

IDENTIFIKASI DAN UJI EFEKTIVITAS RIZOBAKTERI DALAM MENINGKATKAN HASIL TANAMAN KACANG TANAH

IDENTIFICATION AND EFFECTIVENESS TEST OF RHIZOBACTERIA TO INCREASE GROUNDNUT YIELDS

Khamdan Khalimi¹, Ni Wayan Anik Leana^{2*}

¹ Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Jl. PB.Sudirman Denpasar Bali, Indonesia

² Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno, Purwokerto, Indonesia

*Korespondensi : leana@unsoed.ac.id

Diterima: 09 April 2023 / Disetujui: 14 Desember 2023

ABSTRAK

Pemanfaatan mikroba yang bisa meningkatkan pertumbuhan dan hasil kacang tanah sangat penting untuk meningkatkan produksi. Penelitian ini menguji tentang potenis rizobakteri untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil kacang tanah yang dibudidayakan pada *greenhouse*. Penelitian dilakukan di lab penyakit tumbuhan, fakultas pertanian universitas udayana, pada bulan Juni 2022-januari 2023. Lima isolat rizobakteri: FN1, FN2, FL3, FL4, dan FL5 telah diujikan untuk mengetahui kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil serta kandungan protein kacang tanah. Analisis molekuler berbasis 16S rRNA menunjukkan isolat FN1 dan FL5 memiliki 98% kemiripan dengan *Klebsiella pneumoniae*. Isolat FN2 memiliki 99% kemiripan dengan *Klebsiella variicola*, isolat FL3 mirip dengan *Proteus mirabilis* pada tingkat 100%, dan isolat FL4 memiliki 99% kemiripan dengan *Providencia rettgeri*. Perlakuan dengan isolat rizobakteri menunjukkan hasil yang signifikan ($p < 0.05$) pada pertumbuhan kacang tanah seperti tinggi tanaman, berat kering brangkas, berat kering akar, kandungan klorofil daun dan jumlah bintil akar dibandingkan dengan kontrol. Jumlah polong, berat polong per tanaman, kadar air dan kandungan protein pada tanaman juga menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibanding kontrol. Hal ini menunjukkan rizobakteri potensial dikembangkan untuk meningkatkan pertumbuhan, hasil dan kandungan protein kacang tanah.

Kata kunci: Hasil, Kacang Tanah, Protein, Rizobakteri

ABSTRACT

In order to increase groundnut productivity, it is necessary to find agents that can improve the growth and yield of it. This study was done to determine the potential use of rhizobacteria to promote the growth and increase the yield of groundnut under green house experiment. The research was conducted in the plant disease laboratory, Faculty of Agriculture, Udayana University, in June 2022-January 2023. Five isolates of rhizobacteria namely FN1, FN2, FL3, FL4, and FL5 were tested for their effectiveness in promoting the growth, increase the yield, and protein content of groundnut. Molecular identification based

ISSN : [2407-7933](https://doi.org/10.15575/25053)

267

Cite this as: Khalimi, K., & Leana, N, W, A. (2023). Identifikasi dan uji efektivitas rizobakteri dalam meningkatkan hasil tanaman kacang tanah. *Jurnal Agro*, 10(2), 267-277. <https://doi.org/10.15575/25053>

on 16S rRNA gene sequence showed that FN1 and FL5 were similar to *Klebsiella pneumonia* with the similarity level at 98%. FN2 was similar to *Klebsiella variicola* with 99% similarity, FL3 was similar to *Proteus mirabilis* with 100% similarity, and FL4 was similar to *Providencia rettgeri* with 99% similarity. Rhizobacteria treatments significantly improved the groundnut growth, in which plant height, dry weight of shoot, dry weight of root, chlorophyll content, and the number of nodule significantly ($p < 0.05$) higher compared to control. Yield component such the number of pod per plant, weight of pod per plant, water content and protein content in the seed of treated plants were significantly higher than control. These rhizobacteria may be further developed as plant growth promoting agents to increase the yield and protein content of groundnut.

Key words : Rhizobacteria, yield, groundnut, protein content

PENDAHULUAN

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) adalah komoditas tanaman pangan sangat penting karena kacang tanah selain dapat dikonsumsi langsung dalam bentuk biji segar, dapat juga digunakan sebagai bahan baku industri berbagai jenis makanan olahan dan minyak nabati, serta bungkilnya untuk pakan ternak (Samosir *et al.*, 2019). Oleh karena itu, perkembangan industri pangan dan pakan ternak berbahan baku kacang tanah merupakan peluang pasar yang besar bagi pengembangan produksi kacang tanah.

Salah satu usaha dalam pengembangan produksi tanaman adalah dengan memanfaatkan rizobakteri. Rizobakteri adalah bakteri yang dapat ditemukan pada rizosfer tanaman, di permukaan akar atau berasosiasi dengan akar berbagai jenis tanaman dan dapat diisolasi dari berbagai jenis tanaman (Solichatun *et al.*, 2013).

Beberapa peneliti melaporkan bahwa rizobakteri dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Cassan *et al.* (2009) melaporkan bahwa *Azospirillum brasilense* Az39 dapat memacu perkecambahan biji dan pembentukan bintil akar tanaman kacang tanah. Sivasankari *et*

al. (2014) melaporkan bahwa *Bacillus cereus* dapat meningkatkan panjang tajuk dan akar tanaman *Vigna unguiculata*, peningkatan panjang tajuk dan akar tanaman *V. unguiculata* sebesar 23,8% dan 26,5% jika dibandingkan dengan perlakuan 5 mL media tanpa penambahan L- tryptopan. Patten & Glick (2002) melaporkan bahwa perlakuan *Pseudomonas putida* GR12-2 wild type yang menghasilkan IAA $14,5 \mu\text{g mL}^{-1}$ pada media Tryptic Soy Broth (TSB) dengan penambahan $50 \mu\text{g mL}^{-1}$ L- tryptophan dapat meningkatkan jumlah akar tanaman kacang hijau sebesar 198,53% jika dibandingkan dengan kontrol.

Rizobakteri bersimbiosis dengan akar tanaman karena adanya eksudat akar kaya N pada tanaman kacang-kacangan (Leguminosae) menyebabkan efek positif terhadap mikroorganisme dalam tanah (Jos *et al.*, 2009). Hal ini menyebabkan rizobakteria dari tanaman kacang tanah berpotensi dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman termasuk kacang tanah.

Isolat rizobakteri yang diisolasi dari lingkungan lokal mampu berperan lebih optimal (Zhang *et al.*, 2004; Ahmad *et al.*, 2013), sehingga eksplorasi rizobakteri lingkungan lokal sangat penting untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman

kacang tanah di daerah tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi rizobakteri dari rizosfer kacang tanah dan menguji efektivitasnya dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan kadar protein biji tanaman kacang tanah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di lab penyakit tumbuhan, fakultas pertanian universitas udayana, pada bulan Juni 2022-januari 2023. Empat puluh isolat rizobakteri yang diisolasi dari beberapa rizosfer kacang tanah telah diujikan pada tanaman kedelai untuk mengetahui pengaruhnya terhadap hasil tanaman kedelai. Uji pendahuluan tersebut menghasilkan sebanyak lima isolat yang memiliki kemampuan dalam memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, menghasilkan indole acetic acid (IAA), dan dapat meningkatkan bobot polong pertanaman lebih dari 50%. Kelima isolat tersebut yaitu FN1, FN2, FL3, FL4, dan FL5. Kelima isolat tersebut bersifat non patogen setelah dilakukan uji patogenisitas.

Selanjutnya dilakukan identifikasi terhadap rizobakteri isolat FN1, FN2, FL3, FL4, dan FL5. Identifikasi rizobakteri dilakukan di Laboratorium Genetika Science, Jakarta. Identifikasi rizobakteri didasarkan pada analisis 16S rRNA. DNA diisolasi menggunakan Genejet. Amplifikasi DNA dilakukan menggunakan 2x Kappa PCR Ready Mix (Kappa Biosystem) dengan spesifikasi spesifik (63F 5'-CAG GCC TAA CAC ATG CAA GTC-3' dan 1387R 5'-GGG CGG WGT GTA CAA GGC-3'). Gen 16S rRNA yang diperoleh disekuensing menggunakan sekuen terminator Dye dengan kit penyatuan siklus V.3.1. Urutan dibandingkan dengan database yang tersedia di NCBI menggunakan mesin

pencari Blast

(<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

Pohon filogenetik dibuat menggunakan program MEGA versi 6.0, program PAUP versi 4.0b, dan Metode Maximum Parsimony.

Pengujian isolat rizobakteri dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan enam perlakuan yaitu FN1, FN2, FL3, FL4, FL5 dan KT0 (kontrol). Setiap perlakuan diulang empat kali, sehingga ada 24 unit percobaan dan setiap unit percobaan terdiri dari 10 tanaman kacang tanah. Aplikasi rizobakteri dalam bentuk suspensi kultur dilakukan pada waktu tanam dengan cara merendam benih kacang tanah dalam suspensi rizobakteri dengan kepadatan $2,5 \times 10^6$ CFU ml⁻¹. Benih kacang tanah pada perlakuan rizobakteri dan kontrol ditanam dalam kantong polietilena berisi 5 kg media pertumbuhan (tanah dan kompos, 3:1) steril per polybag.

Sampel untuk analisis parameter pertumbuhan diambil pada 15, 30, 45, 60 hari setelah disemai (DAS) untuk menentukan tinggi tanaman, berat kering tajuk, berat kering akar, dan kandungan klorofil daun. Kandungan klorofil daun (SPAD unit) ditentukan dengan menggunakan klorofil-meter SPAD-502 (Konica Minolta, Jepang).

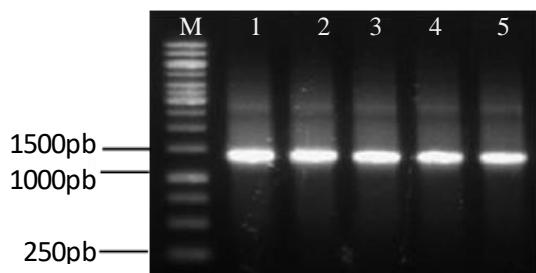
Pengukuran komponen hasil diantaranya jumlah polong per tanaman dan jumlah biji per polong. Analisis kadar protein biji dilakukan untuk menentukan nilai gizi dari biji kacang tanah. Protein terlarut total diekstraksi menggunakan cold phosphate buffer saline (PBS) pH 7,4 dalam 1 g benih / 10 mL buffer. Homogenat selanjutnya disentrifugasi pada 14.000 rpm selama 30 menit. Jumlah protein dalam supernatan diuji dengan metode mikro pengikat warna dari Bradford, menggunakan reagen Roti-

Quant dari Roth (Karlsruhe, Jerman). Total kandungan protein terlarut dinyatakan sebagai mg bovine serum albumin (BSA) per g biji kacang tanah. Data dianalisis menggunakan SAS versi 6.12 (SAS Institute, Gary, NC, USA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Rizobakteri

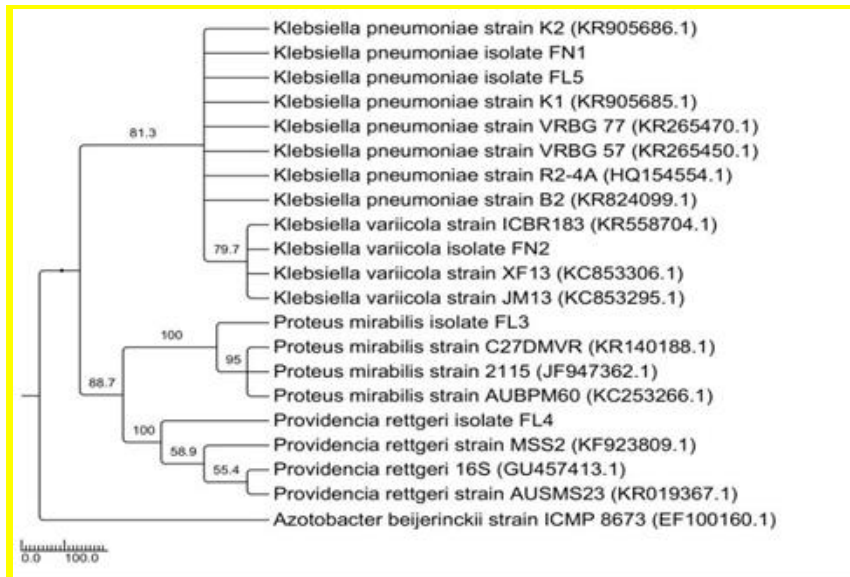
Hasil amplifikasi gen 16S rRNA menunjukkan bahwa fragmen DNA berukuran 1500 bp seperti terlihat pada elektroforegram (Gambar 5.3). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa rizobakteri isolat FN1 dan FL5 homolog dengan *Klebsiella pneumonia* dengan tingkat homologi sebesar 98%. Rizobakteri isolat FN2 homolog dengan *Klebsiella variicola* dengan tingkat homologi sebesar 99%, rizobakteri isolat FL3 homolog dengan *Proteus mirabilis* dengan tingkat homologi sebesar 100%, dan rizobakteri isolat FL4 homolog dengan *Providencia rettgeri* dengan tingkat homologi sebesar 99% (Gambar 1).



Gambar 1. Amplikon gen 16S rRNA 5 isolat rizobakteri. M. 1 Kb DNA marker, 1. FN1, 2. FN2, 3. FL3, 4. FL4, 5. FL5

Hasil analisis pohon filogeni menggunakan metode Maximum Parsimony

dengan 1.000 kali ulangan Bootstrap menunjukkan bahwa rizobakteri isolat FN1 dan FL5 adalah *K. pneumonia* karena satu klade dengan sekuen *K. pneumonia* strain K1 dengan accession number KR905685.1, *K. pneumonia* strain VRBG77 dengan accession number KR265470.1, *K. pneumonia* strain VRBG57 dengan accession number KR265450.1, *K. pneumonia* strain R2-4A dengan accession number HQ154554.1, *K. pneumonia* strain B2 dengan accession number KR824099.1 yang ada di Genbank database dengan dukungan 100% Bootstrap Support (BS) (Gambar 2). Sedangkan rizobakteri isolat FN2 adalah *K. variicola* karena satu klade dengan sekuen *K. variicola* strain ICBR183 dengan accession number KR558704.1, *K. variicola* strain XF13 dengan accession number KR558704.1, *K. variicola* strain XF13 dengan accession number KC853306.1, *K. variicola* strain JM13 dengan accession number KC853295.1 yang ada di Genbank database dengan dukungan 100% BS. Rizobakteri isolat FL3 adalah *P. mirabilis* karena satu klade dengan sekuen *P. mirabilis* strain C27DMVR dengan accession number KR140188.1, *P. mirabilis* strain 2115 dengan accession number JF947362.1, *P. mirabilis* strain AUBPM60 dengan accession number KC253266.1 yang ada di Genbank database dengan dukungan 100% BS. Rizobakteri isolat FL4 adalah *P. rettgeri* karena satu klade dengan sekuen *P. rettgeri* strain MSS2 dengan accession number KF923809.1, *P. rettgeri* strain 16S dengan accession number GU457413.1, dan *P. rettgeri* strain AUSMS23 dengan accession number KR019367.1 yang ada di Genbank database dengan dukungan 100% BS.



Gambar 2. Pohon Filogeni berdasarkan metode Maximum Parsimony yang menunjukkan hubungan kekerabatan antara 5 isolat rizobakteri dengan bakteri yang ada di Genbank Database. Nilai bootstrap (%) didasarkan pada 1.000 ulangan.

Efektivitas Rizobakteri dalam Meningkatkan Pertumbuhan, Hasil dan Kadar Protein Biji Kacang Tanah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kelima isolat rizobakteri secara nyata ($P < 0,05$) meningkatkan parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, diameter batang, kadar klorofil daun, jumlah bintil akar, dan bobot kering akar dan tajak (Tabel 1).

Perlakuan rizobakteri meningkatkan tinggi tanaman berkisar antara 13,78% sampai 22,54% jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan isolat menunjukkan pengaruh paling baik dalam meningkatkan tinggi tanaman. Peningkatan tinggi tanaman pada perlakuan isolat FL4 sebesar 22,54% jika dibandingkan dengan kontrol. Sejalan dengan hasil penelitian Baig *et al.*, (2002) bahwa perlakuan rizobakteri *Pseudomonas fluorescens* mampu meningkatkan tinggi tanaman kacang tanah.

Perlakuan rizobakteri meningkatkan kadar klorofil daun berkisar antara 26,35%

sampai 32,29% jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan isolat FN1 menunjukkan pengaruh paling baik yaitu meningkatkan kadar klorofil daun sebesar 32,29% dibanding kontrol, diikuti perlakuan isolat FL4, FL3, FN2, dan FL5 berturut-turut dengan peningkatan kadar khlorofil sebesar 29,45%; 28,68%; 28,42; dan 26,35% jika dibandingkan dengan kontrol. Sejalan dengan hasil penelitian Khalimi *et al.*, (2017) bahwa rizobakteri *Stenotrophomonas maltophilia* Sg3 mampu meningkatkan kadar klorofil daun tanaman kedelai edamame sebesar 21,26% jika dibandingkan dengan kontrol.

Perlakuan rizobakteri meningkatkan jumlah bintil akar berkisar antara 38,09% sampai 90,47% jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan isolate FN1 meningkatkan jumlah bintil akar sebesar 38,09%, FL3 sebesar 66,67%, FL5 sebesar 42,85%, FN2 sebesar 61,90%, dan FL4 sebesar 90,47% jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan isolat FL4 menunjukkan

hasil terbaik pada peningkatan jumlah bintil akar pada kacang tanah yaitu sebesar 90,47% jika dibandingkan dengan kontrol.

Perlakuan rizobakteri meningkatkan bobot kering akar berkisar antara 27,48% sampai 38,01% jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan FN1 meningkatkan bobot kering akar sebesar 27,48%, perlakuan FL3

sebesar 30,40%, perlakuan FL5 sebesar 29,82%, perlakuan FN2 sebesar 32,16%, dan perlakuan FL4 sebesar 38,01% jika dibandingkan dengan kontrol. Sejalan dengan hasil penelitian Sharma *et al.*, (2016) melaporkan bahwa rizobakteri isolat MBE02 mampu meningkatkan bobot kering akar.

Tabel 1. Efektivitas rizobakteri dalam meningkatkan parameter pertumbuhan kacang tanah

| Perlakuan | Tinggi tanaman (cm) dan peningkatan dibanding kontrol (%) | Kadar klorofil (SPAD unit) dan peningkatan dibanding kontrol (%) | Jumlah bintil akar dan peningkatan dibanding kontrol (%) | Bobot kering akar (g) dan peningkatan dibanding kontrol (%) | Bobot kering tajuk (g) dan peningkatan dibanding kontrol (%) |
|-----------|---|--|--|---|--|
| KTO | 30,25 c | 38,7 a | 21 a | 1,71 a | 14,60 a |
| FN1 | 34,42 b* (13,78%)** | 51,2 b (32,29%) | 29 b (38,09%) | 2,18 b (27,48%) | 17,30 b (18,49%) |
| FN2 | 35,12 ab (16,09%) | 49,7 b (28,42%) | 34 c (61,90%) | 2,26 b (32,16%) | 18,95 c (29,79%) |
| FL3 | 34,52 b (14,11%) | 49,8 b (28,68%) | 35 c (66,67%) | 2,23 b (30,40%) | 18,15 c (24,31%) |
| FL4 | 37,07 a (22,54%) | 50,1 b (29,45%) | 40 d (90,47%) | 2,36 b (38,01%) | 19,70 c (34,93%) |
| FL5 | 34,82 b (15,10%) | 48,9 b (26,35%) | 30 b (42,85%) | 2,22 a (29,82%) | 16,25 b (11,30%) |

* Nilai pada kolom yang sama diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata ($p>0,05$) menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

** Nilai dalam tanda () menunjukkan adanya persentase peningkatan jika dibandingkan dengan kontrol.

Perlakuan rizobakteri meningkatkan bobot kering tajuk berkisar antara 11,30% sampai 34,93% jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan FN1 meningkatkan bobot kering tajuk sebesar 18,49%, perlakuan FL3 sebesar 24,31%, perlakuan FL5 sebesar 11,30%, perlakuan FN2 sebesar 29,79%, dan perlakuan FL4 sebesar 34,93% jika dibandingkan dengan kontrol. Sejalan dengan hasil penelitian Bouhraoua *et al.* (2015) melaporkan bahwa inokulasi rizobakteri isolat GP70 mampu

meningkatkan bobot kering tajuk sebesar 97,10% jika dibandingkan dengan kontrol.

Peningkatan tinggi tanaman, kadar klorofil daun, jumlah bintil akar, bobot kering akar, dan bobot kering tajuk pada perlakuan rizobakteri terjadi karena rizobakteri mampu memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, dan menghasilkan IAA. Unsur nitrogen, fosfat, dan hormon IAA yang dihasilkan oleh rizobakteri di rizosfer tanaman kacang tanah berkontribusi dalam meregulasi proses fisiologi tanaman. Unsur nitrogen berkontribusi dalam pembentukan

klorofil daun (Wen *et al.*, 2019) sedangkan fosfat berkontribusi dalam metabolisme energi seperti ATP, P_{Pi}, dan precursor dalam pembentukan asam nukleat dan fosfolipid (Stigter & Plaxton, 2015). Hormon IAA dalam meregulasi proses fisiologi tanaman mengacu pada hipotesis pertumbuhan asam (Rechenmann, 2010) dan hipotesis aktivasi gen (Abel & Theologis, 2010). Berdasarkan hipotesis pertumbuhan asam bahwa IAA berkontribusi dalam meregulasi proses pemanjangan sel, pembesaran sel, dan pertumbuhan organ (Kotake *et al.*, 2000). Sedangkan berdasarkan hipotesis aktivasi gen bahwa IAA berkontribusi dalam meregulasi pembelahan sel, diferensiasi sel, dan sintesis protein (Bianco & Kepinski, 2011). Peningkatan bintil akar terjadi karena IAA yang dihasilkan rizobakteri meningkatkan jumlah akar lateral sehingga meningkatkan koinokulasi *Rhizobium* dan juga meningkatkan penyerapan unsur nitrogen dan fosfat sehingga kadar klorofil daun meningkat. Peningkatan bobot akar dan jumlah bintil akar mengakibatkan peningkatan penyerapan nitrogen, fosfat, unsur-unsur hara yang terlarut, dan air dari akar menuju ke daun. Peningkatan unsur hara yang diserap meningkatkan sintesis klorofil pada tanaman sehingga laju fotosintesis dan produksi pati yang lebih tinggi. Klorofil merupakan komponen kloroplas yang utama dan kandungan klorofil berkorelasi positif dengan laju fotosintesis (Li *et al.*, 2006).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 5 rizobakteri secara nyata ($P < 0,05$) meningkatkan komponen hasil seperti jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, kadar air biji, dan kadar protein biji (Tabel 2). Perlakuan rizobakteri meningkatkan jumlah polong

berkisar antara 2,36% sampai 25,00% jika dibandingkan dengan kontrol. Jumlah polong terbanyak pada perlakuan FL4 sebanyak 65,64 buah/tanaman diikuti perlakuan FL3 sebanyak 64,10 buah/tanaman.

Perlakuan FN1 meningkatkan jumlah polong sebesar 5,54%, perlakuan FL3 sebesar 22,07%, perlakuan FL5 sebesar 2,36%, perlakuan FN2 sebesar 14,61%, dan perlakuan FL4 sebesar 25,00% jika dibandingkan dengan kontrol. Sejalan dengan hasil penelitian Halimursyadah *et al.* (2018) melaporkan bahwa perlakuan rizobakteri *Pseudomonas capacia* dapat meningkatkan jumlah polong per tanaman kedelai dengan peningkatan sebesar 35,95% jika dibandingkan dengan kontrol.

Perlakuan rizobakteri meningkatkan bobot polong per tanaman berkisar antara 9,39% sampai 16,71% jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan FN1 meningkatkan bobot polong per tanaman sebesar 12,21%, perlakuan FL3 sebesar 16,28%, perlakuan FL5 sebesar 9,39%, perlakuan FN2 sebesar 11,19%, dan perlakuan FL4 sebesar 16,71% jika dibandingkan dengan kontrol. Sejalan dengan hasil penelitian Marom *et al.* (2017) bahwa perlakuan suspensi rizobakteri pada konsentrasi 12,5 ml/l dapat meningkatkan bobot basah polong per tanaman kacang tanah dengan peningkatan sebesar 8,95% jika dibandingkan dengan kontrol.

Perlakuan rizobakteri meningkatkan kadar air biji berkisar antara 2,03% sampai 3,44% jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan FN1 meningkatkan kadar air biji sebesar 2,18%, perlakuan FL3 sebesar 3,44%, perlakuan FL5 sebesar 2,43%, perlakuan FN2 sebesar 2,72%, dan perlakuan FL4 sebesar 2,03% jika

dibandingkan dengan kontrol. Sejalan dengan hasil penelitian Hafri *et al.* (2020) bahwa perlakuan rizobakteri Bp. 25.2 *Bacillus methylophilic* dapat meningkatkan kandungan air dalam umbi bawang merah.

Perlakuan rizobakteri meningkatkan kadar protein berkisar antara 12,38% sampai 32,36% jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan FN1 meningkatkan kadar protein biji sebesar 17,26%,

perlakuan FL3 sebesar 32,36%, perlakuan FL5 sebesar 12,38%, perlakuan FN2 sebesar 23,41%, dan perlakuan FL4 sebesar 25,22% jika dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan kandungan protein pada hasil kacang tanah sangat bermanfaat bagi kesehatan, kandungan protein biji kacang tanah merupakan parameter yang menentukan kualitas nutrisi biji (Santosa 2010; Wang *et al.*, 2016).

Tabel 2. Efektivitas rizobakteri dalam meningkatkan hasil dan kadar protein biji kacang tanah

| Perlakuan | Jumlah polong per tanaman (buah) dan peningkatan dibanding kontrol (%) | Bobot polong per tanaman dan peningkatan dibanding kontrol (%) | Kadar air biji (%) dan peningkatan dibanding kontrol (%) | Kadar protein biji (%) dan peningkatan dibanding kontrol (%) |
|-----------|--|--|--|--|
| KT0 | 52,51 a | 25,55 a | 64,99 a | 11,06 a |
| FN1 | 55,42 b* (5,54%) | 28,67 b (12,21%) | 66,41 b (2,13%) | 12,97 b (17,26%) |
| FN2 | 60,18 b (14,61%) | 28,41 b (11,19%) | 66,76 b (2,72%) | 13,65 c (23,41%) |
| FL3 | 64,10 c (22,07) | 29,71 c (16,28%) | 67,23 b (3,44%) | 14,64 d (32,36%) |
| FL4 | 65,64 c (25,00%) | 29,82 c (16,71%) | 66,31 b (2,03%) | 13,85 c (25,22%) |
| FL5 | 53,75 a (2,36%) | 27,95 b (9,39%) | 66,57 b (2,43%) | 12,43 b (12,38%) |

* Nilai pada kolom yang sama diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata ($p>0,05$) menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

** Nilai dalam tanda () menunjukkan adanya persentase peningkatan jika dibandingkan dengan kontrol.

Peningkatan jumlah polong, bobot polong, kadar air biji, dan kandungan protein biji pada perlakuan rizobakteri terjadi karena peningkatan variable pertumbuhan tanaman. Kemampuan rizobakteri dalam memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, dan menghasilkan IAA berkontribusi dalam peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. IAA yang dihasilkan oleh rizobakteri meningkatkan proses pemanjangan sel,

pembesaran sel, dan pembentukan organ melalui peningkatan pembelahan sel, diferensiasi sel, dan sintesis protein. Hormon IAA yang dihasilkan rizobakteri membantu tanaman mencapai kondisi homeostasis IAA yaitu suatu kondisi keseimbangan internal yang ideal, semua system tubuh tanaman bekerja dan berinteraksi dengan tepat untuk memenuhi kebutuhan IAA dalam sel, jaringan, dan organ tanaman sehingga IAA mampu

mengaktivasi gen-gen yang berkontribusi dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Saat ini belum ada standar untuk mengukur suatu aktivitas biologis. Namun demikian suatu usaha dikatakan efektif jika tujuan yang diharapkan tersebut tercapai dengan baik. Kata efektif merupakan kata serapan dari bahasa Inggris yaitu *effective* yang berarti berhasil atau sesuatu yang dilakukan berhasil dengan baik. Berdasarkan teori tersebut dan data hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rizobakteri *K. pneumonia* FN1, *K. variicola* FN2, *P. mirabilis* FL3, *P. rettgeri* FL4, *K. pneumonia* FL5 efektif dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan kadar protein biji tanaman kacang tanah.

Kelima rizobakteri yang diuji bersifat non patogen setelah dilakukan uji patogenitas. Hal ini membuktikan bahwa tidak semua *K. pneumonia* bersifat patogen. Beberapa hasil penelitian mempublikasikan tentang *K. pneumonia* sebagai plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). Liu *et al.* (2018) melaporkan bahwa *K. pneumonia* SnebYK mampu meningkatkan panjang akar, luas permukaan akar, dan volume akar kedelai. Bhardwaj *et al.* (2017) melaporkan bahwa *K. pneumonia* VRE36 mampu meningkatkan tinggi tanaman, lebar daun, Panjang akar, dan berat segar tanaman kacang hijau dan kacang tunggak. Kim *et al.* (2022) melaporkan bahwa *K. pneumonia* strain JCK-2201 mampu mengendalikan penyakit layu tomat yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum*.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rizobakteri isolat FN1 dan FL5 adalah *K. pneumonia* sedangkan isolat FN2 adalah

variicola, isolat FL3 adalah *P. mirabilis*, dan isolat FL4 adalah *P. rettgeri*. Perlakuan kelima rizobakteri efektif dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil dan kadar protein biji tanaman kacang tanah. Perlakuan isolat FL4 menghasilkan tinggi tanaman tertinggi dibanding perlakuan lainnya diikuti perlakuan FN2, FL5, FL3 dan FN1. Isolat FL4 juga menunjukkan hasil kacang tanah tertinggi pada kadar khlorofil, jumlah bintil akar, bobot kering akar, dan bobot kering tajuk. Isolat FL4 juga menunjukkan nilai tertinggi pada variabel hasil yaitu jumlah dan bobot polong, diikuti isolat FL3, FN2, FN1, dan FL5. Sedangkan kadar protein tertinggi ditunjukkan akibat perlakuan FL3, diikuti perlakuan FL4, FN2, FN1 dan FL5.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel, S., Theologis, A. (2010). *Odyssey of auxin*. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology 2(a004572): 1-13.
- Ahmad, M., Zahir, Z. A., Khalid, M., Nazli, F., and Arshad, M. (2013). Efficacy of Rhizobium and *Pseudomonas* strains to improve physiology, ionic balance and quality of mung bean under salt-affected conditions on farmer's fields. *Plant Physiol. Biochem.* 63, 170–176. doi: 10.1016/j.plaphy.2012.11.024.
- Baig, M.M.V., Mia, B., Muley, S.M. (2002). Enhanced growth of groundnut by plant growth promoting rhizobacteria. *International Arachis Newsletter* 22: 60-63.
- Bhardwaj, G., Shah, R., Joshi, B., Patel, P. (2017). *Klebsiella pneumoniae* VRE36 as a PGPR isolated from *Saccharum officinarum* cultivar Co99004. *Journal of Applied Biology*, 5(1): 47-52.
- Bouhraoua, D., Saida, A., Amin, L., Mohammed, B., Abdelhay, A. (2015).

- Beneficial effect of rhizobacteria inoculation on nutrition and mycorrhization of peanut grown in Morocco. *Int.J. Curr. Microbiol. App.Sci* 4(5): 748-755.
- Bianco, M.D., Kepinski, S. (2011). Context, specificity, and self organization in auxin response. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* 3(a001578): 1-20.
- Cassan, F., Perrig, D., Sgroy, V., Masciarelli, O., Penna, C., Virginia, L. (2009). *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). *European Journal of Soil Biology* 45: 28 - 35.
- Hafri, D.N., Endang, S., Arif, W. (2020). Pengaruh aplikasi plant growth promoting rhizobacteria terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium cepa* L. Aggregatum group). *Vegetalika* 9(4): 512-524.
- Halimursyadah, Reza, K.H., Syamsuddin. (2018). Pengaruh jenis rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman sebagai biofertilizer dan varietas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glicine max* L. Merrill). *Prosiding Forum Komunikasi Perguruan tinggi Pertanian Indonesia (FKPTPI) Universitas Syiah Kuala Banda Aceh*: 259- 270.
- Jos, M., Raaijmakers., Timothy C., Paulitz., Christian S., Claude A., dan Yvan M. 2009. The Rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant Soil* 321: 341-361.
- Kotake, T., Nakagawa, N., Takeda, K., Sakurai, N. (2000). Auxin induce elongation growth and expressions of cell wall bound exo and endo- β -glucanases in Barley coleoptiles. *Plant Cell Physiol.* 41(11): 1272-1278.
- Kim, B., Park, A.R., Song, C.W., Song, H., Kim, J.C. (2022). Biological control efficacy and action mechanism of *Klebsiella pneumoniae* JCK-2201 producing Meso-2,3-Butanediol against tomato bacterial wilt. *Front. Microbiol,* 13(914589): 1-15.
- Khalimi, K., Suprpta, D.N., Sudana, M., Wirya, G.A.S. (2017). Potential of indole acetic acid producing rhizobacteria to promote the growth and increase the yield of edamame, a vegetable soybean (*Glycine max*). *Int. J. Pharma Bio Sci* 8(3): 601-608.
- Li, R., Guo, P., Baum, M., Grando, S., Ceccarelli, S. (2006). Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerances in Barley. *Agricultural Sciences in China,* 5(10): 751-757.
- Liu, D., Chen, L., Zhu, X., Wang, Y., Xuan, Y., Liu, X., Chen, L., Duan, Y. (2018). *Klebsiella pneumoniae* SnebYK mediates resistance against *Heterodera glycines* and promotes soybean growth. *Front. Microbiol,* 9(1134): 1-13.
- Marom, N., Rizal, Mochamat, B. (2017). Uji efektivitas waktu pemberian dan konsentrasi PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) terhadap produksi dan mutu benih kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Applied Agricultural Sciences* 1(2): 174-184.
- Patten, C.L., Glick, B.R. (2002). Role of *Pseudomonas putida* indol acetic acid in development of the host plant root system. *Applied and Environmental Microbiology* 68 (8): 3795 - 3801.
- Rechenmann, C.P. (2010). Cellular responses to auxin: division versus expansion. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* 2(a001446): 1-15.
- Samosir, Osten M., Robert, G. Marpaung, Tasarambowo, L. (2019). Respon kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.)

- terhadap pemberian unsur mikro. *Jurnal Agrotekda* 3(2): 74-83.
- Santosa, B.A.S. (2010) Inovasi teknologi defatting: Peluang peningkatan diversifikasi produk kacang tanah dalam industri pertanian. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 3 (3): 199–211.
- Sivasankari, B., Anandharaj, M. (2014). Isolation and molecular characterization of potential plant growth promoting *Bacillus cereus* GGBSTD1 and *Pseudomonas* spp. GGBSTD3 from vermisources. *Advances in Agriculture* 2014: 1 -13.
- Sharma, S., Jayant, K., Bhavanath, J. (2016). Halotolerant rhizobacteria promote growth and enhance salinity tolerance in peanut. *Frontiers in Microbiology* 7: 1-11.
- Solichatun, Khalimi K, Sudarma IM. 2013. Isolasi dan identifikasi rizobakteri dari rizosfer kacang tanah dan uji efektivitasnya dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 2 (4): 260-270.
- Stigter, K.A., Plaxton, W.C. (2015). Molecular mechanisms of phosphorus metabolism and transport during leaf senescence. *Plants*, 4: 773-798.
- Wang, M.L., Grusak, M.A., Chen, C.Y., Tonnis, B., Barkley, N.A., Evans, S., Pinnow, D., Davis, J., Phillips, R.D., Holbrook, C.C. & Pederson, G.A. (2016). Seed protein percentage and mineral concentration variability and their correlation with other seed quality traits in the U.S. peanut mini-core collection. *Peanut Science*, 43 (2): 119-125.
- Wen, B., Li, C., Fu, X., Li, D., Li, L., Chen, X., Wu, H., Cui, X., Zhang, X., Shen, H., Zhang, W., Xiao, W., Gao, D. (2019). Effects of nitrate deficiency on nitrate assimilation and chlorophyll synthesis of detached apple leaves. *Plant Physiology and Biochemistry*, 142: 363-371.
- Zhang, S., Reddy, M., and Kloepper, J. (2004). Tobacco growth enhancement and blue mold disease protection by rhizobacteria: relationship between plant growth promotion and systemic disease protection by PGPR strain 90–166. *Plant Soil* 262, 277–288. doi: 10.1023/B:PLSO.0000037048.26437.fa.