

# Aktivitas Pemacu Pertumbuhan Tanaman dari Bakteri Endofit Bawang Merah (*Allium cepa* L.)

Tiwi Widowati<sup>1\*</sup>, Rumella Simarmata<sup>1</sup>, Liseu Nurjanah<sup>1</sup>, Nuriyanah<sup>1</sup>, dan Sylvia J.R. Lekatompessy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Riset Mikrobiologi Terapan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Jalan Raya Bogor KM 46 Cibinong, Bogor; e-mail: [tiwidowati@gmail.com](mailto:tiwidowati@gmail.com)

## ABSTRAK

Bakteri endofit adalah bakteri menguntungkan yang hidup di dalam tanaman dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman inang dan ketahanan terhadap cekaman. Rendahnya produktivitas tanaman bawang merah disebabkan penggunaan pupuk kimia dalam jangka waktu lama dan dosis berlebihan akan menurunkan kualitas tanah. Penggunaan pupuk hayati berbasis mikroba diharapkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman bawang dan memperbaiki kualitas tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh dan menentukan aktivitas bakteri endofit dari tanaman bawang merah sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. Sampel tanaman bawang merah berumur 26 HST dan 45 HST diambil dari daerah Brebes, Jawa Tengah. Sebanyak 75 isolat diperoleh dari akar, bunga, daun dan umbi. Hasil karakterisasi diperoleh 2 isolat mempunyai tiga aktivitas penghasil hormon IAA, pelarut fosfat dan pemfiksasi nitrogen. Berdasarkan analisis molekuler, kedua isolat teridentifikasi sebagai *Burkholderia* sp. (BMD 2.4) dan *Pseudomonas aeruginosa* (BTBn 2.6).

**Kata kunci:** bakteri endofit, pemacu pertumbuhan tanaman, tanaman bawang merah

## ABSTRACT

Endophytic bacteria are the beneficial bacteria that live inside plant and can improve the host plant growth and resistance to stress. The low productivity of shallot plants is caused the utilization of chemical fertilizer for a long time and excessive dose will reduce soil fertility. The use of microbial-based fertilizer is expected to increase productivity of shallot plants and improve soil quality. The aim of study is to obtaine and determine the activity of plant growth promoter from endophytic bacteria of shallot plants. Samples of shallot plants aged 26 DAP and 45 DAP were taken from the Brebes area, Central Java. A total of 75 isolates obtained from roots, flowers, leaves and tubers. The characterization results obtained 2 isolates that have all three activities as IAA hormone producer, phosphate solubilizer and nitrogen fixer. Based on molecularly analysis, both of the isolates were identified as *Burkholderia* sp. (BMD 2.4) and *Pseudomonas aeruginosa* (BTBn 2.6).

**Keywords:** Endophytic bacteria, plant growth promoter, shallot plant

**Citation:** Widowati, T., Simarmata, R., Nurjanah, L., dan Lekatompessy, S.J.R. (2024). Aktivitas Pemacu Pertumbuhan Tanaman dari Bakteri Endofit Bawang Merah (*Allium cepa* L.). Jurnal Ilmu Lingkungan, 22(4), 887-893, doi:10.14710/jil.22.4.887-893

## 1. PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium cepa* L.) menjadi komoditas unggulan nasional karena memberikan pemasukan yang cukup tinggi terhadap perekonomian suatu wilayah. Selain sebagai penyedap masakan, bawang merah dapat digunakan untuk pengobatan tradisional. Bawang merah dibudidayakan oleh petani di semua dataran dengan berbagai ketinggian bertujuan untuk meningkatkan produktivitas. Selain itu, bahan kimia seperti pupuk kimia, pestisida dan herbisida biasanya digunakan untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Penggunaan bahan kimia yang berlebih dan tidak seimbang akan berdampak terhadap kualitas lahan pertanian. Hal ini mengakibatkan penurunan kondisi

tanah pertanian baik fisik, kimia maupun biologi sehingga akan berpengaruh terhadap produktivitas tanaman.

Peningkatan produktivitas tanaman dapat dilakukan dengan pemberian pupuk anorganik maupun organik secara berimbang sehingga dapat memperbaiki kualitas dan kesehatan tanah. Penggalan sumber daya mikroba sebagai agen pupuk hayati dapat dilakukan dengan memanfaatkan bakteri endofit. Bakteri endofit adalah bakteri yang mengkolonisasi dan hidup bersimbiosis dengan tanaman inang. Selain membantu meningkatkan pertumbuhan, bakteri endofit juga membantu tanaman inang toleran

terhadap cekaman lingkungan (Afzal *et al.* 2019) dan meningkatkan ketahanan terhadap patogen.

Bakteri endofit menguntungkan tanaman secara langsung dengan membantu mendapatkan nutrisi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara mengatur fitohormon sehingga tanaman dapat tumbuh baik dalam kondisi normal maupun tercekam (Franco-Franklin *et al.* 2021). Produksi antibiotik dan enzim untuk menekan fitopatogen merupakan salah satu mekanisme secara tidak langsung yang dilakukan bakteri endofit untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Miliute *et al.* 2015).

Bakteri endofit dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen untuk tanaman inang. Bakteri ini dapat mensuplai nitrogen dari udara ke tanaman inang dengan mengekspresikan aktivitas nitrogenase (Okamoto *et al.* 2021). Fosfor merupakan salah satu unsur utama bagi perkembangan tanaman. Bakteri endofit dapat meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman dengan cara melarutkan fosfat melalui mekanisme pertukaran ion dan produksi asam organik (Ahemad 2015).

Bakteri endofit dapat meningkatkan metabolisme dan akumulasi nutrisi dengan memproduksi fitohormon. Peran fitohormon yang dilepaskan bakteri endofit berupa peningkatan serapan hara tanaman dan biomassa (Shi *et al.* 2014). Selain itu, senyawa yang dihasilkan bakteri endofit juga dapat melawan fitopatogen seperti senyawa antibiotik, siderofor dan enzim hidrolitik (Afzal *et al.* 2019). Beberapa enzim seperti lipase, protease, kitinase, amilase, pektinase dan selulase merupakan enzim hidrolitik yang dihasilkan oleh bakteri endofit (Ek-Ramos *et al.* 2019).

Tujuan penelitian ini yaitu untuk memperoleh dan menentukan aktivitas pemacu pertumbuhan tanaman dari bakteri endofit tanaman bawang merah. Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh bakteri endofit sebagai agen hayati unggulan dan memberikan informasi pemanfaatan bakteri endofit sebagai *Plant Growth Promoting Endophytic Bacteria* (PGPEB).

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Isolasi Bakteri Endofit

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni-September 2020 di laboratorium Mikrobiologi Simbiotik Tanaman, Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI, Cibinong, Bogor. Tanaman bawang merah varietas Bima diperoleh dari pertanaman bawang merah di Brebes, Jawa Tengah. Sampel tanaman bawang merah berumur 26 dan 45 hari setelah tanam (HST). Tanaman bawang merah dicuci bersih kemudian dipotong-potong dengan panjang 2-3 cm. Selanjutnya bagian akar, bunga, daun dan umbi dipisahkan. Semua sampel tanaman direndam dengan larutan alkohol 75% selama 1 menit, larutan sodium hipoklorit 5,3% selama 5 menit dan alkohol selama 0,5 menit (Ambrosini & Passaglia 2017). Potongan sampel dibelah dan diletakkan dalam cawan Petri berisi

media *Nutrient Agar* (NA). Media NA yang digunakan, sebelumnya ditambah Nystatin 100 mg/l. Potongan sampel diletakkan dengan posisi bagian dalam sampel menghadap permukaan media kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 2-7 hari. Pemurnian bakteri dilakukan untuk mendapatkan koloni tunggal. Isolat yang diperoleh selanjutnya diuji untuk aktivitas pemacu pertumbuhan

### 2.2. Uji Bakteri Pemacu Pertumbuhan

Pengujian aktivitas pemacu pertumbuhan dan enzimatis dilakukan secara kualitatif. Aktivitas yang diuji terdiri dari: penghasil hormon IAA, pelarut fosfat, fiksasi nitrogen dan penghasil enzim amilase, katalase, protease dan selulase. Pengujian IAA dilakukan secara kualitatif (Gravel *et al.* 2007). Bakteri diremajakan pada media *Nutrient Agar* (NA) yang sudah diberi larutan 0,2 mM L-tryptophan. Isolat diberi larutan Salkowsky dan diinkubasi di ruang gelap selama 30 menit. Warna merah muda yang terbentuk menandakan adanya aktivitas hormon IAA.

Aktivitas pelarut fosfat dilakukan dengan menumbuhkan isolat pada cawan Petri berisi media *Pikovskaya* dan selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 3-7 hari. Terbentuknya area bening di sekeliling koloni menandakan bakteri mampu melarutkan P dari  $Ca^{2+}$  (Sharon *et al.* 2016).

Pengujian aktivitas nitrogenase dilakukan menurut metode (Baldani *et al.* 2014). Bakteri diinokulasikan pada media semi padat yang bebas nitrogen dan disimpan pada suhu 28°C selama 72 jam. Adanya aktivitas nitrogenase ditunjukkan munculnya pelikel warna putih pada media.

Pengujian aktivitas enzimatis dilakukan secara kualitatif. Bakteri dikulturkan pada media *Starch Agar* 1% dan disimpan pada suhu 37°C. Setelah diinkubasi selama 24-48 jam, tutup cawan Petri diberi serbuk Iodine ( $I_2$ ). Aktivitas amilolitik ditunjukkan dengan munculnya area jernih di sekeliling koloni (Hastuti *et al.* 2014). Media *Skim Milk Agar* (SMA) digunakan untuk pengujian aktivitas enzim protease. Bakteri dikulturkan pada media SMA dan disimpan pada suhu 28°C selama 72 jam. (Hamdani *et al.* 2019) menyebutkan bakteri yang dapat mendegradasi protease dengan ditandai munculnya area bening di sekeliling koloni. Pengujian aktivitas enzim selulase dengan media *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC) berdasarkan metode (Hazarika *et al.* 2021). Bakteri ditumbuhkan pada media CMC dan disimpan pada suhu 28°C selama 48 jam. Isolat yang tumbuh dicuci dengan 0,1% larutan *Congo red* selama 10 menit dan dicuci kembali dengan larutan NaCl 1%. Pembentukan area jernih di sekeliling koloni mengindikasikan hasil yang positif.

Pengujian enzim katalase dilakukan dengan cara isolat bakteri diusapkan pada kaca preparat lalu ditetesi dengan  $H_2O_2$  3%. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya pembentukan gelembung gas ( $O_2$ ).

### 2.3. Identifikasi Bakteri

Isolat yang memiliki multi aktivitas sebagai pelarut fosfat, penghasil IAA dan penambat nitrogen diidentifikasi molekuler berdasarkan sekuen gen 16S rRNA. Satu koloni bakteri dimasukkan ke dalam mikrotube kemudian ditambahkan PCR mix. PCR mix terdiri dari 2 µl primer *forward* dan *reverse*, 15 µl PCR mix (my Taq) dan 31 µl ddH<sub>2</sub>O dengan volume total 50 µl. PCR menggunakan primer universal 27F (5' AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG - 3') and 1492 R (5' GTT TAC CTT GTT ACG ACT T- 3'). Amplifikasi PCR dilakukan selama 35 siklus kemudian hasil PCR dielektroforesis. Hasil analisis sekuen 16S rRNA dibandingkan kedekatannya dengan sikuen isolat yang terdapat di database Bank Gen menggunakan Blastn (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Isolasi Bakteri Endofit

Bakteri endofit dari bawang merah berumur 26 dan 45 hari berjumlah 32 dan 43 isolat. Isolat terbanyak pada sampel tanaman umur 26 hari, diperoleh dari bagian daun (40,63%), diikuti dari umbi (37,5%) dan terendah dari (21,87%) (Tabel 1). Sampel bawang merah umur 45 hari menghasilkan bakteri endofit terbanyak pada bagian bunga (32,56%) diikuti dari daun (30,24%) dan terakhir dari akar dan umbi (18,6%).

**Tabel 1.** Distribusi Bakteri Endofit Bawang Merah Umur 26 dan 45 HST

Umur Sampel (HST)	Bagian Tanaman	Jumlah
26	Akar	7
	Daun	13
	Umbi	12
45	Akar	8
	Bunga	14
	Daun	13
	Umbi	8

Berdasarkan umur sampel tanaman, tanaman bawang berumur 45 hari menghasilkan lebih banyak isolat dibandingkan dengan umur 26 HST. Secara keseluruhan bakteri endofit yang diisolasi pada penelitian ini lebih banyak dibandingkan dengan bakteri endofit bawang merah yang diperoleh (Rahma *et al.* 2019) sebanyak 36 isolat. Selain itu kelimpahan bakteri endofit bervariasi dari setiap bagian tanaman. Bakteri endofit dapat diperoleh dari bagian tanaman yang berbeda termasuk akar, batang, daun, biji, buah, bunga dan umbi. Sebagian besar koloni yang diperoleh berbentuk bulat, tepian rata, bentuk elevasi cembung dan berwarna putih. Beberapa faktor seperti jenis, umur dan fase pertumbuhan tanaman inang serta musim berpengaruh terhadap jumlah dan jenis bakteri endofit yang diperoleh (Elmagzob *et al.* 2019).

### 3.2. Uji Bakteri Pemacu Pertumbuhan

Hasil uji aktivitas bakteri endofit tanaman bawang merah umur 26 HST menunjukkan bahwa beberapa isolat mempunyai aktivitas pemacu pertumbuhan tanaman dan penghasil enzim (Tabel 2). Terdapat 2 isolat yang mempunyai aktivitas pelarut fosfat, 6 isolat penghasil hormon IAA dan semua isolat berpotensi sebagai pemfiksasi N. Aktivitas pelarut fosfat ditunjukkan oleh bakteri dari daun, sedangkan penghasil hormon IAA ditunjukkan oleh bakteri dari daun dan umbi. Selain itu terdapat 1 isolat (BMD 2.4) yang memiliki multi aktivitas yaitu pelarut fosfat, penghasil IAA dan enzim protease serta pemfiksasi nitrogen.

Hasil uji aktivitas enzimatik pada bakteri bawang merah umur 26 HST menunjukkan terdapat 2 isolat amilolitik, 10 proteolitik, 6 selulolitik dan 10 katalitik. Selain itu terdapat 1 isolat (BMD 1.4) yang mempunyai keempat aktivitas enzimatik tersebut dan sebagai penambat nitrogen. Hanya ada 2 isolat (BMA 1.4 dan BMA 1.5) yang tidak memiliki kedua aktivitas.

Uji aktivitas pada bakteri endofit bawang merah umur 45 HST menunjukkan semua isolat memiliki 1 atau beberapa aktivitas pemacu pertumbuhan tanaman maupun enzimatik. Terdapat 5 isolat pelarut fosfat, 15 penghasil IAA dan 29 penambat nitrogen (Tabel 3). Aktivitas pemacu pertumbuhan dan enzimatik ditunjukkan oleh bakteri dari berbagai bagian tanaman. Selain itu terdapat 1 isolat (BTBn 2.6) yang memiliki multi aktivitas pemacu pertumbuhan serta penghasil enzim protease dan katalase. Selanjutnya uji aktivitas enzimatik menunjukkan 9 isolat amilolitik, 18 proteolitik, 6 selulolitik dan 35 katalitik. Terdapat 4 isolat yang mempunyai keempat aktivitas tersebut yaitu isolat BTBn 2.2, BTU 1.1, BTU 1.2 dan BTU 1.4.

Simbiosis antara bakteri endofit dan tanaman inang menggunakan mekanisme yang sama seperti bakteri rizosfer untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Potensi bakteri endofit pemacu pertumbuhan tanaman melalui beberapa mekanisme diantaranya membantu asupan nutrisi seperti nitrogen, fosfor dan mineral atau menghasilkan metabolit yang dapat mengatur pertumbuhan, perkembangan dan respon pertahanan tanaman (Ek-Ramos *et al.* 2019).

Kemampuan bakteri endofit dalam melarutkan fosfat ( $\text{Ca}_3\text{PO}_4$ ) ditunjukkan dengan terbentuknya area bening di sekeliling koloni. Setiap isolat mempunyai kecepatan yang berbeda dalam melarutkan P. Endofit meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman dengan cara melarutkan fosfat yang tidak terlarut melalui sekresi asam organik. Endofit dapat mengeluarkan enzim pelarut fosfat seperti fosfatase, fitase dan C-P liase. Aktivitas pelarutan P oleh bakteri biasanya berkorelasi dengan penurunan nilai pH media, yang bervariasi tergantung pada spesies bakteri (Eid *et al.* 2021).

**Tabel 2.** Aktivitas Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Penghasil Enzim dari Bakteri Endofit Bawang Merah Umur 26 HST

Kode Isolat	Pelarut Fosfat	IAA	Fiksasi N	Amilase	Protease	Selulase	Katalase
BMA 1.1	-	-	+	-	-	-	+
BMA 1.2	-	-	+	-	-	-	+
BMA 1.3	-	-	+	-	-	-	+
BMA 1.4	-	-	-	-	-	-	-
BMA 1.5	-	-	-	-	-	-	-
BMA 2.1	-	-	+	-	+	-	-
BMA 2.2	-	-	+	-	-	-	-
BMD 1.1	-	-	+	+	-	-	-
BMD 1.2	-	-	+	+	+	+	+
BMD 1.3	-	-	+	-	+	+	-
BMD 1.4	-	-	+	-	+	+	-
BMD 1.5	+	-	+	-	+	-	-
BMD 1.6	-	-	+	-	-	-	-
BMD 2.1	-	+	+	-	-	-	-
BMD 2.2	-	+	+	-	+	-	-
BMD 2.3	-	+	+	-	+	-	-
BMD 2.4	+	+	+	-	+	-	-
BMD 2.5	-	-	+	-	-	-	+
BMD 2.6	-	-	+	-	-	-	-
BMD 2.7	-	-	+	-	-	-	-
BMU 1.1	-	+	+	-	+	-	+
BMU 1.2	-	+	+	-	-	-	+
BMU 1.3	-	+	+	-	+	+	+
BMU 1.4	-	+	+	-	-	+	-
BMU 1.5	-	+	+	-	-	+	-
BMU 2.1	-	+	+	-	-	-	+
BMU 2.2	-	+	+	-	-	-	+
BMU 2.3	-	-	+	-	-	-	-
BMU 2.4	-	-	+	-	-	-	-
BMU 2.5	-	-	+	-	-	-	-
BMU 2.6	-	-	+	-	-	-	-
BMU 2.7	-	-	+	-	-	-	-

Keterangan: + = memiliki aktivitas, - = tidak memiliki aktivitas

Secara kualitatif, adanya warna merah pada isolat setelah ditetesi reagen Salkowsky, menunjukkan bakteri mampu memproduksi hormon IAA. Hal ini terjadi karena terbentuknya senyawa kompleks  $[Fe_2(OH)_2(IA)_4]$  yaitu hasil reaksi antara IAA dan Fe (Sukmadewi *et al.* 2015). IAA merupakan salah satu fitohormon yang dihasilkan bakteri endofit dalam tanaman untuk menstimulasi perkembangan akar dalam membentuk akar lateral dan adventif serta meningkatkan luas permukaan akar (Firdous *et al.* 2019).

Terjadinya perubahan warna media NfB dari hijau menjadi biru dan adanya pelikel putih pada media menunjukkan adanya aktivitas penambat nitrogen oleh bakteri endofit. Bakteri endofit dapat memfiksasi nitrogen dalam tanaman tanpa membentuk struktur seperti bintil. Beberapa bakteri endofit mempunyai gen BNF yang dapat merubah gas nitrogen ( $N_2$ ) menjadi bentuk nitrogen lain seperti nitrat dan amonia yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman inang (Kandel *et al.* 2017).

Adanya area bening di sekeliling koloni mengindikasikan adanya aktivitas enzimatis oleh bakteri endofitik. Kolonisasi akar tanaman diperlukan bakteri endofit untuk memproduksi enzim hidrolitik. Kemampuan isolat dalam mengkolonisasi tanaman berpengaruh terhadap jenis enzim yang dihasilkan (Bhutani *et al.* 2021). Isolat yang tidak mampu memproduksi enzim hidrolitik kemungkinan menggunakan cara lain untuk menembus jaringan tanaman.

Reaksi katalase positif ditunjukkan oleh sebagian besar isolat bakteri endofit bawang merah umur 45 HST. Reaksi positif mengindikasikan enzim katalase yang dihasilkan bakteri dapat mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen. Semua organisme hidup yang dapat memetabolisme oksigen, juga dapat menghasilkan katalase (Mažeikienė *et al.* 2021)

### 3.3. Identifikasi bakteri

Dua isolat yang memiliki multi aktivitas pemacu pertumbuhan tanaman diidentifikasi menggunakan 16S rRNA. Hasil sikuen menunjukkan isolat BMD 2.4 memiliki kemiripan dengan sikuen *Burkholderia sp.* hingga 99%, sedangkan isolat BTBn 2.6 mempunyai kemiripan 98,34% dengan *Pseudomonas aeruginosa* (Tabel 4).

**Tabel 4.** Analisis sikuen gen 16S rDNA

Kode Isolat	Identitas Berdasarkan NCBI	Kemiripan
BMD 2.4	<i>Burkholderia sp.</i>	99%
BTBn 2.6	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	98,34%

Analisis filogenetik dilakukan dengan menggunakan sekuens gen 16S rRNA yang diperoleh dalam penelitian ini dan tersedia di Bank Gen. Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat 2 bakteri endofit potensial yang terkait dengan filum *Proteobacteria* (Gambar 1).

Berdasarkan analisis filogenetik isolat BMD 2.4 menunjukkan garis kekerabatan yang dekat dengan *Burkholderia cepacia* strain 8201 dan termasuk klas  $\beta$ -*proteobacteria*. Genus *Burkholderia* diketahui

sebagai PGPBE yang memiliki kemampuan menghasilkan hormon IAA (Hwang *et al.* 2021), melarutkan fosfat dan memfiksasi nitrogen serta enzim hidrolitik (Widowati *et al.* 2020).

Selanjutnya sekuen isolat BTBn 2.6 memiliki kemiripan dengan *Pseudomonas aeruginosa* PD29 dan termasuk klas  $\gamma$ -*proteobacteria*. *Pseudomonas* adalah salah satu jenis bakteri yang sering diperoleh pada proses isolasi bakteri endofit. *Pseudomonas* juga diketahui mempunyai aktivitas pemacu pertumbuhan, penghasil enzim hidrolitik (Hazarika

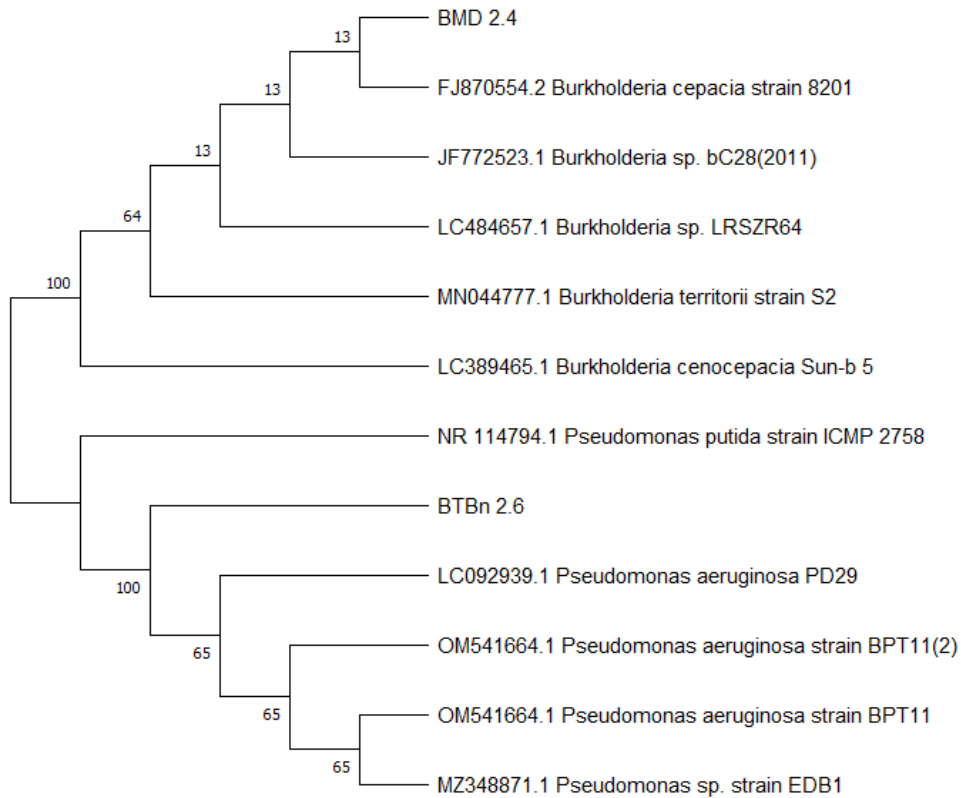
*et al.* 2021), antibiosis dan induksi respon sistemik pada tanaman (Morales-Cedeño *et al.* 2021).

Berdasarkan hasil pengujian, bakteri *B. cepacia* BMD 2.4 dan *P. aeruginosa* BTBn 2.6 merupakan kandidat agen hayati yang dapat digunakan sebagai pemacu pertumbuhan. Keragaman dan inang spesifik dari PGPBE berkontribusi terhadap pertumbuhan tanaman di beberapa kondisi lingkungan. Aplikasi konsorsium mikroba dapat efektif untuk mengurangi dampak cekaman pada tanaman (Aghai *et al.* 2019).

**Tabel 3.** Aktivitas Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Penghasil Enzim dari Bakteri Endofit Bawang Merah Umur 45 HST

Kode Isolat	Pelarut Fosfat	IAA	Fiksasi N	Amilase	Protease	Selulase	Katalase
BTA 1.1	-	-	+	+	+	-	+
BTA 1.2	-	+	+	+	+	-	+
BTA 1.3	-	+	-	-	+	-	+
BTA 1.4	-	+	-	-	-	-	+
BTA 2.1	+	-	+	-	+	-	+
BTA 2.2	-	+	+	-	-	-	+
BTA 2.3	-	-	+	-	+	-	+
BTA 2.4	-	+	+	-	+	-	+
BTBn 1.1	-	-	+	-	-	-	-
BTBn 1.2	+	-	+	-	-	-	+
BTBn 1.3	-	-	+	-	-	-	+
BTBn 1.4	-	-	+	+	-	-	+
BTBn 1.5	-	-	+	-	-	-	+
BTBn 1.6	-	-	+	-	-	-	+
BTBn 1.7	-	+	+	-	+	-	+
BTBn 1.8	-	-	+	+	-	-	+
BTBn 2.1	-	+	-	-	+	-	+
BTBn 2.2	-	-	-	+	+	+	+
BTBn 2.3	-	-	+	-	+	+	+
BTBn 2.4	-	+	+	-	+	-	+
BTBn 2.5	-	-	-	-	-	-	-
BTBn 2.6	+	+	+	-	+	-	+
BTD 1.1	-	+	-	-	-	-	-
BTD 1.2	-	-	+	-	-	-	+
BTD 1.3	-	+	+	-	-	-	-
BTD 1.4	-	+	-	-	-	-	-
BTD 1.5	-	-	+	-	-	-	+
BTD 1.6	-	-	+	-	-	-	+
BTD 1.7	-	+	+	-	-	-	-
BTD 1.8	+	-	-	-	+	-	+
BTD 2.1	-	-	+	-	-	-	+
BTD 2.2	+	-	+	-	+	-	+
BTD 2.3	-	-	-	-	-	-	+
BTD 2.4	-	-	+	-	+	-	+
BTD 2.5	-	-	-	+	-	+	-
BMU 1.1	-	-	-	+	+	+	+
BMU 1.2	-	+	-	+	+	+	+
BMU 1.3	-	-	+	-	-	-	+
BMU 1.4	-	-	-	+	+	+	+
BMU 2.1	-	-	+	-	-	-	-
BMU 2.2	-	+	-	-	-	-	+
BMU 2.3	-	-	+	-	+	-	+
BMU 2.4	-	+	+	-	-	-	+

Keterangan: + = mempunyai aktivitas, - = tidak mempunyai aktivitas



**Gambar 1.** Pohon Filogenetik Bakteri Endofit Pemacu Pertumbuhan Tanaman

Keragaman bakteri endofit tanaman bawang merah dan potensinya untuk pertumbuhan tanaman merupakan informasi yang perlu terus dikaji. Bakteri potensial dapat dikembangkan sebagai pupuk hayati yang membantu penyerapan nutrisi dan mineral yang mendukung pertumbuhan serta sebagai agen biokontrol untuk menghambat patogen tanaman bawang merah. Pemanfaatan PGPBE pada tanaman bawang merah merupakan alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia dan pestisida yang mempengaruhi kualitas tanah, air, keseimbangan ekologi dan keragaman biologi.

#### 4. KESIMPULAN

Sebanyak 75 isolat endofit dari tanaman bawang merah telah diseleksi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. Isolat BMD 2.4 dan BTBn 2.6 menunjukkan aktivitas pelarut fosfat, pemfiksasi nitrogen, dan penghasil hormon IAA dan enzim protease. Berdasarkan pohon filogenik, isolat BMD 2.4 dan BTBn 2.6 mempunyai kekerabatan terdekat dengan *Burkholderia cepacia* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Bakteri endofit yang berpotensi dapat diaplikasikan sebagai agen biostimulan yang spesifik pada tanaman bawang merah. Selanjutnya interaksi yang terbentuk antara mikroba dan tanaman dapat dipelajari untuk mengetahui komposisi dan aktivitas mikrobioma di tanaman bawang merah. Aplikasi agen biostimulan tersebut pada tanaman lain perlu diuji lebih lanjut secara *in vitro*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini terselenggara melalui Rispro Mandatori 2020-2021 yang didanai oleh Kementerian Riset dan Teknologi serta Lembaga Pengelola Dana Pendidikan

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, I., Shinwari, Z. K., Sikandar, S., & Shahzad, S. (2019). Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants. In *Microbiological Research* (Vol. 221, pp. 36–49). Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2019.02.001>
- Aghai, M. M., Khan, Z., Joseph, M. R., Stoda, A. M., Sher, A. W., Ettl, G. J., & Doty, S. L. (2019). The effect of microbial endophyte consortia on *Pseudotsuga menziesii* and *Thuja plicata* survival, growth, and physiology across edaphic gradients. *Frontiers in Microbiology*, 10(JUN). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01353>
- Ahemad, M. (2015). Phosphate-solubilizing bacteria-assisted phytoremediation of metalliferous soils: a review. In *3 Biotech* (Vol. 5, Issue 2, pp. 111–121). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s13205-014-0206-0>
- Ambrosini, A., & Passaglia, L. M. P. (2017). Plant Growth-Promoting Bacteria (PGPB): Isolation and Screening of PGP Activities. *Current Protocols in Plant Biology*, 2(3), 190–209. <https://doi.org/10.1002/pb.20054>
- Bhutani, N., Maheshwari, R., Kumar, P., Dahiya, R., & Suneja, P. (2021). Bioprospecting for extracellular enzymes from endophytic bacteria isolated from *vigna radiata* and *cajanus cajan*. *Journal of Applied Biology and*

- Widowati, T., Simarmata, R., Nurjanah, L., dan Lekatompessy, S.J.R. (2024). Aktivitas Pemacu Pertumbuhan Tanaman dari Bakteri Endofit Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 887-893, doi:10.14710/jil.22.4.887-893
- Biotechnology*, 9(3), 26-34. <https://doi.org/10.7324/JABB.2021.9304>
- Eid, A. M., Fouda, A., Abdel-rahman, M. A., Salem, S. S., Elsaied, A., Oelmüller, R., Hijri, M., Bhowmik, A., Elkelish, A., & El-Din Hassan, S. (2021). Harnessing bacterial endophytes for promotion of plant growth and biotechnological applications: An overview. *Plants*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/plants10050935>
- Ek-Ramos, M. J., Gomez-Flores, R., Orozco-Flores, A. A., Rodríguez-Padilla, C., González-Ochoa, G., & Tamez-Guerra, P. (2019). Bioactive products from plant-endophytic Gram-positive bacteria. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 10, Issue MAR). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00463>
- Elmagzob, A. A. H., Ibrahim, M. M., & Zhang, G. F. (2019). Seasonal diversity of endophytic bacteria associated with cinnamomum camphora (L.) presl. *Diversity*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/d11070112>
- Firdous, J., Lathif, N. A., Mona, R., & Muhamad, N. (2019). Endophytic bacteria and their potential application in agriculture: A review. *Indian Journal of Agricultural Research*, 53(1), 1-7. <https://doi.org/10.18805/IJArE.A-366>
- Franco-Franklin, V., Moreno-Riascos, S., & Ghneim-Herrera, T. (2021). Are Endophytic Bacteria an Option for Increasing Heavy Metal Tolerance of Plants? A Meta-Analysis of the Effect Size. *Frontiers in Environmental Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.603668>
- Gravel, V., Antoun, H., & Tweddell, R. J. (2007). Effect of indole-acetic acid (IAA) on the development of symptoms caused by *Pythium ultimum* on tomato plants. *European Journal of Plant Pathology*, 119(4), 457-462. <https://doi.org/10.1007/s10658-007-9170-4>
- Hamdani, S., Asstiyani, N., Astriany, D., Singgih, M., & Ibrahim, S. (2019). Isolation and identification of proteolytic bacteria from pig sludge and protease activity determination. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 230(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/230/1/012095>
- Hazarika, S. N., Saikia, K., Borah, A., & Thakur, D. (2021). Prospecting Endophytic Bacteria Endowed With Plant Growth Promoting Potential Isolated From *Camellia sinensis*. *Frontiers in Microbiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.738058>
- Hwang, H.-H., Chien, P.-R., Huang, F.-C., Hung, S.-H., Kuo, C.-H., Deng, W.-L., Isabel Chiang, E.-P., Huang, C.-C., Jeandet, P., & Lahlali, R. (2021). *microorganisms A Plant Endophytic Bacterium, Burkholderia seminalis Strain 869T2, Promotes Plant Growth in Arabidopsis, Pak Choi, Chinese Amaranth, Lettuces, and Other Vegetables*. <https://doi.org/10.3390/microorganisms>
- Kandel, S. L., Joubert, P. M., & Doty, S. L. (2017). Bacterial endophyte colonization and distribution within plants. In *Microorganisms* (Vol. 5, Issue 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/microorganisms5040077>
- Sukmadewi, D., Antonius, S., Biologi, J., Brawijaya, U., Penelitian Biologi, P., & Ilmu Pengetahuan Indonesia, L. (2015). Uji Potensi Bakteri Penghasil Hormon IAA (Indole Acetic Acid) dari Tanah Rhizosfer Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.). In *Jurnal Biotropika* | (Vol. 3, Issue 2).
- Mažeikienė, I., Frercks, B., Burokienė, D., Mačionienė, I., & Šalaševičienė, A. (2021). Endophytic community composition and genetic-enzymatic features of cultivable bacteria in *Vaccinium myrtillus* L. in forests of the Baltic-Nordic region. *Forests*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/f12121647>
- Miliute, I., Buzaitė, O., Baniulis, D., & Stanys, V. (2015). Bakterinių endofitų reikšmė žemės ūkio augalų atsparumui stresui: Apžvalga. In *Zemdirbyste* (Vol. 102, Issue 4, pp. 465-478). Lithuanian Institute of Agriculture. <https://doi.org/10.13080/z-a.2015.102.060>
- Morales-Cedeño, L. R., Orozco-Mosqueda, M. del C., Loeza-Lara, P. D., Parra-Cota, F. I., de los Santos-Villalobos, S., & Santoyo, G. (2021). Plant growth-promoting bacterial endophytes as biocontrol agents of pre- and post-harvest diseases: Fundamentals, methods of application and future perspectives. In *Microbiological Research* (Vol. 242). Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126612>
- Okamoto, T., Shinjo, R., Nishihara, A., Uesaka, K., Tanaka, A., Sugiura, D., & Kondo, M. (2021). Genotypic Variation of Endophytic Nitrogen-Fixing Activity and Bacterial Flora in Rice Stem Based on Sugar Content. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.719259>
- Rahma, H., Nelly, N., & Susanti, N. (2019). Characterization of endophytic bacterial isolates from shallot as plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). In *Asian J Agric & Biol*.
- Sharon, J. A., Hathwaik, L. T., Glenn, G. M., Imam, S. H., & Lee, C. C. (2016). Isolation of efficient phosphate solubilizing bacteria capable of enhancing tomato plant growth. In *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* (Vol. 16, Issue 2).
- Shi, Y., Yang, H., Zhang, T., Sun, J., & Lou, K. (2014). Illumina-based analysis of endophytic bacterial diversity and space-time dynamics in sugar beet on the north slope of Tianshan mountain. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98(14), 6375-6385. <https://doi.org/10.1007/s00253-014-5720-9>
- Sri Hastuti, U., Yakub, P., & Nurul Khasanah, H. (2014). Biodiversity of Indigenous Amylolytic and Cellulolytic Bacteria in Sago Waste Product at Susupu, North Moluccas. *Journal of Life Sciences*, 8, 920-924. <https://doi.org/10.17265/1934-7391/2014.11.010>
- Widowati, T., Simarmata, R., Nuriyanah, N., Nurjanah, L., & Lekatompessy, S. J. R. (2020). AKTIVITAS METABOLIT SEKUNDER PEMACU PERTUMBUHAN DARI BAKTERI ENDOFIT ASAL KUNYIT PUTIH (*Curcuma zedoaria* ROSC). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*, 31(2), 97. <https://doi.org/10.21082/bullitro.v31n2.2020.97-106>