

ISOLASI DAN KARAKTERISASI FISIOLOGIS PGPR DARI RIZOFER TANAMAN KACANG TANAH (*Arachis hypogaea*) VARIETAS LOKAL MAYBRAT

ISOLATION AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF PGPR FROM THE RHIZOFER OF PEANUT PLANTS (*Arachis hypogaea*) LOCAL VARIETIES OF MAYBRAT

Kristi Lenci Patty¹, Laury Chara Marcia Huwae², Yulia Yunita Mayor¹

¹ Program Studi Agroteknologi,
Fakultas Teknik dan Pertanian,
Universitas Nani Bili Nusantara
Jl. Bandara, Epiglottis SP2
Mariat, Kabupaten Sorong,
Indonesia
kristipatty08@gmail.com

² Progam Studi Bioteknologi,
Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas
Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus
poka, Ambon, Indonesia
laury.huwae@fmipa.unpatti.ac.id

ABSTRACT

*Sustainable agriculture systems utilizing PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) have the potential to increase due to their environmentally friendly and practical nature, to replace the increasing use of chemical-based fertilizers and pesticides. Peanut (*Arachis hypogaea* L) local variety Maybrat is a plant that has the potential to be isolated by bacteria in its rhizosphere area to be used as a biostimulant candidate. This study aimed to determine the type of rhizobacteria in the rhizosphere area associated with local varieties of peanuts in the Maybrat Regency and obtain superior rhizobacteria for biostimulants (PGPR). A total of 8 isolates were successfully isolated from peanut rhizosphere and based on physiological characteristics showed that KM2 isolates produced the highest IAA of 2,625 mg l⁻¹, and KM8 isolates produced the highest GA3 concentration of 4.19 mg l⁻¹. KM7 isolates produce salicylates with the highest concentration of 0.788 mg l⁻¹, while KM3 isolates produce the highest type of catechols of 1.89 mg l⁻¹. The KM8 isolate is capable of dissolving the highest phosphate of 12.46 mg l⁻¹. Cyanide production tests showed that all eight bacterial isolates did not have the ability to produce cyanide. Based on physiological characteristics, it shows that these 8 isolates have the potential to be biostimulants and biofertilizers for plants.*

Keywords: PGPR, Isolation, Characterization, Rizofer, *Arachis hypogaea*

1. PENDAHULUAN

Sistem Pertanian berkelanjutan menuntut adanya inovasi dibidang pertanian untuk memenuhi permintaan pangan yang meningkat tanpa memberi dampak yang besar terhadap lingkungan. Inovasi dibidang pertanian ini dikenal dengan biorevolusi yang didasarkan pada dua hal mendasar yaitu input biologis melalui pemanfaatan fitomikrobioma (inokulasi, senyawa yang diproduksi melalui mikroba), dan tanaman yang lebih berkualitas (manipulasi struktur komunitas fitomikrobioma)^[1]. Fitomikrobioma merupakan mikroba yang berasosiasi dengan jaringan tanaman dan berkombinasi dengan tanaman membentuk holobiont pada semua bagian tanaman yaitu bunga, buah, batang, daun dan akar. Kondisi fitomikrobioma bervariasi pada setiap jaringan tanaman dan dihuni oleh mikroba spesifik.

PGPR (*Plant Growth-Promoting Rhizobacteria*) merupakan bagian dari fitomikrobioma yaitu mikroba yang berasosiasi dengan jaringan tanaman pada bagian akar. Komunitas mikroba yang berasosiasi dengan akar tanaman disebut rizomikrobioma. Rizomikrobioma memainkan peranan penting dalam perolehan nutrisi dan asimilasi, peningkatan tekstur tanah, mensekresi, dan memodulasi molekul ekstraseluler seperti hormon, metabolit sekunder, antibiotik, dan berbagai senyawa sinyal yang semuanya mengarah pada peningkatan pertumbuhan tanaman, sehingga memegang peranan penting dalam memodulasi respon stress tanaman. Penelitian telah menunjukkan bahwa menginokulasi

tanaman dengan PGPR dapat menjadi strategi yang efektif untuk merangsang pertumbuhan tanaman dan dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap tekanan abiotik seperti kekeringan, panas, dan salinitas yang cenderung menjadi lebih sering terjadi karena kondisi perubahan iklim yang terus berkembang. Penemuan ini telah menghasilkan formulasi berbasis PGPR multifungsi untuk pertanian komersial, yang bertujuan untuk meminimalkan penggunaan pupuk sintetis dan agrokimia.^[2]

Rhizomikrobioma adalah komunitas mikroba yang paling kompleks dari semua fitomikrobioma yang berasosiasi dengan tanaman. Rhizomikrobioma dapat dipahami dan ditandai dengan mudah adalah rhizobia pengikat nitrogen yang berasosiasi dengan kacang-kacangan^[2] Spesies rhizomikrobioma yang berasosiasi dengan tanaman dapat berubah sesuai dengan kondisi, genotip tanaman dan perkembangan tanaman.^{[2][4][5]}

Penggunaan biofertilizer komersial yang mengandung strain PGPR terbaik terus meningkat pesat, dan untuk alasan ini, pentingnya untuk mencari strain PGPR dan caranya bekerja bagi tanaman. PGPR dapat dibagi menjadi tiga kategori sebagai biopestisida, biofertilizer, dan fitostimulator.^[6] Sejumlah penelitian telah dilakukan dengan menggunakan sampel yang bervariasi dari berbagai habitat untuk mendapatkann berbagai jenis PGPR seperti ditunjukkan pada tabel dibawah ini.^[7]

Kacang tanah (*Arachis hypogaeae* L.) varietas lokal di Kabupaten Maybrat, Papua Barat merupakan salah satu tanaman kacang-kacangan (*leguminoceae*) yang dibudidayakan oleh petani lokal dengan menggunakan kearifan lokal, mempunyai rasa yang berbeda dengan kacang tanah yang diperdagangkan di pasaran. Oleh karena itu, kacang tanah varietas lokal Maybrat sangat cocok untuk diisolasi dan dijadikan sebagai kandidat biostimulan (PGPR).

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui jenis rhizobakteria yang berada di daerah risofer yang berasosiasi dengan kacang tanah varietas lokal di Kabupaten Maybrat dan mendapatkan rhizobakteria yang unggul untuk dijadikan sebagai biostimultan (PGPR). Studi kelayakan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan kearifan lokal masyarakat papua dalam pengelolaan budidaya tanaman endemik maupun tanaman pertanian lainnya tanpa menggunakan pupuk berbasis kimia sehingga dapat mengoptimalisasi hasil pertanian dan meminimalisasi dampak pencemaran lingkungan.

2. KAJIAN PUSTAKA / METODOLOGI /PERANCANGAN

Pertambahan populasi manusia berdampak terhadap peningkatan produksi pangan global yang menyebabkan praktik pertanian menggunakan bahan kimia seperti pestisida, herbisida, dan pupuk kimia dalam jumlah banyak, untuk memenuhi kebutuhan permintaan dan ketersediaan pangan, serat dan minyak. Penggunaan pupuk dan pestisida berbasis kimia ini menyebabkan degradasi lahan dan hilangnya keanekaragaman hayati.^[8] Menurut perkiraan, kerugian rata-rata produksi tanaman menjadi 10 miliar USD per tahun di negara-negara berkembang di Asia, penyebab utamanya adalah degradasi lahan.^[9] Degradasi lahan mengakibatkan kelelahan, salinisasi, dan penggundulan tanah. Berdampingan dengan pertumbuhan populasi manusia, pada abad 21 masyarakat global diperhadapkan dengan isu pemanasan global dan revolusi hijau sehingga menyebabkan lingkungan sebagai suatu ekosistem menjadi perhatian utama. Hal ini menyebabkan semua aktifitas manusia yang mengambil materi dari lingkungan maupun aktifitas manusia yang berdampak langsung terhadap lingkungan diharapkan tidak merusak lingkungan dan mengurangi pemanasan global.

Indonesia sebagai negara berkembang dengan jumlah penduduk 278 juta jiwa, dimana sektor pertanian memegang peranan penting dalam pertumbuhan ekonomi dan kewirausahaanya, menghadapi permasalahan yang sama yaitu naiknya permintaan akan kebutuhan pangan dan ketersediaannya, mengakibatkan aktifitas pertanian di Indonesia sangat bergantung kepada penggunaan pupuk dan pestisida berbasis kimia. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pertanian berkelanjutan yang digunakan untuk meminimalisasi dampak penggunaan pupuk dan pestisida kimia terhadap lingkungan.

Sistem pertanian berkelanjutan dengan memanfaatkan PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) berpotensi meningkat karena sifatnya yang ramah lingkungan dan praktis untuk menggantikan meningkatnya penggunaan pupuk dan pestisida berbasis kimia. PGPR merupakan

sekumpulan mikroorganisme rhizobakteria menguntungkan yang dapat meningkatkan atau menginisiasi pertumbuhan tanaman secara langsung maupun tidak langsung melalui berbagai proses seperti penyerapan nutrisi, sintesis siderophore, sintesis fitohormon, fiksasi N₂ oleh organisme hidup, melarutkan fosfat yang tidak larut, pengenalan gen toleransi sistemik, sintesis ACC deaminase, dan berbagai senyawa organik volatil. Penggunaan biofertilizer komersial yang mengandung strain PGPR terbaik terus meningkat pesat, dan untuk alasan ini, pentingnya untuk mencari strain PGPR dan caranya bekerja bagi tanaman. PGPR dapat dibagi menjadi tiga kategori sebagai biopestisida, biofertilizer, dan fitostimulator.^[10] (tabel 1).

Tabel 1. Tipe-Tipe PGPR dan Cara Kerjanya Untuk Menstimulasi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman^[10]

Tipe PGPR	Defenisi	Mekanisme	Referensi
Fitostimulator	Mikroorganisme yang mempunyai kemampuan untuk membuat fitohormon seperti IAA dan Etilen	Sintesis fitohormon	Lugtenberg <i>et al.</i> (2002) Somers <i>et al.</i> (2004)
Bioinsektisida atau Biopestisida	Jamur dan bakteri yang meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan cara mencegah pertumbuhan pathogen tanaman	Sintesis siderophore dan HCN Memproduksi enzim hidrolitik Pengenalan gen toleransi sistemik	Vessey (2003) Somers <i>et al.</i> (2004) Chandler <i>et al.</i> (2008)
Biofertilizer	mikroorganisme yang berkolonisasi dengan akar di bagian rhizosfer untuk meningkatkan perkembangan tanaman melalui peningkatan ketersediaan nutrisi	BNF Melarutkan fosfat yang tidak larut	Vessey (2003) Somers <i>et al.</i> (2004)

Sejumlah penelitian telah dilakukan dengan menggunakan sampel yang bervariasi dari berbagai habitat untuk mendapatkan berbagai jenis PGPR seperti ditunjukkan pada tabel dibawah ini (Tabel 2).

Tabel 2. PGPR dan Afliasi Filogenetiknya^[7]

Sumber	Asosiasi PGPR	Famili	Filum	Referensi
Rizosfer tanah dari Werserghats	<i>Micrococcus sp</i> NII 0909	Micrococcaceae	Actinobacteria	Dastager <i>et al.</i> (2010)
Pinus Brazil	n/a	Bacillaceae, Enterobacteriaceae, Pseudomonadaceae	Firmicutes, Proteobacteria	Ribeiro dan Cardoso (2012)
Canola (<i>Brassica napus</i>)	Phyllobacterium	Phyllobacteriaceae	Proteobacteria	Bertrand <i>et al.</i> (2001)
Kentang	Bacillus	Bacillaceae	Firmicutes	Calvo <i>et al.</i> (2010)
Tebu	<i>Burkholderia sp</i>	Burkholderiaceae	Proteobacteria	Luvizotto <i>et al.</i> (2010)
Gandum	<i>Stenotrophomonas sp</i>	Xanthomonadaceae	Proteobacteria	Majeed <i>et al.</i> (2015)
Gandum Jagung	<i>Enterobacter cloacae</i> <i>Pseudomonas monteilii</i> <i>Bacillus pumilus</i>	Enterobacteriaceae Pseudomonadaceae Bacillaceae	Proteobacteria	Habibi <i>et al.</i> (2014)
Padi	<i>Alcaligenes sp.</i> <i>Ochrobacterum sp.</i>	Alcaligenaceae Brucellaceae	Proteobacteria	Bal <i>et al.</i> (2013)

<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Serratia plymuthica</i>	Enterobacteriaceae	Proteobacteria	Koo and Cho (2009)
Tebu	<i>Azotobacter chroococcum</i> <i>Azospirillum brasilense</i>	Azotobacteraceae Rhodospirillaceae	Proteobacteria	Tejera <i>et al.</i> (2005)
<i>Suedafructifera</i>	<i>Kocuria turfanensis</i> 2M4	Micrococcaceae	Actinobacteria	Goswami <i>et al.</i> (2014b)
Tembakau	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> <i>Myroides odoratimimus</i>	Rhizobiaceae Flavobacteriaceae	Proteobacteria Bacteroidetes	Zhang and Kong (2014)

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L) varietas lokal Maybrat merupakan kacang tanah yang dibudidayakan oleh masyarakat lokal dengan menggunakan prinsip kearifan lokal sehingga dapat dijadikan kandidat yang baik untuk mengisolasi dan mendapatkan PGPR yang berpotensi sebagai biostimulan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya lainnya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Juni – Desember 2022. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pattimura Ambon. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah dari perakaran disekitar tanaman kacang tanah lokal Maybrat yang diambil pada kedalaman 0-20 cm dari permukaan tanah.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan yaitu isolasi dan karakterisasi fisiologis yang terdiri dari uji produksi asam asetat indole (IAA), uji produksi asam giberalic (GA), uji produksi siderophore tipe salisilat, uji kelarutan fosfat, dan Uji HCN.^{[11][12]}

Isolasi

Sebanyak 10 g tanah yang berasal dari risosfer kacang tanah lokal Maybrat dilarutkan dalam 90 ml aquades steril dan dishaker selama 30 menit. 1 ml suspensi tanah risosfer dimasukan kedalam 9 ml NaCl fisiologis secara bertahap sampai pengenceran mencapai 10^{-8} , dari setiap pengenceran diambil 0.1 ml suspensi dan disebarkan diatas media Natrium Agar (NA) dan diinkubasi pada suhu 30° C selama 1 hari. Setiap koloni murni yang tumbuh pada media NA diambil dan di reisolasi untuk mendapatkan kultur murni.

Uji Produksi asam asetat indol (IAA)

Isolat murni bakteri dikulturkan dalam media Nutrien Broth (NB) yang telah ditambahkan 0,1 g l^{-1} L-triptofan. dan diinkubasi selama 5 hari pada suhu 30° C. sebanyak 2 ml suspensi bakteri hasil inkubasi disentrifus selama 30 menit pada 3000 rpm. 2 ml supernatant diambil dan ditambahkan 2 tetes asam ortho fosfat (HPO_4) dan 4 ml reagen Salkowski (50 ml asam sulfat 35 % + 1 ml 0,5 M larutan $FeCl_3$), kemudian diinkubasi selama 24 jam dalam ruang gelap. Perubahan warna larutan menjadi pink menunjukkan produksi IAA. Larutan inkubasi diukur absorbansi pada panjang gelombang 535 nm.

Uji Produksi Asam Giberalik

Isolat murni bakteri dikulturkan dalam media Nutrien Broth (NB) dan dinkubasi selama 7 hari pada suhu 30⁰ C. 15 ml suspensi bakteri disentrifugasi selama 10 menit 8000 rpm. 15 ml supernata diambil dan ditambahkan 2 ml larutan zink asetat. Setelah 2 menit ditambahkan 2 ml kalium ferisianida dan disentrifugasi pada 8000 rpm selama 10 menit. 5 ml supernata diambil dan ditambahkan 5 ml asam klorida 30 % kemudian diinkubasi pada suhu 27⁰ C selama 75 menit. Absorbansi larutan diukur pada Panjang gelombang 254 nm.

Uji Produksi siderofor tipe salisilat dan katekol

Isolat murni bakteri dikulturkan dalam media Nutrien Broth (NB) dan dinkubasi selama 7 hari pada suhu 30⁰ C. setelah inkubasi, kultur disentrifugasi selama 20 menit pada 10000 rpm. 20 ml supernatant diatur pHnya sampai mencapai pH 2,0 menggunakan HCl. 20 ml etil asetat ditambahkan dan ekstraksi dilakukan dua kali. 5 ml supernatant diambil dan ditambahkan 5 ml regen hathway (1 ml 0,1 M FeCl₃, 1 ml 0,1 N HCl dan 1 ml 0,1 M kalium ferisianida dan ditambahkan ke dalam 100 ml aquades). untuk uji tipe salisilat dilakukan pengukuran absorbansi pada Panjang gelombang 560 nm dengan natrium salisilat sebagai larutan standar. Untuk uji tipe katekol dilakukan pengukuran absorbansi pada Panjang gelombang 700 nm dengan 2,3 asam benzoate dihidroksi (DHBA) sebagai larutan standar.

Uji HCN

Isolat murni bakteri ditumbuhkan pada media NA (30 g) yang telah ditambahkan glisin (4,4 g). produksi asam sianida dideteksi menggunakan kertas saring berukuran 1 x 1 cm yang telah disterilkan dan dicelupkan dalam larutan CDS (2 g asam pikrat, 8 g sodium karbonat dalam 20 ml aquades steril). Biakan diinkubasi pada suhu 30⁰ C selama 4 hari., jika terjadi perubahan warna kertas saring menjadi orange kecoklatan maka isolat bakteri menunjukkan kemampuan menghasilkan HCN.

Uji Kelarutan Fosfat

Isolat murni bakteri dikulturkan dalam media Pikovskaya (10 g glukosa, 5 g Ca₃HPO₄, 0,5 g (NH₄)SO₄, 0,2 g KCl, 0,1 g MgSO₄, 25 mg MnSO₄, 25 mg FeSO₄ dalam 1 liter aquades) dan dinkubasi dalam keadaan dishaker pada suhu 30⁰ C selama 7 hari. Kultur hasil inkubasi disentrifuga selama 15 m pada 1000 rpm. 5 ml supernatant diambil dan ditambahkan 0,5 ml pereaksi P pekat (12 g ammonium molibdat, 0,277 g kalium antimol tartrat), kocok beberapa menit dan diamkan selama 30 menit. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 693 nm dengan menggunakan PO₄³⁻ sebagai larutan standar.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi dan karakterisasi fisiologis PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dari rizofor tanaman kacang tanah lokal Maybrat diperoleh 8 isolat yang ditunjukkan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 3. Karakteristik Fisiologis Isolat PGPR Dari Risofer Tanaman Kacang Tanah Lokal Maybrat

No	Isolat	Produksi Hormon		Produksi siderofor		Uji HCN *)	Kelarutan Fosfat	
		Kosentrasi IAA (mg l ⁻¹)	Kosentrasi GA (mg l ⁻¹)	Tipe salisilat (mg l ⁻¹)	Tipe katekol (mg l ⁻¹)		Zona Bening **)	Kosentrasi Kelarutan fosfat (mg l ⁻¹)
1	KM1	1,078	2,62	0,782	1,78	-	+	5,83
2	KM2	2,625	2,70	0,469	1,282	-	+	3,91
3	KM3	1,484	3,02	0,698	1,89	-	+	10,07
4	KM4	0,531	3,09	0,782	1,861	-	+	10,07
5	KM5	0,500	2,72	0,726	1,813	-	+	11,06
6	KM6	2,203	3,11	0,559	1,579	-	+	10,3
7	KM7	0,297	2,60	0,788	1,837	-	+	11,66
8	KM8	1,297	4,19	0,777	1,746	-	+	12,46

Keterangan: *) + berwarna orange kecoklatan
- tidak ada perubahan warna

**) + zona bening terbentuk
- tidak terbentuk zona bening

***) + resisten pada suhu 50 dan 700 C
- Tidak resisten

Produksi asam asetat indol (IAA)

Hasil uji produksi asam asetat indol (IAA) dari 8 isolat bakteri menunjukkan isolat yang mampu menghasilkan IAA tertinggi pada isolat kode KM2 = 2,625 mg l⁻¹ dan terendah pada isolat KM7 = 0,297 mg l⁻¹ (tabel 3). Tiga isolat yaitu KM2, KM6 dan KM3 mempunyai kemampuan yang paling baik menghasilkan IAA (tabel 1).

Beberapa strain PGPR (Plant growth promoting rhizobacteria) merupakan prekursor yang mampu mensintesis IAA (bahan dasar) yang terkandung dalam eksudat akar dan bahan organik. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa IAA yang dihasilkan oleh bakteri PGPR adalah *Azospirillum* dan *Azotobacter paspali* Brasiliense yang dapat meningkatkan jumlah akar lateral dan ukuran sistem akar sehingga meningkatkan penyerapan air dan nutrisi dari tanah. Sintesis IAA di tanah telah tersedia melalui prekursor tertentu yaitu triptopan (L-triptofan). Triptofan merupakan salah satu sumber N untuk mikroba yang terkandung dalam eksudat akar dan bahan organik yang dapat diubah oleh mikroba tanah menjadi IAA.^[13] Berbagai faktor yang mempengaruhi *A. brasiliense* dalam biosintesis IAA seperti suhu, pH, keberadaan nitrogen dan konsentrasi triptofan dalam media kultur telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi kultur yang cocok untuk biosintesis IAA pada pH 6,5, 30 °C, media kultur dengan nitrogen, dan 0,1% tryptophan^[14]

Produksi asam giberalik (GA3)

Hasil uji produksi asam giberalin (GA3) dari 8 isolat bakteri menunjukkan bahwa kedelapan isolat ini mampu menghasilkan asam giberalin dengan konsentrasi GA3 tertinggi yaitu isolat KM8 = 4,19 mg l⁻¹ dan terendah yaitu KM7 = 2,60 mg l⁻¹ (tabel 3).

Asam Giberalin adalah fitohormon yang termasuk dalam kelompok besar asam tetrasiklik diterpen yang meregulasi berbagai macam proses dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman seperti perkecambahan, pemanjangan batang, pembungaan dan pembuahan. Penelitian yang dilakukan oleh Gutiérrez-Mañero *et al*^[15] menemukan empat bentuk GA3 yang mempunyai aktifitas fisiologis yang berbeda dihasilkan oleh *Bacillus pumilus* dan *B. licheniformis* yang diisolasi dari risosfer *Alnus glutinosa* L. Gaertn. Sgro *et al*^[16] juga menemukan strain *Lysinibacillus fusiformis*, *Achromobacter xylosoxidans*, *Bacillus halotolerans*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, dan *B. subtilis* yang diisolasi dari akar legum halofit *Prosopis strombulifera* menghasilkan GA3. Masciarelli *et al*^[17] menemukan bahwa *B.*

amiloliquefaciens menghasilkan produksi IAA, GA3 dan SA lebih tinggi dari yang lainnya sehingga strain ini lebih memungkinkan mengatur distribusi nutrisi tanaman dan pertumbuhan jaringan serta diferensiasi untuk membentuk nodul baru (sehingga mengubah nodulasi dalam proses utama fotosintesis dan menunda sementara pertumbuhan tanaman) dan untuk menciptakan lingkungan yang lebih cocok bagi *B. japonicum* untuk membangun dan memperbaiki nitrogen.

Produksi siderofor tipe salisilat dan katekol

Hasil uji produksi siderofor tipe salisilat dan tipe katekol dari 8 isolat bakteri menunjukkan bahwa kedelapan isolat ini mampu menghasilkan siderofor tipe salisilat tertinggi pada isolat kode KM7 = 0,788 mg l⁻¹ dan terendah pada isolat KM2 = 0,469 mg l⁻¹ walaupun jumlahnya sangat kecil (Tabel 3), sedangkan siderofor tipe katekol tertinggi pada isolat KM3 = 1,89 mg l⁻¹ dan terendah dihasilkan oleh isolat KM2 = 1,282 mg l⁻¹ (tabel 3).

Siderophores merupakan strategi yang digunakan oleh mikroba untuk menjaga kelangsungan hidupnya karena membentuk kompleks dengan Fe dan meningkatkan kelarutan dan penyerapannya dalam kondisi yang ketersediaan zat besinya rendah.^[18] penelitian sebelumnya oleh Arzanesh *et al*,^[19] menganalisis siderophores dan hubungannya dengan ketahanan terhadap kekeringan menemukan bahwa strain yang menghasilkan tingkat siderophores yang lebih tinggi berkaitan dengan ketahanan kekeringan yang sangat baik bagi tanaman inang. Dalam kondisi stres *Pseudomonas sp* menghasilkan kadar EPS yang lebih tinggi daripada dalam kondisi tanpa tekanan, menunjukkan bahwa pembentukan EPS pada bakteri terjadi sebagai reaksi terhadap stres.^[20]

HCN

Hasil Uji HCN dari 8 isolat bakteri menunjukkan bahwa kedelapan isolat bakteri ini tidak mampu untuk menghasilkan sianida. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan warna kertas saring menjadi orange-kecoklatan (tabel 3).

Salah satu karakteristik dari PGPR adalah kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan HCN yang berfungsi sebagai antagonis mikroba yang melindungi tanaman dari patogen yang menyerang.^{[21][22]} menemukan bahwa beberapa strain *Pseudomonas* memiliki kemampuan untuk menghasilkan HCN, siderophores dan antibiotik yang dapat menekan pertumbuhan *F.oxysporum* patogen. Berdasarkan hal ini kemungkinan dalam proses isolasi isolat bakteri penghasil HCN tidak terambil sehingga dibutuhkan media spesifik yang lebih baik..

Kelarutan fosfat

Hasil Uji kelarutan fosfat dari 8 isolat bakteri menunjukkan bahwa kedelapan isolat ini mampu untuk melarutkan fosfat tertinggi pada isolat KM8 = 12,46 mg l⁻¹ dan terendah pada isolat KM2 = 3,91 mg l⁻¹ (tabel 3).

Kelarutan fosfat adalah salah satu sifat yang sangat penting dari promosi pertumbuhan tanaman karena mikroorganisme dapat melarutkan fosfat yang tidak larut sehingga tersedia bagi tanaman.^[21] Kemampuan beberapa mikroorganisme untuk mengubah bentuk larutan yang tersedia misalnya ortofosfat menjadi fosfat merupakan salah satu sifat dari PGPR.^[11] Kebanyakan spesies *Bacillus* seperti *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus cereus*, *Bacillus pumilus* dan *Bacillus polymyxa* dikenal luas karena kemampuan biokontrolnya dalam menghasilkan beberapa antibiotik dan mendukung promosi pertumbuhan tanaman dengan produksi fitohormon, solubilisasi fosfat, melepaskan amonia dari bahan organik nitrogen.^[23]

5. KESIMPULAN

Hasil isolasi PGPR (Plant growth promoting rhizobacteria dari rizofe kacang tanah lokal Maybrat diperoleh 8 isolat. Uji produksi IAA dari 8 isolat bakteri menunjukkan bahwa 3 isolat memiliki kemampuan menghasilkan IAA yaitu KM2, KM3 dan KM6 paling baik. Uji produksi asam giberelin (GA3) menunjukkan isolate KM8 menghasilkan konsentrasi GA3 tertinggi yaitu 4,19 mg l⁻¹ sedangkan terendah dihasilkan oleh isolat KM7 dengan konsentrasi 2,60 mg l⁻¹. Uji produksi siderofor tipe salisilat menunjukkan isolat KM7 menghasilkan salisilat dengan konsentrasi tertinggi yaitu 0,788 mg l⁻¹ dan

terendah pada isolat KM2 yaitu 0,469 mg l⁻¹, sedangkan uji siderofor tipe katekol menunjukan isolat KM3 menghasilkan tipe katekol tertinggi yaitu 1,89 mg l⁻¹ dan terendah dihasilkan oleh isolat KM2 yaitu 1,282 mg l⁻¹.

Uji kemampuan melarutkan fosfat menunjukan bahwa isolat KM8 mampu melarutkan fosfat sebanyak 12,46 mg l⁻¹ dan terendah dimiliki oleh isolat KM2 sebanyak 3,91 mg l⁻¹. Uji produksi sianida menunjukan bahwa kedelapan isolat bakteri tidak memiliki kemampuan untuk menghasilkan sianida. isolate-isolat PGPR yang berhasil diisolasi ini dapat menjadi kandidat potensial PGPR tetapi dibutuhkan studi lanjut untuk mengetahui jenis rhizobakteria dan potensinya Ketika dikarakterisasi di lapangan kepada tanaman.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada DPRM DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah penelitian dosen pemula dengan No: SP DIPA-Nomor SP DIPA-023.17.1.690523/2022 dan Nomor: 845/LL14/PG.02.00.PT/2022 Kepala Laboratorium serta Pranata Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Pattimura yang telah membantu selama proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Timmusk, S., Behers, L., Muthoni, J., Muraya, A., and Aronsson, A. C. (2017). Perspectives and challenges of microbial application for crop improvement. *Front. Plant Sci.* 8:49. doi: 10.3389/fpls.2017.00049.
- [2] Backer, R., Rokem, S.J., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., Subramanian, S., Smith, L.D., 2018. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science.* 9: 1473. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01473>
- [3] Delaplace, P., Delory, B. M., Baudson, C., Mendaluk-Saunier, De Cazenave, M., Spaepen, S., et al. (2015). Influence of rhizobacterial volatiles on the root system architecture and the production and allocation of biomass in the model grass *Brachypodium distachyon* (L.) P. Beauv. *BMC Plant Biol.* 15:195. doi: 10.1186/s12870-015-0585-3
- [4] Poli, A., Lazzari, A., Prigione, V., Voyron, S., Spadaro, D., and Varese, G. C. (2016). Influence of plant genotype on the cultivable fungi associated to tomato rhizosphere and roots in different soils. *Fungal Biol.* 120, 862–872. doi: 10.1016/j.funbio.2016.03.008
- [5] Wintermans, P. C., Bakker, P. A., and Pieterse, C. M. (2016). Natural genetic variation in *Arabidopsis* for responsiveness to plant growth-promoting rhizobacteria. *Plant Mol. Biol.* 90, 623–634. doi: 10.1007/s11103-016-0442-2
- [6] Riaz, U., Murtaza, G., Anum, W., Samreen, T., Sarfraz, M., Nazir, Z.M., 2020. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) as Biofertilizers and Biopesticides. Springer. doi: 10.1007/978-3-030-48771-3_11
- [7] Kalayanasudaram, T.G., Syed, N., Subburamu, K., 2021. Recent Development in plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) for sustainable agriculture. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-821406-0.00017-5
- [8] Carsten, S.J., Mathis, H.H., 2014. Agricultural soil, pesticides and microbial diversity. *Curr. Opin. Biotechnol.* 27, 15-20
- [9] Pandey, A., Tripathi, A., Srivastava, P., Choudhary, K.K., Dikshit, A., 2019. Plant growth promoting microorganisms in sustainable agriculture. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-817004-5.00001-4
- [10] Riaz, U., Murtaza, G., Anum, W., Samreen, T., Sarfraz, M., Nazir, Z.M., 2020. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) as Biofertilizers and Biopesticides. Springer. doi: 10.1007/978-3-030-48771-3_11

- [11] Kesaulya, H., Baharudin., Zakaria, B., Syaiful, A.S., 2015. Isolation and physiological characterization of PGPR from potato plant rhizosphere in medium land of Buru Island. *Procedia Food Science*. 3: 190-199. doi: 10.1016/j.profoo.2015.01.021
- [12] Grobelak, A., Napora, A., Kacprzak, M., 2015. Using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) to improve plant growth. *Ecological Engineering*. 84: 22-28. Doi: 10.1016/j.ecoleng.2015.07.019
- [13] Mu'minah., Baharudin., Subair, H., Faharudin., 2015. Isolation and Screening Bacterial Exopolysaccarida from Potato Rhizospere in Highland and The Potential as a Producer Indole Acetic Acid (IAA). *Procedia Food Science*. 3: 74-81.
- [14] Pham, T., Bui, D. X., Trang, K.V.L., Le, T., Nguyen, L.M., Trinh, D., Phoung, D.T.N., Khoo, S.K., Chew, W.K., Show, L.P., 2022. Isolation of indole-3-acetic acid-producing *Azospirillum brasilense* from Vietnamese wet rice: Co-immobilization of isolate and microalgae as a sustainable biorefinery. *Journal Of Biotechnology*. 349: 12-20. doi.org/10.1016/j.jbiotec.2022.03.007
- [15] Gutiérrez-Mañero F, Ramos-Solano B, Probanza A, Mehrouachi J, Tadeo F, Talon M. The plant-growth-promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. *Physiol Plantarum* 2001;111:206–11
- [16] Sgroy V, Cassan F, Masciarelli O, Del Papa MF, Lagares A, Luna V. Isolation and characterization of endophytic plant growth-promoting (PGPB) or stress homeostasis-regulating (PSHB) bacteria associated to the halophyte *Prosopis strobilifera*. *Appl Microbiol Biotechnol* 2009;85:371–81.
- [17] Masciarelli, O., Llanes, A., Luna, V., 2013. A New PGPR Co-Inoculated With *Bradyrhizobium japonicum* Enhances Soybean Nodulation. *Microbiological Research*. 169: 609-615
- [18] Rajkumar, M., Bruno, L.B., Banu, J.R., 2017. Alleviation of environmental stress in plants: The role of beneficial *Pseudomonas* spp. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 47 (6), 372–407. <https://doi.org/10.1080/10643389.2017.1318619>.
- [19] Arzanesh, M.H., Alikhani, H.A., Khavazi, K., Rahimian, H.A., Miransari, M., 2011. Wheat (*Triticum aestivum* L.) Growth Enhancement by *Azospirillum* sp. Under Drought Stress. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 27 (2), 197–205. <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0444-1>.
- [20] Ali, S.Z., Sandhya, V., Venkateswar Rao, L., 2014. Isolation and characterization of drought-tolerant ACC deaminase and exopolysaccharide-producing fluorescent *Pseudomonas* sp. *Ann. Microbiol.* 64 (2), 493–502. <https://doi.org/10.1007/s13213-013-0680-3>
- [21] Goswami, D., Vaghela, H., Parmar, S., Dhandhukia, P., Thakker, N. J., 2013. Plant Growth Promoting Potential of *Pseudomonas* spp. Strain OG Isolated From Marine Water. *Plant Interaction*. 8: 281-290. <https://doi.org/10.1080/17429145.2013.768360>
- [22] Jan AT, Azam M, Ali A, Haq Q. Novel Approaches of Beneficial *Pseudomonas* in Mitigation of Plant Diseases – an Appraisal. *J Plant Interact* 2011;6(4):195–205.
- [23] Hayat R, Ali S, Amara U, Khalid R, Ahmed I. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Ann Microbiol* 2010;60(4):579–98.