

Karakterisasi dan Uji Produksi IAA Bakteri Rizosfer dari Tanaman Putri Malu (*Mimosa pudica* L.)

Dwina Kristianti¹, Parluhutan Siahaan¹, Agustina Monalisa Tangapo^{1*}

¹*Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia*

**Email: agustina.tangapo@unsrat.ac.id*

Abstrak

Bakteri rizosfer dapat merangsang pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan berbagai zat pengatur tumbuh dalam lingkungan akar. Salah satu potensi yang dapat dimanfaatkan dari bakteri rizosfer yaitu kemampuan penghasil indole-3-acetic-acid (IAA). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik makroskopis dan mikroskopis bakteri rizosfer dari akar putri malu serta menguji kemampuannya dalam memproduksi IAA. Tahapan penelitian meliputi isolasi dan purifikasi bakteri, pengamatan morfologi sel dan koloni, uji biokimia, dan uji produksi IAA. Uji biokimia yang dilakukan meliputi uji hidrolisis gelatin, hidrolisis pati, hidrolisis kasein, produksi indol, motilitas, penggunaan Triple Sugar Iron (TSI), Sitrat Simon, oksidase, dan katalase. Hasil penelitian diperoleh sebelas isolat bakteri dengan sembilan isolat bakteri gram negatif, dua isolat gram positif, dan satu isolat bakteri yang menghasilkan endospora. Bentuk sel bakteri yang diperoleh batang dan bulat. Karakteristik makroskopis koloni bervariasi dari bentuk, elevasi, tepi, dan warna koloni. Kesebelas isolat menunjukkan karakteristik yang berbeda berdasarkan hasil uji biokimia. Berdasarkan hasil analisis uji produksi IAA dengan penambahan L-triptofan, 11 isolat bakteri mampu memproduksi IAA pada kisaran konsentrasi 10.41–23.91 mg/L.

Kata Kunci: bakteri rizosfer; indole-3-acetic-acid; putri malu; triptofan

PENDAHULUAN

Rizosfer didefinisikan sebagai zona tanah disekitar akar tanaman yang dipengaruhi langsung oleh akar tanaman (Prashar *et al.*, 2014). Bakteri rizosfer merupakan bakteri di daerah rizosfer yang memanfaatkan eksudat akar sebagai sumber nutrisi dan menghasilkan berbagai metabolit sekunder untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pemanfaatan kelompok mikroba yang hidup dan berkembang di daerah perakaran (rizosfer) merupakan prinsip teknologi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Peranan PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dapat terbagi menjadi *biofertilizer*, *biostimulant*, *rhizomediator*, dan *biopestisida*. PGPR sebagai *biostimulant* yaitu dapat memproduksi dan mengatur konsentrasi fitohormon seperti *indole-3-acetic acid* (IAA, auksin), giberelin, etilen, dan sitokonin. IAA merupakan fitohormon golongan auksin alami yang berperan dalam

menstimulasi pembesaran sel, merangsang terjadinya imbibisi, berperan dalam pembentukan jaringan xilem dan floem, serta meningkatkan proses elongasi sel, pembelahan sel, dan diferensiasi sel pada tanaman (Kurniati, 2018; Tangapo, 2020). Secara alami, tanaman dapat menghasilkan IAA yang disebut IAA endogen, namun IAA yang dihasilkan oleh tanaman belum optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga tanaman membutuhkan IAA yang dihasilkan dari luar tanaman, misalnya IAA yang dihasilkan oleh bakteri (Astriani & Murthy, 2018). Bakteri rizosfer yang diketahui menghasilkan hormon IAA yaitu *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Enterobacter* sp., dan *Pseudomonas* sp. (Sukmadi, 2012).

Salah satu tanaman yang sering dimanfaatkan sebagai biang PGPR adalah tanaman putri malu. Tanaman putri malu termasuk tanaman liar sehingga mudah ditemukan. Tanaman putri malu (*Mimosa pudica* L.) merupakan tanaman leguminosa yang bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* sehingga membentuk organ akar yang disebut nodul/bintil akar. Bakteri *Rhizobium* mampu memacu pertumbuhan akar dengan menghasilkan hormon pertumbuhan IAA. Penelitian mengenai isolat bakteri rizosfer beserta potensinya dalam memacu pertumbuhan tanaman khususnya isolat-isolat lokal masih perlu banyak dieksplorasi. Salah satunya adalah perlu dilakukan upaya pencarian isolat lokal potensial yang dapat menghasilkan hormon IAA. Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini akan dilakukan eksplorasi bakteri rizosfer dari akar putri malu dan menguji potensinya dalam menghasilkan IAA. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik makroskopis dan mikroskopis bakteri rizosfer dari akar putri malu serta menguji kemampuan bakteri rizosfer dari akar putri malu dalam memproduksi IAA.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Lanjut Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi pada bulan November 2022-Februari 2023. Pengambilan sampel tanah dilakukan di Desa Kalasey I, Kecamatan Pineleng, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Tanah diambil pada daerah sekitar perakaran tanaman putri malu (*Mimosa pudica* L.). Tanah diambil dari tiga lokasi tanaman putri malu dan dikompositkan, kemudian dibawa ke laboratorium.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah tabung reaksi, cawan petri, batang *spreader*, pipet, mikropipet, pinset, batang pengaduk, timbangan analitik, jarum ose, labu erlenmeyer, lampu bunsen, gelas beaker, inkubator, *hot plate*, autoklaf, *laminar air flow*, mikroskop, vortex, sentrifuge, tabung sentrifuge, spektrofotometer UV-VIS Optima SP-3000 nano, *colony counter*, penggaris, spidol, gunting, plastik, kertas label, aluminium foil, plastik *wrapping*, kapas, sarung tangan, dan masker.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel tanah PGPR dari akar putri malu (*Mimosa pudica* L.), alkohol 70%, etanol 95%, NaCl, media *Natrium Agar* (NA), media *Tryptic Soy Broth* (TSB), pati, agar, beef extract, pepton, susu skim, tripton, H₂O₂, media *Sitrat Simon Agar* (SSA), media *Sulfur Indol Motility* (SIM), media *tryptone broth*, media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), akuades, *oxidase disc*, larutan Kovacks *indole reagent*, *malachite green*, iodine, safranin, kristal violet, reagen Salkowski, IAA murni, dan L-tryptophan.

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri

Isolasi bakteri dari sampel tanah dilakukan dengan metode cawan sebar (*spread-plate*) menggunakan media *Tryptic Soy Agar* (TSA). Tanah yang telah dikompositkan ditimbang sebanyak 10 g, kemudian dilarutkan ke dalam 90 mL larutan NaCl 0.9% sehingga diperoleh pengenceran 10⁻¹. Selanjutnya dilakukan pengenceran berseri hingga 10⁻⁷. Sebanyak 100 µL sampel dari setiap

pengenceran diambil dan disebar pada media TSA menggunakan batang *spreader* sampai merata. Setelah itu, diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Bakteri yang telah diisolasi selanjutnya dikarakterisasi pada bentuk koloni, warna koloni, permukaan koloni, dan tepi koloni. Purifikasi bakteri dilakukan dengan menginokulasikan satu koloni bakteri dengan metode *streak* kuadran pada media TSA. Setelah mendapatkan koloni murni, dilakukan karakterisasi mikroskopis dengan pewarnaan gram dan pewarnaan spora. Uji biokimia meliputi uji hidrolisis gelatin, uji hidrolisis pati, uji hidrolisis kasein, uji produksi indol, uji motilitas, uji penggunaan *Triple Sugar Iron* (TSI), uji sitrat simon, uji oksidase, dan uji katalase.

Uji Produksi IAA

Bakteri diremajakan pada media TSB (*Tryptic Soy Broth*) dengan penambahan 0.5 g/L L-triptofan, kemudian dikocok dengan agitasi 120 rpm. Bakteri diinkubasi pada suhu 28°C selama 48 jam. Pembuatan kurva larutan standar IAA dilakukan dengan menggunakan konsentrasi bertingkat dari larutan stok IAA (50 ppm). Larutan stok dibuat variasi konsentrasi 10-50 ppm. Bakteri yang telah diinkubasi selama 48 jam pada suhu $28 \pm 2^\circ\text{C}$ kemudian disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 13,000 rpm. Analisis IAA dilakukan menggunakan reagen Salkowski. Supernatan dari kultur TSB sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam cuvet dan ditambahkan 2 mL reagen Salkowski, kemudian diinkubasi selama 30 menit di dalam ruangan gelap. Setelah itu diukur absorbansinya menggunakan panjang gelombang 530 nm, dan pengamatan dilakukan terhadap perubahan warna yang terjadi. Perubahan warna menjadi merah muda menunjukkan bahwa isolat mampu menghasilkan IAA. Konsentrasi IAA dihitung setelah dibandingkan dengan kurva larutan standar IAA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri

Berdasarkan hasil isolasi bakteri rizosfer dari perakaran putri malu (*Mimosa pudica* L.) diperoleh isolat bakteri sejumlah 11 isolat. Hasil perhitungan jumlah bakteri rizosfer dari perakaran putri malu diperoleh adalah 3.5×10^8 CFU/ml. Jumlah isolat bakteri yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya. Nufus, dkk., (2022) berhasil mengisolasi 7 isolat mikroba dari bintil akar putri malu. Sari, dkk., (2018) berhasil mengisolasi 5 isolat bakteri dari bintil akar putri malu. Sutarman (2017) memperoleh rerata jumlah bakteri pada bintil akar putri malu sebanyak 2.56×10^7 CFU/ml.

Karakterisasi Mikroskopis dan Makroskopis Bakteri

Karakterisasi makroskopis isolat yang diperoleh dilakukan dengan mengamati bentuk koloni, warna koloni, permukaan koloni, dan tepi koloni. Secara umum bentuk koloni yang diperoleh yaitu bulat (isolat 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, dan 12) dan tidak beraturan (isolat 9). Koloni bakteri sebagian besar berwarna putih tulang (isolat 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, dan 12), putih (isolat 1 dan 9), dan bening (isolat 8). Permukaan koloni yang diperoleh meliputi datar (isolat 1, 2, 4, 6, 9, dan 12), cembung (isolat 3 dan 8), dan *umbonate* (isolat 5, 7, dan 10). Tepi koloni yang diperoleh meliputi licin (isolat 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, dan 12), bergerigi (isolat 2), dan berlekuk (isolat 9). Deskripsi koloni isolat bakteri dapat dilihat pada Tabel 1.

Karakterisasi mikroskopis dilakukan dengan pewarnaan gram dan pewarnaan spora. Pewarnaan gram bertujuan untuk membedakan bakteri yang terbagi menjadi dua kelompok yaitu bakteri gram positif dan gram negatif. Berdasarkan hasil dari pewarnaan gram (Tabel 1) diperoleh empat isolat bakteri gram negatif berbentuk bulat, yaitu bakteri isolat 1, 3, 10, dan 13. Terdapat dua isolat bakteri gram positif berbentuk batang, yaitu bakteri isolat 2 dan 9. Lima isolat bakteri gram negatif berbentuk batang, yaitu bakteri isolat 4, 5, 6, 7, dan 8. Bakteri gram positif mempertahankan warna ungu setelah ditetesi reagen kristal violet, sedangkan bakteri gram negatif akan berwarna merah akibat efek pencucian dengan alkohol 95% dapat meningkatkan porositas dinding sel dengan melarutkan lipid bagian luar sehingga

dinding sel mudah dihilangkan dari lapisan peptidoglikan yang tidak tertaut dengan kuat (Bambang *et al.*, 2014). Pewarnaan spora bertujuan untuk mengetahui apakah isolat bakteri menghasilkan spora atau tidak. Berdasarkan hasil pewarnaan spora diperoleh satu isolat bakteri yang menghasilkan spora yaitu bakteri isolat 1. Bakteri yang menghasilkan spora akan berwarna hijau, sedangkan sel vegetatif akan berwarna merah (Harley, 2005).

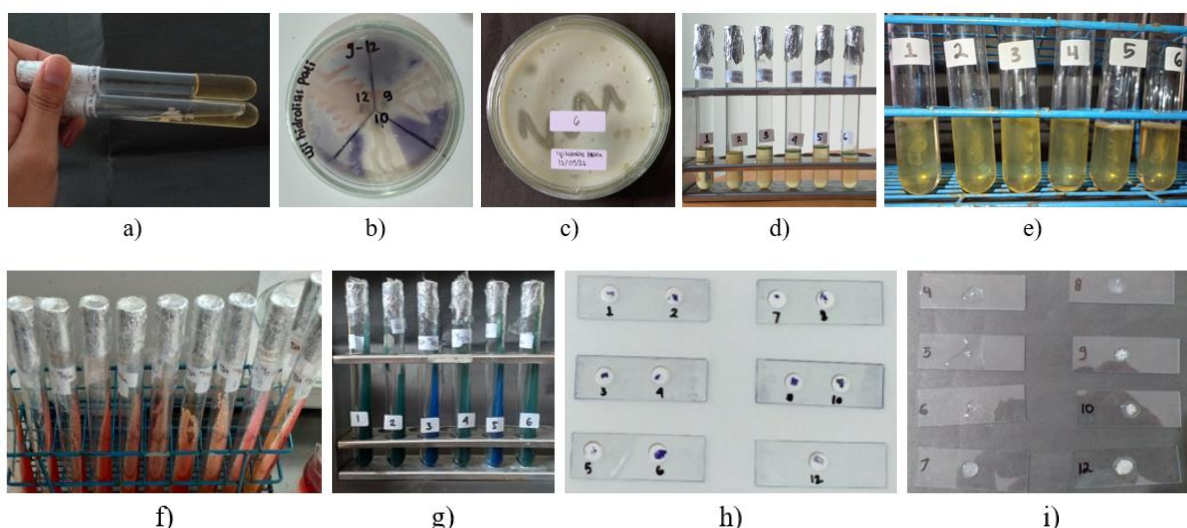
Tabel 1. Karakteristik makroskopis dan mikroskopis bakteri

Kode Isolat	Karakteristik Bakteri						
	Bentuk Koloni	Warna Koloni	Permukaan Koloni	Tepian Koloni	Pewarnaan Gram	Bentuk sel	Pewarnaan Spora
1	Bulat	Putih	Datar	Licin	-	Bulat	Berspora
2	Bulat	Putih tulang	Datar	Bergerigi	+	Batang	Tidak berspora
3	Bulat	Putih tulang	Cembung	Licin	-	Bulat	Tidak berspora
4	Bulat	Putih tulang	Datar	Licin	-	Batang	Tidak berspora
5	Bulat	Putih tulang	<i>Umbonate</i>	Licin	-	Batang	Tidak berspora
6	Bulat	Putih tulang	Datar	Licin	-	Bulat	Tidak berspora
7	Bulat	Putih tulang	<i>Umbonate</i>	Licin	-	Batang	Tidak berspora
8	Bulat	Bening	Cembung	Licin	-	Batang	Tidak berspora
9	Tidak beraturan	Putih	Datar	Berlekuk	+	Batang	Tidak berspora
10	Bulat	Putih tulang	<i>Umbonate</i>	Licin	-	Bulat	Tidak berspora
11	NA (<i>not available</i>)						
12	Bulat	Putih tulang	Datar	Licin	-	Bulat	Tidak berspora

Uji Biokimia

Hasil uji hidrolisis gelatin menunjukkan terdapat dua isolat yang mampu menghasilkan enzim gelatinase, yaitu isolat 9 dan 12. Bakteri yang mampu menghasilkan enzim gelatinase ditandai dengan tetap cairnya media setelah dimasukkan ke dalam lemari es selama 30 menit. Bakteri yang menghasilkan enzim gelatinase dapat menghidrolisis gelatin menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino (Valcarcel *et al.*, 2021). Hasil uji hidrolisis pati menunjukkan terdapat tujuh isolat yang mampu menghasilkan enzim amilase, yaitu isolat 1, 2, 5, 8, 9, 10, dan 12. Isolat yang menghasilkan enzim amilase ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar inokulasi pada media. Enzim amilase mengkatalisis proses pemecahan molekul amilum menjadi molekul yang sederhana seperti dekstrin, maltoriosa, maltosa, dan glukosa (Wahyuningsih, 2019). Hasil uji hidrolisis kasein menunjukkan terdapat enam isolat yang menunjukkan aktivitas enzim protease, yaitu isolat 1, 2, 6, 7, 8, dan 12. Enzim protease mampu menghidrolisis protein menjadi asam amino. Zona bening yang muncul pada media menandai bakteri mampu menghidrolisis kasein. Hasil uji produksi indol menunjukkan tidak ditemukan bakteri yang mampu menghasilkan enzim tryptophanase. Bakteri yang mampu menghasilkan indol ditandai dengan terbentuknya lapisan merah pada permukaan media setelah ditetesi reagen Kovacks. Hasil uji motilitas menunjukkan terdapat sepuluh bakteri yang bersifat motil (Gambar 1e), yaitu isolat

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10. Bakteri yang bersifat motil ditandai dengan adanya pertumbuhan bakteri pada bekas tusukan inokulasi dan permukaan media, serta media yang menjadi keruh. Hasil uji penggunaan *triple sugar iron* (TSI) menunjukkan terdapat delapan isolat yang mampu memfermentasi glukosa, yaitu isolat 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, dan 11. Dua isolat yang mampu memfermentasi glukosa, sukrosa, dan laktosa, yaitu isolat 7 dan 8. Satu isolat yang tidak dapat memfermentasi glukosa, sukrosa, dan laktosa, yaitu isolat 6. Hasil uji sitrat simon menunjukkan terdapat dua isolat yang menggunakan sitrat sebagai sumber karbon, yaitu isolat 3 dan 5. Bakteri yang menggunakan sitrat sebagai sumber karbon ditandai dengan perubahan warna pada media dari hijau menjadi biru akibat asam pada media hilang sehingga menyebabkan peningkatan pH. Hasil uji oksidase menunjukkan seluruh isolat mampu menghasilkan enzim oksidase. Bakteri yang menghasilkan enzim oksidase ditandai dengan munculnya warna ungu pada *paper oxidase* akibat adanya oksidasi. Organisme yang menghasilkan enzim oksidase berperan dalam mengkatalisis proses oksidasi dan reduksi elektron (Jawetz *et al.*, 2008). Hasil uji katalase menunjukkan terdapat sembilan isolat yang mampu menghasilkan enzim katalase, yaitu isolat 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, dan 12. Enzim katalase merupakan enzim yang mengkatalisasikan penguraian hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi air dan oksigen (Prihanto, dkk., 2018). Bakteri yang mampu menghasilkan enzim katalase ditandai dengan munculnya buih atau gelembung setelah ditetesi H_2O_2 . Hasil uji biokimia dapat dilihat pada Gambar 1.



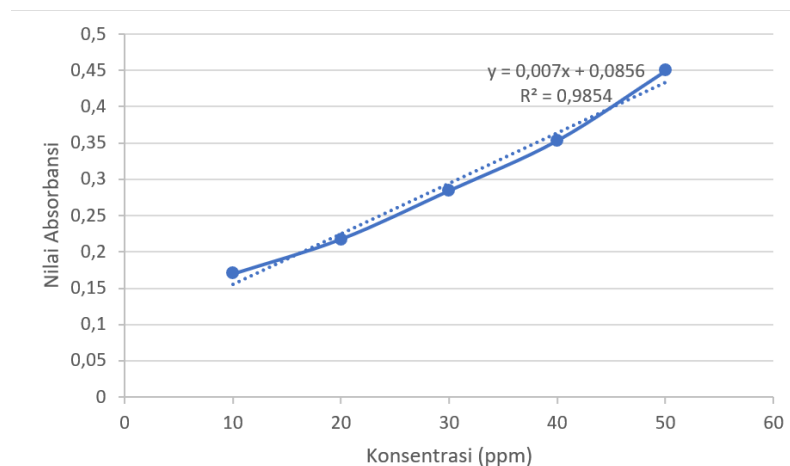
Gambar 1. Hasil uji biokimia: a) Uji hidrolisis gelatin, b) Uji hidrolisis pati, c) Uji hidrolisis kasein, d) Uji produksi indol, e) Uji motilitas, f) Uji TSI, g) Uji Sitrat Simon, h) Uji oksidase, dan i) Uji katalase.

Menurut buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, karakteristik bakteri isolat 8 memiliki kemiripan dengan kelompok bakteri dari famili Enterobacteriaceae yang umumnya bakteri dengan bentuk sel batang dan Gram negatif. Karakteristik yang dimiliki kelompok bakteri Enterobacteriaceae yaitu dapat memfermentasi karbohidrat, tidak memproduksi enzim gelatinase, dan tidak memproduksi spora (Bergey & Holt, 1994; Wang *et al.*, 2020). Bakteri rizosfer yang termasuk ke dalam famili Enterobacteriaceae adalah *Escherichia* sp., *Klebsiella* sp., *Serratia* sp., *Erwinia* sp., dan *Proteus* sp. (Bergey & Holt, 1994). Mengacu pada buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, isolat 6 memiliki sifat yang serupa dengan famili Pseudomonadaceae, genus *Pseudomonas*. Hasil penelitian serupa dilakukan oleh Suyono & Salahudin (2011) yang mengidentifikasi bakteri *Pseudomonas* sp. dari tanah yang terindikasi terkontaminasi logam dengan ciri-

ciri bentuk sel batang, bersifat motil, Gram negatif, katalase positif, produksi indol negatif, dan tidak dapat memfermentasi karbohidrat (glukosa, sukrosa, dan laktosa).

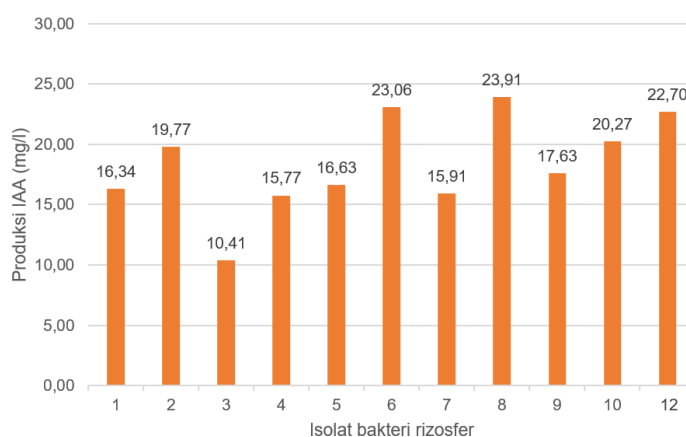
Uji Produksi IAA

Pembuatan kurva standar IAA bertujuan memperoleh persamaan untuk menghitung konsentrasi sampel IAA. Nilai absorbansi larutan IAA murni dari 10–50 ppm yang ditambahkan reagen Salkowski digunakan untuk memperoleh kurva standar IAA. Nilai absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 530 nm. Hasil pengukuran diperoleh persamaan $y = 0.007x + 0.0856$ dengan nilai regresi 0.9854 (Gambar 2).



Gambar 2. Kurva standar IAA.

Berdasarkan hasil analisis, 11 isolat bakteri memproduksi IAA pada kisaran konsentrasi 10.41-23.91 mg/L (Gambar 3). Produksi IAA tertinggi dihasilkan oleh isolat 8 dengan konsentrasi IAA 23.91 mg/L, diikuti oleh isolat 6 dengan konsentrasi IAA 23.06 mg/L. Sedangkan produksi IAA terendah dihasilkan oleh isolat 3 dengan konsentrasi IAA 10.41 mg/L. Hasil penelitian sebelumnya telah banyak melaporkan konsentrasi produksi IAA oleh bakteri rizosfer. Tanah yang diisolasi dari 6 jenis bambu yang berbeda diperoleh 9 isolat bakteri rizosfer asal Kalasey yang mampu memproduksi IAA dengan kisaran antara 13.22-39.52 mg/L (Lengkong, dkk., 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Handayani, dkk., (2020), menyatakan sebanyak 41 isolat bakteri dari tanah rizosfer bawang merah di Nganjuk menghasilkan hormon IAA dengan konsentrasi antara 2.13-31.63 mg/L. Penelitian serupa dilakukan oleh Tangapo (2020) yang berhasil mengisolasi sebanyak 20 jenis bakteri endofit ubi jalar yang mampu menghasilkan konsentrasi IAA dengan kisaran 0.96-115.63 mg/L.



Gambar 3. Diagram produksi IAA isolat bakteri rizosfer.

Berdasarkan hasil pengamatan, supernatan isolat bakteri mengalami perubahan warna menjadi merah muda namun tidak pekat (Gambar 3). Perubahan warna terjadi karena senyawa $Fe_2(OH)_2(IA)_4$ terbentuk akibat reaksi antara IAA dengan Fe pada reagen Salkowski sehingga isolat yang mampu menghasilkan senyawa IAA akan berwarna merah (Kovacs, 2009). Jika konsentrasi reagen Salkowski yang digunakan semakin tinggi maka berpotensi menghasilkan perubahan warna yang semakin pekat pula (Handayani, dkk., 2020). Yurekli & Topcuoglu (2003) menyatakan bahwa produksi IAA akan maksimal jika masa inkubasi terjadi dalam kondisi gelap. Intensitas cahaya merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi reaksi antara reagen Salkowski dengan IAA. Hormon IAA yang dihasilkan oleh bakteri dipengaruhi oleh jenis spesies dan kondisi pada saat proses produksi (Sukmadi, 2013; Rini, dkk., 2020). Kondisi pada proses produksi yang dapat mempengaruhi hormon IAA yang dihasilkan oleh bakteri antara lain temperatur, pH, kecepatan agitasi, dan waktu inkubasi. Hormon IAA yang dihasilkan oleh isolat bakteri akan meningkat signifikan pada jam ke-96 atau pada fase stasioner (Al Banna & Arifuddin, 2021). Produksi IAA yang maksimal dihasilkan pada media yang mengandung prekursor L-triptofan (Yurekli & Topcuoglu, 2003). Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Tangapo (2020) bahwa tanpa penambahan L-triptofan, sebanyak 19 jenis (86.36%) isolat bakteri endofit ubi jalar cilembu menghasilkan IAA dengan konsentrasi 0.29-7.21 mg/L. Jika media mengandung L-triptofan, maka jumlah jenis positif dan konsentrasi IAA yang dihasilkan meningkat secara signifikan. Pada media yang mengandung L-triptofan, sebanyak 20 jenis (91%) isolat bakteri menghasilkan IAA dengan kisaran konsentrasi 0.96-115.63 mg/L.

Salah satu faktor penting dalam biosintesis IAA adalah dengan penambahan triptofan. Triptofan yang berasal dari eksudat akar atau sel-sel yang mati dimanfaatkan oleh bakteri rizosfer untuk proses biosintesis IAA (Tangapo, 2020). Biosintesis IAA terdiri dari beberapa jalur, yaitu jalur indol-3-piruvat (IPA), jalur indol-3-asetamida (IAM), dan jalur triptamin (TAM). Bakteri rizosfer yang menghasilkan IAA dapat meningkatkan jumlah rambut akar, ukuran, dan jumlah akar adventif tanaman. Pada saat tersedia prekursor asam amino triptofan maka bakteri-bakteri rizosfer mensintesis hormon IAA sebagai metabolit sekunder (Rini, dkk., 2020). Oleh karena itu, penambahan prekursor L-triptofan pada media dapat meningkatkan produksi IAA oleh bakteri. Hasil analisis nilai konsentrasi IAA menunjukkan bahwa isolat-isolat bakteri PGPR dari rizosfer tanaman putri malu mampu menghasilkan hormon IAA yang berpotensi sebagai pupuk hayati. Setiap isolat memiliki kemampuan untuk menghasilkan hormon IAA dalam jumlah yang berbeda-beda, namun jumlah yang dihasilkan tidak terlalu berbeda antar isolat. Dengan demikian maka akar putri malu dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pengembangan pupuk hayati PGPR.

KESIMPULAN

Koloni bakteri rizosfer bakteri dari akar putri malu memiliki karakteristik makroskopis yang beragam. Bentuk koloni bakteri didominasi oleh bentuk bulat, warna koloni bakteri didominasi warna putih tulang, permukaan koloni bakteri didominasi bentuk datar, tepi koloni bakteri didominasi licin. Karakteristik mikroskopis bakteri terdapat sembilan isolat bakteri gram negatif dan dua isolat bakteri gram positif. Terdapat empat isolat bakteri dengan bentuk sel bulat dan tujuh isolat bakteri dengan bentuk sel batang. Isolat bakteri rizosfer dari akar putri malu mampu menghasilkan IAA dengan kisaran konsentrasi 10.41–23.91 mg/L. Produksi IAA tertinggi dihasilkan oleh isolat 8 dengan konsentrasi IAA 23.91 mg/L, diikuti oleh isolat 6 dengan konsentrasi IAA 23.06 mg/L. Sedangkan produksi IAA terendah dihasilkan oleh isolat 3 dengan konsentrasi IAA 10.41 mg/L. Bakteri isolat 8 teridentifikasi famili Enterobacteriaceae dan bakteri isolat 6 teridentifikasi famili Pseudomonadaceae, genus *Pseudomonas*.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Banna, M. Z., dan Arifuddin, W., 2021. *Potensi Bakteri Asal Bambu dalam Memproduksi Asam Indol Asetat (IAA)*. Agrosainstek: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian. 5(1): 72-80.
- Astriani, M., dan Murtiyaningsih, H., 2018. *Pengukuran Indole-3-Acetic Acid (IAA) pada Bacillus sp. dengan Penambahan L-Tryptofan*. Bioeduscience. 2(2).
- Bambang, A.G., 2014. *Analisis Cemar Bakteri coliform dan Identifikasi Escherichia coli pada Air Isi Ulang dari Depot di Kota Manado*. Pharmacon. 3(3).
- Bergey, D.H., dan Holt, J. G., 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 9th Edition*. Maryland: Williams & Wilkins, Baltimore.
- Handayani, W., Munir, M., dan Hidayati, I., 2020. *Pengelompokan Isolat Bakteri Penghasil Hormon IAA (Indole Acetic Acid) dari Tanah Rhizosfer Bawang merah (Allium cepa) di Nganjuk dengan Variasi Wilayah yang Berbeda*. In Prosiding Seminar Nasional Biologi. 6(1): 183-190.
- Harley, J. P., 2005. *Laboratory Exercises in Microbiology, Sixth Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Jawetz, E., Melnick, L., dan Adelberg, E. A., 2008. *Mikrobiologi Kedokteran*. Surabaya: Medika Salemba.
- Kovacs, K., 2009. *Applications of Mossbauer Spectroscopy in Plant Physiology. Doctoral dissertation*. Budapest: Eötvös Loránd University (ELTE) Chemistry Doctoral School.
- Kurniati, S., 2018. *Skrining dan Identifikasi Bakteri Penghasil Hormon Indole-3 Acetic Acid (IAA) Daerah Perakaran Padi (Oryza sativa) di Kelurahan Balang Kecamatan Binamu Kabupaten Jeneponto*. Disertasi. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Lengkong, S. C., Siahaan, P., dan Tangapo, A. M., 2022. *Analisis Karakteristik dan Uji Bioaktivitas Bakteri Rizosfer PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Isolat Kalasey*. Jurnal Bios Logos. 12(2): 104-113.
- Nufus, N. H., Wangiyana, W., dan Suliartini, N. W. S., 2022. *Isolasi dan Karakterisasi Mikrobial Bintil Akar Putri Malu (Mimosa pudica) Indigenus dari Lahan Kering Pringgabaya, Lombok Timur*. Gontor AGROTECH Science Journal. 8(1): 18-27.
- Prashar, P., Kapoor, N., and Sachdeva, S., 2014. *Rhizosphere: Its Structure, Bacterial Diversity and Significance*. Reviews in Environmental Science and BioTechnology. 13: 63-77.
- Prihanto, A. A., Timur, H. D. L., Jaziri, A. A., Nurdiani, R., dan Pradarameswari, K. A., 2018. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Mangrove Sonneratia alba Penghasil Enzim Gelatinase dari Pantai Sendang Biru, Malang, Jawa Timur*. Indonesia Journal of Halal. 1(1): 31-42.

- Rini, I. A., Oktaviani, I., Asril, M., Agustin, R., dan Frima, F. K., 2020. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil IAA (Indole Acetic Acid) dari Rhizosfer Tanaman Akasia (Acacia mangium)*. Agro Bali: Agricultural Journal. 3(2): 210-219.
- Sari, E., Flatian, A. N., Sari, Z. I., dan Sulaeman, E., 2018. *Isolasi dan Karakterisasi Rhizobium dari Glycine max L. dan Mimosa pudica Linn.* EKOTONIA: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi. 3(2): 55-62.
- Sukmadi, R. B., 2012. *Aktivitas Fitohormon Indole-3-Acetic-Acid (IAA) dari Beberapa Isolat Bakteri Rhizosfer dan Endofit*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia. 14(3): 221-227.
- Sutarman, S. 2017. *Aplikasi Biofertilizer pada Kedele Tahan Naungan*. UMSIDA Press.
- Suyono, Y., dan Salahudin, F., 2011. *Identifikasi and Characterization bacteria Pseudomonas on Metal Contaminated Soil Indicated*. Jurnal Biopropal Industri, 2(1): 8-13.
- Tangapo, A. M. 2020. *Potensi Bakteri Endofit Ubi Jalar (Ipomoea batatas L.) dalam Menghasilkan Hormon Indole Acetic Acid (IAA) dengan Penambahan L-triptofan*. Jurnal Bios Logos. 10(1): 21-26.
- Valcarcel, J., Fraguas, J., Hermida-Merino, C., Hermida-M., Pineiro, M. M., and Vazques, J. A., 2021. *Production and Physicochemical Characterization of Gelatin and Collagen Hydrolysates from Turbot Skin Waste Generated by Aquaculture Activities*. Marine Drugs. 19(9): 491
- Wahyuningsih, S., 2019. *Pengaruh Konsentrasi Enzim α -Amilase pada Hidrolisis Pati Labu Jepang (Kabocha)*. Cheesa Journal. 2(1).
- Wang, Z., Duan, L., Liu, F., Hu, Y., Leng, C., Kan, Y., Yao, L., and Shi, H., 2020. *First report of Enterobacter hormaechei with Respiratory Disease in Calves*. BMC Veterinary Research. 16:1.
- Yurekli, F., Geckil, H., and Topcuoglu, F., 2003. *The synthesis of Indole-3-acetic acid by the Industrially Important White-Rot Fungus Lentinus sajor-caju under Different Culture Conditions*. Mycological research. 107(3): 305-309.