

Uji *In Vitro* Isolat Rizobakteri Asal Kecamatan Montasik dan Kuta Cot Glie Aceh Besar terhadap Pertumbuhan Patogen *Phytophthora capsici*
(*In Vitro Test of Rhizobacterial Isolates from Montasik and Kuta Cot Glie Districts Aceh Besar against the Growth of Pathogen *Phytophthora capsici**)

Tiara Rista Salsabila¹, Erida Nurahmi¹, Syamsuddin^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: syamsuddin@unsyiah.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh isolat rizobakteri asal Kecamatan Montasik dan Kuta Cot Glie Aceh Besar terhadap pertumbuhan koloni patogen *Phytophthora capsici* dan berpotensi menjadi pemacu pertumbuhan tanaman. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola non faktorial dengan 19 isolat rizobakteri dengan ulangan sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 57 satuan percobaan. Isolat rizobakteri berpengaruh sangat nyata terhadap daya hambat pertumbuhan koloni patogen *P. capsici* dengan daya hambat terbaik pada perlakuan AD 6/1, AD 6/3, AD 7/1, AD 7/2, AD 7/3, AD 8/2, AD 8/3, IA 7/4 dan IA 8/1. Laju penghambatan pertumbuhan patogen berpengaruh sangat nyata dengan laju pertumbuhan terbaik dijumpai pada perlakuan AD 7/1 sebesar 0,69 mm/hari. Kemampuan isolat rizobakteri dalam memproduksi HCN dijumpai pada perlakuan IA 7/1 dan IA 7/3 dengan jumlah produksi HCN sedang (++= coklat tua). Isolat rizobakteri yang diuji pada parameter uji gram terdapat 5 isolat rizobakteri yang mempunyai reaksi positif yaitu AD 6/3, AD 7/1, AD 7/2, AD 7/3 dan AD 8/1. 14 isolat rizobakteri lainnya bereaksi negatif. Isolat rizobakteri yang diuji dapat memproduksi IAA dengan nilai absorban berkisar 0,52-0,07 ($\mu\text{g/ml}$ filtrat). Semua isolat rizobakteri mampu melarutkan fosfat dan berpotensi menjadi pemacu pertumbuhan tanaman.

Kata Kunci: Pertumbuhan, Patogen, Rizobakteri

Abstract. This study has purpose to determine the effect of rhizobacterial isolates from Montasik and Kuta Cot Glie Districts of Aceh Besar on the growth of *Phytophthora capsici* pathogen colonies and the potential for plant growth promotion. This study used a completely randomized design (CRD) non-factorial pattern with 19 isolates of rhizobacteria with 3 replications so that 57 experimental units were obtained. Rhizobacterial isolates had a very significant effect on the growth inhibition of *P. capsici* pathogen colonies with the best inhibition in the AD 6/1, AD 6/3, AD 7/1, AD 7/2, AD 7/3, AD 8/2, AD 8/3, IA 7/4 and IA 8/1 treatments. The rate of inhibition of pathogen growth was very significant with the best growth rate found in treatment AD 7/1 at 0.69 mm/day. The ability of rhizobacterial isolates to produce HCN was found in treatments IA 7/1 and IA 7/3 with moderate HCN production (++= dark brown). There were 5 rhizobacterial isolates tested on gram test parameters that had positive reactions, namely AD 6/3, AD 7/1, AD 7/2, AD 7/3 and AD 8/1. 14 other rhizobacterial isolates reacted negatively. The tested rhizobacterial isolates can produce IAA with absorbance values ranging from 0.52-0.07 ($\mu\text{g/ml}$ filtrate). All rhizobacterial isolates are able to dissolve phosphate and have the potential to be plant growth promoters.

Keywords: Growth, Pathogen, Rhizobacteria

PENDAHULUAN

Cabai merah menjadi salah satu komoditi sayuran yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia. Hal ini dikarenakan cabai memiliki harga jual yang tinggi. Volume peredaran cabai merah di pasaran akan berpengaruh pada petani (Syahputra, 2019). Fluktuasi

pada produksi tanaman cabai besar cukup tinggi di Indonesia. Provinsi Aceh mengalami fluktuasi produksi cabai besar selama 5 tahun terakhir (2017-2021). Salah satu daerah di Provinsi Aceh yang mengalami fluktuasi produksi tanaman cabai besar yaitu Kabupaten Aceh Besar.

Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, produksi cabai besar di Kabupaten Aceh Besar pada tahun 2017 sebesar 42.427 ton dan terjadi peningkatan pada tahun 2018 yakni 45.477 ton. Pada tahun 2019 produksi cabai besar terjadi peningkatan kembali yakni 50.396 ton. Namun, pada tahun 2020 terjadi penurunan menjadi 47.401 ton. Pada tahun 2021 kembali mengalami penurunan yakni 41.419 ton.

Cabai merah dapat terinfeksi dengan *P. capsici* beberapa hari sebelum gejala penyakit muncul. Gejala-gejala infeksi ini meliputi luka-luka yang rusak yang dapat muncul dengan cepat dan dapat menyebabkan bintik-bintik untuk muncul sehingga mereka akan membuat sabuk pada batang. Hal ini juga dapat menyerang melalui akar dan area tertentu dari kandang tanaman. Selain menginfeksi tanaman, patogen ini juga dapat mengakibatkan luka merosot pada buah dan daun. Spora patogen *P. capsici* berada pada buah dan daun (Hausbeck et al., 2014).

Sejauh ini pengendalian patogen ini dilakukan secara kimiawi yaitu menggunakan fungisida seperti Metalaxyl atau fungisida lainnya (Syamsuddin et al., 2018). Namun, dipahami bahwa penggunaan pestisida kimia akan merugikan kesehatan konsumen dan lingkungan. Akibat hasil dari penggunaan pestisida kimia yang mampu membahayakan kesehatan manusia dan memiliki dampak negatif pada kesehatan lingkungan. Efek merugikan penggunaan pestisida kimia (Sumarno et al., 2014). Pengendalian biologi dalam mengendalikan patogen yang bersifat tular tanah, pengaplikasian agen hayati yang hidup di daerah perakaran tanah merupakan salah satu pilihan yang tepat. Selain itu, pengaplikasian agen hayati potensial untuk dikembangkan dan ramah lingkungan (Yanti, et al., 2021). Selain itu, rizobakteri mampu berperan sebagai agen biokontrol terhadap patogen tanaman. Hal ini dapat meningkatkan hasil produksi tanaman (Sutariati et al., 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh isolat rizobakteri asal Kecamatan Montasik dan Kuta Cot Glie Aceh Besar terhadap pertumbuhan koloni patogen *Phytophthora capsici* dan berpotensi menjadi pemacu pertumbuhan tanaman.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Laboratorium Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh. Penelitian ini dilakukan sejak bulan Juli hingga Desember 2022.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang dipakai yaitu *spektrofotometer*, *vortex*, mikroskop, pipet ukur, tabung reaksi, rak tabung, botol suspensi, timbangan analitik, cawan petri, penjepit kayu, *cork borer*, gelas objek, pinset, lampu bunsen, jangka sorong, *erlenmeyer*, ruang inkubasi, *laminar air flow*, spatula, *autoclave*, mancis, jarum ose, panci, kompor gas, lumpang, alu, ayakan 8 mesh, alat tulis, gelas ukur, pipet volume dan kamera *handphone*. Bahan-bahan yang digunakan yaitu sampel tanah perakaran tanaman cabai dari Desa Alue Dua, Kecamatan Montasik dan Desa Ie Alang Masjid, Kecamatan Kuta Cot Glie, Kabupaten Aceh Besar dan patogen *P. capsici* yang merupakan isolasi dari tanaman cabai, PDA (*Potato Dextrose Agar*) instan, NA

(Nutrient Agar) instan, kertas label, natrium karbonat, agar, H₂SO₄, MgSO₄, KCl, MnSO₄, NaCl, gelatin, C₃(PO₄)₄, *methylene blue*, pewarna lugol, kapas, pewarna safranin, asam pikrat, glukosa, minyak emersi, karet gelang, tisu, amonium sulfat, *chloramphenicol*, asam amino triptopan, V8 *original juice*, TSB (*Tryptone Soya Broth*), TCP (*Tricalcium Phosphate*), reagent salkowski, alkohol 70%, aquades steril, plastik *wrap*, *bacto agar*, *yeast extract*, *aluminium foil*, kertas saring millipore, kertas koran, spiritus, kertas saring millipore, plastik tahan panas dan sabun cuci piring.

Rancangan Penelitian

Rancangan yang diterapkan pada penelitian ini ialah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola non faktorial. Jumlah isolat rizobakteri yang digunakan sebanyak 19 isolat dengan 3 kali ulangan sehingga didapat 57 satuan percobaan.

Prosedur Penelitian

Sterilisasi Alat

Tabung reaksi, spatula, *erlenmeyer* dan cawan petri adalah di alat-alat yang akan disterilisasi. Sabun piring digunakan untuk membersihkan semua alat. Alat-alat yang telah dibersihkan kemudian dikeringkan dan dikeringkan. Semua alat ditutupi dengan *aluminium foil* setelah benar-benar kering. *Autoclave* kemudian diisi dengan semua alat dan disterilisasi selama 1 jam 30 menit pada suhu 121°C.

Pembuatan Media

Untuk membuat media PDA dibutuhkan bahan yaitu aquades dan PDA instan. Aquades dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* sebanyak 1000 ml. PDA instan ditimbang sebanyak 39 g. Lalu, PDA instan dicampurkan ke dalam *erlenmeyer*. Kemudian, larutan dimasukkan ke dalam *autoclave* untuk disterilkan pada suhu 121°C selama 1 jam 30 menit.

Untuk membuat media NA dibutuhkan bahan adalah yaitu aquades dan NA instan. Aquades dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* sebanyak 1000 ml. NA instan ditimbang sebanyak 20 g. Setelah itu, NA instan dicampurkan ke dalam *erlenmeyer*. Kemudian, larutan dipanaskan di atas kompor. Setelah itu, larutan dimasukkan ke dalam *autoclave* untuk disterilkan pada suhu 121°C selama 1 jam 30 menit.

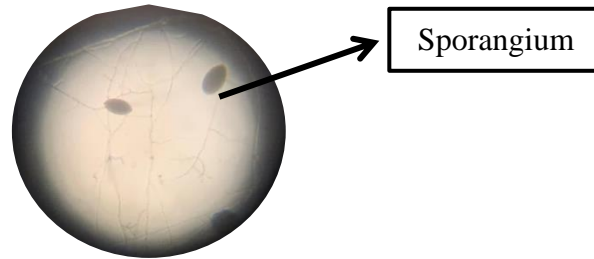
Untuk membuat media V8 dibutuhkan bahan adalah yaitu 3 g CaCO₃, 840 ml aquades, 163 ml V8 *original juice* dan 16 g *bacto agar*. Bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam *erlenmeyer*. Kemudian, larutan media V8 dipanaskan di atas kompor hingga semuanya larut dan dimasukkan ke dalam *autoclave* untuk disterilkan pada suhu 121°C selama 1 jam 30 menit (Lamour and Hausbeck, 2000).

Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diambil pada tanaman cabai merah sehat diantara tanaman cabai merah yang sakit pada kedalaman 0-20 cm dari daerah perakaran. Sampel tanah diambil sebanyak 1 kg pada 5 titik yang berbeda di lahan yang sama. Pengambilan sampel ini dilakukan di Desa Alue Dua, Kecamatan Montasik (5°28'31"N 95°24'35"E) dan Desa Ie Alang Masjid, Kecamatan Kuta Cot Glie, Kabupaten Aceh Besar (5°26'18"N 95°31'24"E).

Isolasi Patogen *P. capsici*

Bagian tanaman yang terinfeksi diisolasi dan dikulturkan pada media WA dan diinkubasi selama seminggu pada suhu ruang. Patogen kemudian dikembangkan pada media selektif, media V8 *original juice* setelah koloni patogen *P. capsici* diperoleh sesuai dengan kriteria.



Gambar 1. Patogen *P. capsici* pada mikroskop

Isolasi Isolat Rizobakteri

Rizobakteri akan diisolasi dengan menggunakan metode pengenceran berseri yaitu 1 g tanah disuspensi dengan 9 ml aquades steril dalam tabung reaksi. Setelah itu, pengenceran akan diperoleh dengan tingkat pengenceran 10^{-2} dan terus dilakukan sampai dengan pengenceran 10^{-8} .

Uji Antagonis Rizobakteri terhadap Patogen *P. capsici*

Rizobakteri yang telah diisolasi dan telah diseleksi dilakukan uji antagonis. Pengujian dilakukan dengan menggunakan teknik kultur ganda. Pengujian dilakukan dengan menggunakan teknik kultur ganda. Potongan kecil patogen yang berukuran 0,5 cm diambil menggunakan *cock borer*. Kemudian digoreskan secara memanjang dan diletakkan pada media steril PDA pada cawan petri. Rizobakteri antagonis dan patogen berjarak 3 cm dari titik inokulasi. Tiga kali ulangan dilakukan setiap masing-masing isolat. Pengujian diinkubasi pada suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$, kemudian diamati setiap hari selama 7 hari.

Parameter pengamatan

Persentase Penghambatan Pertumbuhan Koloni Patogen (%)

Satuan % merupakan satuan untuk parameter persentase penghambatan pertumbuhan koloni patogen. Penghambatan pertumbuhan koloni patogen diukur selama tujuh hari dengan menggunakan rumus Soyong (1988) berikut:

$$PP(\%) = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\%$$

Keterangan :

PP = Persentase penghambatan pertumbuhan koloni patogen (%)

R_1 = Jari-jari koloni patogen yang tumbuh menjauhi agen antagonis (mm)

R_2 = Jari-jari koloni patogen yang tumbuh mendekati agen antagonis (mm)

Skala persentase penghambatan pertumbuhan koloni patogen sebagai agen antagonis sebagai berikut: aktivitas sangat tinggi (+++++) mengindikasikan bakteri memiliki > 75% daya hambat terhadap patogen, aktivitas tinggi (++++) mengindikasikan bakteri memiliki 61-75% daya hambat terhadap patogen, aktivitas sedang (++) mengindikasikan bakteri memiliki 51-60 % daya hambat terhadap patogen, aktivitas rendah (+) mengindikasikan bakteri memiliki < 50% daya hambat terhadap patogen dan tidak ada aktivitas (-) mengindikasikan bakteri memiliki 0% daya hambat terhadap patogen.

Laju Penghambatan Pertumbuhan Koloni Patogen (mm/hari)

Satuan mm/hari merupakan satuan untuk parameter laju pertumbuhan koloni patogen. Laju pertumbuhan koloni patogen dilakukan dengan menghitung diameter koloni patogen selama 7 hari berurut-turut menggunakan rumus berikut :

$$\text{LPPK (mm/hari)} = \int_0^7 \left[\frac{x_1 - x_0 - 1}{T_i} \right]$$

Keterangan :

LPPK = Laju penghambatan pertumbuhan koloni patogen (mm/hari)

X₁ = Panjang diameter koloni patogen pada hari pengamatan (mm)

X₀ = Panjang diameter koloni patogen pada hari sebelum pengamatan (mm)

T_i = Waktu pengamatan dinyatakan dalam hari (hari)

Kemampuan Agen Memproduksi Hidrogensianida (HCN)

Metode yang dikembangkan oleh Bekker dan Schipper digunakan untuk mengevaluasi secara kualitatif bahan kimia hidrogensianida yang diproduksi oleh rizobakteri yang bertindak sebagai agen biokontrol. Isolat rizobakteri yang tidak dapat merubah warna kertas saring (tetap berwarna kuning) mengindikasikan bahwa bakteri tidak mampu memproduksi Hidrogensianida. Larutan CDS akan berubah menjadi sesuai dengan kemampuan isolat dalam memproduksi HCN. Skala perubahan warna kertas saring sebagai berikut: coklat muda (+) mengindikasikan isolat sedikit memproduksi HCN, coklat tua (++) mengindikasikan isolat memproduksi HCN sedang, merah bata (+++) mengindikasikan isolat banyak memproduksi HCN dan merah kehitaman (++++) mengindikasikan isolat sangat banyak memproduksi HCN.

Karakterisasi Fisiologi Rizobakteri

Identifikasi Pewarnaan Gram pada Rizobakteri

Uji gram dilakukan untuk mengidentifikasi jenis rizobakteri yang ditemukan bereaksi gram positif atau bereaksi gram negatif. Uji gram dilakukan dengan cara mengambil 1 ose biakan rizobakteri dan menggoreskan pada kaca objek. Kemudian, objek difiksasi dengan cara melewati kaca objek di atas bunsen dan dilakukan selama 1 menit. Lalu, objek dibilas dengan menggunakan aquades steril. Selanjutnya, setelah menunggu selama satu menit sebanyak 2 tetes *methylene blue* diteteskan pada objek. Setelah menunggu selama satu menit, 2 tetes lugol kemudian diteteskan ke objek. Objek harus dibersihkan secara menyeluruh dengan air steril sebelum larutkan dalam alkohol 70% selama 10 detik untuk menghapus sisa pewarna. Setelah objek benar-benar kering, diteteskan minyak emersi sebanyak 1 tetes dan ditutup dengan *cover glass* kemudian diletakkan dibawah mikroskop untuk diamati. warna violet akan menunjukkan rizobakteri gram positif. Warna merah akan menunjukkan rizobakteri gram negatif.

Karakterisasi Isolat Rizobakteri sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman (RPPT)

Kemampuan Rizobakteri Memproduksi *Indole Acetic Acid* (IAA)

Pada penelitian ini menggunakan metode Glickman dan Dessaux (1995) untuk kemampuan masing-masing isolat rizobakteri dalam memproduksi IAA. 0.5 g.L⁻¹ asam amino triptophan dapat diberikan ke setiap media isolasi untuk memacu produksi auksin. Setelah itu, rizobakteri yang telah diuji sebagai antagonis patogen disentrifugasi pada 10.000 rpm selama sekitar 10 menit untuk mendapatkan supernatan yang kemudian akan diuji untuk kandungan IAA. Salkowski reagen digunakan untuk menemukan kandungan IAA dalam

filtrat dari kultur bakteri. Untuk menentukan nilai absorban campuran, alat spektrofotometer digunakan.

Kemampuan Rizobakteri dalam Melarutkan Fosfat

Uji melarutkan fosfat dapat dilakukan dengan media uji agar namun dengan penambahan *Tricalcium Phosphate* (TCP). *Tricalcium Phosphate* (TCP) berfungsi sebagai sumber fosfat pada media agar. Suspensi isolat dimasukkan ke dalam lubang yang telah dilubangi menggunakan *cork borer* dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$. Menurut Goldstein (1986), kemampuan rizobakteri dalam melarutkan fosfat ditunjukkan terdapat zona bening di sekitar lubang.

Analisis Data

Analisis data menggunakan uji F yang dilanjutkan menggunakan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Karakterisasi Rizobakteri sebagai Agen Biokontrol serta Uji *In Vitro* terhadap *P. capsici*

Hasil analisis ragam (Uji F) dan pengujian kemampuan Hidrogensianida (HCN) menunjukkan bahwa karakterisasi isolat rizobakteri sebagai agen biokontrol berdasarkan uji *in vitro* terhadap patogen *P. capsici* berpengaruh sangat nyata pada daya hambat pertumbuhan koloni patogen dan laju penghambatan pertumbuhan koloni patogen. Penelitian Ahyamagvirah et al. (2015) dan Wang et al. (2005) menyatakan laju penghambatan pertumbuhan isolat terbaik yaitu isolat SRK 5/3. Hal ini dikarenakan isolat dapat menghambat pembentukan spora patogen. Jumlah spora, hifa patogen dan koloni menyebabkan semakin rendah. Rizobakteri mampu menekan sintesis protein yang dihasilkan dari patogen. Pertumbuhan jamur akan terganggu hal ini didasarkan pada terhambatnya pembentukan spora dan hifa. Potensi antagonis yang signifikan dari isolat rizobakteri ini terhadap koloni jamur patogenik ditunjukkan oleh kemampuan laju penghambatan yang baik secara *in vitro*. Hal ini diduga bahwa karakteristik antagonis terkait langsung dengan kemampuan isolat rizobakteri untuk menghasilkan berbagai enzim ekstraseluler (Ahyamagvirah et al., 2015).

Menurut penelitian Fitriyah (2015), isolasi rizobakteri yang diuji untuk HCN menunjukkan perubahan warna dari kuning cerah menjadi agak coklat. Hal ini menunjukkan bahwa isolat melepaskan gas sianida, yang kemudian mengering dan diserap oleh asam pikrat (Na_2CO_3) sebagai hasil dari interaksi kimia antara natrium dan amonia, yang pada awalnya menghasilkan NaNH_2 . Setelah itu, akan bereaksi dengan karbon untuk menciptakan natrium sianida (NaCN). Sitokrom c oksidase dan beberapa metaloenzim lainnya yang terkandung dalam HCN dapat membuat patogen mengalami kematian (Sriyanti, et al., 2015).

Tabel 3. Hasil Karakterisasi Rizobakteri sebagai Agens Biokontrol

Perlakuan	Kemampuan Berbagai Isolat Rizobakteri			
	Daya Hambat (%)	Aktivitas Daya Hambat terhadap Patogen	Laju Penghambatan Pertumbuhan (mm/hari)	Kemampuan Memproduksi HCN
AD 6/1 (R ₁)	98,94 g	++++	2,22 ab	-
AD 6/2 (R ₂)	70,21 efg	+++	7,32 d	-
AD 6/3 (R ₃)	90,53 fg	++++	4,34 bc	-
AD 7/1 (R ₄)	94,47 g	++++	0,69 a	-
AD 7/2 (R ₅)	97,49 g	++++	2,11 ab	-
AD 7/3 (R ₆)	95,62 g	++++	4,92 c	-
AD 8/1 (R ₇)	59,28 def	++	4,37 c	-
AD 8/2(R ₈)	98,13 g	++++	4,94 c	-
AD 8/3 (R ₉)	96,30 g	++++	17,97 f	-
IA 6/1 (R ₁₀)	28,79 abc	+	28,30 h	-
IA 6/2 (R ₁₁)	28,14 ab	+	27,50 h	-
IA 6/3 (R ₁₂)	30,66 abc	+	28,05 h	-
IA 7/1 (R ₁₃)	30,64 abc	+	22,74 g	++
IA 7/2 (R ₁₄)	21,02 a	+	24,33 g	-
IA 7/3 (R ₁₅)	45,12 bcde	+	16,93 f	++
IA 7/4 (R ₁₆)	98,15 g	++++	3,43 bc	-
IA 8/1 (R ₁₇)	98,80 abcd	++++	3,85 bc	-
IA 8/2 (R ₁₈)	31,58 abcd	+	13,47 e	-
IA 8/3 (R ₁₉)	52,07 cde	++	3,82 bc	-

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda sangat nyata pada uji DNMRT_{0,05}; ++++ = > 75% Daya Hambat (aktivitas sangat tinggi), +++ = 61-75% Daya Hambat (aktivitas tinggi), ++ = 51-60 % Daya Hambat (aktivitas sedang), + = < 50% Daya Hambat (aktivitas rendah) dan - = 0% (tidak ada aktivitas); Kemampuan memproduksi HCN + = HCN sedikit (coklat muda), ++ = HCN sedang (coklat tua), +++ = HCN banyak (merah bata) dan ++++ = HCN sangat banyak (merah kehitaman)

Pengaruh Karakterisasi secara Fisiologi Isolat Rizobakteri

Hasil karakterisasi secara fisiologi dapat dilihat pada Tabel 4 yang menunjukkan reaksi yang berbeda-beda. Dari pengujian yang telah dilakukan dari 19 isolat rizobakteri didapatkan 5 isolat rizobakteri yang mempunyai reaksi positif yaitu AD 6/3 (R₃), AD 7/1 (R₄), AD 7/2 (R₅), AD 7/3 (R₆) dan AD 8/1 (R₇). 14 isolat rizobakteri lainnya bereaksi negatif. Salah satu ciri fisiologis bakteri yang dikenal sebagai respon gram. Hal ini dapat digunakan untuk membedakan antara bakteri gram positif dan negatif. Karakter ini dapat dipisahkan berdasarkan variasi komposisi dinding sel. Dinding sel bakteri gram-negatif terdiri dari membran eksternal dan membran internal yang keduanya ditutupi dengan peptidoglikan. Bakteri gram negatif juga mengandung sistem membran plasma ganda. bakteri gram positif memiliki dinding sel yang terusun dari 90% peptidoglikan dan memiliki sistem membran plasma tunggal. Dengan menggunakan cara pewarnaan untuk melakukan uji secara fisiologis, karakteristik ini dapat diketahui (Nontji, 2022).

Tabel 4. Hasil Karakterisasi secara Fisiologi Isolat Rizobakteri

Perlakuan	Fisiologi (Pewarnaan Gram)
AD 6/1 (R ₁)	-
AD 6/2 (R ₂)	-
AD 6/3 (R ₃)	+
AD 7/1 (R ₄)	+
AD 7/2 (R ₅)	+
AD 7/3 (R ₆)	+
AD 8/1 (R ₇)	+
AD 8/2(R ₈)	-
AD 8/3 (R ₉)	-
IA 6/1 (R ₁₀)	-
IA 6/2 (R ₁₁)	-
IA 6/3 (R ₁₂)	-
IA 7/1 (R ₁₃)	-
IA 7/2 (R ₁₄)	-
IA 7/3 (R ₁₅)	-
IA 7/4 (R ₁₆)	-
IA 8/1 (R ₁₇)	-
IA 8/2 (R ₁₈)	-
IA 8/3 (R ₁₉)	-

Keterangan: Reaksi gram positif berwarna violet (+) dan reaksi gram negatif berwarna merah (-)

Karakterisasi Isolat Rizobakteri sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman (RPPT)

Hasil analisis ragam menunjukkan kemampuan karakterisasi isolat rizobakteri yang diuji berpengaruh sangat nyata dalam memproduksi *Indole Acetic Acid* (IAA). Pada Tabel 5 isolat rizobakteri IA 7/1 (R₁₃) memiliki kandungan IAA nilai tertinggi yaitu 0,52 µg/ml filtrat. AD 8/2 (R₈) merupakan isolat rizobakteri yang memiliki kandungan IAA nilai terendah 0,07 µg/ml filtrat. Tabel 5 menunjukkan bahwa kandungan IAA yang terdapat dalam setiap isolat memiliki nilai yang Hal ini menyebabkan peranannya dalam pemacu pertumbuhan tanaman juga berbeda. Selain itu, pada Tabel 5 menunjukkan semua isolat mampu melarutkan fosfat. Dari uji yang telah dilakukan menunjukkan isolat berpotensi menjadi pemacu pertumbuhan tanaman. Kepadatan bakteri dengan uji IAA diukur menggunakan spektrofotometer berdasarkan nilai absorbans yang diperoleh dengan panjang gelombang 550 nm. Kekeruhan digunakan untuk menentukan kepadatan populasi bakteri. Semakin keruh atau pekat blanko maka semakin banyak cahaya yang diserap, semakin tinggi nilai penyerapan, dan sebaliknya lebih banyak jumlah mikroba (Saida et al., 2022). Konsentrasi IAA rendah dapat memacu perpanjangan akar utama, tetapi konsentrasi tinggi dapat memacu pertumbuhan akar lateral dan akar adventitif. Pada tanaman yang masih muda pertumbuhan akar lateral dan akar adventif berperan dalam menyerap unsur hara (Herlina et al., 2016).

Isolat rizobakteri yang dapat melarutkan fosfat menunjukkan bahwa memiliki potensi untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Annura, 2021). Menurut Budiyan (2018), rizobakteri pelarut fosfat sangat baik dan menguntungkan bagi pertumbuhan dan hasil tanaman. Rizobakteri yang mampu melarutkan fosfat diaplikasikan ke tanah untuk membantu akar tanaman dalam menyerap nutrisi. Hal ini meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman yang dapat digunakan untuk memacu pertumbuhan tanaman.

Tabel 5. Hasil Karakterisasi Isolat Rizobakteri sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (RPPT)

Perlakuan	Kandungan IAA ($\mu\text{g/ml}$ filtrat)	Pelarut Fosfat
AD 6/1 (R ₁)	0,19 f	+
AD 6/2 (R ₂)	0,10 bc	+
AD 6/3 (R ₃)	0,13 de	+
AD 7/1 (R ₄)	0,10 bc	+
AD 7/2 (R ₅)	0,08 ab	+
AD 7/3 (R ₆)	0,14 e	+
AD 8/1 (R ₇)	0,14 e	+
AD 8/2(R ₈)	0,07 a	+
AD 8/3 (R ₉)	0,12 cde	+
IA 6/1 (R ₁₀)	0,23 h	+
IA 6/2 (R ₁₁)	0,27 ij	+
IA 6/3 (R ₁₂)	0,22 gh	+
IA 7/1 (R ₁₃)	0,52 j	+
IA 7/2 (R ₁₄)	0,29 ij	+
IA 7/3 (R ₁₅)	0,11 cd	+
IA 7/4 (R ₁₆)	0,12 cde	+
IA 8/1 (R ₁₇)	0,10 bc	+
IA 8/2 (R ₁₈)	0,26 i	+
IA 8/3 (R ₁₉)	0,20 fg	+

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda sangat nyata pada uji DMRT_{0,05} ; Pelarut fosfat reaksi positif (+) mampu melarutkan fosfat dan reaksi negatif (-) tidak mampu melarutkan fosfat

SIMPULAN DAN SARAN

Isolat rizobakteri yang telah diuji berpengaruh sangat nyata pada daya hambat pertumbuhan koloni patogen *P. capsici* dengan daya hambat terbaik pada perlakuan AD 6/1, AD 6/3, AD 7/1, AD 7/2, AD 7/3, AD 8/2, AD 8/3, IA 7/4 dan IA 8/1. Laju pertumbuhan patogen berpengaruh sangat nyata dengan laju penghambatan pertumbuhan terbaik dijumpai pada perlakuan AD 7/1 sebesar 0,69 mm/hari. Kemampuan isolat rizobakteri dalam memproduksi HCN dijumpai pada perlakuan IA 7/1 dan IA 7/3 dengan jumlah produksi HCN sedang (++ = coklat tua). Isolat rizobakteri yang diuji pada parameter uji gram terdapat 5 isolat rizobakteri yang mempunyai reaksi positif yaitu AD 6/3, AD 7/1, AD 7/2, AD 7/3 dan AD 8/1. Sementara 14 isolat rizobakteri lainnya bereaksi negatif yaitu AD 6/1, AD 6/2, AD 8/2, AD 8/3, IA 6/1, IA 6/2, IA 6/3, IA 7/1, IA 7/2, IA 7/3, IA 7/4, IA 8/1, IA 8/2 dan IA 8/3. Semua isolat rizobakteri yang telah diuji dalam memproduksi IAA mampu dan memiliki nilai absorban berkisar 0,52-0,07 ($\mu\text{g/ml}$ filtrat). Semua isolat rizobakteri yang telah diuji mampu dalam melarutkan fosfat mampu dan berpotensi menjadi pemacu pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

Ahyamagvirah R., Nanda M. and Syamsuddin., 2015. Efektivitas Rizobakteri Isolat Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Koloni Patogen *Fusarium oxysporum* Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.) Secara *In Vitro*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(4), pp. 1-9.

- Annura, R.P., 2021. *Karakterisasi Rizobakteri sebagai Agens Biokontrol serta Uji In Vitro terhadap Patogen Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici (sacc.) Tanaman Tomat (Solanum lycopersicum) dan Perannya sebagai Pemicu Pertumbuhan Tanaman*. Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Badan Pusat Statistik [BPS]., 2022. *Aceh Besar dalam Angka 2022*. Aceh: Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh.
- Budiyani, N. K., 2018. Pemanfaatan Rizobakteri Pelarut Fosfat dari Tanaman Legum untuk Peningkatan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai. *Journal Agric Science and Biotechnology*, 7(1), pp. 15-16.
- Fitriyah, L. 2015. *Penampisan dan Identifikasi Bakteri Endofit Cabai Merah Penghambat Colletotrichum capsici*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Glickman, E., Y. and Dessaux., 1995. A Critical Examination of Specificity of The Salkowski Reagent for Indolic Compounds Produced by Phytopathogenic Bacteria. *App. Environ Microbiol*, 61, pp. 793-796.
- Hausbeck, M.K., Foster J.M. and S.D. Linderman., 2014. *Managing Phytophthora On Pepper*. USDA NIFA Special Research Grant: Michigan State University Extension.
- Herlina L., Krispinus K.P., and Dewi M., 2016. Kajian bakteri endofit penghasil IAA (Indole Acetic Acid) untuk pertumbuhan tanaman. *Jurnal Sainteknol*, 14(1), pp. 52-58.
- Lamour, K. H. and Hausbeck, M. K., 2000. Mefenoxam Insensitivity and The Sexual Stage of *Phytophthora capsici* in Michigan Cucurbit Fields. *Phytophatology*, 95(4), pp. 396-400.
- Nontji, M., 2022. *Fenomena dan Dinamika Rizobakteri pada Rizosfer Padi Sawah*. Makassar: Universitas Muslim Indonesia.
- Saida, Puspitasari and Aminah, 2022. Uji aktivitas bakteri penambat nitrogen dan penghasil IAA dan penghasil dari rizosfer tanaman kedelai (*Glycine max L.*). *Jurnal Agrotek*, 6(1), pp 68-73.
- Soytong, K., 1988. Identification of Spescies *Chaitomiumin* The Philippines and Screening *Colletotrichum dematiumon* cowpea seed. *Seed Sci.Technol*, 27, pp. 591-598.
- Sriyanti N. L.G., Dewa, N. S. and I K.S., 2015. Uji Keefektifan Rizobakteri dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum spp.* Penyebab Antraknosa pada Cabai Merah (*Capsicum annum L.*). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4(1), pp. 53-65.
- Sutariati, G. A. K., Tresjia C. K., Agustina, Novita S., La M. and Mubayyanul H., 2014. Kajian Potensi Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman yang Diisolasi dari Rizosfer Padi Sehat. *Jurnal Agroteknos*, 4(2), pp. 71-77.
- Syahputra, A., 2019. Analisis Pendapatan Usaha Tani Cabai Merah (*Capsicum annum*) Studi Kasus: Kelompok Tani “Juli Tani” Desa Sidodadi, Kecamatan Beringin, Kabupaten, Deli Serdang. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
- Syamsuddin, Hasanuddin, Marlina and Cut C., 2018. Karakterisasi Fisiologis dan Uji Kemampuan Isolat Rizobakteri untuk Menghambat Pertumbuhan Koloni Patogen terbawa Benih (*Capsicum annum L.*). In: *Prosiding Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia*.
- Wang, S., J. Wu, P. Rao and X. Ye., 2005. A Chitinase with Antifungal Activity from The Mung Bean. *Protein Expr. Purif.* 40, pp. 232-236.
- Yanti, Y., Nurbailis and Imam R., 2021. Identifikasi Isolat Rhizobakteria Indigenos Kandidat Agen Biokontrol Ganoderma boninense Berdasarkan Sekuen Gen 16S rRNA. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 1(9), pp. 57-63.