

KARAKTERISASI BIOKIMIA DAN APLIKASI BAKTERI ENDOFIT SEBAGAI PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN PADI

Biochemistry Characterization and Application of Endophytic Bacteria for Plant Growth Promoting on Rice

Oktavia Rezky Utami^{1*}, Nur Prihatiningsih², Woro Sri Suharti²

¹Mahasiswa Progam Studi Pascasarjana Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman

²Dosen Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman
Jalan Dr. Suparno, Karangwangkal, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

Alamat koresponden : oktaviarezky97@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui karakter bakteri endofit akar padi secara biokimia, menentukan isolat bakteri endofit akar padi terbaik sebagai pemacu pertumbuhan padi dan mengevaluasi keberadaan bakteri endofit pada jaringan akar setelah perlakuan. Penelitian dilaksanakan secara *in-vitro* di Laboratorium Perlindungan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto dan *in-planta* di Rumah Kasa Desa Tambaksari Kidul. Pada bulan Desember 2021 sampai dengan Juni 2022. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan jumlah perlakuan yang diujikan sebanyak 6 perlakuan dan 4 kali ulangan dengan 3 tanaman setiap perlakuan sehingga diperoleh 72 tanaman. Perlakuan meliputi kontrol (P0), isolat bakteri A5 (P1), isolat bakteri A6 (P2), isolat bakteri KR4 (P3), isolat bakteri KR7 (P4) dan isolat bakteri SB3 (P5). Hasil penelitian menunjukkan karakter biokimia bakteri isolat A5, A6, KR4, KR7, dan SB3 mampu sebagai penghasil IAA, siderofor, enzim protease, dan pelarut fosfat secara kualitatif. Bakteri endofit belum mampu dalam memacu pertumbuhan padi, namun pada perlakuan isolat KR4 dapat meningkatkan tinggi tanaman padi. Bakteri endofit terdapat pada jaringan akar setelah perlakuan ditunjukkan dengan adanya bakteri yang tahan terhadap rifampisin.

Kata kunci : bakteri endofit, karakterisasi biokimia, padi, pemacu pertumbuhan

ABSTRACT

The research aims to determine the biochemical character of rice root endophytic bacteria, determine the best isolates of rice root endophytic bacteria as a growth promoter of rice, and evaluate the presence of endophytic bacteria in root tissue after treatment. The research was carried out in vitro at the Plant Protection Laboratory, Faculty of Agriculture, Jenderal Soedirman University, Purwokerto, and in-plant at the Screen house, Tambaksari Kidul Village. From December 2021 to June 2022. The study used a Randomized Block Design (RBD) with 6 treatments tested and 4 replicates with 3 plants for each treatment therefore 72 plants were obtained. The treatments included control (P0), bacterial isolate A5 (P1), bacterial isolate A6 (P2), bacterial isolate KR4 (P3), bacterial isolate KR7 (P4), and bacterial isolate SB3 (P5). The results showed that the biochemical properties of the isolates A5, A6, KR4, KR7, and SB3 could produce IAA, siderophores, protease enzymes, and phosphate solubilising. Endophytic bacteria haven't been able to promoting rice growth. However, the KR4 isolate increased the height of rice plants. Endophytic bacteria found in root tissue after treatment indicated by the presence of bacteria that were resistant to rifampicin.

Keyword: *biochemistry characterization, endophytic bacteria, , growth promotion, rice*

PENDAHULUAN

Tanaman padi (*Oryza sativa* L) merupakan tanaman pangan yang memiliki arti penting bagi hampir seluruh penduduk Indonesia karena beras mampu memenuhi

kebutuhan kalori sebagian besar penduduk Indonesia. Produksi padi di Indonesia pada 2021 sebesar 54,42 juta ton GKG namun mengalami penurunan sebesar 245,47 ribu ton atau 2,30 persen dibandingkan tahun

2020. Bertambahnya penduduk Indonesia dari tahun ke tahun menyebabkan kebutuhan akan beras terus meningkat. Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk yang besar menghadapi tantangan dalam memenuhi kebutuhan pangan penduduk.

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tumbuhan dan bersimbiosis mutualisme dengan tumbuhan inangnya tanpa menyebabkan penyakit (Yandila *et al.*, 2018). Bakteri endofit biasanya dapat ditemukan pada jaringan tanaman yang sehat seperti pada jaringan biji, akar, batang dan daun. Bakteri endofit hidup di dalam jaringan tanaman dan memiliki tempat hidup yang relatif terlindungi serta mendapatkan nutrisi yang memadai. Bagi tanaman, bakteri endofit berperan penting dalam menjaga kesehatan tanaman (Sianipar *et al.*, 2020). Keberadaan bakteri endofit di dalam jaringan tanaman diketahui dapat memacu pertumbuhan tanaman dan berperan sebagai agen pengendali hayati. Selain itu, bakteri endofit mempunyai banyak keuntungan dalam berbagai aspek kehidupan (Sianipar *et al.*, 2020).

Bakteri yang digunakan pada penelitian ini merupakan bakteri endofit yang diperoleh dari akar tanaman padi (Prihatiningsih *et al.*, 2021). Menurut penelitian Serdani *et al.* (2018), persentase isolat bakteri endofit yang diperoleh pada

jaringan akar sebesar 37,5%, batang sebesar 22,2% dan daun sebesar 25%. Tingginya isolat bakteri endofit yang ditemukan pada jaringan akar diduga akar merupakan tempat masuknya unsur hara ke dalam jaringan tanaman. Akar merupakan jaringan tanaman yang berinteraksi dengan tanah dimana tanah merupakan penyedia unsur hara yang dibutuhkan tanaman, bahkan di dalam tanah juga terdapat bakteri yang dapat bersimbiosis dengan tanaman (bakteri endofit). Menurut penelitian Saridewi *et al.* (2020), bakteri endofit memiliki kemampuan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan fitohormon IAA, pelarut fosfat, penghasil enzim protease, selulase, amilase, kitinase, dan HCN. Penelitian ini bertujuan untuk mengarakter bakteri endofit akar padi secara biokimia, menentukan isolat bakteri endofit akar padi terbaik sebagai pemacu pertumbuhan padi dan mengevaluasi keberadaan bakteri endofit pada jaringan akar setelah perlakuan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2021 sampai dengan Juni 2022 secara *in-vitro* di Laboratorium Perlindungan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto dan *in-planta* di rumah kaca Desa Tambaksari Kidul.

Penelitian pada uji *in vitro* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan jumlah 6 perlakuan, 4 kali ulangan, sedangkan penelitian *in planta* menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan jumlah 6 perlakuan, 4 kali ulangan dengan 3 tanaman setiap perlakuan sehingga diperoleh 72 tanaman. Perlakuan meliputi kontrol + *R. solani* (P0), isolat bakteri A5 + *R. solani* (P1), isolat bakteri A6 + *R. solani* (P2), isolat bakteri KR4 + *R. solani* (P3), isolat bakteri KR7 + *R. solani* (P4) dan isolat bakteri SB3 + *R. solani* (P5). Inokulasi bakteri endofit dengan cara benih padi direndam menggunakan suspensi bakteri kemudian disemai. Bibit padi yang telah siap untuk pindah tanam atau berumur 14 hari setelah semai (HSS) dikeluarkan, selanjutnya akar diberikan perlakuan lanjutan berupa perendaman dengan suspensi bakteri selama 15 menit, kemudian dipindahkan ke dalam polybag yang berisi campuran tanah dan pupuk kandang dengan komposisi 3:1. Setiap polybag berisi tiga bibit. Tanaman kemudian dikocor di sekitar perakaran formulasi bakteri sebanyak 50 mL per polybag saat 20 hst dan disemprot saat 30, 35, 40, 45, dan 50 hst. Inokulasi patogen *R. solani* dilakukan dengan pelukaan pada pelepah kemudian diinokulasikan patogen *R. solani* sebanyak 0,5 mL yang berasal dari medium PDA yang dihaluskan.

Variabel pengamatan meliputi:

1. Kemampuan bakteri menghasilkan IAA (*Indole Acetic Acid*).
Perubahan warna menjadi warna merah muda pada isolat pada medium NB mengandung L-triptofan setelah ditetesi oleh reagen Salkowski diinkubasi di tempat gelap selama 30 menit diamati sebagai penghasil IAA (Ratnaningsih, 2018).
2. Kemampuan bakteri menghasilkan siderofor
Isolat diinokulasikan pada medium *Simple Double Layered Chrome Azurol Sulfonate Agar (SD-CASA)*, isolat yang menghasilkan siderofor ditandai dengan terbentuknya zona oranye dan pink atau ungu pada medium yang semula berwarna biru. (Prihatiningsih *et al.*, 2017).
3. Kemampuan bakteri melarutkan fosfat
Zona bening di sekitar pertumbuhan bakteri medium *pikovskaya* menunjukkan bakteri mampu melarutkan fosfat (Fany *et al.*, 2020).
4. Kemampuan bakteri menghasilkan enzim protease
Zona bening di sekitar pertumbuhan bakteri pada medium *Skim Milk Agar (SMA)* menunjukkan bakteri mampu merombak protein dengan menghasilkan enzim protease (Dewi *et al.*, 2016).
5. Tinggi tanaman (cm)
Tinggi tanaman diukur mulai dari permukaan tanah sampai dengan ujung

tunas tanaman padi. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa penggaris. Satuan yang digunakan adalah *centimeter* (cm). Waktu pengukuran dilakukan saat tanaman berumur 2 mst, 4 mst, 6 mst, dan 8 mst.

6. Jumlah daun (helai)

Pengamatan jumlah daun dilakukan saat tanaman berumur 2 mst, 4 mst, 6 mst, dan 8 mst. Jumlah daun dihitung meliputi daun muda dan daun tua.

7. Jumlah anakan

Jumlah anakan perumpun dihitung dari setiap rumpun tanaman sampel dengan menghitung jumlah anakan. Pengamatan jumlah anakan dilakukan saat tanaman berumur 2 mst, 4 mst, 6 mst, dan 8 mst.

8. Kehijauan daun

Kehijauan daun diukur menggunakan SPAD meter yang dilakukan pada masa vegetatif tanaman. Pengukuran dilakukan pada tiga titik di setiap daun sekitar 0,5 inci dari tepi daun. Kehijauan daun diukur pada pertengahan dan akhir fase vegetatif (padi berumur 4 mst dan 8 mst) menggunakan SPAD (Sujinah *et al.*, 2020).

9. Panjang akar (cm)

Pengamatan panjang akar dilakukan saat destruksi terakhir yaitu pada 60 hst. Akar tanaman diambil dan diletakkan pada kertas kotak-kotak berukuran 1 x 1

cm kemudian panjang akar total diukur dengan metode “*intersection*” menggunakan rumus:

$$R = \frac{11}{14} \times N \times 0,786$$

Keterangan :

R : Panjang akar total

N : Jumlah titik perpotongan

0,786 : Konstanta untuk ukuran garis 1 x 1 cm

(Bohm, 1979).

10. Volume akar

Volume akar diukur pada saat destruksi tanaman berumur 60 hst. Akar tanaman yang telah dipotong dan dibersihkan dari sisa tanah dimasukkan ke dalam gelas ukur berisi air steril 100 mL, selanjutnya dicatat berapa mililiter (mL) penambahan volume air steril.

11. Bobot tanaman segar (g/tanaman)

Bobot tanaman segar dihitung saat destruksi yaitu pada 30 hst dan 60 hst. Tanaman yang kemudian dibersihkan dari sisa tanah, kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik.

12. Bobot tanaman kering (g/tanaman)

Bobot tanaman kering dihitung saat destruksi yaitu pada 30 hst dan 60 hst. Tanaman dibersihkan. Selanjutnya dioven selama 2 x 24 jam dengan suhu 60°C, ditimbang menggunakan timbangan digital dengan satuan gram.

13. Laju pertumbuhan relatif (LPR) (g/hari)

Laju pertumbuhan relatif merupakan

pertambahan berat kering tanaman pada suatu waktu tertentu. Laju Pertumbuhan Relatif (LPR) merupakan peningkatan berat kering tanaman dalam suatu interval waktu, erat hubungannya dengan berat awal tanaman. Laju pertumbuhan relatif merupakan kecepatan tumbuh tanaman pada periode tertentu yang berlaku pada saat tanaman berada pada fase vegetatif dimana pertumbuhan berlangsung cepat sampai sebelum mencapai fase generatif (Syahrudin *et al.*, 2021). Menurut Zulkifli *et al.* (2021), laju pertumbuhan relatif (LPR) dihitung dengan rumus:

$$LPR = \frac{1}{W} \times \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{\text{Log } W_2 - \text{Log } W_1}{t_2 - t_1}$$

Keterangan:

LPR = laju pertumbuhan relatif

W2 = bobot kering (akar+tajuk) tanaman pada pengamatan t2

W1 = bobot kering (akar+tajuk) tanaman pada pengamatan t1

t1 = pengamatan awal

t2 = pengamatan kedua (akhir)

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Bila hasil sidik ragam berbeda tidak nyata (F hitung < F tabel 5 %) tidak dilakukan uji lanjutan, sedangkan bila hasil sidik ragam berbeda nyata (F hitung > F tabel 5 %) maka dilakukan uji lanjut dengan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakterisasi Biokimia Bakteri Endofit

Isolat bakteri A5, A6, KR4, KR7, dan SB3 diuji kemampuannya dalam menghasilkan hormon IAA, penghasil siderofor, penghasil enzim protease, dan pelarut fosfat secara kualitatif.

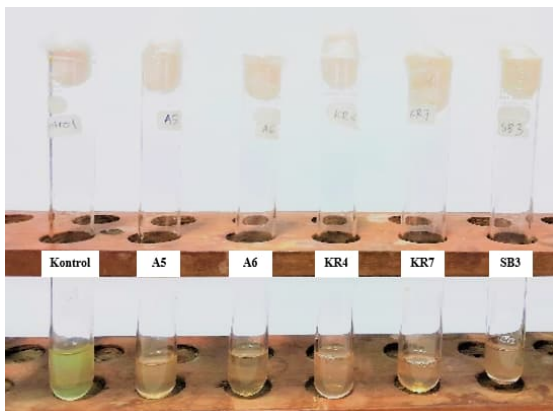
a. Bakteri penghasil hormon IAA

Hasil uji penghasil hormon IAA pada 5 isolat bakteri endofit (Gambar 1) menunjukkan bahwa terjadi sedikit perubahan warna menjadi merah muda setelah ditambahkan reagen Salkowski. Bakteri yang mengalami perubahan warna menjadi merah muda menunjukkan bahwa bakteri mampu menghasilkan hormon IAA. Hal ini sejalan dengan penelitian Wulandari *et al.* (2019), hasil uji IAA secara kualitatif menunjukkan perubahan warna menjadi merah muda setelah diinkubasi. Hal ini menunjukkan bahwa isolat bakteri tersebut berpotensi untuk memproduksi hormon IAA. Triptofan merupakan prekursor biosintesis IAA pada bakteri melalui jalur *Indole-Pyruvate Acid* (IPA) (Rini *et al.*, 2020).

Hormon IAA disintesis sebagai metabolit sekunder yang dihasilkan dalam kondisi pertumbuhan bakteri suboptimal atau saat tersedia prekursor asam amino triptofan. Biosintesis IAA oleh bakteri, dapat ditingkatkan dengan penambahan L-tryptofan sebagai prekursor ke dalam

medium tumbuh bakteri. Triptofan telah dibuktikan merupakan prekursor fisiologis dalam biosintesis auksin baik pada tanaman maupun mikroba (Li *et al.*, 2018).

Reagen yang digunakan dalam uji produksi IAA yaitu reagen Salkowski. Salkowski merupakan reagen pewarna yang dapat digunakan untuk menguji senyawa indol dan turunannya. Reagen Salkowski akan mengoksidasi senyawa indol dan turunannya. IAA merupakan salah satu contoh senyawa yang memiliki gugus indol sehingga reaksinya dengan Salkowski akan menghasilkan warna merah muda (Firdausi, 2018).



Gambar 1. Uji penghasil IAA (*Indole Acetic Acid*).

b. Bakteri penghasil siderofor

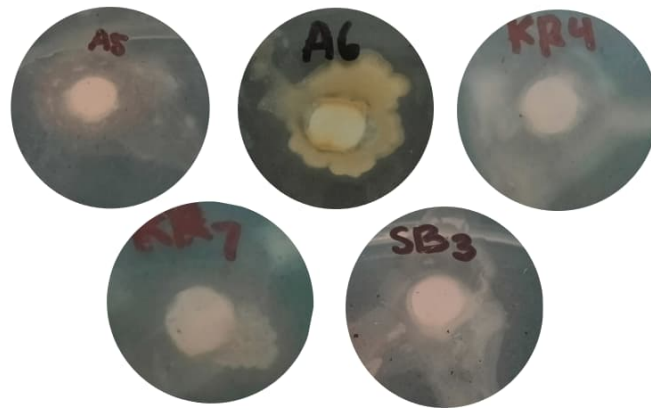
Siderofor atau penghelat besi merupakan komponen yang disekresi oleh bakteri ketika keadaan stres dimana lingkungan atau tanah minim akan zat besi (Fe) (Ariyani *et al.*, 2021). Besi merupakan elemen penting dalam perkembangan penyakit, sehingga dengan terikatnya besi oleh siderofor maka patogen kurang mampu

menginfeksi, sehingga menghambat perkembangan penyakit (Prihatiningsih *et al.*, 2017). Uji siderofor pada penelitian ini menggunakan metode yang dilakukan oleh Shin *et al.* (2001), dengan menggunakan *Simple Double Layered Chroma Azurol Sulfonate Agar* (SD-CASA).

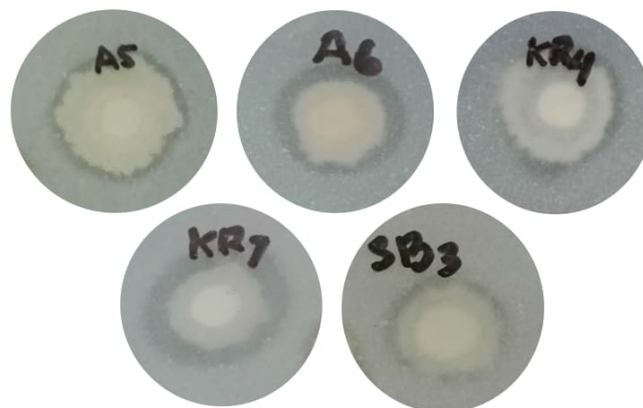
Hasil uji menunjukkan bahwa 5 bakteri endofit mampu menghasilkan siderofor. Isolat A6 menunjukkan terbentuknya zona *orange*. Isolat A5, KR4, KR7 dan SB3 zona yang terbentuk yaitu zona warna *pink* (Gambar 2). Hal tersebut menandakan bahwa isolat A6 mampu memproduksi siderofor tipe *hydroxamate*, Sedangkan isolat A5, KR4, KR7 dan SB3 mampu memproduksi siderofor tipe *catecholate*. Hal ini sejalan dengan penelitian Prihatiningsih *et al.* (2017), bahwa siderofor yang dihasilkan *Bacillus* sp. adalah tipe *hydroxamate* dan *catecholate*. Siderofor tipe *hydroxamate* menghasilkan zona berwarna *orange* dan tipe *catecholate* menghasilkan zona berwarna *pink* (Radhakrishnan *et al.*, 2014).

c. Bakteri penghasil enzim protease

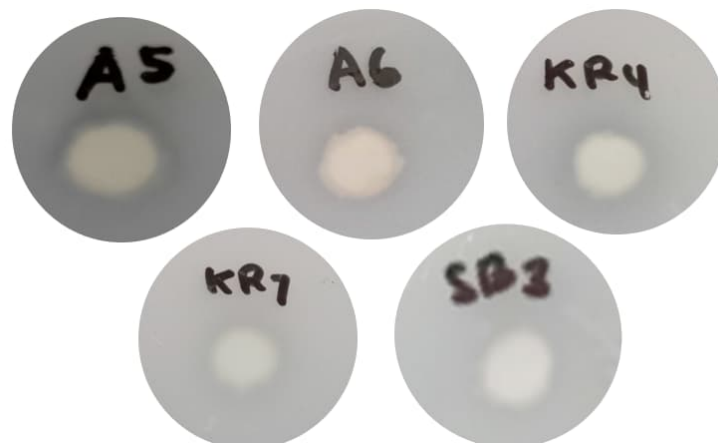
Aktivitas proteolitik bakteri endofit pada medium agar yang mengandung susu skim ditunjukkan dengan adanya zona bening di sekitar koloni bakteri. Hasil pengujian aktivitas proteolitik pada isolat bakteri A5, A6, KR4, KR7, dan SB3 menunjukkan adanya zona bening di sekitar koloni yang artinya bakteri tersebut aktif



Gambar 2. Uji penghasil siderofor.



Gambar 3. Uji penghasil enzim protease.



Gambar 4. Uji pelarut fosfat.

dalam menghasilkan enzim protease (Gambar 3). Terbentuknya zona bening pada medium *skim milk* disebabkan adanya pemecahan kasein yang terhidrolisis menjadi peptida dan asam amino. Hal ini

sesuai dengan pernyataan Sulistiyono *et al.*, (2021), bahwa hilangnya partikel kasein dalam medium *skim milk* ditandai dengan adanya zona bening di sekitar koloni. Dalam penelitian Saridewi *et al.* (2020),

Bacillus sp. memproduksi enzim protease dan mampu menjadi agens biokontrol terhadap serangan *Ralstonia solanacearum* pada tanaman terung.

d. Bakteri pelarut fosfat

Hasil uji menunjukkan bahwa 5 isolat bakteri yang terdiri atas A5, A6, KR4, KR7, dan SB3 mampu menghasilkan zona bening pada medium *Pikovskaya* yang berwarna keruh (Gambar 4). Hal ini sesuai dengan pernyataan Sugianto (2019), bahwa zona bening yang terbentuk di sekeliling koloni merupakan indikasi bahwa isolat tersebut mampu melarutkan fosfat kompleks. Zona bening pada medium *Pikovskaya* agar dapat terbentuk akibat pelarutan suspensi trikalsium fosfat ($\text{Ca}_3[\text{PO}_4]_2$). Kelarutan berbagai bentuk fosfat oleh bakteri endofit yang berasosiasi dengan jagung dapat meningkatkan ketersediaannya bagi tanaman untuk mendorong pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil (Mugiastuti *et al.*, 2020). Kemampuan bakteri sebagai pelarut fosfat membantu menyediakan unsur hara yang tersedia bagi tanaman karena fosfat yang ada di dalam tanah dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman menjadi tersedia (Prihatiningsih *et al.*, 2021).

Pembentukan zona bening pada medium *Pikovskaya* mengindikasikan bahwa mikroba tersebut dapat melarutkan fosfat. Zona bening tidak dapat menentukan jumlah fosfat terlarut yang dihasilkan oleh

bakteri. Adanya zona bening yang terbentuk hanya dapat mengetahui bahwa bakteri mampu dalam melarutkan fosfat. Menurut penelitian Nisa & Candra (2022), setiap bakteri yang diuji secara kualitatif dan kuantitatif menunjukkan kemampuan dalam meningkatkan kelarutan fosfat yang berbeda.

2. Pengaruh Aplikasi Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan Tanaman

Hasil analisis statistika terhadap tinggi tanaman menunjukkan pengaruh nyata antara perlakuan isolat bakteri endofit A5, A6, KR4, KR7, SB3 dengan kontrol (Tabel 1). Menurut Zulfah & Ika (2021), bakteri endofit di dalam jaringan tanaman dapat berperan dalam perbaikan pertumbuhan tanaman. Peran lainnya yang dapat dilakukan bakteri endofit, yaitu menghasilkan zat pemacu tumbuh, melakukan fiksasi nitrogen, mobilisasi fosfat, dan menjaga kesehatan tanaman. Bakteri endofit dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman melalui banyak cara, termasuk salah satunya melalui aktivitas melarutkan fosfat, produksi fitohormon IAA, dan memproduksi siderofor.

Wagi & Ahmed (2019) menyatakan bahwa bakteri endofit *Bacillus* sp. mampu menghasilkan hormon pertumbuhan. Bakteri tersebut mampu menghasilkan hormon IAA dan hormon pertumbuhan yang lain. Hasil uji menunjukkan bahwa 5

isolat bakteri yang digunakan pada penelitian ini menghasilkan fitohormon IAA (Gambar 5), sehingga perlakuan bakteri endofit dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Nongkhlaw & Joshi (2014) melaporkan bahwa bakteri endofit mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena menghasilkan komponen penting bagi pertumbuhan tanaman seperti mineral fosfat, aktivitas asam fosfatase, adanya deaminase asam 1-aminocyclopropane-1-karboksilat (ACC).

Jumlah daun dan jumlah anakan menunjukkan hasil analisis tidak nyata pada semua perlakuan (Tabel 1), penyebabnya yaitu ketersediaan hara yang rendah pada tanah. Berdasarkan hasil analisis tanah menunjukkan kadar N, P, K tersedia tergolong rendah (Tabel 2). Jumlah anakan merupakan salah satu parameter penting pada penelitian tanaman padi. Jumlah anakan yang banyak akan meningkatkan potensi produksi tanaman padi (Simanjuntak *et al.*, 2015). Unsur hara yang diperlukan untuk pembentukan daun yaitu unsur hara Nitrogen (Maria, 2020). Menurut penelitian Pradipta *et al.* (2017), ketersediaan hara pada tanah dapat mempengaruhi jumlah anakan dan jumlah daun secara signifikan, sehingga rendahnya ketersediaan hara tanah antar perlakuan menyebabkan hasil yang tidak nyata dan pertumbuhan jumlah anakan serta daun juga tidak optimum.

Hasil analisis statistika terhadap kehijauan daun menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara perlakuan isolat bakteri endofit A5, A6, KR4, KR7, SB3 dengan kontrol (Tabel 1). Warna hijau pada daun berasal dari pigmen warna daun yang disebut klorofil. Klorofil merupakan salah satu bentuk nitrogen yang terdapat pada tanaman. Penelitian menunjukkan bahwa kadar nitrogen pada tanah yang diberikan perlakuan bakteri endofit tergolong rendah pada semua perlakuan. Menurut Pamungkas *et al.*, (2017), tingkat kehijauan daun menunjukkan bahwa tanaman memiliki kadar nitrogen yang cukup serta menunjukkan kondisi pertanaman yang sehat. Patty & Silahooy (2013), menyatakan bahwa keberadaan unsur nitrogen juga sangat penting terutama kaitannya dengan pembentukan klorofil pada daun tanaman. Klorofil dinilai sebagai “mesin” tumbuhan karena mampu mensintesis karbohidrat yang akan menunjang pertumbuhan tanaman.

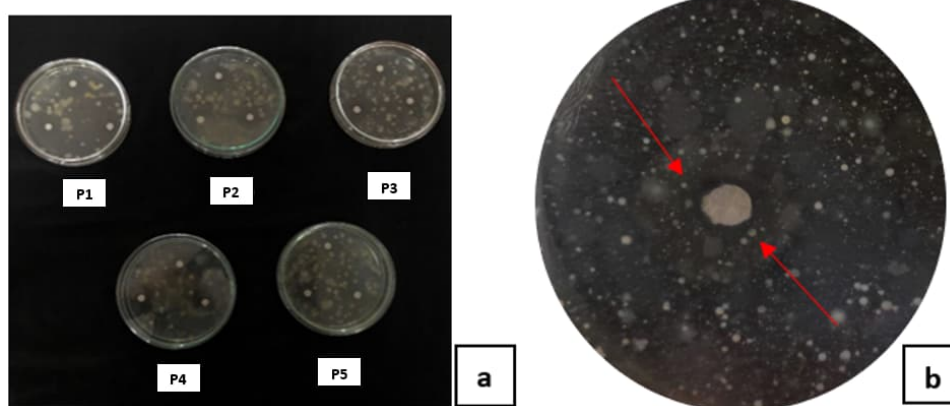
Hasil analisis statistika terhadap panjang akar dan volume akar menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara perlakuan isolat bakteri endofit A5, A6, KR4, KR7, SB3 dengan kontrol (Tabel 1). Hasil akar terpanjang yaitu pada perlakuan KR4 yaitu 1957,20 cm dan volume akar terbesar yaitu pada perlakuan A6 yaitu sebesar 9,58 mL. Hal tersebut disebabkan karena pengaruh dari volume

medium tanam yang memungkinkan terbatasnya unsur hara yang dapat diserap akar tanaman dan ruang gerak dari tanaman sehingga memungkinkan terjadinya penurunan kemampuan bakteri endofit dalam mengkoloni akar.

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa kadar nitrogen dan kalium pada tanah yang diberikan perlakuan bakteri endofit tergolong rendah (Tabel 2). Haryadi *et al.* (2015), menjelaskan bahwa peningkatan pertumbuhan akar akan meningkatkan penyerapan hara terutama N yang akan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman dengan meningkatkan pertumbuhan luas daun. Fungsi utama K antara lain, membantu perkembangan akar, membantu proses pembentukan protein dan menambah daya tahan tanaman terhadap penyakit (Imam *et al.*, 2016).

Hasil analisis statistika terhadap laju pertumbuhan relatif, bobot segar dan bobot kering tanaman menunjukkan hasil yang

tidak berbeda nyata antara perlakuan isolat bakteri endofit A5, A6, KR4, KR7, SB3 dengan kontrol (Tabel 1). Hal ini disebabkan ketersediaan hara yang rendah pada tanah. Berdasarkan hasil analisis tanah menunjukkan kadar N, P, K tersedia tergolong rendah (Tabel 2). Menurut Mahmudi *et al.* (2022), terjadinya peningkatan biomassa suatu tanaman yang dapat menggambarkan laju pertumbuhan relatif suatu tanaman pada fase-fase pertumbuhannya dikarenakan tanaman menyerap air dan unsur hara lebih banyak, unsur hara memacu perkembangan organ pada tanaman seperti akar, sehingga tanaman dapat menyerap unsur hara dan air lebih banyak. Aktifitas fotosintesis akan meningkat dan mempengaruhi peningkatan berat basah dan berat kering tanaman. Menurut penelitian Saridewi (2020), pemberian formulasi *Bacillus* sp. berpengaruh tidak nyata pada bobot kering tanaman terung.



Gambar 5. (a) Reisolasi bakteri endofit pada perlakuan P1-P5 (P1= A5, P2= A6, P3= KR4, P4= KR7, dan P5= SB3), (b) Bakteri endofit tumbuh di sekeliling kertas whatman yang ditetesi rifampisin.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Jumlah Daun Anakan	Kehijauan Daun (unit)	Panjang Akar (cm)	Volume Akar (mL)	Bobot Segar Tanaman (g)	Bobot Kering Tanaman (g)	Laju Pertumbuhan Relatif (g/hari)
Kontrol	95,80 d	21,91a	4,33a	35,29a	1063,08a	5,91a	32,13a	7,41a	0,846a
P1	100,72 bc	21,91a	4,16a	39,37a	1088,90a	6,16a	33,76a	7,86a	0,877a
P2	103,21 b	30,41a	7,16a	36,25a	1931,39a	9,58a	48,12a	11,87a	1,068a
P3	107,45 a	26,33a	6,08a	36,28a	1957,20a	8,66a	48,39a	11,83a	1,065a
P4	100,18 bc	28,66a	6,41a	35,93a	1701,40a	8,16a	44,70a	11,04a	1,018a
P5	99,32 cd	25,83a	5,58a	36,53a	1951,34a	8,91a	44,31a	10,54a	0,990a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan taraf kesalahan 5%. P1= A5, P2= A6, P3= KR4, P4= KR7, dan P5= SB3.

Tabel 2. Hasil analisis tanah

No	Parameter	Satuan	Kode						Metode
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	
1	C-organik	%	2,28	2,84	2,74	3,05	2,91	3,23	Spektrofotometri
2	N-total	N %	0,29	0,26	0,35	0,35	0,39	0,32	Kjeldahl
3	N-tersedia	N ppm	70	60	80	70	10	90	Kjeldahl
4	P-total	P ₂ O ₅ %	0,24	0,17	0,19	0,20	0,21	0,21	Spektrofotometri
5	P-tersedia	P ₂ O ₅ ppm	0,33	tu	2,92	2,33	tu	0,85	Spektrofotometri
6	K-total	K ₂ O	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	Flamefotometri
7	K-tersedia	K cmol(+)/kg ⁻¹	1,08	0,56	0,83	0,85	0,63	0,52	Flamefotometri
8	C/N rasio	-	7,83	10,83	7,83	8,79	7,44	10,12	Kalkulasi
9	pH	H ₂ O(1:2,5)	5,23	5,29	5,26	5,38	5,27	5,18	Elektrometri

Sumber: Laboratorium tanah UNSOED

Aktivitas *R. solani* pada tanaman padi dapat mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis sehingga bobot biomassa dan proses pengisian gabah tidak sempurna (Milati & Nuryanto, 2019). Semakin lama terjadi interaksi antara tanaman dan patogen maka menyebabkan peluang tanaman terinfeksi menjadi lebih parah. Gangguan penyakit yang lama menyebabkan kehilangan hasil yang tinggi (Khoshkdaman *et al.*, 2020).

3. Deteksi Keberadaan Bakteri Endofit pada Jaringan Tanaman Padi setelah Perlakuan

Inokulasi bakteri endofit pada tanaman padi melalui 3 cara yaitu dengan perendaman benih maupun bibit, pengocoran dan penyemprotan yang kemudian direisolasi untuk memastikan keberadaan bakteri endofit terdapat pada jaringan tanaman padi. Reisolasi bakteri endofit berasal dari bagian akar tanaman padi yang memiliki potensi jumlah bakteri endofit yang lebih banyak dibandingkan bagian tanaman lainnya. Tingginya isolat bakteri endofit yang ditemukan pada jaringan akar karena akar merupakan tempat masuknya unsur hara ke dalam jaringan tanaman. Akar merupakan jaringan tanaman yang berinteraksi langsung dengan tanah. Menurut penelitian Serdani *et al.* (2018), persentase isolat bakteri endofit yang diperoleh pada jaringan akar sebesar 37,5%, batang sebesar 22,2% dan daun

sebesar 25%.

Bakteri endofit yang resisten terhadap antibiotik akan mampu bertahan hidup sehingga mampu bersaing dan menjadi antagonis terhadap patogen (Ulloa-Ogaz *et al.*, 2015). Reisolasi bakteri dilakukan dengan menambahkan antibiotik rifampisin pada kertas whatman steril berdiameter 0,5 cm sebanyak 3 titik kemudian diinkubasi selama 24 jam. Berdasarkan hasil reisolasi bakteri endofit pada akar tanaman padi terlihat adanya pertumbuhan bakteri di sekitar kertas whatman yang telah ditetesi rifampisin sebanyak 10 μ L (Gambar 5). Hal ini membuktikan bakteri endofit yang diinokulasikan pada tanaman padi telah masuk ke dalam jaringan tanaman. Penelitian Prihatiningsih *et al.* (2019) menyatakan bahwa salah satu antibiotik yang dapat digunakan sebagai penanda dalam mengetahui keberadaan bakteri endofit dalam jaringan tanaman seperti *Bacillus subtilis* adalah rifampisin, karena sebelum perlakuan bakteri tersebut telah diuji ketahanannya terhadap rifampisin, sehingga rifampisin digunakan sebagai penanda.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah isolat bakteri A5, A6, KR4, KR7, dan SB3 mampu sebagai penghasil IAA, siderofor, enzim protease, dan pelarut fosfat secara kualitatif. Bakteri endofit belum mampu

dalam memacu pertumbuhan padi, namun pada perlakuan isolat KR4 dapat meningkatkan tinggi tanaman padi. Bakteri endofit terdapat pada jaringan akar setelah perlakuan ditunjukkan dengan adanya bakteri yang tumbuh dengan penanda rifampisin.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, M.D., Dewi, T.K., Pujiyanto, S., & Suprihadi, A. (2021). Isolasi dan karakterisasi plant growth promoting rhizobacteria dari perakaran kelapa sawit pada lahan gambut. *Bioma*, 23(2), 159-171.
- Bohm, W. (1979). *Methods of Studying Root System*. Berlin: Springer-Verlag.
- Dewi, T., Suryanggono, J., & Agustiyani, D. (2016). Isolasi dan uji aktivitas bakteri penghasil hormon tumbuh IAA dan bakteri perombak protein dari tanah pertanian tual, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 2 (2), 271-276.
- Fany, J., Bachtiar, T., Arsyad, I., Kelele, O., & Indriyani, W. (2020). Karakterisasi mikroskopis dan uji biokimia bakteri pelarut fosfat (BPF) dari rhizosfer tanaman jagung fase vegetatif. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Lingkungan*, 1 (1), 9-17.
- Firdausi, A. (2018). Isolasi bakteri rhizosfer penghasil AIA (*Indol Acetic Acid*) dari tegakan hutan rakyat Suren. *Skripsi*. Program Studi Kehutanan. Universitas Hasanuddin.
- Haryadi, D., Yetti, H., & Yoseva, S. 2015. Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica alboglabra* L.). *Jom Faperta*, 2(2), 1-10.
- Imam, A., Benny, J., & Anni, Y. (2016). Dinamika kalium tanah dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.) akibat pemberian NPK majemuk dan penggenangan pada fluvaquentic epiaquepts. *Soilrens*, 14 (1), 11-15.
- Khoshkdaman, M., Mousanejad, S., Elahinia, S.A., Ebadi, A.A., & Padasht-Dehkaei, F. (2020). Sheath blight development and yield loss on rice in different epidemiological conditions. *J Plant Pathol*. 103(1), 87-96.
- Li M., Guo R., Yu F., Chen X., Zhao H., Li H., & Wu J. (2018). *Indole-3-acetic acid* biosynthesis pathways in the plant-beneficial bacterium *Arthrobacter pascens*. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(2), 443-454.
- Mahmudi, Sasli I., & Ramadhan, T.H. (2022). Tanggap laju pertumbuhan relatif dan laju asimilasi bersih tanaman padi pada pengaturan kadar air tanah yang berbeda dengan pemberian mikoriza. *Jurnal Pertanian Agros*. 24 (2), 988- 996.
- Maria, E.K. (2020). Aplikasi residu biochar sekam padi dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produksi rumput mexiko (*Euchlaena mexicana*) pada tahun kedua. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 10 (1), 17-22.
- Milati, L.N., & Nuryanto, B. (2019). Periode kritis pertumbuhan tanaman padi terhadap infeksi penyakit hawar pelepah dan pengaruhnya terhadap hasil gabah. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 3 (2), 61-66.
- Mugiastuti, E., Suprayogi, Prihatiningsih, N., & Soesanto, L. (2020). Isolasi dan karakterisasi bakteri endofit, serta potensinya sebagai pengendalian penyakit jagung. *Biodiversitas*, 21 (5), 1809-1815.
- Nisa, H., & Candra, S. (2022). Uji aktivitas bakteri pelarut fosfat terhadap

- kelarutan fosfat pada tanah salin. *Jurnal tanah & sumberdaya lahan*, 9(2), 201-212.
- Nongkhlaw, F.M., & Joshi, S.R. (2014). Epiphytic and endophytic bacteria that promote growth of ethnomedicinal plants in the subtropical forests of Meghalaya, India. *Rev Biol Trop*, 62(4), 1295-308.
- Pamungkas, Miftah, A., & Supijatno. (2017). Pengaruh pemupukan nitrogen terhadap tinggi dan percabangan tanaman teh (*Camelia sinensis* (L.) O. Kuntze) untuk pembentukan bidang petik. *Bul. Agronomi*, 5 (2), 234-241.
- Patty P.S., & Silahooy, C. (2013). Analisis status nitrogen tanah dalam kaitannya dengan serapan N oleh tanaman padi sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram bagian barat. *Agrologia*, 2 (1), 51-58.
- Pradipta, A.P., Yunus, A., & Samanhudi. (2017). Hasil padi hibrida genotipe T1683 pada berbagai dosis pupuk NPK. *Agrotech Res J*, 1(2), 24-28.
- Prihatiningsih, N., Djatmiko H.A., & Lestari, P. (2021). Bakteri endofit berasosiasi dengan akar padi dari lahan suboptimal sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. *Keanekaragaman hayati*, 22(1), 432-437.
- Prihatiningsih, N., Djatmiko, H.A., & Erminawati. (2019). Bio-management of anthracnose disease in chilli with microencapsulates containing *Bacillus subtilis* B298. *ICSARD Earth and Environmental Science*. 1-6.
- Prihatiningsih, N., Djatmiko, H.A., & Lestari P. (2017). Aktivitas siderofor *Bacillus subtilis* sebagai pemacu pertumbuhan dan pengendali patogen tanaman terung. *J. HPT Tropika*, 17 (2), 170–178.
- Radhakrishnan, M., Samshath, K.J., & Balagurunathan, R. (2014). Hydroxamate siderophore from *Bacillus* sp. SD12 isolated from iron factory soil. *Curr. World Environ*, 9(3), 990–993.
- Ratnaningsih, H.R. (2018). Rhizobacteria penghasil IAA dan ACC deaminase asal tanaman nanas dan peranannya dalam memacu pertumbuhan tanaman. *Tesis*. Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Rini, I.A., Oktaviani I., Asril, M., Agustin, M., & Frima, F.M. (2020). Isolasi dan karakterisasi bakteri penghasil IAA (*indole acetic acid*) dari rizosfer tanaman akasia (*Acacia mangium*). *Agricultural Journal*, 3 (2), 210-219.
- Saridewi, L.P., Prihatiningsih N., & Djatmiko H.A. (2020). Karakterisasi biokimia bakteri endofit akar terung sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan pengendali penyakit layu bakteri *in planta*. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 1(1), 1-8.
- Serdani, A.D., Luqman, Q.A., & Abadi, L.A. (2018). Isolasi dan identifikasi bakteri endofit dari tanaman padi (*Oryza Sativa*) sebagai pengendali penyakit hawar daun bakteri akibat *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Journal Viabel Pertanian*, 12(1), 18-26.
- Shin, S.H., Lim, Y., Lee, S.E., Yang, N.W., & Rhee, J.H. (2001). CAS agar diffusion assay for the measurement of siderophore in biological fluids. *J. Microbiol Method*, 44(1), 89–95.
- Sianipar, G. (2020). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Endofit Pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L). *Skripsi*. Universitas Medan Area. Medan.
- Simanjuntak, C.P.S., Jonatan, G., & Meiriani. (2015). Pertumbuhan dan

- produksi padi sawah pada beberapa varietas dan pemberian pupuk NPK. *Jurnal Agroekoteknologi*, 3 (4), 1416 – 1424.
- Sugianto, S. (2019). Potensi rhizobakteria sebagai pelarut fosfat. *Jurnal sains dan seni*, ITS, 7 (2), 2337-3520.
- Sujinah. (2020). Daya adaptasi padi pada kondisi rendaman stagnan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 4 (1), 17-26.
- Sulistiyono, F.D., Soesanto, L., & Ratnaningtyas, N. (2021). Uji aktivitas protease empat isolat *Trichoderma* spp. yang berasal dari tanah perakaran. *Chimica et Natura Acta*, 9(3), 98-101.
- Syahrudin, Radian, & Wasi'an. (2021). Tanggap pertumbuhan padi varietas Argo pawan terhadap pemberian lumpur laut dan pupuk NPK pada gambut di Kabupaten Ketapang. *Jurnal Pertanian Agros*, 23 (2), 255 - 264.
- Ulloa-Ogaz, A.L., Muñoz-Castellanos, L.N., & Nevárez-Moorillón, G.V. (2015). Biokontrol fitopatogen: Produksi antibiotik sebagai mekanisme kontrol. *Formatex*, (11) 1, 305-309.
- Wagi, S., & Ahmed, A. (2019). *Bacillus* spp.: potent microfactories of bacterial IAA. *Peer J*, 1(1), 1-14.
- Wulandari, N., Irfan, M., & Saragih, R. (2019). Isolasi dan karakterisasi plant growth promoting rhizobacteria dari rizosfer kebun karet rakyat. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 1 (3), 57–64.
- Yandila, S., Putri, D.H., & Fifendy, M. (2018). Kolonisasi bakteri endofit pada akar tumbuhan andaleh (*Morus macroura* Miq.). *Bio-site*, 4(2), 61 – 67.
- Zulfah, N., & Ika, O.S. (2021). Endophytic bacteria as *indole acetic acid* (IAA) producer and biocontrol agents in plants. *Bioma*, 16(2), 60-67.
- Zulkifli, H., Koko, T., Achmad, N., Yunida, B., & Musril. (2021). Analisis pertumbuhan, asimilasi bersih dan produksi terung (*Solanum melongena* L.): dosis pupuk kandang kambing dan pupuk NPK. *J.Agrotek Tropika*, 8(2), 295- 310.