

Pengaruh Bakteri Endofit Padi terhadap Penyakit Busuk Bulir Bakteri dan Pertumbuhan Tanaman Padi

Effects of Rice Endophytic Bacteria on Bacterial Grain Rot Disease and Rice Growth

Nahrisa Rahmadhani, Abdul Munif*, Abdjad Asih Nawangsih
Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680

(diterima November 2024, disetujui September 2025)

ABSTRAK

Penyakit busuk bulir bakteri disebabkan oleh *Burkholderia glumae* merupakan salah satu penyakit penting yang dapat mengurangi hasil panen padi dan termasuk penyakit tular benih. Pengendalian biologi dengan *biopriming* menggunakan bakteri endofit merupakan salah satu alternatif pengendalian penyakit tanaman yang sudah mulai banyak digunakan pada berbagai tanaman. Penelitian ini bertujuan mengkaji potensi bakteri endofit dari enam varietas padi sehat dengan teknik *biopriming* dalam mengendalikan *B. glumae* serta kemampuannya dalam memacu pertumbuhan padi. Tahapan penelitian terdiri atas isolasi dan uji keamanan hayati bakteri endofit yang berpotensi sebagai agens hayati, uji antagonisme terhadap *B. glumae* secara *in vitro* dengan metode *cross streak*, uji fitotoksisitas bakteri endofit terhadap benih padi, seleksi bakteri potensial dengan metode *analytical hyrearchy process* (AHP), dan uji kemampuan *biopriming* dalam mengendalikan *B. glumae* dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan vegetatif padi. Sebanyak 133 isolat bakteri endofit berhasil diisolasi dari enam varietas padi dan sebanyak 27 isolat memenuhi syarat berdasarkan uji keamanan hayati. Hasil uji *in vitro* dan *in vivo* menunjukkan delapan isolat menghasilkan aktifitas antagonisme terhadap *B. glumae* dan 25 isolat mampu meningkatkan daya berkecambah benih padi. Tiga isolat terpilih berdasarkan hasil AHP, yaitu: BBZN3, BBAR4, dan AKPAT4. Dari ketiga isolat tersebut, AKPAT4 merupakan isolat terbaik dalam memacu indeks vigor dan daya berkecambah benih padi serta dalam menekan insidensi dan keparahan penyakit.

Kata kunci: *analytical hyrearchy process*, *biopriming*, *Burkholderia glumae*, perkecambahan padi

ABSTRACT

Bacterial grain rot disease, caused by *Burkholderia glumae*, is an important disease that can reduce rice yields and is a seed-borne disease. Biological control through biopriming using endophytic bacteria is an alternative disease control method that has been widely used in various crops. This study aimed to assess the potential of endophytic bacteria from six rice varieties using biopriming techniques in controlling *B. glumae* and their ability to stimulate rice growth. The research stages consisted of isolation and biosafety testing of endophytic bacteria with potential as biological agents, *in vitro* antagonism assay against *B. glumae* using the cross streak method, phytotoxicity assay of endophytic bacteria on rice seeds, selection of potential bacteria using the analytical hyphenation process (AHP) method, and examining the ability of biopriming to control *B. glumae* and its effect on rice vegetative growth. A total of 133 endophytic bacterial isolates were successfully isolated from six rice varieties, and 27 isolates met

*Alamat korespondensi: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680.
Phone: +62 251 8629364, Fax: +62 251 8629362, Surel: abdulmunif@apps.ipb.ac.id.

the biosafety test requirements. *In vitro* and *in vivo* assay showed that eight isolates exhibited antagonistic activity against *B. glumae*, and 25 isolates increased rice seed germination. Three isolates were selected based on AHP results, i.e. BBZN3, BBAR4, and AKPAT4. Of these three isolates, AKPAT4 was the best at increasing the vigor index and germination level of rice seeds, as well as suppressing disease incidence and severity.

Keywords: analytical hierarchy process, biopriming, *Burkholderia glumae*, rice seed germination

PENDAHULUAN

Tanaman padi (*Oryza sativa*) memiliki peran penting dalam sektor pertanian karena merupakan sumber pangan utama bagi masyarakat Indonesia. Produktivitas tanaman padi di Indonesia dari tahun 2021 hingga 2023 secara berturut-turut sebesar 5.23 ton ha⁻¹, 5.24 ton ha⁻¹, dan 5.23 ton ha⁻¹ (BPS 2024), masih jauh dari potensi optimal produktivitas tanaman padi yang dapat mencapai 10-11 ton ha⁻¹ (Makmur *et al.* 2020). Salah satu kendala dalam mencapai potensi tersebut ialah adanya hama dan penyakit tanaman, di antaranya penyakit busuk bulir bakteri. Penyakit ini disebabkan oleh *Burkholderia glumae*, yang dapat menurunkan hasil panen padi dengan menimbulkan gejala berupa busuk pada bibit, hawar malai (*bacterial panicle blight*), dan busuk bulir (*grain rot*) (Hikichi 1993; Nandakumar *et al.* 2009).

Burkholderia glumae merupakan bakteri yang dapat terbawa benih sehingga berpotensi menyebar dengan cepat. Untuk mengatasi patogen ini, perlakuan benih menggunakan *seed priming* yang digabungkan dengan mikrob bermanfaat seperti bakteri endofit, yang dikenal sebagai *biopriming*, menjadi solusi yang efektif. Bakteri endofit adalah jenis bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan gejala penyakit (Etminani dan Harighi 2018).

Isolasi bakteri endofit telah dilakukan dari berbagai jenis tanaman dan telah terbukti memiliki kemampuan dalam mengendalikan patogen. Pemanfaatan bakteri endofit telah dilaporkan mampu menekan infeksi patogen pada padi seperti *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Parida *et al.* 2017), dan *Rhizoctonia solani* (Asmoro dan Munif 2020). Sejauh ini keberadaan bakteri endofit asal tanaman

padi sudah banyak diteliti namun keberadaan bakteri endofit asal tanaman padi dengan jenis beras yang berbeda belum banyak diteliti. Informasi mengenai bakteri endofit asal tanaman padi beragam varietas dan potensinya untuk mengendalikan patogen *B. glumae* serta pemacu pertumbuhan tanaman menjadi peluang yang menarik mengingat Indonesia memiliki beragam jenis varietas padi. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi bakteri endofit dari enam varietas padi asal tiga jenis tanaman padi dengan tipe beras yang berbeda dan mengevaluasi potensinya dalam mengendalikan *B. glumae* dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi dengan teknik *biopriming*.

BAHAN DAN METODE

Isolasi Bakteri Endofit

Bakteri endofit diisolasi dari bagian akar dan batang tiga jenis tanaman padi, yaitu padi beras putih, padi ketan, dan padi beras merah yang sehat. Sampel diambil dari lahan pertanaman padi di Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Padi, dengan umur tanaman yang bervariasi (Tabel 1). Metode sterilisasi permukaan yang digunakan merujuk pada Hallmann *et al.* (2006), dengan modifikasi pada lama waktu perendaman. Akar dan batang

Tabel 1 Umur sampel tanaman padi
(Table 1 Age of rice plant samples)

Varietas (<i>Varieties</i>)	Umur tanaman ¹ (MSS) (<i>Age of plants</i>) (<i>WAS</i>)
Ciherang	10
Inpari IR Nutri Zinc	16
Inpari 24	14
Inpari Arumba	14
Setail	15
Paketih	15

¹MSS, minggu setelah semai. (¹WAS, week after sowing.)

tanaman padi disterilisasi permukaan dengan direndam NaOCl 1% selama 15 detik dan alkohol 70% selama 15 detik kemudian dibilas akuades steril sebanyak 3 kali. Keberhasilan sterilisasi dikonfirmasi dengan mengoleskan sampel pada medium *triptic soy agar* (TSA), hanya sampel yang tidak menunjukkan pertumbuhan bakteri yang digunakan untuk isolasi.

Sampel sebanyak 1 g diberi air steril sebanyak 9 mL dan dihaluskan menggunakan mortar steril. Setelah halus, suspensi diambil sebanyak 1 mL kemudian dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-4} . Sebanyak 0.1 mL suspensi bakteri diambil untuk ditumbuhkan pada medium TSA lalu diinkubasikan selama 48 jam dan diamati pertumbuhannya. Koloni bakteri yang tumbuh dengan morfologi yang beda dipurifikasi untuk digunakan pada kegiatan selanjutnya.

Uji Keamanan Hayati

Uji keamanan hayati meliputi uji hemolisis dan uji reaksi hipersensitivitas. Uji hemolisis dilakukan dengan menggores biakan bakteri endofit pada media agar darah. Isolat dengan tipe γ (non hemolitik) akan digunakan untuk tahapan selanjutnya (Suwito *et al.* 2018).

Uji reaksi hipersensitivitas dilakukan dengan mengambil sebanyak satu lup isolat bakteri ditumbuhkan pada medium *nutrient broth* (NB) selama 24 jam. Suspensi bakteri dengan kerapatan 10^8 cfu mL⁻¹ diambil 1 mL, kemudian diinfiltrasikan pada bagian bawah daun tembakau. Pengamatan terhadap perkembangan gejala nekrotik dilakukan pada 24 jam setelah inokulasi (Amrulloh *et al.* 2021). Jika tidak muncul gejala nekrotik maka isolat yang diuji tergolong aman dan akan digunakan dalam pengujian selanjutnya.

Uji Antagonisme Bakteri Endofit terhadap *Burkholderia glumae*

Isolat bakteri endofit yang telah lolos seleksi keamanan hayati kemudian dilakukan uji antagonis menggunakan metode *cross streak* (Nurmujahidin *et al.* 2023), yaitu menggoreskan biakan bakteri endofit secara menyeluruh pada sepertiga bagian cawan selebar ± 3 cm. Selanjutnya cawan diinkubasi selama satu hari.

Biakan bakteri *B. glumae* digoreskan secara tegak lurus terhadap goresan endofit dengan jarak ± 0.5 cm dari tepi goresan endofit. Bakteri patogen digores sebanyak empat goresan dengan panjang goresan ± 4 cm dan lebar ± 0.2 cm. Persentase penghambatan bakteri (PBB) dihitung menggunakan rumus (Velho-Pereira dan Kamat 2011):

$$PPB = \frac{a}{b} \times 100\%, \text{ dengan}$$

PBB, persentase penghambatan bakteri; a, panjang daerah goresan yang tidak ditumbuhi bakteri; dan b, panjang total goresan.

Uji Fitoktosisitas Bakteri Endofit terhadap Benih Padi

Benih padi varietas Ciherang disterilisasi permukaan menggunakan NaOCl 1% selama 20 menit. Benih yang telah disterilisasi selanjutnya direndam dalam suspensi isolat bakteri endofit dengan kerapatan 10^8 cfu mL⁻¹ selama 24 jam (Haji 2013). Selanjutnya, benih padi ditumbuhkan dengan metode uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp). Benih diinkubasi selama 14 hari dan dihitung persentase benih yang berkecambah. Pengujian disusun dalam rancangan acak lengkap menggunakan 25 benih padi untuk setiap perlakuan dan diulang sebanyak empat kali.

Seleksi Bakteri Endofit Potensial dengan Metode *Analytical Hierarchy Process*

Isolat bakteri endofit yang diperoleh dari pengujian sebelumnya, diseleksi dengan metode *analytical hierarchy process* (AHP) (Saaty 2008). Penilaian AHP didasarkan pada skala prioritas terhadap kriteria kemampuan antagonisme bakteri endofit dan pemacuan pertumbuhan tanaman yang dianalisis menggunakan Microsoft Excel (Tabel 2). Isolat terpilih dari proses inilah yang digunakan untuk tahapan penelitian selanjutnya.

Kemampuan *Biopriming* Bakteri Endofit dalam Mengendalikan *Burkholderia glumae* dan Pemacuan Pertumbuhan Padi pada Fase Vegetatif

Benih terinfeksi diperoleh dari inokulasi buatan dengan merendam benih padi yang telah disterilisasi permukaan dengan NaOCl 1%

Tabel 2 Analisis hierarki pemilihan isolat bakteri endofit untuk pengujian lanjutan
(Table 2 Hierarchical analysis of endophytic bacteria isolate selection for further testing)

Kriteria (Criteria)	Tingkat kepentingan (Level of importance)	Skala (Scale)
Antagonisme (Antagonism)	4×	Tinggi (High) Sedang (Medium) Rendah (Low) Sangat Rendah (Very low)
Indeks vigor (Vigour index)	3×	Tinggi (High) Sedang (Medium) Rendah (Low) Sangat Rendah (Very low)
Daya berkecambah (Germination level)	2×	Tinggi (High) Sedang (Medium) Rendah (Low) Sangat Rendah (Very low)
Panjang akar (Root length)	1×	Tinggi (High) Sedang (Medium) Rendah (Low) Sangat Rendah (Very low)
Panjang plumula (Plumula length)	1×	Tinggi (High) Sedang (Medium) Rendah (Low) Sangat Rendah (Very low)

selama 2 menit ke dalam suspensi bakteri *B. glumae* dengan kerapatan 10^8 cfu mL⁻¹ selama 30 menit. Setelah itu, benih padi tersebut direndam dalam suspensi bakteri endofit. Inokulum bakteri endofit yang digunakan merupakan isolat tunggal dan kombinasi. *Biopriming* dilakukan dengan cara merendam benih dalam suspensi bakteri endofit dengan kerapatan 10^8 cfu mL⁻¹ selama 6 jam (Munif *et al.* 2012).

Percobaan didesain dalam rancangan acak lengkap yang terdiri atas lima perlakuan dengan empat ulangan, yaitu kontrol positif patogen, tiga isolat tunggal (hasil seleksi AHP), dan isolat kombinasi. Pengamatan dilakukan terhadap indeks vigor, daya berkecambah, insidensi dan keparahan penyakit yang dilakukan pada fase pembibitan. Selain itu, pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan dilakukan hingga padi berumur enam minggu. Insidensi dan keparahan penyakit dihitung saat umur bibit padi tujuh

hari menggunakan rumus (Cooke 1998) sebagai berikut:

$$IP = \frac{\text{jumlah tanaman bergejala}}{\text{jumlah tanaman yang diamati}} \times 100\%;$$

$$KP (\%) = \frac{\sum (ni \times vi)}{z \times N} \times 100\%, \text{ dengan}$$

ni, jumlah tanaman di setiap level infeksi; vi, nilai level infeksi; z nilai level tertinggi dari skoring keparahan; dan N, jumlah tanaman yang diamati. Tingkat keparahan penyakit pada bibit padi dievaluasi berdasarkan skor penyakit (Florez-Zapata dan Uribe-Velez 2011) (Tabel 3).

Analisis Data

Data yang didapatkan ditabulasi menggunakan Microsoft Excel dan dianalisis ragam (ANOVA) menggunakan aplikasi SAS OnDemand. Perlakuan yang berbeda nyata diuji lanjut dengan uji Tukey pada taraf nyata 5%. Data antagonisme pada percobaan *in vitro*, data perkecambahan, serta data insidensi

Tabel 3 Skoring gejala penyakit *Burkholderia glumae* pada bibit tanaman padi (Florez-Zapata dan Uribe-Velez 2011)
(Table 3 Scoring of *Burkholderia glumae* diseases symptoms on rice seedlings) (Florez-Zapata dan Uribe-Velez 2011)

Level (<i>Level</i>)	Deskripsi (<i>Description</i>)
1	Bibit berwarna hijau dan kuat (<i>Seedlings are green and healthy</i>)
2	Bibit berwarna hijau tetapi akar dan plumula yang kurang kuat (<i>Seedlings are green but weak roots and plumula</i>)
3	Bagian plumula bibit berkembang tetapi terjadi perubahan warna < 50% dari keseluruhan plumula (<i>The plumula of the seedlings develops, but there is a color change in less than 50% of the entire plumula</i>)
4	Bagian plumula bibit berkembang tetapi terjadi perubahan warna > 50% dari keseluruhan plumula (<i>The plumula of the seedlings develops, but there is a color change in more than 50% of the entire plumula</i>)
5	Bagian plumula bibit berkembang dengan perubahan warna total atau dengan pertumbuhan tinggi kurang 1 cm (<i>The plumula of the seedlings develops with total color change or with a height growth of less than 1 cm</i>)
6	Koleoptil dan plumula tidak berkembang (<i>Coleoptile and plumula do not develop</i>)

dan keparahan penyakit ditransformasi menggunakan arcsin.

HASIL

Bakteri Endofit

Bakteri endofit yang berhasil diisolasi dari enam varietas tanaman padi sebanyak 133 isolat. Kelimpahan populasi berkisar antara $5.9 \times 10^3 - 9.0 \times 10^6$ cfu g⁻¹ (Tabel 4). Setiap varietas padi yang digunakan untuk isolasi menunjukkan perbedaan distribusi kelimpahan dan variasi isolat di jaringan tanaman (akar, batang bawah, dan batang atas). Akar menjadi bagian dengan kelimpahan dan variasi isolat tertinggi dibanding batang bawah dan batang atas, terutama untuk varietas Setail dan Ciherang, yang menunjukkan bahwa akar mungkin menjadi tempat yang lebih beragam untuk mikroorganisme.

Varietas tanaman pada setiap jenis padi memengaruhi kelimpahan dan variasi isolat, terutama pada jaringan tanaman yang berbeda. Padi dengan beras berwarna putih cenderung memiliki variasi isolat tertinggi, terutama di akar (varietas Ciherang). Padi ketan, varietas

Setail, memiliki kelimpahan bakteri endofit yang cenderung lebih tinggi, sedangkan padi merah memiliki kelimpahan dan variasi isolat yang sedang dibandingkan dua jenis lainnya.

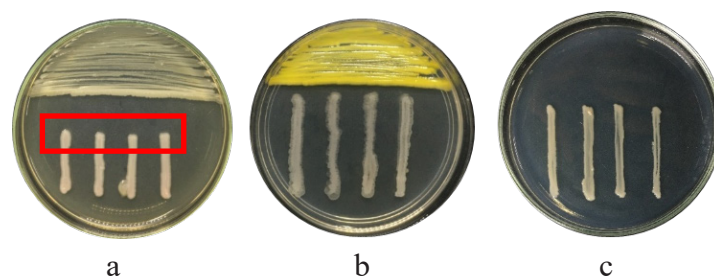
Berdasarkan hasil uji hemolisis diperoleh sebanyak 72 isolat bakteri endofit (54%) yang bersifat negatif hemolisis yang ditandai dengan tidak munculnya zona bening di sekitar koloni. Bakteri yang lolos uji hemolisis, selanjutnya diuji hipersensitivitas dan hasilnya sebanyak 27 isolat bakteri endofit (37%) menunjukkan reaksi negatif sehingga berpotensi sebagai kandidat agens biokontrol karena memenuhi uji keamanan hayati dan dilakukan uji selanjutnya.

Pengaruh Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan *Burkholderia glumae* dan Perkecambahan Benih Padi

Isolat bakteri endofit yang menunjukkan aktivitas antagonis terhadap *B. glumae* (Gambar 1) sebanyak delapan isolat, yaitu: AKCI22, BBZN3, BAAR1, BAAR3, dan BBAR4, BASET4, AKPAT4, dan BBPAT3 (Tabel 5). Berdasarkan hasil uji fitotoksitas terhadap 27 isolat bakteri endofit menunjukkan mayoritas dapat memacu perkecambahan dan

Tabel 4 Kelimpahan bakteri endofit dari tiga bagian tanaman pada enam varietas padi
(Table 4 Abundance of endophytic bacteria from three plant parts in six rice varieties)

Jenis beras (<i>Type of rice</i>)	Varietas (<i>Varieties</i>)	Jenis jaringan tanaman (<i>Types of plant tissue</i>)	Kelimpahan (<i>Abundance</i>) (CFU g ⁻¹ sampel)	Jumlah jenis isolat (<i>Number of isolate types</i>)	
Putih (<i>White</i>)	‘Ciherang’	Akar (<i>root</i>)	2.9 × 10 ⁴	29	
		Batang bawah (<i>lower leaf stalk</i>)	1.1 × 10 ⁵	6	
		Batang atas (<i>upper leaf stalk</i>)	5.9 × 10 ³	9	
	‘Inpari IR Nutri Zinc’	Akar (<i>root</i>)	7.2 × 10 ⁶	16	
		Batang bawah (<i>lower leaf stalk</i>)	2.5 × 10 ⁵	5	
		Batang atas (<i>upper leaf stalk</i>)	1.6 × 10 ⁶	2	
	Merah (<i>Red</i>)	‘Inpari 24’	Akar (<i>root</i>)	7.4 × 10 ⁵	6
			Batang bawah (<i>lower leaf stalk</i>)	1.1 × 10 ⁶	4
			Batang atas (<i>upper leaf stalk</i>)	1.0 × 10 ⁵	4
‘Inpari Arumba’		Akar (<i>root</i>)	2.5 × 10 ⁵	9	
		Batang bawah (<i>lower leaf stalk</i>)	1.7 × 10 ⁶	5	
		Batang atas (<i>upper leaf stalk</i>)	1.2 × 10 ⁵	5	
Ketan (<i>Glutinous</i>)	‘Paketih’	Akar (<i>root</i>)	8.7 × 10 ⁴	6	
		Batang bawah (<i>lower leaf stalk</i>)	1.3 × 10 ⁶	5	
		Batang atas (<i>upper leaf stalk</i>)	1.6 × 10 ⁶	4	
	‘Setail’	Akar (<i>root</i>)	9.0 × 10 ⁶	8	
		Batang bawah (<i>lower leaf stalk</i>)	1.7 × 10 ⁴	4	
		Batang atas (<i>upper leaf stalk</i>)	1.7 × 10 ⁶	6	
Total isolat				133	



Gambar 1 Hasil uji antagonisme menggunakan metode *cross streak*. a, isolat bersifat antagonis BBZN3; b, isolat tidak bersifat antagonis AKCI9; dan c, kontrol.
(Figure 1 Antagonism test results using the cross streak method. a, antagonist isolate BBZN3; b, non antagonistic isolate AKCI9; and c, control).

Tabel 5 Pengaruh isolat bakteri endofit terhadap pertumbuhan koloni *Burkholderia glumae* dan karakter agronomi benih padi(Table 5 Effect of endophytic bacterial isolates on *Burkholderia glumae* colony growth and agronomic characteristics of rice seeds)

Kode isolat ¹ (Isolate code)	PPB (PBI) (%) ^{2*}	Indeks vigor (Vigor index) (%) ^{3*}	Daya berkecambah (Germination level) (%) ^{3*}	Panjang akar (Root length) (cm) ³	Panjang plumula (Plumule length) (cm) ³
Kontrol	0.0 b	88.0 a	75.5 b	13.3 abcdef	9.9 de
AKCI1	0.0 b	100.0 a	95.0 ab	13.5 abcdef	5.7 g
AKCI6	0.0 b	89.0 a	82.0 ab	13.7 abcde	5.4 g
AKCI9	0.0 b	90.0 a	86.5 ab	13.5 abcdef	5.1 g
AKCI22	2.5 b	95.0 a	85.0 ab	14.7 abcd	6.8 fg
BACI2	0.0 b	89.0 a	78.5 ab	15.0 abc	5.6 g
BBZN1	0.0 b	91.0 a	91.0 ab	14.4 abcd	13.6 a
BBZN3	27.5 a	94.0 a	91.5 ab	13.5 abcdef	13.3 abc
AKIN5	0.0 b	94.0 a	91.5 ab	14.2 abcde	11.1 abcde
AKIN6	0.0 b	90.0 a	91.0 ab	13.1 abcdef	10.3 de
BAIN1	0.0 b	96.0 a	93.5 ab	13.8 abcde	10.9 abcde
BAIN2	0.0 b	89.0 a	91.5 ab	14.6 abcd	10.9 abcde
BAIN3	0.0 b	94.0 a	93.5 ab	14.0 abcde	9.9 de
BAAR1	3.1 b	91.0 a	92.5 ab	16.1 a	13.5 ab
BAAR2	0.0 b	100.0 a	96.0 ab	11.8 def	11.3 abcde
BAAR3	13.1 a	100.0 a	98.0 a	12.5 cdef	13.7 a
BAAR4	0.0 b	100.0 a	99.5 a	15.5 b	12.7 abcd
BAAR5	0.0 b	100.0 a	94.5 ab	12.8 bcdef	10.4 cde
BBAR4	20.0 a	100.0 a	100.0 a	13.6 abcde	11.5 abcde
AKSET6	0.0 b	0.0 b	0.0 d	0.0 g	0.0 h
BASET2	0.0 b	94.0 a	90.5 ab	13.2 abcdef	11.5 abcde
BASET3	0.0 b	90.0 a	88.5 ab	11.4 ef	11.1 abcde
BASET4	16.8 a	90.0 a	92.0 ab	12.2 cdef	10.6 bcde
BBSET1	0.0 b	4.0 b	6.5 c	0.5 g	0.4 h
AKPAT4	15.0 a	95.0 a	96.5 ab	14.2 abcde	11.6 abcde
BBPAT1	0.0 b	98.0 a	96.0 ab	13.7 abcde	12.0 abcde
BBPAT2	0.0 b	88.0 a	89.0 ab	13.7 abcde	12.0 abcde
BBPAT3	13.7 a	81.0 a	87.0 ab	10.6 f	9.4 ef

¹AKCI, akar 'Ciherang'; BACI, batang atas 'Ciherang'; BBZN, batang bawah 'Inpari Nutri Zinc'; AKIN, akar 'Inpari24'; BAIN, batang atas 'Inpari24'; BAAR, batang atas 'Inpari Arumba'; BBAR, batang bawah 'Inpari Arumba'; AKSET, akar 'Setail'; BASET, batang atas 'Setail'; BBSET, batang bawah 'Setail'; AKPAT, akar 'Paketih'; BBPAT, batang bawah 'Paketih'. ²PPB, Persentase penghambatan bakteri. ³Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf uji 5%. *Data ditransformasi menggunakan arcsin.

(AKCI, 'Ciherang' root; BACI, 'Ciherang' upper leaf stalk; BBZN, 'Inpari Nutri Zinc' lower leaf stalk; AKIN, 'Inpari24' root; BAIN, 'Inpari24' upper leaf stalk; BAAR, 'Inpari Arumba' upper leaf stalk; BBAR, 'Inpari Arumba' lower leaf stalk; AKSET, 'Setail' root; BASET, 'Setail' upper leaf stalk; BBSET, 'Setail' lower leaf stalk; AKPAT, 'Paketih' root; BBPAT, 'Paketih' lower leaf stalk. ²PBI, Percentage of bacterial inhibition. ³Values in the same column followed by the same letter are not significantly different based on the Tukey test at the 5% level.

*The data has been transformed using an arcsin transformation).

pertumbuhan tanaman serta hanya dua isolat bersifat fitotoksik terhadap benih padi (Tabel 5). Kedua isolat tersebut ialah AKSET6 dan BBSET1 yang menunjukkan indeks vigor, daya berkecambah, panjang radikula dan panjang plumula yang sangat kecil dan berbeda nyata dengan kontrol tanpa pemberian endofit.

Isolat Bakteri Endofit Terpilih Berdasarkan Nilai AHP

Hasil penghitungan nilai AHP terhadap 27 isolat bakteri endofit menunjukkan bahwa terdapat tiga isolat terbaik, yaitu: BBAR4, BBZN3, dan AKPAT4 (Gambar 2). Metode AHP membantu dalam mengetahui keunggulan masing-masing isolat berdasarkan kemampuan sebagai agens hayati melalui mekanisme langsung (meningkatkan pertumbuhan tanaman) dan tidak langsung (sifat antagonis). Isolat BBZN3 berasal dari padi beras putih, BBAR4 dari padi beras merah, dan AKPAT4 dari padi beras ketan.

Kemampuan *Biopriming* Bakteri Endofit dalam Mengendalikan *Burkholderia glumae* dan Pemicu Pertumbuhan Padi pada Fase Vegetatif

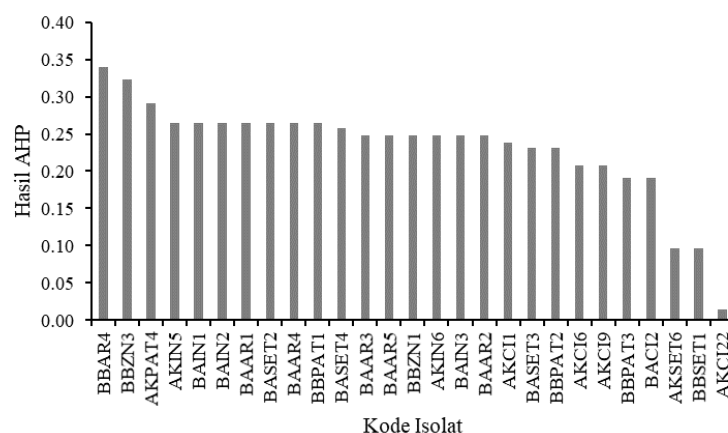
Perlakuan tiga isolat tunggal dan kombinasi berpengaruh terhadap kemampuan berkecambah benih padi yang menunjukkan nilai yang berbeda nyata dengan kontrol positif (Tabel 6). Keefektifan terbaik ditunjukkan oleh isolat

AKPAT4 yang memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan isolat lainnya.

Pengamatan terhadap insidensi penyakit pada bibit padi (Tabel 6) terlihat bahwa di antara bakteri endofit yang diuji, perlakuan isolat kombinasi paling efektif dalam menurunkan nilai insidensi penyakit ialah sebesar 44% dan perlakuan yang memiliki kemampuan terbaik dalam menurunkan keparahan penyakit ialah perlakuan AKPAT4 sebesar 37.6%. Perlakuan *biopriming* dengan isolat AKPAT4 pada benih tanaman padi juga menunjukkan respons yang berbeda nyata terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan (Tabel 7).

Perkembangan bibit padi dari benih terinfeksi yang diberikan bakteri endofit terlihat lebih baik dibandingkan bibit padi dengan benih yang terinfeksi (kontrol positif) (Gambar 3). Bibit dengan benih yang diberikan patogen saja terlihat tumbuh abnormal dan mengalami kegagalan tumbuh. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri endofit mampu menekan infeksi *B. glumae* pada bibit padi.

Perlakuan kombinasi antarisolat memberikan pengaruh yang baik dalam meningkatkan indeks vigor, daya berkecambah, serta mengurangi insidensi dan keparahan penyakit. Namun, secara keseluruhan, perlakuan kombinasi isolat tidak lebih baik dibandingkan perlakuan isolat tunggal seperti isolat AKPAT4. Perlakuan kombinasi masih efektif dan lebih



Gambar 2 Hasil *analytical hyrearchy process* (AHP) bakteri endofit berdasarkan karakter antagonisme dan perkecambahan benih padi.

(Figure 2 The results of the analytical hierarchy process (AHP) of endophytic bacteria based on antagonistic characteristics and rice seed germination).

Tabel 6 Indeks vigor, daya berkecambah, serta insidensi dan keparahan penyakit pada bibit padi yang diberi perlakuan *biopriming* bakteri endofit(Table 6 *Vigor index, germination level, incidence and severity of disease in rice seedlings treated with endophytic bacterial biopriming*)

Perlakuan bakteri endofit ¹ (<i>Endophytic bacteria treatment</i>)	Indeks vigor (<i>Vigour index</i>) (%) ^{2*}	Daya berkecambah (<i>Germination level</i>) (%) ^{2*}	Insidensi penyakit (<i>Disease incidence</i>) (%) ^{2*}	Keparahan penyakit (<i>Disease severity</i>) (%) ^{2*}
K(+)	18.0 b	34.0 b	95.0 a	89.3 a
BBZN3	88.0 a	93.5 a	58.0 b	47.6 b
BBAR4	77.0 a	83.0 a	62.0 b	50.4 b
AKPAT4	93.0 a	96.0 a	45.0 c	37.6 c
Kombinasi (<i>Combination</i>)	85.0 a	90.5 a	44.0 c	46.0 b

¹K(+), inokulasi *Burkholderia glumae* tanpa bakteri endofit; BBZN, inokulasi *B. glumae* dan isolat endofit BBZN; BBAR, inokulasi *B. glumae* dan isolat endofit BBAR; AKPAT, inokulasi *B. glumae* dan isolat endofit AKPAT; Kombinasi, inokulasi *B. glumae* dan isolat kombinasi. ²Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf uji 5%. *Data ditransformasi menggunakan arcsin.

(¹K(+), *Burkholderia glumae* inoculation without endophytic bacteria; BBZN, inoculation of *B. glumae* and BBZN endophyte isolate; BBAR, inoculation of *B. glumae* and BBAR endophyte isolate; AKPAT, inoculation of *B. glumae* and AKPAT endophyte isolate; Combination, inoculation of *B. glumae* and combination isolates.

²Values in the same column followed by the same letter are not significantly different based on the Tukey test at the 5% level. *The data has been transformed using an arcsin transformation).

Tabel 7 Pengaruh *biopriming* terhadap parameter agronomi tanaman padi pada 6 MST(Table 7 *Effect of biopriming on agronomic parameters of rice plants at 6 WAP*)

Perlakuan bakteri endofit ¹ (<i>Endophytic bacteria treatment</i>)	Parameter ² (<i>Parameter</i>)		
	Tinggi tanaman (<i>Plant height</i>) (cm)	Jumlah daun (<i>Number of leaves</i>)	Jumlah anakan (<i>Number of tillers</i>)
K(+)	31.0 b	11.5 b	3.5 b
BBZN3	35.3 b	11.9 b	4.0 ab
BBAR4	33.9 b	12.2 b	4.2 ab
AKPAT4	43.8 a	17.7 a	4.5 a
Kombinasi (<i>Combination</i>)	36.2 b	13.3 b	4.1 ab

¹K(+), inokulasi *Burkholderia glumae* tanpa bakteri endofit; BBZN, inokulasi *B. glumae* dan isolat endofit BBZN; BBAR, inokulasi *B. glumae* dan isolat endofit BBAR; AKPAT, inokulasi *B. glumae* dan isolat endofit AKPAT; inokulasi *B. glumae* dan isolat kombinasi. ²Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf uji 5%.

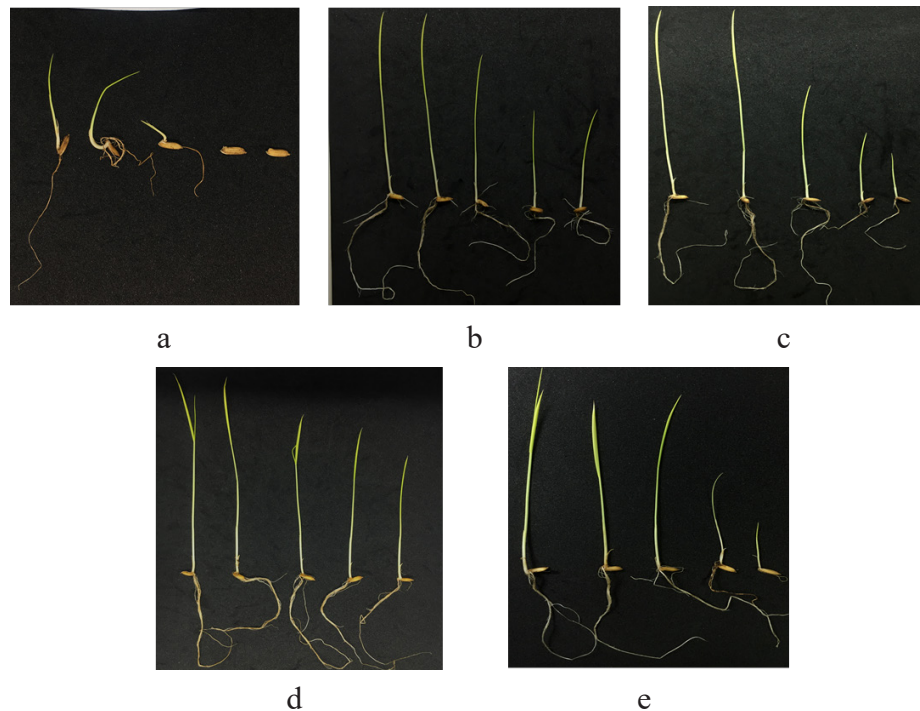
(¹K(+), *Burkholderia glumae* inoculation without endophytic bacteria; BBZN, inoculation of *B. glumae* and BBZN endophyte isolates; BBAR, inoculation of *B. glumae* and BBAR endophyte isolates; AKPAT, inoculation of *B. glumae* and AKPAT endophyte isolate; Combination, inoculation of *B. glumae* and combination isolates. ²Values in the same column followed by the same letter are not significantly different based on the Tukey test at the 5% level).

baik dibandingkan isolat tunggal BBAR4, tetapi tidak lebih unggul dibandingkan AKPAT4 sebagai isolat tunggal terbaik.

PEMBAHASAN

Terdapat perbedaan baik dari kelimpahan populasi maupun jenis bakteri endofit yang

ditemukan. Ada beberapa faktor yang dapat memengaruhi hubungan antara jumlah populasi dan jumlah jenis spesies bakteri seperti vegetasi, genotipe tanaman, kondisi lingkungan, kondisi tanah, serta umur dan tahap perkembangan tanaman juga memengaruhi eksudasi dan perkembangbiakan mikrob di sekitar tanaman (Pascale *et al.* 2020).



Gambar 3 Pengaruh *biopriming* terhadap bibit tanaman padi. a, kontrol positif patogen; b, BBZN3; c, BBAR4; d, AKPAT4; dan e, kombinasi.

(Figure 3 Effect of *biopriming* on rice plant seedlings. a, positive control pathogen; b, BBZN3; c, BBAR4; d, AKPAT4; and e, combination).

Varietas Setail yang termasuk padi ketan dengan jenis beras hitam menunjukkan kelimpahan populasi bakteri endofit yang cenderung lebih tinggi. Hal ini diduga karena dipengaruhi oleh kandungan metabolit tanaman yang dimilikinya, meskipun dalam penelitian ini kadar senyawa tersebut tidak dianalisis. Zhao *et al.* (2024) melaporkan bahwa beras hitam memiliki kadar coumarin, antosianin, dan asam organik yang lebih tinggi dibandingkan beras merah, hijau, maupun putih. Selain itu, Pantigoso *et al.* (2022) menjelaskan bahwa coumarin berfungsi sebagai semiokimia dalam komunikasi antara akar dan *Pseudomonas simiae*, sementara asam organik seperti asam fumarat berperan dalam kolonisasi *Bacillus amyloliquefaciens*. Tingkat senyawa bioaktif dalam tanaman memengaruhi ketertarikan mikrob di dalamnya.

Varietas Ciherang dan Inpari IR Nutri Zinc dari padi beras putih memiliki jumlah isolat yang lebih beragam dibandingkan varietas lainnya (Tabel 4). Jumlah populasi bakteri endofit yang tinggi tidak selalu berbanding lurus dengan jumlah jenis spesies bakteri.

Adanya dominansi suatu spesies bakteri endofit di suatu sampel sehingga menghasilkan populasi yang lebih tinggi.

Pitasari dan Ali (2018) menyatakan perbedaan daya penghambatan yang dihasilkan bakteri antagonis dapat dikarenakan adanya perbedaan jenis dan jumlah metabolit yang dihasilkan oleh masing-masing isolat bakteri endofit. Terbentuknya zona hambat pada uji antagonis dapat menandakan adanya kemampuan antimikrob dari bakteri endofit dengan merusak atau menghambat pembentukan dinding sel bakteri target (Gambar 1).

Penelitian menunjukkan terdapat dua isolat yang bersifat patogenik atau bersifat merugikan yang dapat menghambat perkecambahan benih padi. Adanya hambatan pertumbuhan tanaman karena bakteri endofit juga terjadi dalam penelitian yang dilakukan Shurigin *et al.* (2018), isolat endofit dari tanaman *H. perforatum* menunjukkan penghambatan mulai dari perkecambahan biji hingga per-semaian tanaman tomat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh bakteri endofit terhadap tanaman

dapat terjadi secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung, dibuktikan dengan adanya pengaruh yang baik dengan peningkatan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman. Secara tidak langsung, dibuktikan dengan adanya penurunan insidensi maupun keparahan penyakit *B. glumae* pada bibit padi dengan aplikasi *biopriming* pada benih yang sebelumnya telah diinfeksi patogen.

Okungbowa *et al.* (2019) menyatakan mekanisme yang dilakukan endofit untuk melindungi tanaman dari invasi dan kolonisasi patogen antara lain dengan adanya produksi antibiotik yang bersifat antibakteri. Bakteri endofit juga dapat merangsang tanaman inang untuk menghasilkan metabolit sekunder seperti fitoaleksin serta dapat meningkatkan nutrisi tanaman dengan memproduksi hormon tanaman yang menguntungkan.

Isolat BBZN3 yang berasal dari padi putih varietas Inpari IR Nutri Zinc merupakan isolat yang memiliki kemampuan terbaik dalam menghambat pertumbuhan *B. glumae* secara *in vitro*. Namun, isolat AKPAT4 asal padi ketan varietas Paketih, menunjukkan kemampuan yang paling efektif dalam menekan insidensi dan keparahan penyakit. Isolat AKPAT4 juga menunjukkan hasil terbaik dalam perkecambahan dan pertumbuhan awal tanaman, seperti yang terlihat dari tingginya indeks vigor dan daya berkecambah. Selain itu, isolat ini memacu pertumbuhan vegetatif tanaman padi, termasuk tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan. Dengan demikian, meskipun BBZN3 unggul dalam pengujian antagonis secara *in vitro*, AKPAT4 merupakan isolat yang lebih efektif karena kemampuannya yang lebih baik dalam beradaptasi dengan kondisi lingkungan.

Kombinasi isolat menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan kontrol, tetapi tidak lebih baik dari isolat tunggal terbaik (AKPAT4). Hal ini juga terjadi dalam penelitian Sinaga (2013), dimana perlakuan *S. epidermidis* secara tunggal lebih efektif dalam menekan penyakit layu bakteri dibandingkan perlakuan kombinasi *B. subtilis* dan *S. epidermidis*. Perlakuan kombinasi kedua agens biokontrol tersebut tidak memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan perlakuan tunggal. Hal ini

dapat terjadi karena antar-agens biokontrol terjadi kompetisi nutrisi, atau salah satu agens biokontrol mengeluarkan senyawa yang dapat menghambat populasi maupun kinerja agens biokontrol lainnya.

Penelitian ini memberikan informasi bahwa bakteri endofit yang diisolasi dari akar dan batang tanaman padi dari tiga tipe tanaman padi mampu berperan sebagai agens hayati dengan menekan pertumbuhan *B. glumae* secara *in vitro* dan meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman padi. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat isolat bakteri endofit yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrulloh MK, Addy HS, Wahyuni WS. 2021. Characterization of physiology and biochemistry causes wood treatment bacteria disease on crops (*Syzygium aromaticum* L.) in PT Tirta Harapan. Jurnal Proteksi Tanaman Tropis. 2(1):1–7. DOI: <https://doi.org/10.19184/jptt.v2i1.17919>.
- Asmoro PP, Munif A. 2020. Bakteri endofit dari tumbuhan paku-pakuan sebagai agens hayati *Rhizoctonia solani* dan pemacu pertumbuhan tanaman padi. Jurnal Fitopatologi Indonesia. 15(6):239–247. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.15.6.239-247>.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2024. Luas panen, produksi dan produktivitas padi menurut provinsi 2021-2023. [diakses 18 Desember 2024]. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTQ5OCMy/luas-panen-produksi-dan-produktivitas-padi-menurut-provinsi.html>
- Cooke BM. 1998. Disease assessment and yield loss. Di dalam: Jones DG, editor. The Epidemiology of Plant Diseases. Ed ke-2. London (GB): Kluwer Academic Publisher.
- Etmnani F, Harighi B. 2018. Isolation and identification of endophytic bacteria with plant growth promoting activity and biocontrol potential from wild pistachio trees. Plant Pathology Journal. 34(3): 208–217. DOI: <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.07.2017.0158>

- Haji MY. 2013. Perlakuan benih untuk meningkatkan mutu dan produksi benih serta mengendalikan penyakit bulai pada jagung manis [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hallmann J, Berg G, Schulz B. 2006. Isolation procedures for endophytic microorganisms. *Soil Biology*. 9:299–319. DOI: https://doi.org/10.1007/3-540-33526-9_17.
- Hikichi Y. 1993. Relationship between population dynamics of *Pseudomonas glumae* on rice plants and disease severity of bacterial grain rot of rice. *Journal of Pesticide Science*. 18(4):319–324. DOI: https://doi.org/10.1584/jpestics.18.4_319.
- Makmur, Karim HA, Hasanuddin, Suryadi. 2020. Uji berbagai system tanam terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian*. 5(2):94–98.
- Munif A, Wiyono S, Suwarno. 2012. Pemanfaatan bakteri endofit asal padi gogo dan potensinya sebagai agens biokontrol dan pemacu pertumbuhan. Di dalam: *Prosiding Seminar Hasil Hasil Penelitian Institut Pertanian Bogor*; 2012 Des 10–11; Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. hlm 7–15.
- Nandakumar R, Shahjahan AKM, Yuan XI, Dickstein ER, Clark CA, Cartwright RD, Rush MC. 2009. *Burkholderia glumae* and *B. gladioli* cause bacterial panical blight in rice in the Southern United States. *Plant Disease*. 93(9):896–905. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-9-0896>.
- Nurmujahidin, Giyanto, Dadang. 2023. Pengendalian hayati penyakit busuk bulir bakteri yang disebabkan oleh *Burkholderia glumae* menggunakan aktinomiset. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 19(2):63–73. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.19.2.63-73>.
- Okungbowa FI, Shittu HO, Obiazikwor H. 2019. Endophytic bacteria: Hidden protective associates of plants against biotic and abiotic stresses. *Notulae Scientia Biologicae*. 11(2):167–174. DOI: <https://doi.org/10.15835/nsb11210423>.
- Pantigoso HA, Newberger D, Vivanco JM. 2022. The rhizosphere microbiome: Plant microbial interactions for resource acquisition. *Journal of Applied Microbiology*. 133(5):2864–2876. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.15686>.
- Parida I, Damayanti TA, Giyanto G. 2017. Isolasi, seleksi, dan identifikasi bakteri endofit sebagai agens penginduksi ketahanan padi terhadap hawar daun bakteri. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 12(6):199–208. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.12.6.199>.
- Pascale A, Proietti S, Pantelides IS, Stringlis IA. 2020. Modulation of the root microbiome by plant molecules: The basis for targeted disease suppression and plant growth promotion. *Frontiers in Plant Science*. 10:1741. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01741>.
- Pitasari A, Ali M. 2018. Isolasi dan uji antagonis bakteri endofit dari tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap jamur *Alternaria porri* Ellis Cif. *JOM Faperta*. 5(1):1–12.
- Saaty TL. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal Services Sciences*. 1(1):83–98. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>.
- Shurigin V, Davranov K, Wirth S, Egamberdleva D, Bellingrath-Kimura SD. 2018. Medicinal plants with phytotoxic activity harbour endophytic bacteria with plant growth inhibitory properties. *Environmental Sustainability*. 1(12):209–215. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42398-018-0020-4>.
- Sinaga NE. 2013. Keefektifan berbagai formulasi *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dan bakteri endofit terhadap penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* pada tomat [skripsi]. Bogor (ID): IPB University.
- Suwito W, Wahyuni AETH, Nugroho W, Sumiarto B. 2018. Isolasi dan sensitifitas antibiotika terhadap *Streptococcus* spp. dari kambing PE Mastitis Subklinis Kronis. *Acta Veterinaria Indonesiana*. 6(1):8–15. DOI: <https://doi.org/10.29244/avi.6.1.8-15>.
- Velho-Pereira S, Kamat NM. 2011. Antimicrobial screening of actinobacteria using a modified cross-streak method.

Indian Journal of Pharmaceutical Sciences. 73(2):223–228. DOI: <https://doi.org/10.4103/0250-474X.91566>.

Zhao M, Zhai L, Tang Q, Ren J, Zhou S, Wang H, Yun Y, Yang Q, Yan X, Xing F, Qiao W. 2024. Comparative metabolic profiling

of different colored rice grains reveals the distribution of major active compounds and key secondary metabolites in green rice. Foods. 13(12):1–15. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13121899>.