarutkan P. Bakteri pelarut fosfat dapat ditumbuhkan dalam media yang mengandung  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{FePO}_4$ ,  $\text{AlPO}_4$ , apatit, batuan P, dan komponen P anorganik lainnya sebagai sumber P (Rao, 1994).

#### **2.4.2.1 Peran Bakteri Pelarut Fosfat bagi Tanaman**

Bakteri pelarut fosfat berperan dalam membantu proses perbaikan tanah. Bakteri ini merupakan salah satu jenis mikroorganisme tanah yang berpotensi melepaskan P yang terikat menjadi P tersedia (Krishnaveni, 2010). Ciri-ciri bakteri pelarut fosfat yaitu koloni yang berbentuk bundar, tepian timbul atau keriput, warnanya putih, tepinya licin; atau berombak, dan elevasinya cembung; atau seperti kawah (Dewanti *et al.*, 2016; Marista *et al.*, 2013). Menurut Widawati (2015) bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus* merupakan bakteri yang berpotensi dalam melarutkan P terikat.

Enzim fosfatase merupakan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme pelarut fosfat, yang berperan untuk melepaskan P dari ikatan P-organik. Enzim tersebut bersifat heterotrof dan dihasilkan oleh mikroba yang terdapat didalam tanah (Havlin *et al.*, 1999). Bentuk fosfat dalam tanah yakni, Fe-P, Mg-P, Ca-P Al-P merupakan bentuk yang tak tersedia, sehingga mikroorganisme berperan untuk melarutkan fosfat menjadi tersedia bagi tanaman (Rao 1994).

Bakteri pelarut fosfat merupakan kategori bakteri pemacu pertumbuhan tanaman dan bersifat non patogen. Fitohormon dan vitamin yang dihasilkan dari

bakteri tersebut dapat meningkatkan serapan hara dan memperbaiki pertumbuhan akar pada tanaman (Glick, BR. 1995). Untuk mengubah fosfat yang tidak larut dapat dilakukan dengan menambahkan bakteri pelarut fosfat yang mampu mensekresikan asam organik seperti asam format, propionate, asetat, suksinat, fumarat dan glikolat (Sulasih *et al.*, 2010).

Penelitian tentang bakteri pelarut fosfat yang dilakukan oleh Elfiati (2004) menggunakan BPF yang terdiri dari *Pseudomonas diminuta*, *Enterobacter gergoviae* dan *Bacillus subtilis* pada pertumbuhan tanaman sengon di tanah ultisol dan inceptisol, dapat mempengaruhi diameter batang sampai 58%, meningkatkan tinggi tanaman hingga 46%, serapan P sampai 327% dan bobot kering tanaman sampai 98%.

#### **2.4.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri Pelarut Fosfat**

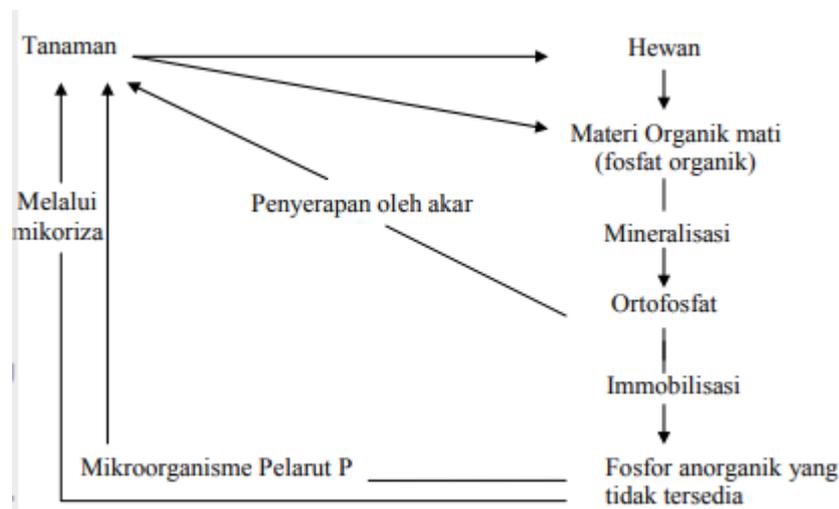
Mikroba pelarut fosfat anorganik umumnya ditemukan didalam tanah sekitar  $10^4$ - $10^6$  cfu/gram dan sebagian besar berada pada daerah perakaran (Musnamar, 2005). Adanya eksudat akar berupa senyawa karbohidrat dan senyawa bernitrogen menyebabkan populasi mikroba lebih banyak berada di daerah tersebut. Menurut Niswati *et al* (2008) menambahkan bahwa salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri tersebut adalah keberadaan substrat. Seperti halnya mikroorganisme lain, diduga eksudat yang dikeluarkan oleh akar tanaman akan mempengaruhi pula populasi dan keragaman mikroorganisme pelarut fosfat di tanah sekitar perakaran tanaman.

Variasi dan populasi mikroba ini berhubungan dengan banyak faktor tanah seperti nutrisi tanah, kelembaban, pH, aktifitas beberapa enzim tanah dan bahan organik. Inokulan fosfobakterin mampu memberikan hasil yang paling baik pada tanah-tanah netral sampai basa dengan kandungan bahan organik tinggi (Ponmurugan dan Gopi, 2006).

#### **2.4.2.3 Siklus P**

Fosfor merupakan unsur hara esensial makro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman dan memegang peranan penting dalam proses metabolisme. Peranan fosfor pada tanaman untuk pertumbuhan sel, pembentukan akar halus dan rambut akar, memperkuat tegakan batang agar tanaman tidak mudah rebah, pembentukan bunga, buah dan biji, serta memperkuat daya tahan terhadap

penyakit. Fosfor organik dan anorganik dapat dijumpai didalam tanah, keduanya merupakan sumber penting bagi tanaman. Tanaman menyerap fosfor dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$ . Ketersediaan fosfor anorganik sangat ditentukan oleh pH tanah, jumlah dan tingkat dekomposisi bahan organik serta kegiatan mikrob dalam tanah (Lal, 2002).



Gambar 2.8 Siklus fosfor (Subba-Rao, 1994)

Ketersediaan P dalam tanah pada umumnya rendah. Hal ini disebabkan karena P terikat menjadi Fe-fosfat dan Al-fosfat pada tanah masam atau  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  pada tanah basa. Tanaman tidak dapat menyerap P dalam bentuk terikat dan harus diubah menjadi bentuk tersedia bagi tanaman. Tanaman memperoleh unsur P seluruhnya berasal dari tanah atau dari pemupukan serta hasil dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Jumlah P total dalam tanah cukup banyak, namun yang tersedia bagi tanaman jumlahnya rendah yaitu sekitar 0,01 – 0,2 mg/kg tanah (Handayanto dan Hairiyah, 2007).

## 2.5 Kualitas Tanah

Kualitas tanah adalah pernyataan eksistensi tanah berkaitan dengan suatu standar dalam istilah tingkat keunggulan. Kualitas tanah adalah suatu komponen kritis pertanian berkelanjutan. Suatu sistem pengelolaan tanah hanya berkelanjutan ketika memperbaiki atau mempertahankan kualitas tanah (Larson and Pierce, 1994).

Evaluasi terhadap mutu tanah yakni dengan mengetahui indikator tertentu atau mengukur sejumlah parameter. Indikator-indikator kualitas tanah tersebut adalah: indikator fisik meliputi berat isi (BV), kedalaman perakaran, laju infiltrasi air, kapasitas memegang air, stabilitas agregat; indikator kimia meliputi pH, DHL, KTK, BO, N yang dapat dimineralisasi, K tertukar, Ca tertukar; indikator biologi meliputi C biomass mikrobia, N biomass mikrobia, , penekanan terhadap penyakit (Mitchell *et al.*, 2000).

Indikator penilaian kualitas tanah untuk sifat kimia tanah yaitu pH, electrical conductivity, kapasitas tukar kation, bahan organik, mineralisasi N, K dan Ca dapat ditukar. Sifat fisika tanah yaitu bobot isi, kedalaman perakaran, laju air infiltrasi, kapasitas menahan air, dan stabilitas agregat dan sifat biologi tanah yaitu C-mic, N-mic, cacing, enzim, hama penyakit dan respirasi mikrobia tanah. Kriteria tersebut bertujuan untuk membuat pengelompokan atau kelas kualitas tanah pada tanah-tanah dari yang sangat subur sampai sangat tidak subur (terdegradasi), sehingga kelas yang tersusun dapat digunakan secara cepat oleh para pengguna yang menentukan komoditas, teknologi dan pola usaha taninya (Hartatik *et al.* 2007)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Rancangan Percobaan**

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktorial dan 3 ulangan, yaitu faktor pertama dalam penelitian ini adalah isolat bakteri (*Rhizobium radiobacter* dan *Pseudomonas* sp). Faktor kedua adalah konsentrasi pemberian isolat bakteri, yaitu 10 ml, 15 ml dan 20 ml.

Faktor 1 : Pemberian bakteri *Rhizobium radiobacter* dan *Pseudomonas* sp, yaitu:

K0- = tanpa isolat (kontrol)

K+ = pupuk NPK 5 gr (Anggriani *et al*, 2016)

BN = bakteri nitrogen (*Rhizobium radiobacter*)

BF = bakteri fosfat (*Pseudomonas* sp)

K = kombinasi bakteri (*Rhizobium radiobacter* dan *Pseudomonas* sp)

Faktor 2 : Pemberian konsentrasi, yaitu:

K10 = konsentrasi 10 ml

K15 = konsentrasi 15 ml

K20 = konsentrasi 20 ml

Perlakuan dalam penelitian ini merupakan hasil kombinasi dari seluruh faktor taraf perlakuan yaitu terdiri dari 11 kelompok perlakuan termasuk kontrol positif dan kontrol negatif dengan masing-masing terdiri dari 3 ulangan.

Jumlah ulangan = 3 ulangan

Jumlah tanaman/polybag= 3 biji

Jarak antar polybag =30 cm

Jarak antar blok = 50 cm

Rincian perlakuan untuk setiap tata letak percobaan adalah sebagai berikut:

K15K	K20BN	K20BF
K10K	K10BF	K10BN
K20BN	K10K	K10K
K+	K20BF	K20BF
K10BF	K15K	K15K
K15BN	K-	K20K
K15BF	K+	K15BF
K10BN	K20K	K15BN
K20K	K15BF	K10BF
K20BF	K10BN	K-
K-	K15BN	K+

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bulan Januari sampai dengan bulan November 2020. Dilaksanakan di laboratorium mikrobiologi dan rumah kaca (*Greenhouse*), Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

### 3.3 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan untuk penanaman yaitu polybag ukuran 3kg dan meteran. Dan alat yang digunakan dalam penelitian di laboratorium adalah neraca analitik, cawan petri, tabung rekasi beserta rak, shaker, mikroskop, erlenmeyer, autoklaf, timbangan, kamera, buku catatan, penggaris, vortex, karet gelang, bunsen, objek glass, gelas ukur, kapas, jarum ose, kertas label, pH meter, nametag, plastik, hot plate stirer, pipet volume, hand counter, plastik wrap, termometer ruang dan jas laboratorium.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih kedelai varietas Dega 1, isolat bakteri *Pseudomonas* sp. (InaCC B56) dan isolat bakteri *Rhizobium radiobacter* (InaCC B1167) yang diperoleh dari Devisi Mikrobiologi Indonesian Culture Collection (InaCC) LIPI Bogor Jawa Barat, *Nutrien Agar* (NA), mannithol agar dan media pikovskaya. Pembuatan Mannitol Agar (Vincent, 1970) yang terdiri atas  $K_2HPO_4$  0,5 g,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0,2 g, NaCl 0,1 g,  $CaCO_3$  3 g, Mannitol 10 g, Yeast Extract 3 g, Agar 20 g, Aquadest 1 liter. Pembuatan

media pikosvkaya terdiri dari glukosa 10 gram;  $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$  0,5 gram;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0,1 gram; KCL 0,2 gram; NaCL 0,2 gram;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0,002 gram; yeast extract 0,5 gram;  $\text{MnSO}_4$  0,002 gram;  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  0,5 gram; agar-agar; akuades 1 liter (Mubarik *et al*, 2014). Larutan iodine, ammonium oxalat crystal violet, safranin dan akuades.

### **3.4 Variabel Penelitian**

#### **3.4.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah isolat bakteri pelarut fosfat, bakteri penambat nitrogen dan kadar pemberian pupuk. Pupuk dibuat dalam 3 dosis yaitu 10 ml, 15 ml dan 20 ml (Anggriani *et al*, 2016).

#### **3.4.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) yaitu bobot kering tajuk, bobot kering akar, bobot basah akar, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bintil akar efektif dan berat kering bintil akar efektif.

### **3.5 Prosedur Kerja**

#### **3.5.1 Analisis Kandungan P dan N dalam tanah**

Analisis kandungan P dan N pada tanah dilakukan sebelum dan setelah perlakuan di UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura, Bedali, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Sampel tanah yang dianalisa sebanyak  $\pm 1$  kg. Analisa yang diuji yaitu analisis kimia dan fisika meliputi pH, kandungan C organik, N organik, C/N, P dan K.

#### **3.5.2 Peremajaan Isolat Bakteri**

Isolat bakteri yang digunakan diperoleh dari Indonesian Culture Collection (InaCC) LIPI Bogor Jawa Barat. Isolat bakteri yang digunakan dalam penelitian meliputi isolat bakteri penambat nitrogen (*Rhizobium radiobacter*) dan isolat bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas* sp.). Sub kultur bakteri penambat nitrogen dibiakkan pada medium pikovskaya dan sub kultur bakteri pelarut fosfat dibiakkan pada medium NA (*Nutrient Agar*) yang telah disterilkan dalam autoklaf. Diinkubasi dalam inkubator selama 48 jam dengan suhu 37°C (Ekawati, 2014).

### 3.5.3 Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat

Pengamatan bakteri dilakukan dengan dua cara yaitu mikroskopis dan makroskopis. Secara makroskopis pengamatan dilakukan dengan menumbuhkan isolat. Diamati bentuk koloni, warna dan tepi, diameter dan permukaan koloni. Pengamatan secara mikroskopis yaitu dilakukan dengan cara uji pewarnaan gram (Saragih, 2013).

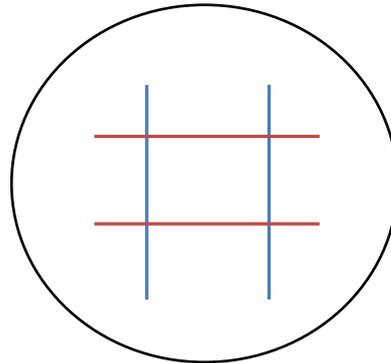
Karakterisasi pada bakteri penambat nitrogen dilakukan dengan pengujian isolat tersebut, yaitu ditumbuhkan pada media manithol agar yang dibuat dengan cara memodifikasi media dasar dengan penambahan beberapa jenis pewarna sebagai indikator yaitu bromthymol blue dan congo red (Somasegaran dan Hoben, 1984), kemudian diamati pertumbuhan dan perubahan warnanya.

Karakterisasi atau uji konfirmasi pada bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas* sp) menggunakan uji pewarnaan gram, yaitu dengan mengambil ose steril pada biakan yang berumur 24 jam dari media hasil screening dan ditetaskan pada kaca benda yang telah ditetesi akuades. Difiksasi diatas bunsen selama 5 detik. Isolat tersebut di tetaskan larutan kristal violet pada kaca benda dibiarkan selama 60 detik, lalu dibilas dengan akuades dan dikeringkan, selanjutnya isolat tersebut ditetesi pewarna iodin diamkan selama 60 detik. Isolat selanjutnya ditetaskan alkohol 96% didiamkan selama 30 detik, ditetaskan larutan safranin dan didiamkan selama 15 menit. Disterilkan dengan menggunakan akuades. Hasil apusan yang diperoleh diamati dibawah mikroskop (saragih, 2013)

### 3.5.4 Uji Kompatibilitas Isolat Bakteri

Uji kompatibilitas isolat bakteri dilakukan secara kualitatif. Dilakukan pengujian bakteri dari masing-masing isolat sebanyak dua isolat bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat. Masing-masing isolat bakteri digoreskan dengan menggunakan ose pada permukaan media nutrien agar secara bersinggungan satu sama lain sehingga antar isolat akan bertemu. Metode gores dapat dilihat pada gambar 3.2. Diinkubasi medium kultur selama 24 jam, selanjutnya diamati adanya zona hambat atau zona bening antara kedua isolat tersebut yang bersinggungan. Apabila tidak ada zona penghambatan di daerah pertemuan kedua isolat tersebut maka isolat dikatakan kompatibel dan jika di

daerah pertemuan kedua isolat terdapat zona penghambatan maka isolat dikatakan tidak kompatibel (Hutapea, 2018).



Gambar 3.2. Metode gores uji kompatibilitas isolat bakteri

Keterangan:

— : Bakteri penambat nitrogen

— : Bakteri pelarut fosfat

### 3.5.5 Pembuatan Formulasi Biofertilizer

Isolat bakteri pelarut fosfat, untuk satu jenis isolat bakteri ditumbuhkan pada media pikovskaya agar miring. Diinkubasi selama 1 minggu, hasil inkubasi kemudian dipindahkan pada erlenmeyer yang berisi media pikovskaya cair sebanyak 600 ml dan diinkubasi selama 5 hari dengan cara *shaking* kecepatan 120 rpm. Isolat bakteri diambil sebanyak satu ose, kemudian diinokulasi dan dihitung kerapatan bakteri menggunakan haemocytometer hingga  $10^9$  sel/ml (Suliasih *et al.* 2010).

Isolat bakteri penambat nitrogen dilakukan perbanyak sel dengan cara fermentasi cair. Medium yang digunakan yaitu MB (Malat Broth) yang berisi 5 g asam malat; 6 g  $K_2HPO_4$ ; 0,2 g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ; 4 g  $KH_2PO_4$ ; 0,002 g  $Na_2MoO_4$ ; 0,1 g NaCl; 0,01 g  $FeCl_3$ ; 0,02 g  $CaCl_2$  dan akuades 1000 ml (Sukmadi *et al.* 2016). Kemasaman pH medium diatur pada 6,8. Sebanyak 60 mL (10% v/v) kultur starter diinokulasikan ke dalam labu erlenmeyer 1000 mL yang berisi medium MB (Malat Broth) sebanyak 600 mL. Diinkubasi medium dalam rotary shaker dengan kecepatan 150 rpm selama 5 hari pada suhu 28°C (Sukmadi *et al.* 2016).

Aplikasi pemberian biofertilizer dilakukan sesuai dengan rancangan percobaan dengan media tanam tanah terdiri atas 3 kg tanah untuk setiap satu polybag (Iwantari, 2012).

### **3.6 Aplikasi Biofertilizer secara *Invivo* pada Tanaman Kedelai**

#### **3.6.1 Persiapan Media Tanam**

Media tanam disiapkan berupa tanah yang sudah dikeringanginkan dan disaring dengan ayakan ukuran 2 mm untuk mendapatkan tanah yang seragam. Tanah disterilkan dengan formalin 5%. Adapun sterilisasi tanah dilakukan dengan cara menuang 75 ml formalin 5% dalam masing-masing polibag yang berisi tanah, diaduk merata, kemudian tanah dibungkus dengan plastik selama 7 hari. setelah itu bungkus plastik dibuka, selanjutnya kering anginkan selama 7 hari (Aprilia dan Purwani, 2013). Disiapkan polybag ukuran 3kg sebelum mulai tanam. Setelah itu polybag disusun pada lahan yang sudah dibersihkan dan sesuai tata letak percobaan dengan jarak antar polybag yaitu 30 cm dan jarak antar blok 50 cm. Jumlah plot percobaan sebanyak 11 plot dan masing-masing plot terdiri dari 3 polybag, sehingga penelitian ini terdapat 33 polybag.

#### **3.6.2 Persiapan Benih**

Benih tanaman kedelai diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) Kabupaten Malang. Bibit tanaman kedelai yang akan digunakan dipilih berdasarkan bentuk dan ukuran yang relatif sama. Benih direndam terlebih dahulu selama 15 menit kedalam air. Hal tersebut bertujuan untuk memecah masa dormansi. Setelah direndam bibit disemaikan kedalam polybag dengan kedalaman lubang 3 cm. Ukuran polybag yang digunakan adalah 3 kg. Benih tersebut ditanam pada polybag, masing-masing polybag ditanam benih kedelai sebanyak 3 butir, hal tersebut dilakukan untuk memperoleh tanaman yang paling baik serta menghindari benih yang tidak tumbuh atau mati (Sofiah, 2018).

#### **3.6.3 Poses Penanaman**

Penanaman dilakukan dengan memasukkan media tanam yang sudah disterilkan ke dalam polybag berukuran 3 kg, kemudian biji kedelai varietas Dega 1 yang sudah diseleksi dimasukkan kedalam media tanam tersebut. Ditambahkan pupuk hayati yang berasal dari isolat bakteri penambat nitrogen (*Rhizobium*

*radiobacter*) dan bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas* sp) masing – masing dengan konsentrasi 10 ml, 15 ml dan 20 ml dengan frekuensi pemberian 3 kali, yaitu 7 hst, 21 hst dan 30 hst (Anggriani *et al*, 2016). Isolat bakteri yang digunakan sebagai pupuk hayati atau *biofertilizer* diberikan langsung ke dalam tanah yang berfungsi untuk meningkatkan pengambilan hara oleh tanaman dari dalam tanah atau udara (Hamastuti, 2012).

#### **3.6.4 Pemeliharaan Tanaman**

Pemeliharaan tanaman dilakukan secara manual dengan cara penyiraman setiap pagi hari, mempertahankan kondisi lingkungan agar tanaman tetap lembab dan tidak tergenang, dilakukan penyiangan terhadap hama dan gulma penyakit yang ada disekitar tanaman. Pengendalian hama dilakukan setiap dua hari sekali dengan penyemprotan pestisida organik (*Merk Organeem*) dengan dosis 5 ml/ liter air. Penyiangan gulma dilakukan dengan mencabuti gulma yang tumbuh disekitar tanaman (Ekawati, 2014).

### **3.7 Variabel Pengamatan**

#### **3.7.1 Tinggi Tanaman**

Pengamatan terhadap tinggi tanaman dilakukan setiap minggu setelah 21 HST, tinggi diukur dari permukaan tanah hingga titik tumbuh yaitu sampai pada ujung daun teratas. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada saat tanaman berumur 56 HST (Hari Setelah Tanam). Pengukuran dilakukan dalam satuan cm (sentimeter) dengan menggunakan penggaris atau meteran (Sofiah, 2018).

#### **3.7.2 Bobot Basah Akar**

Bobot basah akar dilakukan dengan cara memisahkan bagian akar tanaman dari tajuk dengan dipotong bagian leher akar dan dibersihkan sisa-sisa tanah yang menempel pada tanaman kemudian ditimbang (Ramdhani, 2009). Pengukuran bobot basah akar dilakukan pada saat tanaman berumur 60 HST (Hari Setelah Tanam)

#### **3.7.3 Bobot Kering Akar**

Pengukuran bobot kering akar dilakukan pada saat tanaman berumur 60 HST (Hari Setelah Tanam). Bobot kering akar yang diukur adalah akar yang sudah dibersihkan dari kotoran yang ada dan sudah dipisahkan dari tajuk. Dioven akar selama 24 jam dengan suhu 70° - 80°C. Setelah kering akar ditimbang

menggunakan timbangan neraca analitik dalam satuan gram (g) (Ramdhani, 2009).

#### **3.7.4 Bobot Kering Tajuk**

Tanaman kedelai yang telah dipanen dikumpulkan, tanaman dipisahkan dari akar dengan memotong bagian pangkal batang tajuk dan tanaman dibersihkan dari sisa-sisa kotoran yang ada kemudian di keringkan. Pengeringan ini dilakukan dengan cara mengoven tanaman pada suhu 70° - 80°C selama 24 jam kemudian ditimbang. Pengukuran Bobot kering tajuk dilakukan pada saat tanaman berumur 60 HST (Hari Setelah Tanam) (Sofiah, 2018).

#### **3.7.5 Jumlah Daun**

Jumlah daun dihitung dengan cara mengukur jumlah daun majemuk yang terdiri dari 3 helai. Pengukuran dilakukan setiap minggu sejak tanaman berumur 3 MST hingga 8 MST (Minggu setelah tanam) atau 56 HST (Hari Setelah Tanam).

#### **3.7.6 Jumlah Bintil Akar Efektif**

Pengukuran jumlah bintil akar dilakukan pada saat tanaman berumur 60 HST (Hari Setelah Tanam). Pada saat panen bintil akar dipisah dari akar dengan cara bintil akar diambil dari akar kemudian dipisahkan antara bintil akar efektif dan yang tidak efektif masing-masing dihitung jumlahnya. Bintil akar efektif bila dibelah pada tengah bintil berwarna merah, sedangkan bintil akar yang tidak efektif jika dibelah pada tengah bintil berwarna putih.

#### **3.7.7 Berat Kering Bintil Akar Efektif**

Pengukuran jumlah bintil akar dilakukan pada saat tanaman berumur 60 HST (Hari Setelah Tanam). Setelah dihitung bintil akar efektif dan tidak efektif kemudian dioven selama 24 jam. Setelah itu ditimbang berat kering bintil.

### **3.8 Analisis Data**

Data yang dianalisis menggunakan varian jenis ANAVA. Jika terdapat pengaruh yang signifikan terhadap hasil analisis maka akan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

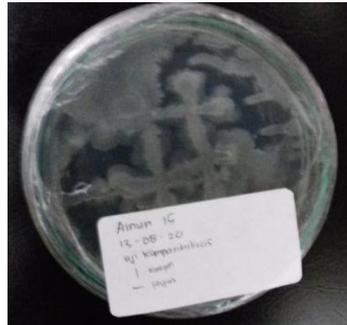
#### 4.1 Karakteristik dan Kompatibilitas Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat

Berdasarkan karakter morfologi sel dan sifat gram dari kedua isolat tersebut menunjukkan bahwa bakteri penambat nitrogen (*Rhizobium radiobacter*) merupakan bakteri gram negatif bersifat aerobik (Amy *et al*, 2002). Bakteri *Rhizobium* secara makroskopis memiliki warna koloni putih susu dan tidak transparan (Surtiningsih *et al*, 2009). Bakteri *Pseudomonas* sp memiliki karakteristik berbentuk batang (rods) atau kokus (coccus), merupakan gram negatif, aerob obligat, motil mempunyai flagel polar. Bakteri ini tumbuh dengan baik pada suhu 40°C atau dibawah 43°C. Bakteri ini memproduksi beberapa enzim seperti protease, amilase, dan lipase. Selain itu bakteri *Pseudomonas* juga dapat menguraikan protein, karbohidrat dan senyawa organik lain menjadi CO<sub>2</sub>, gas amoniak, dan senyawa-senyawa lain yang lebih sederhana (Suyono dan Farid, 2011).

Uji sinergisme (kompatibilitas) antar isolat bakteri dilakukan secara kualitatif yaitu untuk melihat kompatibilitas antara isolat tersebut untuk dibuat dalam bentuk konsorsium ketika diaplikasikan ke tanaman. Masing –masing isolat digoreskan secara bersinggungan satu sama lain menggunakan metode gores sehingga antar isolat bertemu. Isolat dikatakan kompatibel apabila tidak terdapat zona hambat pada daerah pertemuan kedua isolat dan dikatakan tidak kompatibel apabila terdapat zona pengahmabt pada daerah pertemuan kedua isolat tersebut (Hutapea, 2018).

Berdasarkan hasil uji sinergisme terhadap kedua bakteri terpilih menunjukkan adanya kompatibilitas antara kedua isolat yang ditunjukkan dengan tidak adanya zona hambat pada persinggungan antar isolat (Gambar 4.1). kombinasi antar bakteri dapat meningkatkan laju pertumbuhan yang memicu meningkatnya produksi enzim dari masing-masing isolat. Bakteri yang sinergis dapat memberikan hasil yang lebih optimum karena aktivitas metabolisme yang saling mendukung dari setiap isolat bakteri. Suatu konsorsium akan menghasilkan

produk yang dapat dimanfaatkan bersama, sehingga dapat saling mendukung pertumbuhan isolat tunggal dan lainnya (Bailey *et al*, 2006).



(Gambar 4.1 Hasil Uji Kompatibilitas bakteri)

#### 4.2 Pengaruh Isolat Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai

Pengaruh pemberian isolat bakteri penambat nitrogen dapat dilihat dari hasil analisis variasi (anava) dalam tabel 4.2.1

Tabel 4.2.1 Hasil Uji DMRT 5% isolat bakteri terhadap tinggi tanaman, bobot basah akar, bobot kering akar, bobot kering tajuk dan jumlah daun

Perlakuan	TT (cm)	BBA (gr)	BKA (gr)	BKT (gr)	JD (helai)
Kontrol	71,33 a	1,63 a	0,06 a	2,37 a	30,33 a
NPK	75,00 b	1,73 a	0,06 a	2,77 a	27,67 a
BPN	79,89 c	2,33 b	0,10 a	2,91 a	27,00 a
BPF	83,67 d	2,47 b	0,08 a	3,60 b	35,33 b
<b>Kombinasi</b>	<b>87,33 e</b>	<b>3,34 c</b>	<b>0,21 b</b>	<b>3,89 b</b>	<b>34,78 b</b>

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan terdapat beda nyata antar perlakuan. TT (tinggi Tanaman), BBA (Bobot Basah Akar), BKA (Bobot Kering Akar), BKT (Bobot Kering Tajuk, JD (Jumlah Daun).

Berdasarkan hasil dari uji analisis DMRT (Duncan Multiple Range Test) 5% dilihat pada tabel 4.2.1 diketahui bahwa kombinasi isolat bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat memberikan hasil yang terbaik pada pertumbuhan tinggi tanaman, bobot basah akar, bobot kering akar, bobot kering tajuk dan jumlah daun. Hal tersebut dikarenakan kombinasi antara kedua isolat

tersebut memberikan hasil yang efektif dibandingkan dengan tanpa inokulasi dan perlakuan yang hanya menggunakan satu isolat bakteri.

Perlakuan pada tinggi tanaman diamati pada 56 HST (Hari Setelah Tanam), hasil terbanyak diperoleh pada perlakuan kombinasi kedua bakteri yaitu 87,33 cm, berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, NPK BPN dan BPF. Pengaruh perlakuan secara sangat nyata juga terjadi pada bobot basah akar dan bobot kering akar. Pada perlakuan bobot basah dan bobot kering akar diamati pada 60 HST (Hari setelah tanam) yang diperoleh hasil yaitu 3,34 dan 0,21 gram. Pada bobot kering tajuk diamati pada 60 HST (Hari Setelah Tanam) dengan hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan kombinasi yaitu 3,89 gram tidak berbeda nyata dengan perlakuan BPF yaitu 3,60 gram dan berbeda nyata pada perlakuan kontrol, NPK dan BPN. Isolat bakteri pelarut fosfat memberikan hasil tertinggi terhadap jumlah daun. Pengamatan jumlah daun dilakukan pada saat 56 HST, diperoleh hasil yaitu 35,33 tidak berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi yaitu 34,78 dan berbeda nyata pada perlakuan kontrol, NPK dan BPN.

Hal ini sesuai dengan penelitian Purwani dan Elsant (2016) bahwa inokulasi BP (bakteri pelarut P) berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, bobot kering tanaman dan panjang akar pada tanaman kedelai varietas grobogan. Jumlah bintil akar efektif dan berat kering bintil akar efektif tidak berpengaruh nyata terhadap pemberian isolat bakteri. Isolat bakteri tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah bintil akar hal tersebut dikarenakan faktor dari isolat bakteri yang tidak efektif. Menurut penelitian Widawati (2015) menyatakan bahwa hanya bakteri *Rhizobium* yang bersifat efektif dapat menginfeksi akar dan membentuk bintil akar. Ketidakefektifan dalam penggunaan inokulum bakteri dalam memacu hasil pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh keberadaan mikroorganisme lainnya. Kondisi tersebut memungkinkan terjadinya persaingan diantara mikroorganisme yang mengkolonisasi tanaman sehingga dapat menghambat pertumbuhan pada tanaman (Meliah, 2013).

Menurut Suwandi (2009) unsur nitrogen dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman terutama membantu tanaman tumbuh secara baik dan peningkatan terhadap bobot tanaman, sedangkan untuk unsur P dapat membantu mengembangkan sel serta akar apabila kedua isolat tersebut tidak cukup tersedia

untuk tanaman maka akan mengganggu pertumbuhan pada tanaman tersebut. Kombinasi bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat berperan dalam meningkatkan pembentukan sel-sel yang baru di jaringan meristematis sehingga dapat membantu proses perkembangan dan pertumbuhan tanaman (Tania *et al*, 2012).

Bakteri penambat nitrogen (BPN) dan bakteri Pelarut fosfat (BPF) dapat menyediakan unsur hara bagi tanaman, nitrogen berperan dalam mempercepat pertumbuhan tanaman dan unsur fosfor (P) dapat meningkatkan pertumbuhan pada sel, sehingga dapat memperkuat batang dan tinggi tanaman semakin terbentuk (Tania *et al*, 2012). Adapun penggunaan kombinasi bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat yang diinokulasikan terhadap beberapa tanaman lain yang juga dapat memberikan pengaruh secara nyata seperti pada penelitian Latupapua dan Suliasih (2001) dalam penelitiannya yang berjudul daya pacu mikroba pelarut fosfat dan penambat nitrogen pada tanaman jagung, menyatakan bahwa penggunaan kedua inokulan yaitu bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen pada tanaman jagung.

Bakteri pelarut fosfat memiliki peranan penting dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara P bagi tanaman hingga 50%. Hal tersebut disebabkan karena bakteri pelarut fosfat mampu mengeluarkan asam-asam organik seperti asam sitrat, suksinat, glutamate dan glioksalat yang dapat menghelat Fe, Ca, Al dan Mg sehingga fosfor yang terikat menjadi terlarut dan tersedia (Rahman *et al*, 2015). Pada perlakuan bakteri pelarut fosfat menunjukkan hasil yang lebih tinggi yaitu 35,33 dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi yaitu 34,78. Berbeda dengan perlakuan bakteri penambat nitrogen yang menunjukkan hasil terendah yaitu 27,00. Hal tersebut karena isolat bakteri penambat nitrogen tidak efektif. Menurut penelitian Mersyilia (2012) yang berjudul pemanfaatan bakteri pelarut fosfat dalam menyediakan fosfat bagi pertumbuhan dan produksi tanaman sawi sendok menjelaskan bahwa efektivitas bakteri pelarut fosfat dalam melarutkan unsur P yang terikat sangat berkaitan erat dengan cara beradaptasi dari bakteri pelarut fosfat dengan lingkungannya. Subba Rao (1982) menambahkan bahwa lingkungan yang cocok untuk jenis bakteri pelarut fosfat tertentu akan

meningkatkan aktifitasnya dalam mengeluarkan asam-asam organik, enzim dan hormon tumbuh agar dapat melarutkan unsur P tanah.

Menurut Vessey (2003) beberapa genus dari *Pseudomonas* dan *Bacillus* mampu melarutkan fosfat lebih banyak yaitu sekitar 2-3 kali. Bakteri tersebut dapat menghasilkan enzim fosfatase yaitu enzim yang dapat merubah senyawa fosfat organik menjadi senyawa fosfat anorganik sehingga mampu diserap oleh tanaman. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Istiqomah *et al* (2009) yang menguji kemampuan *Bacillus* dan *Pseudomonas* dalam melarutkan fosfat dan memproduksi hormon IAA untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat, hasilnya menunjukkan bahwa isolat bakteri *Pseudomonas* dapat meningkatkan jumlah daun dan tinggi tanaman

Bakteri pemacu pertumbuhan tanaman dapat menginduksi pertumbuhan secara langsung dengan meningkatkan penyerapan ketersediaan unsur hara melalui fiksasi nitrogen. Nitrogen merupakan unsur yang keberadaannya terbesar di atmosfer yaitu sekitar 78% dan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Tetapi tanaman tidak dapat mengikat unsur yang secara alami dalam bentuk dinitrogen untuk pertumbuhannya. Nitrogen umumnya dikonversi oleh mikroba penambat nitrogen menjadi bentuk yang dapat digunakan tanaman (nitrogen menjadi amonia) dengan bantuan kompleks enzim nitrogenase (Gaby dan Buckley 2012). Bakteri pemacu pertumbuhan tanaman dapat menyediakan dan mengikat nitrogen melalui dua cara yaitu dengan cara simbiosis dan non simbiosis. Mekanisme simbiosis memungkinkan bakteri memasuki jaringan akar dan dapat membentuk nodul seperti kelompok bakteri rhizobia (Ahemad dan Kibret, 2014). Kelompok rhizobia ini adalah *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorizobium* dan *Mesorhizobium* yang umumnya bersimbiosis dengan tanaman legum (Santi *et al*, 2013).

Fosfor merupakan unsur penting bagi pertumbuhan tanaman, seperti halnya nitrogen. Fosfor sebagai unsur utama dalam proses metabolisme dan reaksi fisiokimia seperti fotosintesis, transformasi elektron, transduksi sinyal, respirasi dan biosintesis makromolekuler. Fosfor terdapat didalam tanah dalam bentuk senyawa organik dan anorganik. Tanaman umumnya menyerap fosfat dalam bentuk ion  $\text{H}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{HPO}_4^{-2}$  (Bhattacharyya dan Jha, 2012). Mekanisme bakteri

dalam meningkatkan ketersediaan fosfat melalui beberapa cara yaitu mengeluarkan senyawa mineral kompleks seperti proton, ion hidroksil dan CO<sub>2</sub>, membebaskan fosfat pada saat dekomposisi substrat (mineralisasi fosfat melalui proses biologis) dan membebaskan enzim ekstra seluler (mineralisasi fosfat melalui reaksi biokimiawi) (Oteino *et al.* 2015). Bakteri pemacu pertumbuhan tanaman yang dapat meningkatkan kelarutan dan ketersediaan fosfat dalam tanah umumnya tergolong dalam genus *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Microbacterium* dan *Serratia* yang dapat diaplikasikan secara terpisah ataupun dapat dikombinasikan dengan mikroba perakaran lain (Gupta *et al.* 2015).

### 4.3 Pengaruh Konsentrasi Isolat Bakteri terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai

Pengaruh pemberian isolat bakteri pelarut fosfat dapat dilihat dari hasil analisis variasi (anava) dalam tabel 4.3.1

Tabel 4.3.1 Hasil uji lanjut DMRT 5% pemberian konsentrasi terhadap tinggi tanaman, bobot basah akar, bobot kering tajuk, bobot kering akar, jumlah daun, jumlah bintil akar efektif dan berat kering bintil akar efektif.

Perlakuan	TT(cm)	BBA(gr)	BKA(gr)	BKT (gr)	JD(helai)	JBA(gr)	BKBA(gr)
0 ml	73,17 a	1,86 a	0,06 a	2,57 a	29,00 a	3,67 a	0,04 a
10 ml	75,78 b	1,97 a	0,08 ab	2,87 a	29,44 a	5,33 b	0,05 a
15 ml	76,00 b	2,86 b	0,11 b	3,25 b	30,22 a	5,78 b	0,05 a
20 ml	<b>99,11 c</b>	<b>3,34 c</b>	<b>0,20 c</b>	<b>4,04 c</b>	<b>37,44 b</b>	<b>7,00 c</b>	<b>0,07 b</b>

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan pada hasil uji DMRT 5%. TT (tinggi Tanaman), BBA (Bobot Basah Akar), BKA (Bobot Kering Akar), BKT (Bobot Kering Tajuk), JD (Jumlah Daun), JBA (Jumlah Bintil Akar Efektif), BKBA (Bobot Kering Bintil Akar Efektif).

Berdasarkan hasil uji analisis DMRT 5% (Duncan Multiple Range Test) pada tabel 4.3.2 menunjukkan bahwa konsentrasi pemberian isolat bakteri 0 ml pada variabel tinggi tanaman memberikan hasil terendah yaitu 73,17 cm sedangkan konsentrasi 20 ml memberikan hasil yang paling tinggi yaitu 99,11 cm. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Masfufah *et al* (2016)

menjelaskan bahwa pemberian pupuk hayati (*biofertilizer*) dengan dosis 10 ml/tanaman pada tanaman tomat memberikan hasil tinggi tanaman terbaik, yang mampu meningkatkan tinggi tanaman sebesar 75,92 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pada penelitian ini hasil terbaik yaitu pada konsentrasi 20 ml yang mana lebih tinggi dari konsentrasi 10 ml, hal tersebut terjadi karena tanaman kedelai masih mampu memanfaatkan *biofertilizer* dengan dosis yang lebih tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Rohmanah (2016) tentang pengaruh dosis pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang hijau menunjukkan bahwa dosis *biofertilizer* sebanyak 30 ml memberikan hasil yang tertinggi pada tanaman yaitu sebesar 80,76 cm.

Variabel kedua yang diamati yaitu bobot basah akar, berdasarkan hasil analisis data pada tabel 4.3.2 menunjukkan bahwa hasil tertinggi terdapat pada perlakuan pemberian konsentrasi 20 ml yaitu 3,34 kemudian hasil tertinggi kedua yaitu pada konsentrasi 15 ml dan pada perlakuan 0 ml dan 10 ml tidak berbeda nyata yaitu 1,86 dan 1,97 gr. Hal ini sesuai dengan penelitian Rohmanah (2016) yang berjudul pengaruh variasi dosis dan frekuensi pupuk hayati (*Biofertilizer*) terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang hijau yaitu rata-rata biomassa akar tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan 20 ml dengan tiga kali pemberian. Menurut Duaja (2012) menyatakan bahwa tanaman menggunakan unsur nitrogen untuk pertumbuhan pucuk, sehingga akan memberikan pengaruh pada tinggi tanaman. Kadar nitrogen juga berpengaruh pada pembelahan sel, khususnya pada bagian jaringan meristem.

Menurut Chusnia (2012) menyatakan bahwa peranan *Rhizobium* dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman yaitu dengan cara memfiksasi nitrogen kemudian direduksi melalui proses nitrifikasi yang menghasilkan nitrit dan amonium. Unsur tersebut diserap melalui akar dengan bantuan air kemudian diangkut oleh xylem dan floem keseluruhan tubuh tanaman yang dimanfaatkan untuk respirasi.

Variabel ketiga yang diamati yaitu bobot kering akar, berdasarkan hasil analisis data pada tabel 4.3.2 menunjukkan bahwa hasil tertinggi pada perlakuan konsentrasi 20 ml yaitu 0,20 gram dan konsentrasi terendah yaitu 0 ml dengan hasil 0,06 gram, akan tetapi hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan konsentrasi

10 ml dan 15 ml yaitu 0,08 dan 0,11 gram. Bobot kering akar nyata dipengaruhi oleh konsentrasi 20 ml yaitu pada perlakuan isolat bakteri nitrogen dan fosfat maupun kombinasi. Pemupukan fosfor berperan mempercepat pertumbuhan pada akar, mempercepat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa dan mempercepat pembungaan sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Sutedjo, 2002).

Variabel keempat yang diamati yaitu bobot kering tajuk, berdasarkan hasil analisis data yang terdapat pada tabel 4.3.2 bahwa pada perlakuan konsentrasi 20 ml menunjukkan hasil yang tertinggi yaitu 4,04 gr dibandingkan dengan kontrol 0 ml, tetapi pada perlakuan konsentrasi 10 ml tidak berbeda nyata dengan kontrol. Produksi tanaman lebih akurat dinyatakan dengan ukuran berat kering daripada dengan berat basah, dikarenakan berat basah dipengaruhi oleh kelembaban (Sitompul dan Guritno, 1995). Hasil berat kering merupakan keseimbangan antara fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis mengakibatkan peningkatan berat kering tanaman karena pengambilan  $\text{CO}_2$  sedangkan respirasi mengakibatkan penurunan berat kering karena pengeluaran  $\text{CO}_2$ . Hal ini sesuai dengan penelitian Ekawati (2014) dengan judul uji multilokasi pengaruh isolat bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza asal desa Condro Lumajang terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau yang menjelaskan bahwa isolat mikroorganisme berpengaruh nyata terhadap berat kering total tanaman kacang hijau dibandingkan dengan kontrol.

Hasil uji statistik duncan 5% pada parameter jumlah daun menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi 20 ml merupakan hasil yang paling tinggi yaitu 37,44 berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 0, 10 dan 15 ml. Unsur hara yang diperlukan oleh tanaman salah satunya yaitu fosfor. Pada tanah masam fosfor diserap dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  oleh tanaman. Unsur P ketersediaannya dipengaruhi oleh pH tanah, populasi serta aktivitas mikroba yang ada dalam tanah, unsur tersebut merupakan unsur yang sensitif terhadap kondisi lingkungan (Nejad *et al*, 2013). Daun merupakan tempat terjadinya fotosintesis karena mengandung klorofil, sehingga dapat mengubah karbon dioksida dan air menjadi karbohidrat dan oksigen dengan bantuan sinar matahari. Karbohidrat ini kemudian digunakan untuk membentuk senyawa-senyawa lain yang dibutuhkan

dalam pembentukan struktur sel tanaman dan untuk mendukung aktivitas metabolisme lain atau diakumulasikan dalam sel organ tertentu (Bambang dan Sitompul, 1995).

Berdasarkan hasil uji analisis statistik pada tabel 4.3.2 menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi biofertilizer 20 ml/tanaman memberikan hasil tertinggi terhadap jumlah bintil akar efektif yaitu 7,00 dan berat kering bintil akar efektif yaitu 0,07 daripada perlakuan 0 ml (kontrol). Hal ini dikarenakan pada perlakuan konsentrasi 20 ml merupakan dosis pupuk yang sesuai untuk jumlah bintil akar efektif dan berat kering bintil akar efektif. Jumlah bintil akar pada tanaman yang diinokulasi *biofertilizer* dengan konsentrasi 20 ml dapat bersimbiosis dengan tanaman dan membentuk bintil akar. Hal ini disebabkan karena terjadinya infeksi *Rhizobium radiobacter* dalam pembentukan bintil akar. Menurut Suharjo (2001) menjelaskan bahwa inokulasi dengan cara memberikan biakan bakteri *Rhizobium* yang berasosiasi dengan tanaman kedelai dapat mengikat N<sub>2</sub> bebas dari udara agar dapat dimanfaatkan tanaman. Menurut jurnal Ansari *et al* (2014) menjelaskan bahwa bakteri *Rhizobium radiobacter* merupakan galur bakteri yang secara genetik hampir memiliki kemiripan dengan *Bradyrhizobium japonicum*.

Berbedanya kemampuan diantara inokulasi pupuk hayati karena berbedanya kemampuan strain *Rhizobium* dalam mengikat N bebas diudara. Menurut Gardner (1991) menjelaskan bahwa beberapa jenis isolat rhizobium yang berbeda menyebutkan bahwa berbedanya kemampuan dalam memfiksasi nitrogen. Inokulasi rhizobium pada tanaman legum menunjukkan perbedaan kecocokan, baik terhadap varietas tanaman maupun lingkungan tempat tumbuh. Tingkat kecocokan suatu strain rhizobium dapat terlihat dari kemampuan menginfeksi tanaman inang, kemampuan sistem simbiosis dalam menambat N udara serta tanggapan pertumbuhan tanaman (Purwaningsih, 2005).

#### **4.4 Pengaruh Interaksi antara Isolat Bakteri (Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat) dan Konsentrasi Isolat terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai**

Pengaruh pemberian isolat bakteri penambat nitrogen dan isolat bakteri pelarut fosfat dapat dilihat dari hasil analisis variasi (anova) dalam tabel 4.4.1

Tabel 4.4.1 Pengaruh hasil uji lanjut DMRT 5% interaksi isolat bakteri dan konsentrasi terhadap bobot kering akar dan jumlah daun.

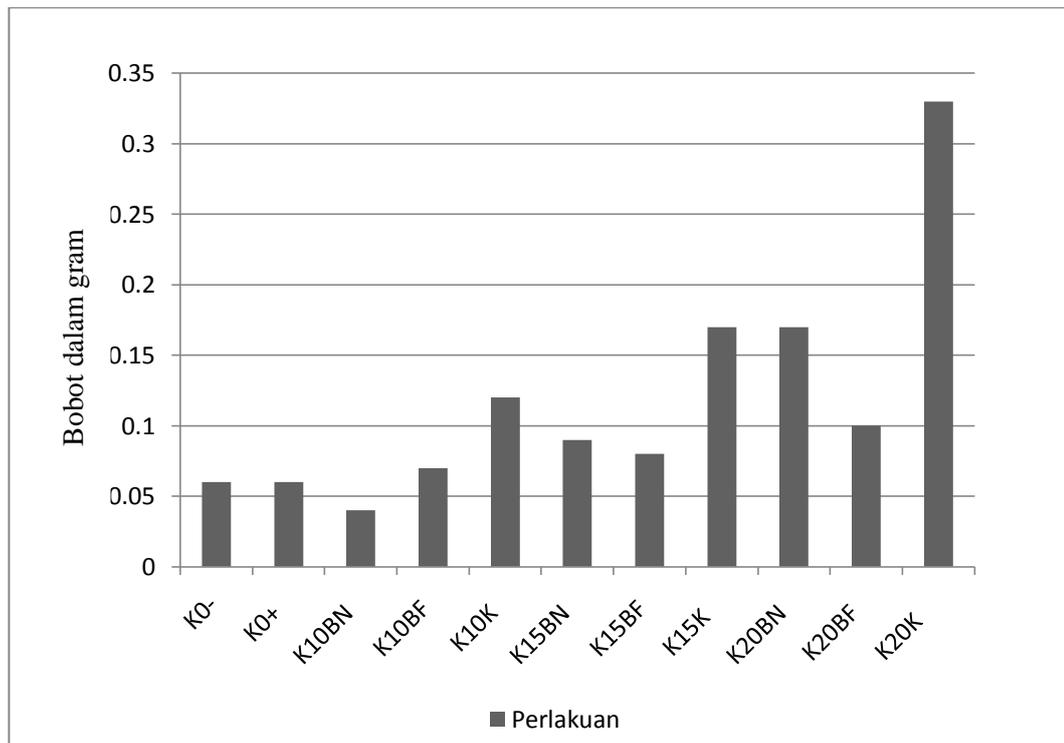
Perlakuan	Bobot Kering Akar (gr)	Jumlah Daun (helai)
K0-	0.06 a	30.33 a
K+	0.06 a	27.67 a
K10BN	0.04 a	26.00 a
K10BF	0.07 a	30.33 a
K10K	0.12 ab	32.00 a
K15BN	0.09 a	27.00 a
K15BF	0.08 a	31.33 a
K15K	0.17 b	32.33 a
K20BN	0.17 b	28.00 a
K20BF	0.10 ab	43.33 b
K20K	<b>0.33 c</b>	<b>40.00 b</b>

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan hasil DMRT 5%.

Berdasarkan hasil analisis varian (ANAVA) interaksi antara isolat bakteri (bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat) dan konsentrasi isolat bakteri berpengaruh nyata terhadap parameter berat kering akar dan jumlah daun. ditunjukkan dengan hasil F hitung  $>$  F tabel 5%. Sedangkan pada parameter tinggi tanaman, berat basah akar, berat kering tajuk, jumlah bintil akar dan berat kering bintil akar tidak berpengaruh nyata, hal tersebut dikarenakan nilai hasil F hitung  $<$  F tabel 5%.

Hasil analisis statistik yang berbeda nyata tersebut selanjutnya dilakukan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5% pada tabel 4.4.2 pada parameter berat kering akar dan jumlah daun menunjukkan pengaruh yang nyata. Hasil tertinggi pada berat kering akar terdapat pada perlakuan kombinasi isolat bakteri dan konsentrasi *biofertilizer* 20 ml dengan hasil 0.33 gram. Hasil interaksi antara isolat bakteri dan pemberian konsentrasi terhadap pertumbuhan tanaman kedelai berpengaruh nyata terhadap jumlah daun yang ditunjukkan pada bakteri pelarut fosfat dan pemberian konsentrasi isolat bakteri sebanyak 20 ml dengan hasil

tertinggi yaitu 43 helai akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan isolat bakteri pelarut fosfat dan konsentrasi 20 ml dengan hasil 40 helai.

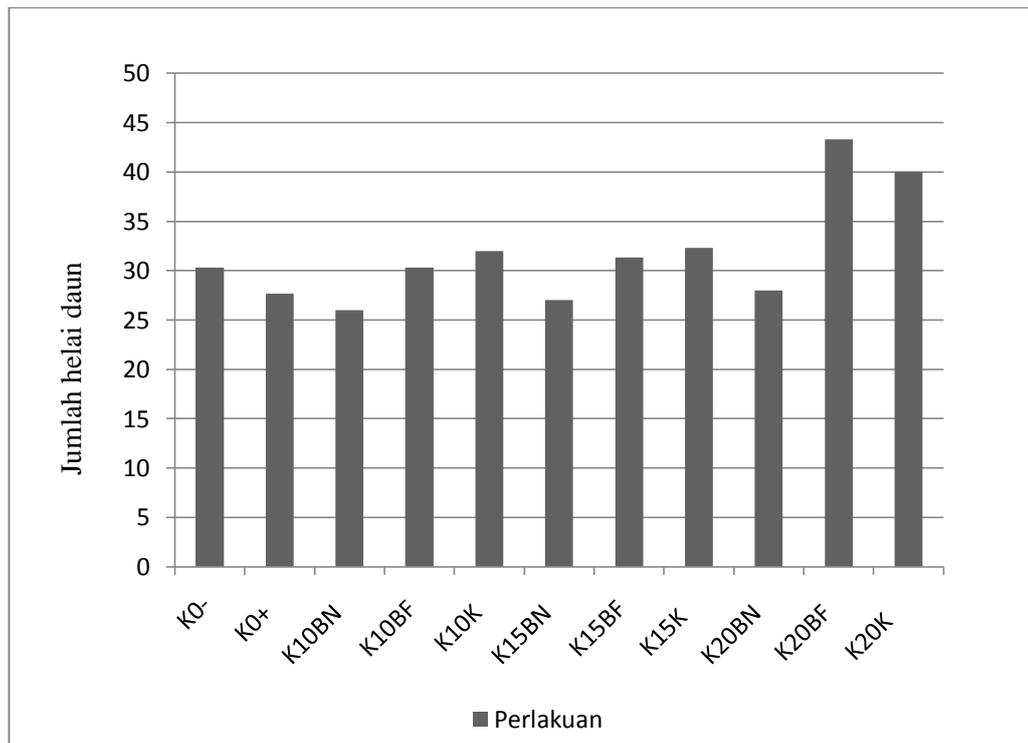


Gambar 4. 4 Hasil pemberian kombinasi bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat serta konsentrasi isolat terhadap bobot kering akar

Perlakuan K20K secara signifikan dapat meningkatkan bobot kering akar, perlakuan ini memberikan hasil yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Berat kering tanaman dalam hal ini mengindikasikan kemampuan tanaman untuk memanfaatkan fotosintat dan penyerapan mineral oleh akar dan karenanya menjadi indikator laju pertumbuhan tanaman (Meliah, 2013). Pada bakteri penambat nitrogen *rhizobium* menghasilkan lendir dari karbohidrat permukaan sel yang sebagian besar berupa polisakarida ekstraseluler atau EPS yang berfungsi sebagai toleransi terhadap asam. Dengan demikian perkembangan akar akan menjadi lebih baik, sehingga dapat meningkatkan bobot kering akar pada tanaman (Lounch *et al.* 2001).

Unsur P dalam tanaman merupakan unsur penyusun penting ATP (adenosin triphosphate) yang berperan dalam proses penyimpanan dan terkait dengan metabolisme tanaman dalam transfer energi. Dalam proses metabolisme menggunakan unsur hara dan air yang diserap oleh tanaman untuk meningkatkan

proses fotosintesis sehingga fotosintat yang dihasilkan sebagian ditranslokasikan untuk penambahan luas daun (Hartanti, 2008).



Gambar 4.5 Hasil pemberian kombinasi bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat serta konsentrasi isolat terhadap jumlah daun tanaman kedelai

Perlakuan kombinasi isolat bakteri pelarut fosfat dan konsentrasi 20 ml menunjukkan hasil tertinggi pada parameter jumlah daun yaitu 43.33. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi serapan unsur hara P maka jumlah daun dan bobot kering akan meningkat. Hal tersebut disebabkan karena serapan hara P dapat diserap oleh akar tanaman dan ditranslokasikan ke tanaman sehingga dapat meningkatkan hasil tanaman (Rosi *et al.*, 2016). Pada respon jumlah daun perlakuan K20BF menunjukkan hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Peranan mikroba yang mampu melarutkan phospat dan merombak bahan organik dalam *biofertilizer* dapat menyediakan kebutuhan unsur hara yang kemudian akan diserap oleh tanaman untuk digunakan dalam proses metabolisme (Meirina *et al.* 2011).

Pemberian perlakuan kombinasi antara isolat bakteri (bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat) dan konsentrasi isolat pada penelitian ini tetap memiliki pengaruh walaupun secara tidak nyata pada variabel pengamatan tinggi

tanaman, bobot basah akar, bobot kering tajuk, jumlah bintil akar efektif dan berat kering bintil akar efektif.

Perlakuan kombinasi isolat bakteri (bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat) dan konsentrasi isolat bakteri 20 ml (K20K) memberikan pengaruh yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (tanpa isolat) ataupun pupuk NPK. Adapun hasil terbaik pada variabel bobot basah akar yaitu diperoleh hasil 3.6 gram. Pada perlakuan bobot kering tajuk 0,26 gram. Pada perlakuan pemberian isolat bakteri pelarut fosfat dengan konsentrasi 20 ml memberikan hasil yang tertinggi pada variabel bobot kering tajuk yaitu 4 gram. Pada perlakuan pemberian bakteri penambat nitrogen dengan konsentrasi 20 ml memberikan hasil tertinggi pada variabel jumlah bintil dan berat kering bintil akar yaitu 6,3 gram dan 0,22 gram.

#### **4.5 Analisis Tanah Sebelum dan Sesudah Perlakuan**

Pupuk hayati merupakan mikroorganisme hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu tanaman dalam memfasilitasi atau menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman (Simanungkalit, 2006). Bakteri yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bakteri penambat nitrogen (*Rhizobium radiobacter*) dan bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas*) yang didapat dari Indonesia Culture Collection (InaCC) Indonesian Institute of Science (LIPI). Sifat fisik dan sifat kimia tanah diuji dilaboratorium analisis tanah UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura Bedali – Lawang. Hasil analisa sifat fisika dan kimia tanah sebelum dan sesudah penanaman dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil uji analisa sifat fisika dan kimia tanah

No.	Parameter	Sebelum	Sesudah
1	pH	5.84	7.60
2	%C	1.20	2.11
3	%N	0.13	0.140
4	C/N	11.60	12.43
5	P2O5	5.00	10.00
6	K	0.01	0.23

Keterangan:

	pH	%C	%N	C/N	P2O5	K
Rendah sekali	<4.0	<1.0	<0.1	<5	<5	<0.1
Rendah	4.1- 5.5	1.1 – 2.0	0.11 – 0.2	5 – 10	5 – 10	0.1 – 0.3
Sedang	5.6 – 7.5	2.1 – 3.0	0.21 – 0.5	11 – 15	11 – 15	0.4 – 0.5
Tinggi	7.6 – 8	3.1 – 5.0	0.51 – 0.75	16 - 25	16 – 20	0.6 – 1.0
Tinggi sekali	>8	>5.0	>0.75	>25	>20	>1.0

Hasil analisis kimia tanah menunjukkan bahwa sebelum dilakukannya penanaman dari pH 5.8 menjadi 7.6 setelah pemupukan. Kandungan bahan organik seperti C yaitu dari 1.20 menjadi 2.11, rasio N sebanyak 0,13 dimana tanah sebelum diberi pupuk organik (*biofertilizer*) kadar nitrogennya sangat rendah kemudian setelah diberi perlakuan kadar nitrogen mengalami kenaikan yaitu menjadi 0.140. Dan C/N 11.60 menjadi 12.43. Mikroorganisme membutuhkan karbon dan nitrogen untuk aktifitas hidupnya. Jika rasio C/N tinggi, maka aktivitas biologi mikroorganisme akan berkurang (Purnomo *et al*, 2017).

Syarat toleransi keasaman bagi pertumbuhan tanaman kedelai yaitu pH 5,8 sampai 7,0 akan tetapi pada pH 4,5 pun tanaman kedelai dapat tumbuh. Pertumbuhan tanaman kedelai akan sangat lambat jika pH kurang dari 5,5 dikarenakan keracunan alumunium (Foth, 1999). Berbagai upaya dilakukan untuk memperbaiki kesuburan tanah ultisol antara lain dengan pengapuran, pemupukan dan pemberian bahan organik. Miskinnya unsur hara, terutama nitrogen menjadi salah satu kendala dalam upaya meningkatkan produksi kedelai ditanah ultisol. Ultisol dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan,

sehingga mengurangi daya resap air dan meningkatkan aliran permukaan erosi tanah. Kesuburan tanah ultisol ditentukan oleh kandungan bahan organik pada lapisan atas dan bila lapisan tersebut erosi maka tanah akan menjadi miskin bahan organik dan unsur hara (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor eksternal (lingkungan) dan internal (genetik). Salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan adalah unsur hara. Pemberian pupuk hayati atau *biofertilizer* ke dalam tanah akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara dalam tanah. Menurut Saraswati (2007) menjelaskan bahwa efektivitas pupuk hayati atau *biofertilizer* merupakan salah satu upaya untuk memelihara kualitas tanah serta dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan pupuk kimia melalui proses biologi. Efektivitas dari suatu biofertilizer dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman sangat tergantung pada kecocokan dengan tanaman inang.

Kandungan unsur hara tersebut diserap oleh akar tanaman sebagai nutrisi untuk proses fotosintesis (Nugrahani, 2012). Hasil fotosintesis inilah yang akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman kedelai. Pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, bobot basah akar, bobot kering akar, bobot kering tajuk, jumlah daun, jumlah bintil akar efektif dan berat kering bintil akar efektif.

#### 4.6 Kajian tentang Ulasan Hasil dalam Perspektif Al-Qur'an

Agama islam sebagai "*Rahmatan lil alamin*" yang merupakan bentuk rahmat dan kasih sayang Allah swt. kepada seluruh alam semesta. Salah satunya yaitu berbuat baik kepada lingkungan dengan cara menghidupkan tanah yang kurang produktif atau mati. Tanah merupakan suatu unsur yang sangat penting dalam kehidupan tanaman. Untuk memenuhi kebutuhan hara terhadap tanaman maka harus dilakukan pengolahan tanah yang baik. Indikasi tanah yang baik adalah tanah yang subur dan dapat meningkatkan hasil produksi pertanian, sehingga dapat dijadikan rizki bagi yang menanam. Hal ini sebagaimana yang sudah dijelaskan dalam Al-Qur'an surah Qaf ayat 11 yang berbunyi:

رِّزْقًا لِلْعِبَادِ وَأَحْيَيْنَا بِهِ بَلْدَةً مَّيْتًا كَذَلِكَ الْخُرُوجُ

Artinya: "untuk menjadi rezeki bagi hamba-hamba (Kami), dan Kami hidupkan dengan air itu tanah yang mati (kering). Seperti itulah terjadinya kebangkitan" ( Q.S Qaf/50 ayat 11).

Allah swt. mengajarkan kepada manusia, pada lafadz (وَأَحْيَيْنَا بِهِ بَلَدَهُ مَيِّتًا)

yaitu tentang tanah yang mati (kering). Tanah yang dijelaskan dalam kajian penelitian ini disebut sebagai tanah ultisol. Tanah masam ultisol disebut tanah mati dikarenakan kandungan unsur hara yang tidak cukup dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, sehingga tanaman tidak dapat tumbuh optimal. Menurut Sofia (2007) menjelaskan bahwa unsur hara pada tanah masam akan menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil akibat keracunan aluminium (Al). Bukti kekuasaan Allah swt. yang telah menciptakan tanah yang subur dan tidak subur, agar manusia mensyukuri dan berusaha untuk memanfaatkan segala sesuatu yang telah diamanahkan kepada umat manusia.

Manusia dianjurkan untuk berfikir bahwa segala sesuatu yang telah Allah ciptakan tidak ada yang sia-sia begitu pula dengan bumi dan segala isinya. Hal ini sesuai dengan firman Allah swt. dalam Al-Qur'an surah Ali Imran ayat 190:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ

Artinya: “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal*” (Q.S Ali Imran:190).

Surah Ali Imran ayat 190 Allah SWT menegaskan bahwa dalam penciptaan langit dan bumi terdapat tanda-tanda kekuasaanNya. Tanda-tanda itu bisa dimaknai Ulul Albab (orang-orang yang berfikir). Setelah diketahui tanah ultisol merupakan tanah yang tidak subur, maka peneliti memanfaatkan bakteri *Rhizobium* dan *Pseudomonas*. Karena kedua bakteri tersebut dapat menyediakan unsur nitrogen dan fosfat yang dibutuhkan tanaman kedelai. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi isolat sebanyak 20 ml dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai.

Allah SWT telah menciptakan tanah sebagai salah satu nikmat yang diberikan kepada umat manusia sebagai tempat hidup, bercocok tanam dan melakukan aktivitas lainnya. Islam menganjurkan untuk memanfaatkan lahan baik yang subur maupun tanah yang tidak subur. Hal ini dapat tercapai apabila dilakukan pengelolaan dengan baik yang dapat dilakukan dengan cara pemupukan menggunakan pupuk hayati (*biofertilizer*), sehingga hasil dari tanah tersebut dapat

digunakan untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup. Hal ini sebagaimana yang telah disebutkan Allah dalam Al-Qur'an surah Al-Hajj/22 ayat 5 yang berbunyi:

وَوَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَأَنْبَتَتْ مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ...

Artinya: "...Dan kamu lihat bumi ini kering, kemudian apabila telah Kami turunkan air di atasnya, hiduplah bumi itu dan suburlah dan menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang indah" (Q.S Al-Hajj/22: 5).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah swt menumbuhkan bermacam-macam tumbuhan sebagai tanda kekuasaannya, agar manusia mau berfikir bahwa betapa pentingnya ciptaan Allah swt. bagi kepentingan manusia dengan cara bercocok tanam. Bercocok tanam memiliki keutamaan, baik dalam kemaslahatan dunia maupun akhirat.

Maslahat dunia dalam bercocok tanam misalnya dapat menghasilkan bahan pangan salah satunya kedelai. Petani dapat mengambil manfaat tanaman tersebut dengan menjual bahan pangan, sehingga negara tidak perlu mengimpor bahan pangan dari luar negeri karena telah tersedianya produksi dari negeri sendiri.

Maslahat akhirat adalah tentang orang yang menanam tanaman kemudian dimakan oleh makhluk hidup, meskipun hanya satu biji atau berkurangnya tanaman karena dicuri maka menjadi sedekah bagi penanam selama bersabar, ikhlas dan menyerahkan segala sesuatunya kepada Allah swt (Abdilbarr, 2007).

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang “Pengaruh Aplikasi Agen Biofertilizer (Bakteri Penambat Nitrogen Dan Bakteri Pelarut Fosfat) Serta Konsentrasi Isolat Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Dega 1” disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan karakter morfologi sel dan sifat gram dari kedua isolat tersebut menunjukkan bahwa kedua bakteri tergolong gram negatif. Hasil uji sinergisme terhadap kedua bakteri tersebut menunjukkan adanya kompatibilitas antara kedua isolat yang ditunjukkan dengan tidak adanya zona hambat pada persinggungan antar isolat
2. Aplikasi *biofertilizer* bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, bobot basah akar, bobot kering akar, bobot kering tajuk dan jumlah daun. sedangkan pada jumlah bintil akar efektif dan bobot kering bintil akar efektif tidak berpengaruh nyata. Perlakuan kombinasi isolat bakteri (bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat) memberikan nilai tertinggi terhadap tinggi tanaman yaitu sebesar 87,33 cm; bobot basah akar sebesar 3,34 gr; bobot kering akar sebesar 0,21 gr; bobot kering tajuk sebesar 3,89 gr dan jumlah daun yaitu 35 helai.
3. Pemberian konsentrasi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman pada semua variabel yang diamati. Konsentrasi 20 ml memberikan hasil tinggi tanaman, bobot basah akar, bobot kering akar, bobot kering tajuk, jumlah daun, jumlah bintil akar efektif dan berat kering bintil akar efektif tertinggi.
4. Interaksi isolat bakteri dan konsentrasi berpengaruh nyata terhadap variabel bobot kering akar dan jumlah daun. Sedangkan pada tinggi tanaman, bobot basah akar, bobot kering tajuk, jumlah bintil akar efektif dan bobot kering bintil akar tidak berpengaruh nyata. Pada perlakuan K20K yaitu kombinasi isolat bakteri dan konsentrasi 20 ml memberikan

hasil tertinggi pada bobot kering akar yaitu 0,33 gr dan memberikan hasil tertinggi pada parameter jumlah daun yaitu 40 helai.

5. Hasil analisis kimia tanah menunjukkan bahwa sebelum dilakukannya penanaman dari pH 5.8 menjadi 7.6 setelah pemupukan. Kandungan bahan organik seperti C yaitu dari 1.20 menjadi 2.11, rasio N sebanyak 0,13 dimana tanah sebelum diberi pupuk organik (*biofertilizer*) kadar nitrogennya sangat rendah kemudian setelah diberi perlakuan kadar nitrogen mengalami kenaikan yaitu menjadi 0.140, dan C/N 11.60 menjadi 12.43.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengembangan *biofertilizer* agar dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme yang terkandung dan perlu dilakukan uji pendahuluan terhadap kompatibilitas antara *Rhizobium radiobacter* dengan tanaman kedelai. Dan tidak hanya berperan dalam meningkatkan pertumbuhan akan tetapi dapat dilanjutkan sampai tahap hasil produksi pada tanaman kedelai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adie, Muchlis. 2006. *Biologi Tanaman Kedelai*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
- Adisarwanto, T. 2005. Strategi Peningkatan Produksi Kedelai sebagai Upaya untuk Memenuhi Kebutuhan didalam Negeri dan Mengurangi Import. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian*. 33-39.
- Agus, F. dan Rujiter. 2004. Perhitungan Kebutuhan Pupuk Tanaman. Agro Forestry Center.
- Agustina. 2004. *Dasar nutrisi tanaman*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Ahemad, M., and Kibret. 2014. Mechanism and Application of Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Current Prespective. *Journal of King Saud University Science*. 26 (11): 1-20.
- Ahmad, Bashir *et al.* 2013. Isolation and Characterization of Cellulolytic Nitrogen Fixing Azotobacter Species from Wheat Rhizosphere of Khyber Pakhtunkhwa. *World Applied Science Journal*. (27) 1: 51-60.
- Ahmad, F., L. Ahmad. & M. S. Khan. 2005. Indole Acetic Acid Production by the Indigenous Isolates of Azotobacter and Fluorescent Pseudomonas in The Growth of Soybean (*Glycine max* L.). *J Biol*. 29: 29- 34.
- Amy, C, Gruszecki, D.O., Sarah, H. Armstrong, M.T. 2002. *Rhizobium radiobacter* Bacteremia And Its Delection In The Clinical Laboratory. *Clinic Microbiology Newsletter*. 24 (20): 151-155.
- Anggriani, Riza. Surtiningsih, T., dan Salamun. 2016. Pengaruh Pemberian Dosis *Biofertilizer* terhadap Produktivitas Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). Skripsi. Departemen Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga.
- Ansari P.G., Rao.D.L.N dan Kharisma, P.K. 2014. Diversity and Phylogeny of Soybean Rhizobia in Central India. *Ann Microbial* 64: 1553-1565.
- Anwar, S. 2007. Luas Lahan Kritis Di Indonesia. Direktorat Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jakarta: Ditjen RI.PS
- APPI (Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia). 2009. Kebutuhan Pupuk NPK di Indonesia tahun 2006-2015. <http://www.appi.or.id/statistic> (online) diakses agustus 2019

- Bailey, M.J.A.K. Lilley, T.M Wilson. 2006. *Microbial Ecology of Aerial Plant Surface*. Limited Kingdom: LAB International.
- Bakar, A., T. Ariati dan J. Mariyanto. 2013. Penggunaan pupuk hayati dan batuan fosfat alam pada budidaya strowberry pada tanah Andosol. *Agronomika* 13 (1): 1-8
- Balai penelitian tanah. 2012. *Fosfat alam sumber pupuk P yang murah*. Warta penelitan dan pengembangan pertanian. Bogor. Hal 3
- Bal itkabi. 2005. *Teknologi Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 36 hlm.
- Bal itkabi. 2018. Tahun 2018 Tahun Kedelai. Sinar Tani Edisi 3-9 Januari 2018 No 3733. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/liputan-media/sinar-tani-tahun-2018-tahun-kedelai/>. Diakses 12 Juni 2019.
- Bambang, G dan Sitompul, S.M. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Yogyakarta: UGM Press
- Barus., Novalinda *et al.* 2013. Ketersediaan Nitrogen Akibat Pemberian Berbagai Jenis Kompos Pada Tiga Jenis Tanah Dan Efeknya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1 (3)
- Bhattacharyya, P.N dan D.K Jha. 2012. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Emergence in Agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 28 (4): 1327-1350.
- Cahyadi, wisnu. 2007. *Kedelai: Khasiat dan Teknologi*. Jakarta: Bumi Aksara
- Chusnia, Wilda. 2012. Kajian Aplikasi Pupuk Hayati dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau dalam Polybag. *SKRIPSI*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.
- Cowan, M.K and K.P Talaro. 2006. *Microbiology a System Approach*. Mc Graw-Hill Companies. New York.
- Cowan, S.T *et al.* 1993. *Cowan And Steel's Manual For Identification Of Medica Bacteria 3rd Edition*. Australia: Cambridge University Press
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. New York: Columbia University Press.
- Damardjati *et al*, 2005. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kedelai*. Badan Litbang Pertanian. Jakarta : Departemen Pertanian

- Dariah, A.I. *et al.* 2015. Pembenahan Tanah untuk Meningkatkan Produktifitas Lahan Pertanian. *Jurnal Sumber daya Lahan* (9) 2
- Dermiyati, Antari *et al.* 2009. Perubahan Populasi Mikroorganisme Pelarut Fosfat pada Lahan Sawah Dengan Sistem Pertanian Intensif Menjadi Sistem Pertanian Organik Berkelanjutan. *Jurnal tanah tropis*. 14 (2): 143-148
- Dewanti, A.W., Pratiwi E *et al.* 2016. Viabilitas dan Aktivitas Enzim Fosfarase serta Produksi Asam Organik Bakteri Pelarut Fosfat Pada Beberapa Suhu Simpan. *Jurnal tanah dan sumber daya lahan*. 3 (1): 311-318
- Djuarnani, Nan. 2005. *Cara Cepat Membuat Kompos*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Duaja, M.D. Gusniwati dan Salim. H. 2012. Pengaruh Jenis Pupuk Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Duavar Selada. *Jurnal ISSN: 2302-6472*. 1 (3): 155-159.
- Ekawati, Anytalia. 2014. Uji Multilokasi Pengaruh Isolat Bakteri Penambat Nitrogen, Bakteri Pelarut Fosfat dan Mikoriza Asal Desa Condoro Kecamatan Pasirian Lumajang terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA ITS Surabaya.
- Espiritu, Bayani M. 2011. Use Of Compost With Microbial Inoculation In Countener Media for Mungbean (*Vigna radiata* L.) and Pechay (*Brassica napus* L.). *Journal of ISSAAS*. 17 (2): 160-168
- Fahmi, L. Rahayu, A. Dan Mulyaningsih. 2017. Pengaruh Pupuk Hayati Majemuk Cair dan Pupuk Sintetik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Edamame (*Glycine max* (L.) Merr). *Jurnal Agronida*. (3) 2:53-61.
- Fehr, W. R and C.L Cavies. 1977. *Stages of Soybean development special Report No 8. Cooperative Extension Services Agric and Home Econ. Exp. St* Iowa State University of Science and Technology Ames Iowa.
- Gaby, J.C and D.H Buckley. 2012. A Comprehensive Evaluation of PCR Primers to Amplify The Nifh Gene Of Nitrogenase. *Plos One*. 7 (7): E42149
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., Mitchel, R. L. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: Ui Press
- Glick, B.R. 1995. The Enhancement Of Plant Growth By Free Living Bacteria. *Canadian jurnal microbiology*. 41: 109-117
- Gupta, G. S. S, Parihar, N.K, Ahirwar, S.K and Singh. 2015. PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria): Current and Future Prospects for development

- of sustainable agriculture. *Journal of Microbial & Biochemical Technology* 7 (2): 96-102.
- Hamastuti, H. 2012. Peran Mikroorganisme *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Aspergillus niger* pada Pembuatan Kompos Limbah Sludge Industri Pengolahan Susu. *Jurnal Teknik Pomits*. 1(1):1-5.
- Hanum, C. 2008. *Teknik Budidaya Tanaman*. Dediknas: DPSMK
- Harca, N. Nurza. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen dan Penghasil Indole Acetic Acid dari Tanah Perkebunan Kelapa Sawit, Jambi. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Hardjowogeno. 2010. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo: Jakarta
- Hartanti, Ima. 2008. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Mikoriza dan Rock Phosphate terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays*). *Jurnal Bioteknologi*. 1:1-14
- Hartatik, Agus, F. Setyorini, D. 2007. *Monitoring Kualitas Tanah dalam Sistem Budidaya Sayuran Organik*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Havlin, J.L., J.D Beaton and Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizer An Introduction to Nutrient Management. Six Edition*. Upprsaddie River, New Jersey: Prentice Hall
- Hayatsu M. 2014. A Novel Fuction of Controlled-Release Nitrogen Fertilizer. *Microbes Environ*. 29(2):121-122.
- Hendra, H.A. dan Andoko A., 2014. *Bertanam Sayuran Hidroponik Ala Pak Tani Idrofarm*. Jakarta selatan: PT Agromedia Pustaka
- Herliana, O. Harjoso, T. A.H.S Anwar, A. Fauzi. 2019. The Effect of Rhizobium and N Fertilizer on Growth and Yield of Black Soybean (*Glycine max (L) Merril*). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 255.
- Herman dan Goenadi. 2003. Manfaat dan Prospek Pengembangan Industri Pupuk Hayati Di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 18 (3): 91-97.
- Holt, J.G, Krieg N.R *et al*. 1994. *Bergey's Manual Determinative Bacteriology*, Edisi Ke 9. Lippincot Williams dan Wilki N.S. Amerika
- Husen, E. 2004. *Prosedur Pengambilan Contoh Tanah untuk Analisa Mikroba Leaflet*. Balai Penelitian Tanah. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah Agroklimat Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.

- Hutapea, A. Joseva. 2018. Potensi Bakteri Pelarut Fosfat, Pengikat Nitrogen dan Penghasil Hormon IAA dari Rhizosfer Tumbuhan Poaceae Pantai dalam Meningkatkan Pertumbuhan Padi (*Oryza sativa*). Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan. Skripsi.
- Irwan, A. 2006. Budidaya Tanaman Kedelai. Retrieved 30 April 2019. From <http://www.wawanshoot.com>
- Istiqomah, Qurrata, L. dan Abadi, A.L. 2009. Kemampuan *Bacillus* dan *Pseudomonas* dalam Melarutkan Fosfat dan Memproduksi Hormon IAA untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat. *Buana Sains* 17 (1):75-84.
- Iturralde, T. Esteban, Julieta M. Covelli, Florencia Alvarez, 2019. Soybean-Nodulating Strains With Low Intrinsic Competitiveness for Nodulation, Good Symbiotic Performance, and Stress-Tolerance Isolated From Soybean-Copped Soils in Argentina. *Frontiers in Microbiology*. (10) 1061.
- Iwantari, Ayu. 2012. Pengaruh Pemberian Biofertilizer dan Jenis Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kubis (*Brassica oleracea*). Departemen Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Surabaya. Skripsi.
- Jayasumarta Darmawati. 2012. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pupuk P terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max*). *Jurnal Agrium* 17 (3)
- Kadarwati, Fitriendingyah. 2016. Evaluasi Kesuburan Tanah Untuk Pertanaman Tebu Di Kabupaten Rembang Jawa Tengah. *Jurnal Littri*. 22 (2).
- Kartikawati, Andriyana *et al.* 2017. Pemanfaatan Pupuk Hayati (*Biofertilizer*) pada Tanaman Rempah dan Obat. *Prespektif*. 16 (1): 33-43
- Katsir, I. 2003. Tafsir Ibn Katsir Jilid 1 – 7. Bogor: Pustaka Imam Syafi'i
- Kinasih *et al.* 2017. Karakter Morfologi Daun Galur Kedelai Hasil Persilangan Varietas Introduksi dari Korea dengan Argomulyo. *Prosding Seminar Nasional Pendidikan Sains* (SNPS)
- Krishnaveni, M.S. 2010, Studies on Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB) in Rhizosphere and non Rhizosphere Soil in Different Varieties of Foxtail Millet (*Setaria italica*). *International journal of agriculture and food science technology*. 1 (1): 23-39

- Lakitan, Benyamin. 2008. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Larson, W. E and Pierce, F. J.1994. *Conservation and Enhancement of Soil Quality*.In: *The Soil Quality Institute (Ed)*. The Soil Quality Concept. USDA Natural Resources Conservation Service.USA.
- Latupapua, H.J.D dan Suliasih. 2010. Daya Pacu Mikroba Pelarut Fosfat Dan Penambat Nitrogen Pada Tanaman Jagung. *Jurnal Bio Indonesia* 3 (2): 99-107.
- Litbangtan. 2011. Ragam Inovasi Pendukung Pertanian Daerah: Pupuk Organik dari Limbah Organik Sampah Rumah Tangga. Jakarta: Agroinovasi.
- Lounch, H.A dan Miller, K. J. 2001. Synthesis of a Low Molecular Weight Form of Exopolysaccharide by *Bradyrhizobium japonicum* USDA 110. *Appl Environ Microbiol*. 67: 1011-1014.
- Lumbanraja, Parlindungan. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Sapi Jenis Mulsa terhadap Kapasitas Pegang Air Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Varietas Wilis pada Tanah Ultisol Simalingkar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Tinggi (Jurdikti)* 5 (2)
- Maesen L. J. G. Van Der., 1993. PROSEA. *Plant Resources of South – East Asia*. Terjemahan Wageningen, The Netherlands: Pudoc
- Marsono, P.S. 2002. Pupuk Akar Jenis Dan Aplikasinya. Penebar Swadaya.
- Masfufah. A. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (*Biofertilizer*) pada Berbagai Dosis Pupuk Dan Media Tanam Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tomat. *SKRIPSI*. Department Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga: Surabaya.
- Meirina, T., Darmanti, S dan Haryanti, S., 2011. Produktifitas Kedelai yang Diperlakukan dengan Pupuk Organik Cair Lengkap pada Dosis dan Waktu Pemupukan yang Berbeda. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Airlangga Surabaya
- Meliah, Siti. 2013. Formulasi Konsorsium Rhizobacteria Pelarut Fosfat dengan *Bradyrhizobium japonicum* sebagai Pupuk Hayati dan Aplikasi pada Tanaman Kedelai. *Tesis*. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Mersyilia, Olivia. T 2012. Pemanfaatan BPF dalam Menyediakan Fosfat Bagi Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Sendok. *TESIS*. Jurusan Bioteknologi Fakultas Pertanian Pascasarjana. IPB: Bogor

- Mitchell.J.,Mark Gaskell, Richard Smith, Calvin Fouche, and Stevent.K. 2000. *Soil Management and Soil Quality For Organic Crops*. Publication 7248. The Regents of The Univ.of Callifornia. Div.of Agriculture and Narural Resource.
- Mubarik, N.R Wibowo *et al.* 2014. Ekploration of Bacterial Diversity at Cirebon Quarrya. Departemen of Biology Faculty of Matematics An Natural Science. Bogor. Agricultural University
- Mujiyati dan supriyadi. 2009. Effect of Manure and NPK to Increase Soil Bacterial Population of Azotobacter and Azospirillum in Chili (*Capsicum annum*) Cultivation Nusantara Bioscience. 1: 59-64.
- Mulyono. 2014. *Membuat MOL dan Kompos dari Sampah Rumah Tangga*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Nejad, R.A.K., F. Najafi and C. Tofoghi. 2013. The Effect of Nitrate and Phosphate Deficiencies on Certain Biochemical Metabolites in Tomato Plants. *Physiology and Biochemistry* 9 (3): 64-73.
- Nugrahani, Oktavia. 2012. Pengaruh Berbagai Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Sendok dengan Budidaya Secara Ramah Lingkungan. *Jurnal Agric.* 24 (1): 29-34.
- Oteino, N., R.D. Lally, S. Klwanuka A.D and Dowling. 2015. Plant Growth Promotion Induced by Phosphate Solubilizing Endophytic Pseudomonas Isolates. *Frontiers in microbiology* (6): 745.
- Permatasari A.D dan Tutik Nurhidayati. 2014. Pengaruh Inokulan Bakteri Penambat Nitrogen, Bakteri Pelarut Fosfat dan Mikoriza Asal Desa, Lumajang, Jawa Timur Terhadap Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum annum*). 3 (2): 44-48
- Pitojo, S. 2003. *Benih Kedelai*. Yogyakarta: Penerbit Kanisus
- Prayudyaningsih, 2015. Mikrobiologi Tanah Bermanfaat pada Rhizosfer Tanaman Umbi Dibawah Tegakan Hutan Rakyat Sulawesi Selatan. *Prosemnas Masy Biodiv Indon.* 1 (4).
- Prehaten, Daryono *et al.* 2018. Pengaruh Beberapa Karakteristik Kimia dan Fisika Tanah pada Pertumbuhan 30 Family Uji Keturunan Jati (*Tectona Grandis*) Umur 10 Tahun. *Jurnal Ilmu kehutanan.* 12. Hal 52-60.

- Priyanti *et al.* 2017. Suku Fabaceae Dikampus UIN Syarif Hidayatulloh, Jakarta, Bagian 2: Tumbuhan Polong Berperawakan Terna. *Jurnal Al- Kauniyah*. 10 (1).
- Purnomo, E.A., Sutrisno, Endro dan Sumiyati, S. 2017. Pengaruh Variasi C/N Rasio terhadap Produksi Kompos dan Kandungan Kalium Fosfat dari Batang Pisang dengan Kombinasi Kotoran Sapi dalam Sistem Vermikomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6 (2): 1-15.
- Purwani, Jati dan Elsanti. 2016. Inokulasi Mikroba Penambat Nitrogen Dan Pelarut Fosfat Tunggal Serta Konsorsia Pada Kedelai Varietas Grobogan Ditanah Ultisol Rangkasbitung. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi*. Malang: Balitkabi
- Purwaningsih, siti. 2005. Seleksi Biak Rhizobium dari Wonogiri Jawa Tengah terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai pada Media Pasir Steril Di Rumah Kaca. *Jurnal Biodiversitas*. 6 (3): 168-171
- Rahman, R. Anshar, M dan Bahrudin. 2015. Aplikasi Bakteri Penambat Nitrogen dan Pelarut Fosfat dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai. *Jurnal agrotekbis*. 3 (3): 316-328.
- Ramdhani, Elrisa. 2009. Respons Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine Max L.*) Terhadap Perbedaan Waktu Tanam dan Inokulasi Rhizobium. Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan. Skripsi.
- Rani, Indah *et al.* 2017. Uji pelarut fosfat dan menghasilkan IAA pada MOL buah Bintaro. *Jurnal Florea*. 4 (2): 11-20
- Rohmanah, Sugianti. 2016. Pengaruh Variasi Dosis dan Frekuensi Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Produktifitas Tanaman Kacang Hijau. *SKRIPSI*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.
- Roidah, I. Syamsu. 2013. Manfaat Penggunaan Pupuk Organik untuk Kesuburan Tanah. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*. (1) 1
- Rosi, Aulia, Niswati, A dan Salam A.K. 2016. Penentuan Dosis dan Ukuran Fosfat Super Terbaik untuk Mendukung Pertumbuhan dan Serapan P Tanaman Kedelai. *Ijurnal Agrotek Tropika* 4 (1): 70-74.
- Rosmarkam, A. dan N.W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Yogyakarta: Kanisius.

- Rukmana, R., dan Yuniarsih. 1996. *Kedelai Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Penerbit Kanisus.
- Salakhudin *et al.* 2016. Kajian Status Kesuburan Tanah pada Lahan Sawah Di Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten Menpawah. *Jurnal Pedon tropika*. 1 (3): 106-114
- Salisbury, F.B dan Ross, C.W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan jilid 2*. Bandung: ITB Bandung
- Santi, C.D. Bagus and C. Franche. 2013. Biological Nitrogen Fixation in non-legume Plants *Annals of Botany*. 111 (5): 743-767.
- Saragi, A Bukhari. 2013. Skringing Bakteri Pelarut Fosfat Adaptiv Vinasse dari Lahan Tebu Pabrik Gula Jati Roto Kabupaten Lumajang Jawa Timur. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Jember. Skripsi
- Saraswati, R. 2007. Peran Pupuk Hayati dalam Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Menunjang Keberlanjutan Produktifitas Tanah. *Jurnal Sumber Daya Lahan*. 1 (4).
- Sato, K. 1979. The Growth Responses of Soybean Plant to Photoperiod and Temperature: III The Effect of Photoperiod and Temperature on The Development and Anatomy of Photosintthetic Organ. Japan. Tohoku University. *Journal Crop Science* 48 (1) 66-74
- Setiawan, Agus *et al.* 2016. Aplikasi Pupuk Organik Cair Biofertilizer (Bio-Fertilizer) Diperkaya Konsorium Bakteri dan Keong Mas pada Pembungaan Padi Ciherang. *Current biochemistry*. 3 (2): 91-101
- Simanungkalit, R.D.M *et al.* 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati: Organic Fertilizer and Biofertilizer*. Bogor: Balai penelitian dan pengembangan lahan Pertanian.
- Siregar, Bayo Alhusaeri. 2011. Teknologi Formulasi Pupuk Hayati Rhizobakteria dan Aplikasinya Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Kedelai dan Biofungisida pada Tanah Masam. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sitompul, S.M dan Guritno, B. 1995. *Analisa Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soemarno, 2007. *Kedelai dan Cara Budidayanya*. Bogor: Yasaguna

- Sofiah. 2018. Respons Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine Max L.*) terhadap Pemberian Fosfor dan Nitrogen Di Tanah Ultisol. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. Skripsi.
- Somasegaran. P and H.J. Hoben. 1984. Methods in legume Rhizobium Technology. University of Hawaii. NIFTAL. Project and Mircen. 387
- Subba Rao, N.S. 1993. *Biofertilizer In Agriculture and Forestry Oxford and IBM Publishing Co. (P) Ltd Third Edition.*
- Subba Rao,. N.S. 1982. *Biofertilizer in Agriculture Oxford and IBH Publishing. Co. New Delhi.*
- Subba Rao. 1984. *Biofertilizers in agriculture.* New Delhi: Oxford dan IBH Publishing Co.
- Sucahyono D. and D. Harwono. 2014. Conformity Between Black Soybean and Symbiotic N Bacteria Bacteria. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2014.* (In Indonesia).
- Sukmadi, R. Bambang *et al.* 2016. Kajian Proses Produksi Pupuk Hayati Bio-SRF dan Pengujian Efektivitasnya pada Tanaman Bawang Merah. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia.* (3) 1: 20-27.
- Sulasih, Widiawati *et al.* 2010. Aplikasi Pupuk Organik dan Bakteri Pelarut Fosfat untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat dan Aktifitas Mikroba Tanah. *Jurnal Hortikultura.* 20 (3): 241-246
- Sumarno dan Harnoto, 1993. *Pedoman Bercocok Tanam Kedelai.* Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Suprpto, 2002. *Bertanam Kedelai.* Jakarta: Penebar Swadaya
- Surtiningsih T., Farida dan T. Nurhayati. 2009. Biofertilisasi Bakteri Rhizobium pada Tanaman Kedelai (*Glycine max (L) Merr.*). *Berkala Penelitian Hayati.* Vol. 15: 31-35.
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan pertanian organik.* Jogjakarta: Kanisus
- Sutanto, R. 2005. *Dasar-Dasar ilmu tanah.* Jogjakarta: Kanisus. Hal 36
- Sutedjo, M.M. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan.* Jakarta: Rineka Cipta.
- Suwandi, 2009. Menakar Kebutuhan Hara Tanaman Dalam Pengembangan Inovasi Budidaya Sayuran Berkelanjutan. *Pengembangan Inovasi Pertanian.* 2 (2): 131-147.

- Suyono, Y dan F. Salahudin. 2011. Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri *Pseudomonas* pada Tanah yang Terindikasi Terkontaminasi Logam. *Jurnal Biopropal Industri* . 01 (02) :1-2.
- Swastika, D.K. Sadra. 2015. Kinerja Produksi dan Konsumsi serta Prospek Pencapaian Swasembada Kedelai Di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. (33) 2.
- Tania, N. Asfina dan S. Budi. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Semi Pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian* 1 (1): 10-15.
- Taniwiryono dan Isroi. 2008. *Pupuk Kimia Buatan, Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. BPBPI.
- Taufiq, Febriyan. Kristanto, B.A dan Kusmiyati, F. 2020. Pengaruh Pupuk Silika Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai Pada Tanah Salin. *Jurnal Penelitian Agronomi*. 22 (2); 88-93.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2005. *Taksonomi Tumbuhan Tinggi*. Yogyakarta: UGM Press
- Umah, Fita Khoirul. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (*Biofertilizer*) dan Media Tanama yang Berbeda pada Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit di Polybag. Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Surabaya. Skripsi.
- Vessey J.K. 2003. *PGPR as biofertilizer plant and soil*. Hal: 255. 571 – 586
- Vincent. J.M. 1970. A Manual of the Practical study of the root Nodule Bacteria International Biological Programme. London. Handbook No 15. 164.
- Wahyudi. 2010. Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Wahyuningratri, A. Aini, Nurul saan Heddys. 2017. Pengaruh Konsentrasi Dan Frekuensi Pemberian Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Cabai Besar. *Jurnal Produksi Tanaman* 5 (1): 84-91
- Wahyuningsih *et al* . 2016 Serapan Fosfor dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max*) pada Tanah Ultisol dengan Pemberian Asam Humat. *Biosfera*. 33 (2)
- Widawati, S. 2015. Isolasi dan Aktivitas Plant Growth Promoting Rhizobacteria (*Rhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*) dari Tanah Perkebunan Lampung. *Berita Biologi*. 14 (1): 77-88

- Widawati. 2015. Uji Bakteri Simbiotik Dan Nonsimbiotik Pelarutan Ca Vs.P Dan Efel Inokulasi Bakteri Pada Aneka Turi (*Sesbania gradiflora* L. Pers) *Jurnal Biologi Indonesia*. 11 (2): 295-301.
- Widiyawati, I *et al.* 2014. Peran Bakteri Penambat Nitrogen untuk Mengurangi Dosis Pupuk Nitrogen Anorganik pada Padi Sawah. *Jurnal Agron Indonesia*. 42 (2): 96-102
- Yulifianti *et al.*, 2018. Kedelai Sebagai Bahan Pangan Kaya Isoflavon. *Buletin Palawija*. 16 (2)
- Zehr JP, Jenkins BD, Short SM, Steward GF. 2003. Nitrogenase Gene Diversity and Microbial Community Structure: A Cross-System Comparison. *Environ Microbiol*. 5(7): 539-554.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Deskripsi Tanaman Kedelai Varietas Dega 1

<b>Komoditas:</b>	Kedelai
<b>Tahun:</b>	2016
<b>Asal:</b>	Silang tunggal antara Grobogan dan Malabar
<b>Bentuk biji:</b>	Lonjong
<b>Bentuk daun:</b>	Oval
<b>Bobot 100 biji:</b>	22,98 gram
<b>Jumlah polong pertanaman:</b>	± 29 polong
<b>Kandungan lemak:</b>	± 17,29 % BK
<b>Kandungan protein:</b>	± 37,78 % BK
<b>Kerebahan:</b>	Tahan rebah
<b>Pecah polong:</b>	Agak tahan pecah polong
<b>Percabangan:</b>	2-3 cabang/tanaman
<b>Potensi Hasil:</b>	± 3,82 ton/ha
<b>Rata-rata hasil:</b>	± 2,78 ton/ha
<b>Tinggi tanaman:</b>	± 53 cm
<b>Tipe tumbuh:</b>	Determinit
<b>Ukuran biji:</b>	Besar
<b>Ukuran daun:</b>	Sedang
<b>Umur berbunga:</b>	± 29 hari
<b>Umur masak:</b>	± 71 hari
<b>Warna bulu:</b>	Coklat
<b>Warna bunga:</b>	Ungu
<b>Warna daun:</b>	Hijau
<b>Warna epikotil:</b>	Ungu
<b>Warna hilum:</b>	Coklat
<b>Warna hipokotil:</b>	Ungu
<b>Warna kotiledon:</b>	Ungu
<b>Warna kulit biji:</b>	Kuning
<b>Warna kulit polong:</b>	Coklat muda
<b>Keterangan:</b>	Ketahanan terhadap hama dan penyakit : Agak tahan terhadap penyakit karat daun ( <i>Phakopsora pachirhyzi</i> Syd), rentan terhadap hama ulat grayak ( <i>Spodoptera litura</i> F.).

Sumber: Balitkabi (2015)

Lampiran 2. Tabel Analisis Kimia Tanah  
 Hasil analisis Tanah Sebelum Perlakuan

LAPORAN HASIL ANALISIS TANAH  
 LABORATORIUM UPT PENGEMBANGAN AGRIBISNIS TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA  
 BEDALI – LAWANG

No	Asal Contoh Tanah	pH Larut		Bahan Organik			BO %	P205 Olsen ppm	Larutan Asam Ac.pH 7.1 N (me)		KTK	Tekstur		
		H <sub>2</sub> O	KCL	%C	%N	C/N			K	Pasir %		Debu %	Liat %	
1	An Alun Nachifah	5,84	-	1,20	0,13	11,60	2,07	5,00	0,01	-	-	-	-	
	Rendah sekali	<4,0	<2,5	<1,0	<0,1	<5		<5	<0,1					
	Rendah	4,1-5,5	2,6-4,0	1,1-2,0	0,11-0,2	5-10		5-10	0,1-0,3					
	Sedang	5,6-7,5	4,1-6,0	2,1-3,0	0,21-0,5	11-15		11-15	0,4-0,5					
	Tinggi	7,6-8	6,1-6,5	3,1-5,0	0,51-0,75	16-25		16-20	0,6-1,0					
	Tinggi Sekali	>8	>6,5	>5,0	>0,75	>25		>20	>1,0					

Sidoarjo, 2 Desember 2020

ANALIS TANAH

MARIA YULITA E. SP  
 NIP. 19700713 200701 2 010



KASIPRODUKSI

FARIDA, SP. M.Agr  
 NIP. 19831207 198501 2 003

## Hasil analisis Tanah Sesudah Perlakuan

### LAPORAN HASIL ANALISIS TANAH LABORATORIUM UPT PENGEMBANGAN AGRIBISNIS TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA BEDALI – LAWANG

No	Asal Contoh Tanah	pH Larut		Bahan Organik			BO %	P2O5 Olsen ppm	Larutan Asam Ac.pH 7.1 N (me)		KTK	Tekstur		
		H2O	KCL	%C	%N	C/N			K	Pasir %		Debu %	Liat %	
1	An Ainun Nadhifah	7,60	-	2,11	0,140	12,43	2,52	10,00	0,23	-	-	-	-	
	Rendah sekali	<4,0	<2,5	<1,0	<0,1	<5		<5	<0,1					
	Rendah	4,1- 5,5	2,6- 4,0	1,1- 2,0	0,11- 0,2	5- 10		5- 10	0,1- 0,3					
	Sedang	5,6- 7,5	4,1- 6,0	2,1- 3,0	0,21- 0,5	11- 15		11- 15	0,4- 0,5					
	Tinggi	7,6- 8	6,1- 6,5	3,1- 5,0	0,51- 0,75	16- 25		16- 20	0,6- 1,0					
	Tinggi Sekali	>8	>6,5	>5,0	>0,75	>25		>20	>1,0					

Sidoarjo, 2 Desember 2020

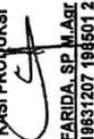
ANALIS TANAH



MARIA YULITA E. SP  
NIP 19700713 200701 2 010



KASI PRODUKSI



FARIDA, SP M. AGR  
NIP 19831207 198501 2 003

### Lampiran 3. Data Tinggi Tanaman

#### Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman (56 HST)

Konsentrasi	Isolat Bakteri	ULANGAN			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
K-	Kontrol	67	73	74	214	71,333
K+	NPK	73	74	78	225	75
10 ml	BPN	73	74	76	223	74,333
	BPF	68	70	72	210	70
	Kombinasi	94	95	97	286	95,333
15ml	BPN	75	76	76	227	75,666
	BPF	76	77	79	232	77,333
	Kombinasi	96	98	99	293	97,666
20ml	BPN	77	79	79	235	78,333
	BPF	78	79	82	239	79,666
	Kombinasi	99	103	108	310	103,333

#### Hasil Uji Normalitas Tinggi Tanaman

##### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggi Tanaman
N		33
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	22.47889156
Most Extreme Differences	Absolute	.103
	Positive	.103
	Negative	-.079
Kolmogorov-Smirnov Z		.590
Asymp. Sig. (2-tailed)		.877

#### Hasil Uji Homogenitas Tinggi Tanaman

##### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: Tinggi\_Tanaman

F	df1	df2	Sig.
3.896	10	22	.004

## Hasil Uji Analisis Varian

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggi\_Tanaman

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4075.879 <sup>a</sup>	10	407.588	94.721	.000
Intercept	201833.368	1	201833.368	4.690E4	.000
Konsentrasi	3235.852	2	1617.926	375.997	.000
Isolat_Bakteri	269.574	3	89.858	20.882	.000
Konsentrasi * Isolat_Bakteri	33.037	4	8.259	1.919	.143
Error	94.667	22	4.303		
Total	224589.000	33			
Corrected Total	4170.545	32			

### Tabel DMRT 5% Isolat Bakteri

#### Tinggi\_Tanaman

Isolat_Bakteri	N	Subset				
		1	2	3	4	5
Duncan <sup>a</sup> Kontrol	3	71.33				
NPK	3		75.00			
BPN	9			79.89		
BPF	9				83.67	
Kombinasi	9					87.33
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

**Tabel DMRT 5% Konsentrasi**

		Tinggi_Tanaman			
Konsent rasi	N	Subset			
		1	2	3	
Duncan <sup>a</sup>	0ml	6	73.17		
	15ml	9		75.78	
	10ml	9		76.00	
	20ml	9			99.11
	Sig.		1.000	.832	1.000

**Lampiran 4. Data Bobot Basah Akar (60 HST)****Hasil Pengamatan Bobot Basah Akar**

Konsentrasi	Isolat Bakteri	ULANGAN			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
K-	Kontrol	3	2	2	7	2.333333
K+	NPK	3	3	2	8	2.666667
10 ml	BPN	3	3	2	8	2.666667
	BPF	2	2	3	7	2.333333
	Kombinasi	4	4	3	11	3.666667
15ml	BPN	3	4	3	10	3.333333
	BPF	3	2	3	8	2.666667
	Kombinasi	2	3	3	8	2.666667
20ml	BPN	2	4	3	9	3
	BPF	4	3	4	11	3.666667
	Kombinasi	4	4	3	11	3.666667

## Hasil Uji Normalitas Bobot Basah Akar

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Bobot Basah Akar
N		33
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.57058417
Most Extreme Differences	Absolute	.094
	Positive	.065
	Negative	-.094
Kolmogorov-Smirnov Z		.541
Asymp. Sig. (2-tailed)		.932

## Hasil Uji Homogenitas Bobot Basah Akar

### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable:Bobot\_Basah\_Akar

F	df1	df2	Sig.
2.228	10	22	.056

## Hasil Uji Analisis Varian

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Bobot\_Basah\_Akar

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	21.145 <sup>a</sup>	10	2.115	10.886	.000
Intercept	184.009	1	184.009	947.314	.000
Konsentrasi	8.659	2	4.329	22.288	.000
Isolat_Bakteri	5.174	3	1.725	8.878	.000
Konsentrasi * Isolat_Bakteri	1.939	4	.485	2.496	.072
Error	4.273	22	.194		
Total	238.220	33			
Corrected Total	25.419	32			

### Hasil Uji DMRT 5% Isolat Bakteri

**Bobot\_Basah\_Akar**

Isolat_Bakteri	N	Subset		
		1	2	3
Duncan <sup>a</sup> Kontrol	3	1.6333		
NPK	3	1.7333		
BPN	9		2.3667	
BPF	9		2.4778	
Kombinasi	9			3.3444
Sig.		.723	.694	1.000

### Hasil Uji DMRT 5% Konsentrasi

**Bobot\_Basah\_Akar**

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
Duncan <sup>a</sup> 0ml	6	1.6833		
10ml	9	1.9778		
15ml	9		2.8667	
20ml	9			3.3444
Sig.		.195	1.000	1.000

## Lampiran 5. Data Bobot Kering Akar

### Hasil Pengamatan Bobot Kering Akar (60 HST)

Konsentrasi	Isolat Bakteri	ULANGAN			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
K-	Kontrol	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1
K+	NPK	0.2	0.2	0.1	0.5	0.166667
10 ml	BPN	0.1	0.2	0.1	0.4	0.133333
	BPF	0.1	0.2	0.2	0.5	0.166667
	Kombinasi	0.3	0.3	0.2	0.8	0.266667
15ml	BPN	0.2	0.3	0.2	0.7	0.233333
	BPF	0.1	0.2	0.1	0.4	0.133333
	Kombinasi	0.1	0.2	0.2	0.5	0.166667
20ml	BPN	0.2	0.3	0.2	0.7	0.233333
	BPF	0.3	0.2	0.3	0.8	0.266667
	Kombinasi	0.2	0.3	0.3	0.8	0.266667

### Hasil Uji Normalitas Bobot Kering Akar

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Bobot Kering Akar
N		33
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.06607902
Most Extreme Differences	Absolute	.212
	Positive	.212
	Negative	-.105
Kolmogorov-Smirnov Z		1.220
Asymp. Sig. (2-tailed)		.102

### Hasil Uji Homogenitas Bobot Kering Akar

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: Bobot\_Kering\_Akar

F	df1	df2	Sig.
7.748	10	22	.256

## Hasil Uji Analisis Varian

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Bobot\_Kering\_Akar

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.206 <sup>a</sup>	10	.021	14.086	.000
Intercept	.371	1	.371	253.424	.000
Konsentrasi	.071	2	.036	24.303	.000
Isolat_Bakteri	.080	3	.027	18.149	.000
Konsentrasi * Isolat_Bakteri	.031	4	.008	5.233	.004
Error	.032	22	.001		
Total	.685	33			
Corrected Total	.238	32			

## Hasil Uji DMRT 5% Isolat Bakteri

### Bobot\_Kering\_Akar

Isolat_Bakteri	N	Subset	
		1	2
Duncan <sup>a</sup> Kontrol	3	.06	
NPK	3	.06	
BPF	9	.08	
BPN	9	.10	
Kombinasi	9		.21
Sig.		.123	1.000

## Hasil Uji DMRT 5% Konsentrasi

### Bobot\_Kering\_Akar

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
Duncan <sup>a</sup> 0ml	6	.06		
10ml	9	.08	.08	

15ml	9		.11	
20ml	9			.20
Sig.		.348	.076	1.000

### Hasil Uji DMRT Interaksi Isolat Bakteri dan Konsentrasi

#### Bobot\_Kering\_Akar

Perlakuan	n	N	Subset		
			1	2	3
Duncan <sup>a</sup>					
K10BN	3	3	.04		
K0-	3	3	.06		
K0+	3	3	.06		
K10BF	3	3	.07		
K15BF	3	3	.08		
K15BN	3	3	.09		
K20BF	3	3	.10	.10	
K10K	3	3	.12	.12	
K15K	3	3		.17	
K20BN	3	3		.17	
K20K	3	3			.33
Sig.			.052	.050	1.000

## Lampiran 6. Data Bobot Kering Tajuk

### Hasil Pengamatan Bobot Kering Tajuk (60 HST)

Konsentrasi	Isolat Bakteri	ULANGAN			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
K-	Kontrol	2.7	1.4	3	7.1	2.366667
K+	NPK	2.3	2	2.5	6.8	2.266667
10 ml	BPN	2.8	2	4.1	8.9	2.966667
	BPF	3.7	2.7	2.4	8.8	2.933333
	Kombinasi	4	2.4	2.9	9.3	3.1
15ml	BPN	1.5	4.3	2.8	8.6	2.866667
	BPF	4.6	3.6	3.4	11.6	3.866667
	Kombinasi	2.1	4.4	5.1	11.6	3.866667
20ml	BPN	3.2	3.9	2.7	9.8	3.266667
	BPF	4.1	3.5	4.4	12	4
	Kombinasi	2.6	2.3	3.3	8.2	2.733333

### Hasil Uji Normalitas Bobot Kering Tajuk

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Bobot Kering Tajuk
N		33
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.55293081
Most Extreme Differences	Absolute	.096
	Positive	.068
	Negative	-.096
Kolmogorov-Smirnov Z		.550
Asymp. Sig. (2-tailed)		.923

### Hasil Uji Homogenitas Bobot Kering Tajuk

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: Bobot\_Kering\_Tajuk

F	df1	df2	Sig.
1.278	10	22	.301

## Hasil Uji Analisis Varian

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Bobot\_Kering\_Tajuk

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	16.208 <sup>a</sup>	10	1.621	6.620	.000
Intercept	321.867	1	321.867	1.315E3	.000
Konsentrasi	6.269	2	3.134	12.802	.000
Isolat_Bakteri	4.456	3	1.485	6.066	.004
Konsentrasi * Isolat_Bakteri	1.409	4	.352	1.439	.255
Error	5.387	22	.245		
Total	383.610	33			
Corrected Total	21.595	32			

## Hasil Uji DMRT 5% Isolat Bakteri

### Bobot\_Kering\_Tajuk

Isolat_Bakteri	N	Subset	
		1	2
Duncan <sup>a</sup> Kontrol	3	2.37	
NPK	3	2.77	
BPN	9	2.94	
BPF	9		3.60
Kombinasi	9		3.89
Sig.		.093	.366

### Hasil Uji DMRT 5% Konsentrasi

**Bobot\_Kering\_Tajuk**

Konsent rasi	N	Subset		
		1	2	3
Duncan <sup>a</sup>				
0ml	6	2.57		
10ml	9	2.87		
15ml	9		3.52	
20ml	9			4.04
Sig.		.238	1.000	1.000

### Lampiran 7. Data Jumlah Daun

#### Hasil Pengamatan Jumlah Daun (56 HST)

Konsentrasi	Isolat Bakteri	ULANGAN			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
K-	Kontrol	35	30	26	91	30.33333
K+	NPK	27	26	30	83	27.66667
10 ml	BPN	26	29	26	81	27
	BPF	26	32	33	91	30.33333
	Kombinasi	33	35	28	96	32
15ml	BPN	29	26	28	83	27.66667
	BPF	35	32	27	94	31.33333
	Kombinasi	25	38	34	97	32.33333
20ml	BPN	27	27	29	83	27.66667
	BPF	38	49	46	133	44.33333
	Kombinasi	39	40	41	120	40

### Hasil Uji Normalitas Jumlah Daun

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Jumlah_Daun
N		33
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	5.17357101
Most Extreme Differences	Absolute	.137
	Positive	.137
	Negative	-.090
Kolmogorov-Smirnov Z		.788
Asymp. Sig. (2-tailed)		.563

### Hasil Uji Homogenitas Jumlah Daun

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable:Jumlah\_Daun

F	df1	df2	Sig.
2.095	10	22	.071

### Hasil Uji Analisis Varian Jumlah Daun

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Jumlah\_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	952.061 <sup>a</sup>	10	95.206	8.655	.000
Intercept	30608.534	1	30608.534	2.783E3	.000
Konsentrasi	350.296	2	175.148	15.923	.000
Isolat_Bakteri	401.407	3	133.802	12.164	.000
Konsentrasi * Isolat_Bakteri	144.593	4	36.148	3.286	.030
Error	242.000	22	11.000		
Total	34476.000	33			
Corrected Total	1194.061	32			

### Hasil Uji DMRT 5% Isolat Bakteri

Jumlah\_Daun

Duncan <sup>a</sup>	Isolat_Bakteri	N	Subset	
			1	2
	BPN	9	27.00	
	NPK	3	27.67	
	Kontrol	3	30.33	
	Kombinasi	9		34.78
	BPF	9		35.33
	Sig.		.146	.794

### Hasil Uji DMRT 5% Konsentrasi

Jumlah\_Daun

Duncan <sup>a</sup>	Konsent rasi	N	Subset	
			1	2
	0ml	6	29.00	
	10ml	9	29.44	
	15ml	9	30.22	
	20ml	9		37.44
	Sig.		.494	1.000

### Hasil Uji Duncan Interaksi Isolat Dan Konsentrasi

		Jumlah_Daun		
Perlakuan	n	N	Subset	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	K10BN	3	26.00	
	K15BN	3	27.00	
	K0+	3	27.67	
	K20BN	3	28.00	
	K0-	3	30.33	
	K10BF	3	30.33	
	K15BF	3	31.33	
	K10K	3	32.00	
	K15K	3	32.33	
	K20K	3		40.00
	K20BF	3		44.33
	Sig.			.055

### Lampiran 8. Data Jumlah Bintil Akar Efektif

#### Hasil Pengamatan Jumlah Bintil Akar Efektif (60 HST)

Konsentrasi	Isolat Bakteri	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
K-	Kontrol	5	5	6	16	5.333333
K+	NPK	4	3	4	11	3.666667
10 ml	BPN	6	6	5	17	5.666667
	BPF	5	5	6	16	5.333333
	Kombinasi	5	6	5	16	5.333333
15ml	BPN	5	6	5	16	5.333333
	BPF	6	5	5	16	5.333333
	Kombinasi	4	6	6	16	5.333333
20ml	BPN	5	8	6	19	6.333333
	BPF	7	5	6	18	6
	Kombinasi	4	5	5	14	4.666667

### Hasil Uji Normalitas Jumlah Bintil Akar Efektif

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Jumlah Bintil Akar Efektif
N		33
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.53094198
Most Extreme Differences	Absolute	.230
	Positive	.230
	Negative	-.190
Kolmogorov-Smirnov Z		1.322
Asymp. Sig. (2-tailed)		.061

### Hasil Uji Homogenitas Jumlah Bintil Akar Efektif

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable:Jumlah\_Bintil\_Akar\_\_Efektif

F	df1	df2	Sig.
1.867	10	22	.107

### Hasil Uji Analisis Varian

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Jumlah\_Bintil\_Akar\_\_Efektif

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	41.879 <sup>a</sup>	10	4.188	9.213	.000
Intercept	894.815	1	894.815	1.969E3	.000
Konsentrasi	13.407	2	6.704	14.748	.000
Isolat_Bakteri	.519	3	.173	.380	.768
Konsentrasi * Isolat_Bakteri	.370	4	.093	.204	.934
Error	10.000	22	.455		
Total	1089.000	33			
Corrected Total	51.879	32			

### Hasil Uji DMRT 5% Isolat Bakteri

**Jumlah\_Bintil\_Akar\_Efektif**

Duncan <sup>a</sup>	Isolat_Bakteri	N	Subset	
			1	2
	Kontrol	3	3.67	
	NPK	3	3.67	
	BPF	9		5.89
	Kombinasi	9		6.00
	BPN	9		6.22
	Sig.		1.000	.469

### Hasil Uji DMRT 5% Konsentrasi

**Jumlah\_Bintil\_Akar\_Efektif**

Duncan <sup>a</sup>	Konsentrasi	N	Subset		
			1	2	3
	0ml	6	3.67		
	10ml	9		5.33	
	15ml	9		5.78	
	20ml	9			7.00
	Sig.		1.000	.201	1.000

## Lampiran 9. Data Berat Kering Bintil Akar Efektif

### Hasil Pengamatan Berat Kering Bintil Akar Efektif (60 HST)

Konsentrasi	Isolat Bakteri	ULANGAN			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
K-	Kontrol	0.04	0.04	0.06	0.14	0.046667
K+	NPK	0.05	0.04	0.04	0.13	0.043333
10 ml	BPN	0.05	0.05	0.04	0.14	0.046667
	BPF	0.04	0.04	0.07	0.15	0.05
	Kombinasi	0.04	0.06	0.04	0.14	0.046667
15ml	BPN	0.04	0.05	0.05	0.14	0.046667
	BPF	0.05	0.06	0.06	0.17	0.056667
	Kombinasi	0.03	0.05	0.05	0.13	0.043333
20ml	BPN	0.04	0.1	0.08	0.22	0.073333
	BPF	0.06	0.05	0.05	0.16	0.053333
	Kombinasi	0.03	0.04	0.04	0.11	0.036667

### Hasil Uji Normalitas Berat Kering Bintil Akar Efektif

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Berat Kering Bintil Akar Efektif
N		33
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.00960543
Most Extreme Differences	Absolute	.120
	Positive	.120
	Negative	-.074
Kolmogorov-Smirnov Z		.691
Asymp. Sig. (2-tailed)		.727

### Hasil Uji Homogenitas Berat Kering Bintil Akar Efektif

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent

Variable: Berat\_Kering\_Bintil\_Akar\_Efektif

F	df1	df2	Sig.
1.795	10	22	.121

## Hasil Uji Analisis Varian

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Berat\_Kering\_Bintil\_Akar\_Efektif

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.004 <sup>a</sup>	10	.000	5.965	.000
Intercept	.081	1	.081	1.166E3	.000
Konsentrasi	.003	2	.002	21.894	.000
Isolat_Bakteri	.000	3	.000	2.055	.136
Konsentrasi * Isolat_Bakteri	.000	4	.000	1.727	.180
Error	.002	22	6.970E-5		
Total	.094	33			
Corrected Total	.006	32			

### Hasil Uji DMRT 5% Isolat Bakteri

#### Berat\_Kering\_Bintil\_Akar\_Efektif

Isolat_Bakteri	N	Subset	
		1	2
Duncan <sup>a</sup> Kontrol	3	.04	
BPF	9	.05	.05
NPK	3	.05	.05
Kombinasi	9	.05	.05
BPN	9		.06
Sig.		.136	.136

### Hasil Uji DMRT 5% Konsentrasi

Berat\_Kering\_Bintil\_Akar\_Efektif

	Konsentrasi	N	Subset	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	10ml	9	.04	
	0ml	6	.05	
	15ml	9	.05	
	20ml	9		.07
	Sig.		.326	1.000

## Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian

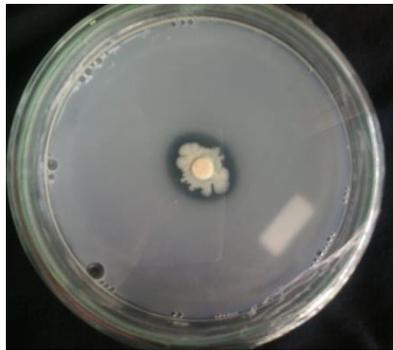
### DOKUMENTASI



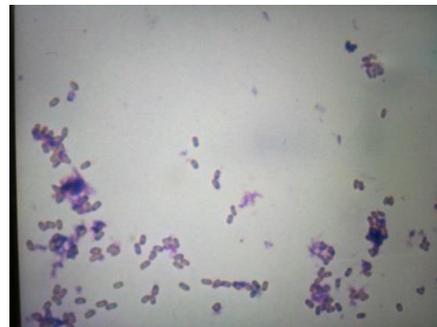
Isolat Bakteri Penambat Nitrogen  
(*Rhizobium radiobacter*)



Isolat Bakteri Pelarut Fosfat  
(*Pseudomonas sp.*)



Screening bakteri penambat nitrogen  
terdapat holozone (zona bening)



Screening bakteri pelarut fosfat dengan  
pewarnaan gram



Pengamatan dibawah mikroskop  
menggunakan haemocytometer



Hasil pengamatan dengan perbesaran  
10 x



Peremajaan bakteri



Formulasi *Biofertilizer* di shaker selama 5 hari dengan kecepatan 120 rpm



Media tanah diayak untuk mendapatkan tanah yang seragam



Proses sterilisasi tanah menggunakan formaldehid 5% selama 7 hari



Benih direndam selama 15 menit untuk memecah masa dormansi



Penanaman biji kedelai kedalam polybag



Persiapan media tanam setelah disterilisasi



Inokulasi bakteri pada tanah



Pewarnaan gram



Tanaman kedelai mulai muncul tunas



Tanaman kedelai mulai muncul bunga



Tanaman kedelai berumur 60 hari  
(mulai muncul buah)



Pemasangan ajir pada tanaman kedelai



Penyemprotan pestisida nabati untuk pengendalian hama



Proses penimbangan bintil akar efektif



Proses memasukkan potongan daun, batang dan akar kedalam amplop



Proses menimbang berat kering bintil akar



Proses pengeringan batang, daun dan akar tanaman kedalam oven



Proses pengukuran berat kering akar



Proses pengukuran berat kering tanaman



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933  
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: [biologi@uin-malang.ac.id](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

### BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ainun Nadhifah  
NIM : 15620043  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Genap TA. 2020/2021  
Pembimbing : Prilya Dewi Fitriasari, M.Si  
Judul Skripsi : **Aplikasi Bakteri Penambat Nitrogen Dan Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanaman Kedelai (Glycine Max L.) Varietas Dega 1 Sebagai Agen Biofertilizer**

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1	31-01-19	Konsultasi judul penelitian	
2	11-02-19	Konsultasi BAB I	
3	15-02-19	Konsultasi BAB II	
4	27-03-19	Konsultasi BAB III	
5	10-04-19	Konsultasi BAB I, II, III	
6	09-08-19	ACC Proposal	
7	19-11-20	Revisi Seminar Proposal	
8	22-12-20	Konsultasi BAB IV dan V	
9	27-12-20	Revisi BAB IV dan V	
10	26-01-201	Revisi BAB I,II,III,IV dan V	
11	04-01-21	ACC Skripsi	

Malang, 04-02-2021

Ketua Program Studi Biologi,

Pembimbing Skripsi,

Prilya Dewi Fitriasari, M. Si  
NIP. 19890816201601082061



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 197410182003122002



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933  
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: [biologi@uin-malang.ac.id](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

**BUKTI KONSULTASI AGAMA SKRIPSI**

Nama : Ainun Nadhifah  
NIM : 15620043  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Genap TA. 2020/2021  
Pembimbing : Dr. Ahmad Barizi, M.A  
Judul Skripsi : **Aplikasi Bakteri Penambat Nitrogen Dan Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.*) Varietas Dega 1 Sebagai Agen *Biofertilizer***

No	Tanggal Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1	090819 Konsultasi integrasi BAB I II	
2	041019 Revisi integrasi	
3	061019 ACC proposal seminar	
4	050221 Konsultasi integrasi skripsi	
5	080221 Acc skripsi	

Malang, 05-02-2021

Pembimbing Skripsi,

**Dr. H. Ahmad Barizi, M.A**  
NIP. 19731212 199803 1 008

Ketua Program studi Biologi,

**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P**  
NIP. 197410182003122002