

# PENGARUH JENIS RIZOBAKTERI PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN SEBAGAI BIOFERTILIZER DAN VARIETAS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L. Merill.)

## THE EFFECT OF RHIZOBACTERIA TYPES OF PLANT GROWTH AS BIOFERTILIZER AND VARIETIES ON GROWTH AND YIELD OF SOYBEAN PLANTS (*Glycine max* L. Merill.)

Halimursyadah<sup>1\*</sup>, Reza Kartika Harahap<sup>1</sup>, Syamsuddin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala  
Jl. Teuku Hasan Kreung Kalee No.3 Kota Banda Aceh, Aceh 23111

\*E-mail: rhalimursyadah@yahoo.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis rizobakteri dan varietas yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Jurusan Agroteknologi dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, dari bulan Maret sampai Juli 2018. Unit-unit penelitian disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial 7x2 dengan 2 ulangan dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur taraf 5% pada hasil uji F yang signifikan. Faktor pertama adalah jenis rizobakteri yang terdiri dari 7 taraf yaitu tanpa rizobakteri, *Azotobacter* sp., *Necercia* sp., *Pseudomonas capacia*, *Pseudomonas dimuta*, *Flavobacterium* sp., *Bacillus firmus*. Faktor kedua adalah jenis varietas kedelai dengan 2 taraf yaitu= varietas Anjasmoro dan V<sub>2</sub>= varietas Bener Meriah. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan jenis rizobakteri berpengaruh sangat nyata pada tinggi tanaman 28 hari setelah tanam dan 42 hari setelah tanam, jumlah biji per tanaman, bobot brangkasan basah, bobot brangkasan kering, volume akar dan potensi hasil serta berpengaruh nyata pada tinggi tanaman 14 hari setelah tanam dan jumlah polong yaitu jenis rizobakteri *Necercia* sp. dan *Pseudomonas capacia*. Perlakuan jenis varietas berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah polong dan bobot 100 butir serta berpengaruh nyata terhadap jumlah biji per tanaman, bobot brangkasan basah, bobot brangkasan kering dan volume akar yaitu varietas Bener Meriah. Terdapat interaksi sangat nyata antara jenis rizobakteri dan varietas terhadap bobot brangkasan basah dan volume akar serta berpengaruh nyata terhadap bobot brangkasan kering yaitu rizobakteri jenis *Necercia* sp. dan *Pseudomonas capacia* dengan varietas Bener Meriah.

Kata kunci: rizobakteri, varietas, biofertilizer, kedelai.

### ABSTRACT

This study aims to determine the effect of rhizobacteria and varieties that can increase the growth and yield of soybean plants. The research was carried out at the Laboratory of Seed Science and Technology of the Agro technology Department, Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University, Banda Aceh, from March to June 2018. The research units were arranged based on Completely Randomized Design 7x2 factorial pattern with 2 replications and continued with a Honest Significance Difference test level of 5% on significant F test results. The first factor is the type of rhizobacteria which consists of 7 levels namely without rhizobacteria, *Azotobacter* sp., *Necercia* sp., *Pseudomonas capacia*, *Pseudomonas dimuta*, *Flavobacterium* sp., *Bacillus firmus*. The second factor is the type of soybean varieties with 2 levels, namely Anjasmoro variety and Bener Meriah variety. The results showed that the treatment of rhizobacteria was very significant at the plant height measurements of 28 days and 42 days after planting, the number of seeds per plant, wet stover weight, dry stover weight, root volume and yield potential and a significant effect on 14 days after planting plant height and number of pods i.e. type of rhizobacteria *Necercia* sp. and *Pseudomonas capacia*. Treatment of varieties had a very significant effect on the number of pods and weight of 100 grains and significantly affected the number of seeds per plant, wet stover weight, dry stover weight and root volume, namely Bener Meriah variety. There is a very real interaction between rhizobacteria types and varieties on benchmark of wet stover weight, root volume, and also on benchmark of dry stover weight namely Rhizobacteria treatment of type *Necercia* sp. and *Pseudomonas capacia* with Bener Meriah variety.

Keywords: rhizobacteria, varieties, biofertilizer, soybeans.

## 1. PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu komoditas strategis dan tanaman pangan penting di Indonesia setelah beras dan jagung yang baik untuk dikembangkan karena sangat dibutuhkan oleh penduduk Indonesia sebagai sumber protein nabati. Menurut Irwan (2006), kandungan gizi pada kedelai yaitu protein 30-50%, lemak 15-25% dan beberapa bahan gizi penting lainnya, seperti vitamin (asam fitat) dan lesitin. Kebutuhan masyarakat terhadap kedelai setiap tahun semakin meningkat, namun produksi kedelai nasional tidak dapat memenuhi permintaan tersebut.

Produksi kedelai di Indonesia tahun 2015 sebanyak 963.100 ton biji kering, meningkat sebanyak 8.100 ton (0,85%) dibandingkan tahun 2014, namun produksi kedelai Indonesia tahun 2016 telah mengalami penurunan sebanyak 885.580 ton biji kering atau terjadi penurunan sebesar 77.610 ton (8,06%) dibandingkan tahun 2015 (Badan Pusat Statistik, 2015). Penurunan produksi kedelai salah satunya dikarenakan semakin berkurangnya sumber daya lahan yang subur karena penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus.

Oleh karena itu, upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman yaitu dengan memanfaatkan mikroorganisme Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman (RPPT) atau *Plant Growth Promoting Rhizobakteria* (PGPR) sebagai biofertilizer yang menguntungkan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga meningkatkan produksi. Pengertian pupuk hayati atau *biofertilizer* secara umum adalah substansi yang mengandung mikroba hidup yang ketika diaplikasikan pada benih, permukaan tanah atau tanaman dapat memacu pertumbuhan tanaman (Vessey, 2003). Rizobakteri itu sendiri merupakan kelompok bakteri yang hidup dan berkembang di daerah rizosfer tanaman dan berpotensi meningkatkan produktivitas dan pertumbuhan tanaman (Gray dan Smith, 2005).

Secara umum, fungsi dari RPPT adalah (1) sebagai biostimulant yaitu sebagai pemacu tumbuh tanaman, (2) sebagai biofertilizer yaitu sebagai pelarut unsur

hara bagi tanaman, dan (3) sebagai bioprotektan yaitu sebagai pelindung dari serangan patogen (Husein dkk., 2009).

Isolat bakteri pemacu pertumbuhan dari kelompok *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Azospirillum* sp. juga telah terbukti dapat memacu pertumbuhan dan produksi padi dan jagung di rumah kaca dan di lapang (Hamim dkk., 2008). Pada tanaman kedelai aplikasi pupuk hayati dapat menekan kebutuhan pupuk nitrogen sampai 100%, fosfor 25-50% dan kalium 50% dari takaran anjuran sedangkan pada tanaman kacang tanah, aplikasi pupuk hayati dapat menekan kebutuhan pupuk NPK sampai 25-50% dan meningkatkan hasil (Damanik dkk., 2011). Inokulasi isolat *Bacillus* sp. dilaporkan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kandungan mineral daun pisang (Jaizme dkk., 2004) sedangkan isolat *B. licheniformis* dan *B. pumillus* meningkatkan pertumbuhan bibit tomat dan cabai (Garcia dkk., 2004). Inokulasi isolat *Bacillus* sp. pada bibit padi meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi hingga 43%, sedangkan inokulasi *P. fluorescens* meningkatkan produksi hingga 100% (Thakuria dkk., 2004).

Peningkatan pertumbuhan tanaman oleh rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman dapat terjadi melalui satu atau lebih mekanisme yang terkait dengan karakter fisiologis rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman dan kondisi di lingkungan rizosfir. Beberapa peneliti melaporkan bahwa rizobakteri dari kelompok *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp., mampu melarutkan fosfat dan mensintesis hormon IAA (Sutariati, 2006), giberelin (Joo dkk., 2005) dan sitokinin (Timmusk dkk., 2005). Sedangkan kelompok *Serratia* spp. selain mampu meningkatkan ketersediaan P juga dapat memfiksasi nitrogen (Gholami dkk., 2008) dan mampu mensintesis IAA (El-Azeem dkk., 2007).

Penggunaan varietas tanaman dalam pengaplikasian teknik budidaya juga perlu diperhatikan guna menghasilkan produksi tanaman yang tinggi. Setiap varietas tanaman mempunyai daya toleransi yang berbeda-beda terhadap pengelolaannya. Pada budidaya tanaman, varietas-varietas yang digunakan adalah varietas yang

mempunyai daya toleransi yang baik terhadap lingkungan (Harjadi, 1998). Banyak kedelai varietas unggul nasional yang telah dilepas oleh pemerintah dalam rangka upaya peningkatan produksi, tetapi saat ini masih banyak kedelai varietas lokal Aceh yang dibudidaya oleh petani, hal tersebut dikarenakan varietas lokal Aceh mempunyai daya adaptasi yang baik pada daerah-daerah tersebut, dimana varietas unggul nasional yang dilepas belum cocok dibudidayakan pada lahan tersebut (Putra, 2014). Beberapa varietas lokal Aceh yang dibudidayakan pada saat ini antara lain Kipas Merah, Kipas Putih, Bener Meriah dan Limbo. Sedangkan varietas unggul yang disukai petani adalah varietas Anjasmoro, Sinabung, Tanggamus, Kedelai Hitam dan Ijen (Yulianto, 2010).

Berdasarkan pernyataan diatas, oleh karena itu perlu dilakukannya penelitian mengenai pengaruh jenis rizobakteri pemacu pertumbuhan sebagai *biofertilizer* dan varietas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

## 2. MATERIAL DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2018. Alat-alat yang digunakan adalah *spektrofotometer*, *laminar air flow cabinet*, oven listrik, lampu bunsen, cawan petri, erlenmeyer, gelas ukur, spatula, *germinator*, jarum ose, *autoclave*, kertas label, pisau, timbangan analitik, gunting, penggaris, sarung tangan, kompor gas, pot plastik hitam volume 10 kg, cangkul, pengayak tanah, ember. Bahan yang digunakan adalah isolat rizobakteri *Azotobacter* sp., *Necercia* sp., *Pseudomonas capacia*, *Pseudomonas dimuta*, *Flavobacterium* sp., *Bacillus firmus*, benih kedelai varietas Anjasmoro dan varietas Bener Meriah, tanah *top soil*, pupuk kandang, basamid 98, kentang, *aluminium foil*, agar powder, *dextrose*, *plastic wrap*, alkohol 95%, aquades, terpal hitam.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial. Faktor

pertama adalah jenis rizobakteri pada biofertilizer (R) yang terdiri dari 7 taraf yaitu  $R_0$ = tanpa rizobakteri,  $R_1$ = *Azotobacter* sp.,  $R_2$ = *Necercia* sp.,  $R_3$ = *P. capacia*,  $R_4$ = *P. dimuta*,  $R_5$ = *Flavobacterium* sp.,  $R_6$ = *Bacillus firmus*. Faktor kedua yaitu jenis varietas kedelai dengan dua taraf yaitu  $V_1$ = varietas Anjasmoro dan  $V_2$ = varietas Bener Meriah. Dengan demikian terdapat 14 kombinasi perlakuan. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak dua kali, sehingga terdapat 28 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan diulang sebanyak 5 kali sehingga terdapat 140 unit percobaan. Data hasil penelitian akan dianalisis menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

Benih kedelai sebelum ditanam diberi perlakuan rizobakteri yang telah ditumbuhkan sebelumnya pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang diinkubasi selama 48 jam. Koloni rizobakteri yang tumbuh kemudian disuspensikan dalam aquades steril sebanyak 50 ml sampai kerapatan populasi rizobakteri mencapai  $10^9$  cfu/ml atau setara dengan pembacaan nilai absorban  $OD_{600} = 0,192$  menggunakan sprektrofotometer. Selanjutnya benih direndam selama 24 jam di dalam suspense rizobakteri kemudian disaring dan diditanam.

Benih kedelai ditanam dengan menggunakan pinset pada media tanam steril. Media tanam disterilkan menggunakan Basamid G dengan cara campuran tanah dan pupuk kandang dibuat tumpukan setebal 20 cm, kemudian ditaburi Basamid G sebanyak 20 g per m<sup>2</sup> Selanjutnya ditutup dengan plastik hitam dan dibiarkan selama 14 hari, baru diisi ke dalam pot plastik volume 10 kg. Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman 2 kali sehari, pemupukan, pengendalian HPT dan penyiangan gulma. Pemupukan dilaksanakan pada saat tanam sebagai pupuk dasar dengan dosis Urea 50 kg Ha<sup>-1</sup> (0,3075), SP36 60 kg Ha<sup>-1</sup> (0,369 g) dan KCl 70 kg Ha<sup>-1</sup> (0,4305 g). Pengendalian OPT menggunakan pestisida Dithane dengan dosis 1 ml L<sup>-1</sup> air.

Pemanenan kedelai dilakukan jika ciri-ciri tanaman kedelai siap panen sudah terlihat yaitu daun (90-95%) sudah

menguning kecoklatan lalu gugur, batang sudah kering, berwarna kuning agak coklat dan gundul serta buah kuning kecoklatan dan retak-retak, atau polong sudah kelihatan tua (Ratnasari dkk., 2015).

Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman (cm) dan jumlah daun (helai) umur 14 HST, 28 HST dan 42 HST, umur berbunga (HST), jumlah polong (buah), jumlah biji per tanaman (biji), bobot 100 butir biji (g), bobot brangkas basah (g), bobot brangkas kering (g), volume akar (ml) dan potensi hasil (ton ha<sup>-1</sup>).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN METODE

#### Pengaruh Jenis Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman Terhadap Tolok Ukur Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai

##### a. Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis rizobakteri terhadap tinggi tanaman kedelai umur 28 HST dan 42 HST berpengaruh sangat nyata, sedangkan tinggi tanaman kedelai pada umur 14 HST hanya berpengaruh nyata.

**Tabel 1.** Rata-rata tinggi tanaman (cm) kedelai umur 14, 28, dan 42 HST akibat perlakuan beberapa jenis rizobakteri

Jenis Rizobakteri	Tinggi Tanaman Kedelai (cm)		
	14 HST	28 HST	42 HST
Tanpa Rizobakteri (R <sub>0</sub> )	17,55 ab	22,89 a	37,17 a
<i>Azotobacter</i> sp. (R <sub>1</sub> )	17,40 ab	30,74 abc	40,10 a
<i>Necercia</i> sp. (R <sub>2</sub> )	22,07 b	35,21 bc	52,26 b
<i>P.capacia</i> (R <sub>3</sub> )	15,10 a	29,62 ab	43,62 ab
<i>P.dimuta</i> (R <sub>4</sub> )	21,05 ab	39,06 c	49,26 ab
<i>Flavobacterium</i> sp. (R <sub>5</sub> )	15,75 ab	36,10 bc	45,60 ab
<i>Bacillus firmus</i> (R <sub>6</sub> )	16,53 ab	33,91 bc	48,71 ab
BNJ 0,05	6,39	8,67	12,10

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf  $\alpha = 0,05$ .

Tabel 1 menunjukkan bahwa Jenis rizobakteri *Necercia* sp. dan *Pseudomonas dimuta* merupakan perlakuan terbaik diantara perlakuan jenis rizobakteri lainnya. Hal ini dikarenakan rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui beberapa mekanisme yang terkait dengan karakter fisiologis rizobakteri. Salah satu karakter fisiologis yang dimiliki rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman yaitu mampu menghasilkan suatu senyawa yang dapat berperan meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen yaitu senyawa asam indol asetat atau *Indole-3-Acetic Acid* (IAA). Pernyataan tersebut sejalan dengan Reetha dkk, (2014) yang menyatakan bahwa kelompok rizobakteri *Pseudomonas* sp. dan *Necercia* sp. diyakini sebagai rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman yang efektif dalam meningkatkan pertumbuhan karena memiliki kemampuan memproduksi auksin dengan konsentrasi lebih tinggi dibandingkan *Bacillus*.

Menurut Shokri dan Emtiazi (2010), IAA merupakan anggota utama dari kelompok auksin yang mengendalikan banyak proses fisiologis penting termasuk pembesaran dan pembelahan sel, deferensiasi jaringan dan respon terhadap cahaya dan gravitasi. Auksin menginduksi protein yang ada di membran sel untuk memompa ion H<sup>+</sup> ke dinding sel sehingga menginisiasi pemajangan sel (Taele dkk., 2006). Proses pembesaran sel menghasilkan adanya perpanjangan koleoptil atau batang yang mengakibatkan pertambahan tinggi tanaman.

##### b. Jumlah Daun Trifoliolate

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis rizobakteri berpengaruh tidak nyata terhadap pertambahan jumlah daun trifoliolate tanaman kedelai pada umur 14 HST, 28 HST dan 42 HST. Perlakuan jenis rizobakteri tidak memberikan pengaruh yang nyata secara statistik, namun jumlah daun trifoliolate yang cenderung lebih tinggi dijumpai pada perlakuan rizobakteri jenis *Flavobacterium* sp. (R<sub>5</sub>) yaitu sebesar 6,25 helai, 28,90 helai dan 39,05 helai.

**Tabel 2.** Rata-rata jumlah daun trifoliolate (helai) tanaman kedelai umur 14, 28, dan 42 HST akibat perlakuan beberapa jenis rizobakteri

Jenis Rizobakteri	Jumlah Daun Trifoliolate (helai)		
	14 HST	28 HST	42 HST
Tanpa Rizobakteri (R <sub>0</sub> )	5,70	24,60	32,20
<i>Azotobacter</i> sp. (R <sub>1</sub> )	6,00	21,05	33,00
<i>Necercia</i> sp. (R <sub>2</sub> )	5,00	21,55	33,90
<i>Pseudomonas capacia</i> (R <sub>3</sub> )	5,00	18,85	27,35
<i>Pseudomonas dimuta</i> (R <sub>4</sub> )	6,15	23,05	37,05
<i>Flavobacterium</i> sp. (R <sub>5</sub> )	6,25	28,90	39,05
<i>Bacillus firmus</i> (R <sub>6</sub> )	5,00	21,75	30,65
BNJ 0,05	-	-	-

c. Umur Berbunga, Jumlah Polong Per Tanaman, Jumlah Biji Per Tanaman Kedelai dan Bobot 100 Butir

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis rizobakteri berpengaruh tidak nyata terhadap umur berbunga dan bobot 100 butir, namun berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah polong per tanaman dan jumlah biji per tanaman kedelai, namun umur berbunga yang cenderung lebih cepat dijumpai pada perlakuan rizobakteri jenis *Necercia* sp. (R<sub>2</sub>) yaitu umur 51,90 HST dan bobot 100 butir biji tertinggi dijumpai pada perlakuan rizobakteri jenis *Pseudomonas dimuta* (R<sub>4</sub>) yaitu sebesar 11,24 g.

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai jumlah polong per tanaman kedelai akibat perlakuan beberapa jenis rizobakteri tertinggi dijumpai pada jenis rizobakteri *Pseudomonas capacia* (R<sub>3</sub>) yaitu 69,20 buah. Pada tolak ukur jumlah biji per tanaman tertinggi dijumpai pada jenis rizobakteri *Pseudomonas capacia* (R<sub>3</sub>) yaitu 134,60 biji. Hal ini dikarenakan rizobakteri *Pseudomonas* sp. memiliki kemampuan dalam mensintesis giberelin. Giberelin memiliki peranan dalam proses fisiologi tanaman salah satunya adalah pembungaan. Semakin banyak bunga kedelai terbentuk dan dapat bertahan dari gugurnya bunga maka semakin banyak juga jumlah polong yang akan terbentuk.

**Tabel 3.** Rata-rata umur berbunga (HST), jumlah polong per tanaman (buah), jumlah biji per tanaman kedelai (biji) dan bobot 100 butir (g) akibat perlakuan beberapa jenis rizobakteri

Jenis Rizobakteri	Umur Berbunga (HST)	Jumlah Polong Per Tanaman (buah)	Jumlah Biji Per Tanaman (biji)	Bobot 100 Butir Biji (g)
Tanpa Rizobakteri (R <sub>0</sub> )	47,60	50,90 a	95,95 ab	10,23
<i>Azotobacter</i> sp. (R <sub>1</sub> )	47,35	43,95 a	76,25 a	9,74
<i>Necercia</i> sp. (R <sub>2</sub> )	51,90	53,75 ab	106,00 abc	10,96
<i>Pseudomonas capacia</i> (R <sub>3</sub> )	48,20	69,20 b	134,60 c	12,48
<i>Pseudomonas dimuta</i> (R <sub>4</sub> )	48,05	54,85 ab	115,35 bc	11,24
<i>Flavobacterium</i> sp. (R <sub>5</sub> )	48,10	57,65 ab	103,80 abc	10,59
<i>Bacillus firmus</i> (R <sub>6</sub> )	49,10	49,20 a	99,90 abc	10,99
BNJ 0,05	-	18,00	37,14	-

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf  $\alpha = 0,05$ .

Perbedaan bobot 100 butir biji kedelai dipengaruhi oleh ZPT seperti giberelin dan auksin yang dihasilkan oleh rizobakteri. Selain itu, ketersediaan N dan P dalam tanah yang mendukung proses fotosintesis juga mempengaruhi pengisian biji (Garuda, 2015). Kemampuan melarutkan P yang

dimiliki rizobakteri dapat membuat penyerapan unsur hara P menjadi maksimal. Unsur hara P bermanfaat untuk memperbaiki pembungaan pembentukan buah, dan pembentukan benih serta dapat mengurangi kerontokan buah (Jumin, 2010). Febriyanti dkk. (2015) menyatakan

bahwa penambahan *Pseudomonas* spp. menghasilkan bobot basah polong kacang tanah berbeda nyata dibandingkan perlakuan kontrol (tanpa rizobakteri).

d. Bobot Brangkas Basah, Bobot Brangkas Kering, Volume Akar dan Potensi Hasil

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis rizobakteri berpengaruh sangat nyata terhadap bobot brangkas basah, bobot brangkas

kering, volume akar dan potensi hasil tanaman kedelai.

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai bobot brangkas basah tanaman kedelai dan Nilai volume akar tertinggi dijumpai pada jenis rizobakteri *Necercia* sp. (R<sub>2</sub>) yaitu sebesar 84,48 g dan 15,75 ml. Pada nilai bobot brangkas kering tanaman dan nilai potensi hasil tertinggi dijumpai pada jenis rizobakteri *Pseudomonas capacia* (R<sub>3</sub>) yaitu sebesar 23,05 g dan 3,36 ton ha<sup>-1</sup>.

**Tabel 4.** Rata-rata bobot brangkas basah (g), bobot brangkas kering (g), volume akar (ml) dan potensi hasil (ton ha<sup>-1</sup>) tanaman kedelai akibat perlakuan beberapa jenis rizobakteri

Jenis Rizobakteri	Bobot Brangkas Basah (g)	Bobot Brangkas Kering (g)	Volume Akar (ml)	Potensi Hasil (ton ha <sup>-1</sup> )
Tanpa Rizobakteri (R <sub>0</sub> )	45,74 a	11,75 A	8,75 a	1,93 a
<i>Azotobacter</i> sp. (R <sub>1</sub> )	58,99 ab	16,94 Ab	14,05 bc	1,48 a
<i>Necercia</i> sp. (R <sub>2</sub> )	84,48 c	19,81 B	15,75 c	2,26 ab
<i>Pseudomonas capacia</i> (R <sub>3</sub> )	76,04 bc	23,05 B	11,95 abc	3,36 b
<i>Pseudomonas dimuta</i> (R <sub>4</sub> )	62,31 abc	20,14 B	14,65 bc	2,61 ab
<i>Flavobacterium</i> sp. (R <sub>5</sub> )	46,31 a	17,67 Ab	11,60 ab	2,21 ab
<i>Bacillus firmus</i> (R <sub>6</sub> )	47,18 a	20,03 B	13,60 bc	2,19 ab
BNJ 0,05	22,73	7,59	3,85	3,85

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf  $\alpha = 0,05$

**Pengaruh Jenis Varietas terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai**

a. Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis varietas berpengaruh tidak nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman kedelai pada umur 14 HST, 28 HST dan 42 HST. Perlakuan jenis rizobakteri tidak memberikan pengaruh yang nyata secara statistik, namun tinggi tanaman kedelai yang cenderung lebih tinggi pada umur 14 HST, 28 HST dan 42 HST dijumpai pada perlakuan jenis varietas Bener Meriah yaitu sebesar 18,04 cm, 32,67 cm dan 46,28 cm.

**Tabel 5.** Rata-rata tinggi tanaman (cm) kedelai umur 14, 28, dan 42 HST akibat perlakuan jenis varietas

Jenis Varietas	Tinggi Tanaman Kedelai (cm)		
	14 HST	28 HST	42 HST
Anjasmoro (V <sub>1</sub> )	17,80	32,34	44,21
Bener Meriah (V <sub>2</sub> )	18,04	32,67	46,28
BNJ 0,05	-	-	-

b. Jumlah Daun Trifoliolate

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis varietas berpengaruh tidak nyata terhadap pertambahan jumlah daun trifoliolate tanaman kedelai pada umur 14 HST, 28 HST dan 42 HST. Perlakuan jenis varietas tidak memberikan pengaruh yang nyata secara statistik, namun jumlah daun trifoliolate yang cenderung lebih tinggi pada umur 14 HST, 28 HST dan 42 HST dijumpai pada perlakuan jenis varietas Anjasmoro (V<sub>1</sub>) yaitu sebesar 5,96 helai, 24,54 helai dan 35,33 helai.

**Tabel 6.** Rata-rata jumlah daun trifoliolate (helai) tanaman kedelai umur 14, 28, dan 42 HST akibat perlakuan jenis varietas

Jenis Varietas	Jumlah Daun Trifoliolate (helai)		
	14 HST	28 HST	42 HST
Anjasmoro (V <sub>1</sub> )	5,96	24,54	35,33
Bener Meriah (V <sub>2</sub> )	5,21	21,10	31,30
BNJ 0,05	-	-	-

c. Umur Berbunga, Jumlah Polong per Tanaman, Jumlah Biji Per Tanaman dan Bobot 100 Butir Biji

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis varietas berpengaruh tidak nyata terhadap umur berbunga, namun berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per tanaman dan jumlah biji per tanaman kedelai serta berpengaruh sangat nyata terhadap bobot 100 butir biji.

Tabel 7 menunjukkan bahwa jenis rizobakteri tidak memberikan pengaruh yang nyata secara statistik, namun umur berbunga tanaman kedelai yang cenderung lebih cepat dijumpai pada perlakuan jenis varietas Anjasmoro yaitu umur 48,97 HST. Nilai jumlah polong per tanaman kedelai tertinggi dijumpai pada kedelai varietas Bener Meriah ( $V_2$ ) yaitu 57,34 buah dan pada jumlah biji per tanaman kedelai tertinggi dijumpai pada kedelai varietas Bener Meriah ( $V_2$ ) yaitu 111,14, sedangkan bobot 100 butir biji kedelai tertinggi

dijumpai pada kedelai varietas Anjasmoro ( $V_1$ ) yaitu 12,22 g.

Hal ini dikarenakan ukuran biji varietas Anjasmoro besar dan bobot biji per tanaman juga tinggi sedangkan varietas lokal Bener Meriah memiliki bobot biji per tanaman rendah dan ukuran bijinya juga kecil (Bakhtiar dkk., 2014). Hal ini sesuai dengan pendapat Soegito dan Arifin (2004), indikator lain yang menjadi perbedaan antara varietas adalah faktor genetik, dimana setiap varietas memiliki produksi yang berbeda-beda pula, tergantung kepada sifat varietas tanaman itu sendiri.

Sifat genetik tanaman salah satunya adalah ukuran biji, semakin besar biji maka semakin besar bobot 100 biji serta kemampuannya tanaman mengabsorpsi hara dari lingkungan. Wirnas dkk. (2006) menyatakan bahwa karakter jumlah polong sangat dipengaruhi oleh faktor genetik. Dengan demikian, jika polong banyak maka kemungkinan besar biji yang dihasilkan akan lebih banyak sehingga produksi akan lebih tinggi.

**Tabel 7.** Rata-rata umur berbunga (HST), jumlah polong per tanaman (buah), jumlah biji per tanaman kedelai (biji) dan bobot 100 butir (g) kedelai akibat perlakuan jenis varietas

Jenis Varietas	Umur Berbunga (HST)	Jumlah Polong Per Tanaman (buah)	Jumlah Biji Per Tanaman (biji)	Bobot 100 Butir Biji (g)
Anjasmoro ( $V_1$ )	48,97	51,09 a	97,96 a	12,22 b
Bener Meriah ( $V_2$ )	48,26	57,34 b	111,14 b	9,56 a
BNJ 0,05	-	5,97	12,45	1,27

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf  $\alpha = 0,05$ .

d. Bobot Brangkas Basah, Berangkas Kering, Volume Akar dan Potensi Hasil

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis varietas berpengaruh sangat nyata terhadap bobot brangkas basah, berangkas kering, volume akar tanaman kedelai, namun berpengaruh tidak nyata terhadap potensi hasil.

Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa bobot brangkas basah dan brangkas

kering serta volume akar tanaman kedelai tertinggi dijumpai pada kedelai varietas Bener Meriah ( $V_2$ ) yaitu 64,01 g, 20,12 g, dan 13,83 ml. Perlakuan jenis varietas tidak memberikan pengaruh yang nyata secara statistik, namun potensi hasil yang tertinggi dijumpai pada perlakuan jenis varietas Anjasmoro dengan potensi hasil 2,43 ton ha<sup>-1</sup>.

**Tabel 8.** Rata-rata bobot brangkas basah (g), bobot brangkas kering (g) dan volume akar (ml) dan potensi hasil (ton ha<sup>-1</sup>) tanaman kedelai akibat perlakuan jenis varietas

Jenis Varietas	Bobot Brangkas Basah (g)	Bobot Brangkas Kering (g)	Volume Akar (ml)	Potensi Hasil (ton ha <sup>-1</sup> )
Anjasmoro ( $V_1$ )	56,29 a	16,80 a	12,09 a	2,43
Bener Meriah ( $V_2$ )	64,01 b	20,12 b	13,80 b	2,15
BNJ 0,05	7,62	2,54	1,29	-

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf  $\alpha = 0,05$ .

Kedelai varietas Bener Meriah merupakan kedelai varietas lokal yang mempunyai daya adaptasi lingkungannya baik. Putra dkk. (2016) varietas lokal juga juga sangat menentukan tinggi rendahnya produksi serta mutu benih yang dihasilkan. Dengan menggunakan varietas lokal Aceh yang mempunyai sifat adaptif pada lokasi seperti di Aceh maka produksi dan mutu benih akan bertahan.

Varietas Bener Meriah lebih unggul pada uji viabilitas dibandingkan varietas Anjasmoro, sehingga diyakini bahwa Bener

Meriah lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang lebih ekstrem. Perbedaan yang nyata antara kedua varietas tersebut dikarenakan oleh interaksi faktor lingkungan tumbuh dengan faktor genetik yang berbeda pula. Gardner dkk. (1991) menyatakan bahwa jika faktor internal perangsang pertumbuhan tanaman terdapat dalam kendali genetik, namun faktor lingkungan seperti kondisi unsur hara, iklim, dan tanah juga mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman.

### Perlakuan Interaksi antara Jenis Rizobakteri dan Varietas terhadap Tolok Ukur Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai

#### a. Bobot Brangkas Basah

Interaksi antara jenis rizobakteri dan varietas menunjukkan pengaruh sangat nyata pada bobot brangkas basah. Tabel 9 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan antara jenis rizobakteri dan dengan varietas Bener Meriah ( $R_2V_2$ ) yaitu

86,59 g. Interaksi antara varietas Anjasmoro dan jenis rizobakteri berbeda nyata terhadap jenis rizobakteri *Necercia* sp. ( $R_2$ ) yaitu 82,37 g dengan perlakuan *Bacillus firmus* ( $R_6$ ). Sedangkan interaksi antara varietas Bener Meriah dengan jenis rizobakteri nyata terhadap jenis rizobakteri *Necercia* sp. ( $R_2$ ) yaitu 86,59 g dengan perlakuan tanpa rizobakteri ( $R_0$ ), *Flavobacterium* sp. ( $R_5$ ) dan *Bacillus firmus* ( $R_6$ ).

**Tabel 9.** Rata-rata bobot brangkas basah (g) tanaman kedelai akibat perlakuan beberapa jenis rizobakteri pada dua jenis varietas

Jenis Rizobakteri	Jenis Varietas	
	Anjasmoro ( $V_1$ )	Bener Meriah ( $V_2$ )
Tanpa Rizobakteri ( $R_0$ )	46,40 a-d	45,08 a-c
<i>Azotobacter</i> sp. ( $R_1$ )	46,91 a-d	71,07 c-e
<i>Necercia</i> sp. ( $R_2$ )	82,37 c-e	86,59 e
<i>Pseudomonas capacia</i> ( $R_3$ )	69,17 b-e	82,92 de
<i>Pseudomonas dimuta</i> ( $R_4$ )	58,22 a-e	66,40 a-e
<i>Flavobacterium</i> sp. ( $R_5$ )	60,72 a-e	31,90 ab
<i>Bacillus firmus</i> ( $R_6$ )	30,24 A	64,13 a-e
BNJ 0,05	37,55	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf  $\alpha = 0,05$ .

Hal ini diyakini bahwa interaksi perlakuan tersebut menunjukkan kemampuan lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kemampuan rizobakteri sebagai pemacu pertumbuhan ditunjukkan dengan kemampuan dalam menyediakan dan memobilisasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis

dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon (Thakuria dkk., 2004). Seperti yang telah diketahui sebelumnya bahwa *Necercia* memiliki karakter dapat menghasilkan IAA yang berperan dalam pemanjangan sel, terutama terjadi pada arah vertikal. Pemanjangan ini akan diikuti dengan pembesaran sel dan meningkatnya bobot basah. Peningkatan bobot basah terutama disebabkan oleh meningkatnya



pengambilan air oleh sel tersebut (Noggle dan Fritz, 1983).

Interaksi mikroba dengan tanaman terjadi di akar melalui sekresi senyawa metabolit dan signal yang diberikan oleh mikroba seperti vitamin, asam amino dan hormon sehingga memacu pertumbuhan dan diferensiasi sel akar (Wu dkk., 2005). Kontak langsung mikroba dengan akar tanaman memungkinkan transfer langsung ZPT yang disintesis ke akar, dengan demikian dapat memberikan suatu efek langsung pada tanaman (Nieto dan Frankenberger, 1991). Zat pengatur tumbuh eksogen yang diproduksi oleh mikroba pupuk hayati masuk ke dalam jaringan akar melalui mekanisme aliran massa dan difusi ion. Aliran massa ZPT masuk bersama air

dan hara lainnya dipengaruhi oleh transpirasi daun, sedangkan mekanisme difusi ion berlangsung karena adanya perbedaan gradien konsentrasi. Setelah masuk di dalam jaringan akar, ZPT diangkut melalui transpor xilem dan diakumulasi pada jaringan spesifik tanaman untuk masing-masing ZPT (Dilfuza, 2011). Zat pengatur tumbuh menstimulasi pertumbuhan, mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan sel-sel tumbuhan dengan cara mempengaruhi lintasan transduksi sinyal pada sel target. Lintasan tersebut menyebabkan beberapa respon seluler misalnya mengekspresikan suatu gen, menghambat atau mengaktifkan enzim, atau mengubah komposisi membran.

#### b. Bobot Brangkas Kering

Interaksi antara jenis rizobakteri dan varietas menunjukkan pengaruh nyata pada bobot berangkas kering. Tabel 10 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan antara jenis rizobakteri dan varietas terhadap bobot brangkas kering tanaman kedelai tertinggi dijumpai pada perlakuan jenis rizobakteri *Pseudomonas capacia* dengan varietas Bener Meriah (R<sub>3</sub>V<sub>2</sub>) yaitu 26,74 g.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara varietas Anjasmoro dan jenis rizobakteri berbeda tidak nyata terhadap perlakuan jenis rizobakteri, namun perlakuan tertinggi dijumpai pada *Necercia* sp. (R<sub>2</sub>) yaitu 19,56 g. Sedangkan pada varietas Bener Meriah berbeda nyata terhadap jenis rizobakteri *Pseudomonas capacia* (R<sub>3</sub>) yaitu 26,74 g dengan perlakuan tanpa rizobakteri (R<sub>0</sub>).

**Tabel 10.** Rata-rata bobot brangkas kering (g) tanaman kedelai akibat perlakuan beberapa jenis rizobakteri pada dua jenis varietas

Jenis Rizobakteri	Jenis Varietas			
	Anjasmoro		Bener Meriah	
Tanpa Rizobakteri (R <sub>0</sub> )	13.48	Ab	10.03	a
<i>Azotobacter</i> sp. (R <sub>1</sub> )	10.71	Ab	23.17	bc
<i>Necercia</i> sp. (R <sub>2</sub> )	19.56	a-c	20.07	a-c
<i>Pseudomonas capacia</i> (R <sub>3</sub> )	19.36	a-c	26.74	c
<i>Pseudomonas dimuta</i> (R <sub>4</sub> )	17.73	a-c	22.55	a-c
<i>Flavobacterium</i> sp. (R <sub>5</sub> )	18.17	a-c	17.16	a-c
<i>Bacillus firmus</i> (R <sub>6</sub> )	18.97	a-c	21.08	a-c
BNJ 0,05	12,53			

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf  $\alpha = 0,05$ .

Khusus pada kemampuan melarutkan P, rizobakteri seperti *Pseudomonas* spp. dapat mengeluarkan asam- asam organik seperti asam formiat, asetat, dan laktat yang bersifat dapat melarutkan bentuk-bentuk fosfat yang sukar larut tersebut sehingga menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman (Rao, 2007). Menurut Sharma dkk. (2007) menyatakan bahwa rizobakteri dari

kelompok *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. dilaporkan memiliki kemampuan lebih baik dalam melarutkan fosfat, dibandingkan dengan kelompok bakteri lainnya. Semua bakteri tersebut mempunyai kemampuan yang stabil dalam melarutkan fosfat yang tidak tersedia di dalam tanah. Hasil penelitian Zarabi dkk. (2011) menyatakan bahwa bakteri pelarut fosfat genus

*Pseudomonas* memberikan efek positif terhadap pertumbuhan jagung yang

### c. Volume Akar

Interaksi antara jenis rizobakteri dan varietas menunjukkan pengaruh sangat nyata pada volume akar. Tabel 11 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan antara jenis rizobakteri dan varietas terhadap volume akar tanaman kedelai tertinggi dijumpai pada perlakuan jenis rizobakteri *Necercia* sp. dengan varietas Bener Meriah (R<sub>2</sub>V<sub>2</sub>) yaitu 18,00 ml.

ditanam pada kondisi kekeringan.

Interaksi antara varietas Anjasmoro dan jenis rizobakteri berbeda tidak nyata terhadap perlakuan jenis rizobakteri, namun perlakuan tertinggi dijumpai pada *Pseudomonas capacia* (R<sub>3</sub>) yaitu 9,40 ml. Sedangkan pada varietas Bener Meriah berbeda nyata terhadap jenis rizobakteri *Necercia* sp. (R<sub>2</sub>) yaitu 26,74 g dengan perlakuan tanpa rizobakteri (R<sub>0</sub>).

**Tabel 11.** Rata-rata volume akar (ml) tanaman kedelai akibat perlakuan beberapa jenis rizobakteri pada dua jenis varietas

Jenis Rizobakteri	Jenis Varietas	
	Anjasmoro	Bener Meriah
Tanpa Rizobakteri (R <sub>0</sub> )	8,80 ab	8,70 a
<i>Azotobacter</i> sp. (R <sub>1</sub> )	11,40 a-c	16,70 cd
<i>Necercia</i> sp. (R <sub>2</sub> )	13,50 a-d	18,00 d
<i>Pseudomonas capacia</i> (R <sub>3</sub> )	9,40 ab	14,50 a-d
<i>Pseudomonas dimuta</i> (R <sub>4</sub> )	14,20 a-d	15,10 b-d
<i>Flavobacterium</i> sp. (R <sub>5</sub> )	13,60 a-d	9,60 a-d
<i>Bacillus firmus</i> (R <sub>6</sub> )	13,70 a-d	13,50 a-d
BNJ 0,05	6,36	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf  $\alpha = 0,05$ .

Aliran auksin pada akar berperan dalam pemanjangan akar, respon gravitasi dan perkembangan akar lateral. Adanya auksin maksimum pada daerah basal meristem akar mendorong pembelahan sel yang diikuti dengan aliran auksin sehingga memacu pemanjangan dan perkembangan akar (Taele dkk., 2006). Pertumbuhan dan pemanjangan akar berdampak pada peningkatan luas permukaan akar, sehingga dapat meningkatkan penyerapan hara mineral sehingga menghasilkan nilai volume akar yang tinggi.

Pada umumnya, sumber nitrogen berasal dari udara bebas yang difiksasi oleh mikroba tanah. Mikroba tanah yang umum berperan adalah bakteri yang hidup di daerah perakaran tanaman yang memiliki bintil akar atau nodul akar. Sesuai dengan pendapat Das dkk. (2013) yang menyatakan bahwa beberapa strain rizobakteri *Pseudomonas* spp. dapat memfiksasi N di udara. Namun, berdasarkan penelitian ini, tidak dijumpai bintil akar pada setiap tanaman sampel. Hal ini diduga karena jumlah populasi rizobakteri selama

penanaman belum tercukupi yang disebabkan keberadaan bahan organik tanah.

Berdasarkan hasil analisis tanah yang telah digunakan rasio kandungan C/N pada tanah yang digunakan hanya sebesar 1,06/0,09%. Adanya interaksi ini menunjukkan adanya perbedaan respon antar varietas kedelai yang diuji terhadap perlakuan jenis rizobakteri. Rizobakteri berperan dalam membantu penyerapan unsur hara, terutama P dan unsur-unsur hara yang memiliki sifat "immobile" lainnya. Pada tanah pertanian yang suburpun, banyak jenis tanaman tidak mampu menyerap cukup P, Zn dan Cu apabila tidak dengan bantuan rizobakteri.

Hal ini sesuai dengan pendapat McMillan (2007) yang menyatakan bahwa kemampuan rizobakteri sebagai *biofertilizer* secara asimbiosis yang dapat menambahkan N<sub>2</sub> dari udara, melarutkan fosfat, dan mengoksidasi sulfur merupakan karakteristik rizobakteri dalam peranannya sebagai rizobakteri pemacu pertumbuhan

tanaman atau *Plant Growth And Promoting Rhizobacteria* (PGPR).

#### 4. KESIMPULAN

Rizobakteri jenis *Pseudomonas capacia* dan *Necercia* sp. dapat meningkatkan hasil dari tanaman kedelai dibandingkan tanpa rizobakteri dilihat berdasarkan nilai jumlah polong, jumlah biji per tanaman, bobot berangkas kering dan potensi hasil. Jenis varietas kedelai Bener Meriah dapat meningkatkan hasil dari tanaman kedelai berdasarkan nilai jumlah polong, jumlah biji per tanaman, bobot berangkas basah, bobot berangkas kering dan volume akar. Interaksi antara jenis rizobakteri *Necercia* sp., *Pseudomonas capacia* dengan varietas Bener Meriah secara efektif meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai melalui bobot berangkas basah, bobot berangkas kering dan volume akar.

Sehubungan dengan penelitian ini masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan varietas yang berbeda serta perlu dilakukannya penelitian mengenai pengaruh rizobakteri terhadap bintil akar pada tanaman legum.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika. 2016. Produksi Tanaman kedelai Seluruh Provinsi. <http://bps.tnm.npgn.go.id>. Diakses tanggal 20 Desember 2017.
- Bakhtiar, Z., Mirjalili, M. H., Sonboli, A., Farimani, M. M. dan Ayyari, M. 2014. In vitro propagation, genetic and phytochemical assessment of *Thymus persicus* - a medicinally important source of pentacyclic triterpenoids. *Biologia*. 69: 594-603.
- Damanik, M. M. B., Hasibuan, B. E., Fauzi, Sarifuddin dan Hanum, H. 2011. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Universitas Sumatera Utara Press, Medan.
- Das, A. J., Kumar, M., dan Kumar, R. 2013. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) an alternatif of chemical fertilizer for sustainable, environment friendly agriculture. *Research Journal of Agriculture and Foresty Science*. 1(4):21-23.
- Dilfuza, E. 2011. Indole acetic acid production by root associated bacteria and its role in plant growth and development. Di dalam Keller AH, Fallon MD, editor. *Auxin: Structure, Biosynthesis, and Functions*. Nova Science Publisher Inc, New York (US).
- El-Azeem, S., Mehana, T. A., dan Shabayek, A. A. 2007. Some plant growth promoting traits of rhizobacteria isolated from suez canal region, egypt. *African Crop Science Conference*. 8: 1517-1525.
- Febriyanti, L. E., Martosudiro, M., dan Hadiastono, T. 2015. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) terhadap Infeksi Peanut Stripe Virus (PStV), Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Gajah. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*. 3(1).
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., dan Mitchell, R. L. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya (terjemahan Herawati Susilo). Universitas Indonesia. Jakarta.
- Garcia, L., Probanza, J. A., Ramos, A., Palomino, R. B., dan Manero, G. M. 2004. Effects of inoculation with PGPR on seedling growth of different tomato and pepper varieties in axenic conditions. <http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/lu.casgarcia.pdf>. Diakses tanggal 10 Januari 2018.
- Gholami, A., Biari, A., dan Nezarat, S. 2008. Effect of seed priming with growth promoting rhizobacteria at different rhizosphere condition on growth parameter of maize. *International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology*. Turkey.
- Jong, M., Celestina dan H. V. Wim. 2009. The role of auxin and gibberellin in tomato fruit set. *J Exp Bot*. 60(5):1523-1532.
- Gray, E. J., dan Smith, D. L. 2005. Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant-bacterium signalling processes. *Soil Biol Biochem*. 37: 395 - 412.
- Hamim, Mubarik, N. R., Hanarida, I., dan Sumarni, N. 2008. Pengaruh pupuk hayati terhadap pola serapan hara, ketahanan penyakit, produksi, dan kualitas hasil beberapa komoditas tanaman pangan dan sayuran unggulan. Laporan Penelitian KKP3T. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Harjadi, M. M. S. S. 1998. Pengantar Agronomi. PT. Gramedia, Jakarta.
- Husein, E., Simanungkalit, R. D. M., dan Saraswati, R. 2009. Baku Mutu Pupuk Hayati dan Sistem Pengawasannya. Balai Penelitian Tanah Departemen Pertanian Jawa Barat, Bogor.
- Irwan, A. W. 2006. Budidaya Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merill). Jurusan. Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Jumin, H. B. 2010. Dasar-Dasar Agronomi. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- McMillan S. 2007. Promoting growth with PGPR. Soil Foodweb. Soil Biology Laboratory and Learning Center, Canada Ltd.
- Nieto, K. F. dan Frankenberger, J. W. T. 1991. Influence of adenine, isopentyl alcohol and

- Azotobacter chroococcum on the vegetative growth of *Zea mays*. *Plant Soil* 135:213-221.
- Noggle, G. R. dan Fritz, G. J. 1983. *Introductory Plant Physiology*. Prentice-Hall, Inc, New Jersey.
- Putra, R. R. 2014. Produksi dan mutu benih beberapa varietas kedelai lokal aceh (*Glycine max* (L.) Merr.) dengan pemberian dosis mikoriza yang berbeda pada tanah entisol. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Putra, R. R., Syafruddin dan Jumini. 2016. Produksi dan mutu benih beberapa varietas kedelai lokal aceh (*Glycine max* (L.) Merr.) dengan pemberian dosis mikoriza yang berbeda pada tanah entisol. *Jurnal Kavista*. 1 (1) : 37-44
- Rao, N. S. S. 2007. *Mikroorganisme dan Pertumbuhan Tanaman*. UI Press, Jakarta.
- Reetha, S., Bhuvanewari, G., Thamizhiniyan, P., dan Mycin, T. R. 2014. Isolation of indole acetic acid (IAA) producing rhizobacteria of *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis* and enhance growth of onion (*Allium cepa* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3(2): 568- 574.
- Sharma, K., Dak, G., Agrawal, A. , Bhatnagar, M., dan Sharma, R. 2007. Effect of phosphate solubilizing bacteria on the germination of *Cicer arietinum* seeds and seedling growth. *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*. 1(1): 61-63.
- Shokri, D. dan Emtiazi, G. 2010. Indole-3-acetic acid (IAA) production in symbiotic and non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria and its optimization by taguchi design. *Curr. Microbiol*. 61:217-225.
- Sutariati, G. A. K. 2006. Perlakuan benih dengan agens biokontrol untuk pengendalian penyakit antraknosa, peningkatan hasil dan mutu benih cabai. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Taele, W. D., Ivan, A. P. dan Klause, P. 2006. Auxin in action: signaling, transport and the control of plant growth and development. *Nature rev*. 7:817-859.
- Thakuria, D., Talukdar, N. C., Goswami, C., Hazarika, S., Boro, R. C. dan Khan, M. R. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. *J. Current Sci*. 86:978-985.
- Timmusk, S., Grantcharova, N. dan Wagner, E. G.. 2005. *Paenibacillus polymyxin* invades plant roots and forms biofilms. *Appl. Environ. Microbiol*. 71: 7292-7300.
- Wu, S. C., Caob, Z. H., Cheunga, K. C., dan Wonga, W.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixers, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *J. Geoderma*. 125: 155-166.
- Vessey, J. K. 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. *Plant Soil*. 255(2): 571-586. <http://doi.org/bt4gtw>. Diakses tanggal 20 Desember 2017.
- Wirnas, D., Widodo, I., Sobir, Trikoesoemaningtyas dan Sopandie, D. 2006. Pemilihan karakter seleksi untuk menyusun indeks seleksi pada 11 populasi kedelai generasi F6. *Bul. Agron*. 34:19-24.
- Yulianto. 2010. Pengkajian Perbenihan Padi dan Kedelai. <http://www.w3.org/1999/html>. Diakses tanggal 10 Januari 2018.
- Zarabi, M., Alahdadi, I., dan Akbari, G. A. 2011. A Study on the effect of different biofertilizer combination on yield, its components and growth indices of corn (*Zea mays* L.) under drought stress condition. *Afr J Agric Res*. 6(3):681-685.