

## AKTIVITAS BAKTERI ENDOFIT ASAL PADI LOKAL KAMBA DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN KOLONI *Alternaria porri* SECARA *In Vitro*

Sri Sudewi<sup>1</sup>, Ratnawati<sup>1\*</sup>, Lisa Indriani Bangkele<sup>1</sup>, Idris<sup>1</sup>, Kasman Jaya<sup>1</sup>, Abdul Rahim Saleh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Alkhairaat Palu  
Jl. Diponegoro No.39 Kota Palu, Sulawesi Tengah

<sup>2</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sintuwu Maroso, Poso  
Jl. Pulau Timor No.1, Kabupaten Poso, Sulawesi Tengah

\*Email: [ratnawati@unisapalu.ac.id](mailto:ratnawati@unisapalu.ac.id)

### Abstract

Bakteri endofit memiliki kemampuan untuk hidup dan menginvasi jaringan tanaman serta mempunyai sifat antagonis terhadap patogen tanaman dengan berbagai mekanisme. Penelitian bertujuan untuk mengetahui mekanisme dan persentase daya penghambatan oleh isolat bakteri endofit asal padi lokal Kamba secara *in vitro* dalam mengendalikan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah. Pelaksanaan penelitian bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Alkhairaat Palu. Metode penelitian secara kualitatif dengan melakukan uji reaksi hipersensitivitas pada daun tembakau dan pengujian kemampuan isolat bakteri endofit dalam menghasilkan senyawa HCN. Secara kuantitatif dengan mengamati daya hambat dari isolat bakteri endofit terhadap cendawan patogen uji. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas 4 perlakuan isolat bakteri endofit (RKGU4, RKGU7, RKGU8 dan RKGU15) dengan 3 ulangan. Dari hasil penelitian diperoleh 2 isolat bakteri endofit yang memiliki kemampuan terbaik dalam menghambat pertumbuhan koloni cendawan *Alternaria porri* yakni RKGU8 dan RKGU15. Selain itu kedua isolat tidak berpotensi sebagai patogen berdasarkan uji reaksi hipersensitivitas serta memiliki kemampuan dalam memproduksi senyawa HCN. Isolat bakteri endofit memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agens pengendali hayati yang ramah lingkungan.

**Keywords:** *Bakteri endofit; Alternaria porri; Padi Lokal Kamba; HCN*

### 1. Pendahuluan

Bawang merah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia karena memiliki nilai ekonomi tinggi dalam berbagai olahannya. Namun, dalam proses budidayanya terdapat kendala yang pada umumnya dihadapi petani adanya serangan organisme pengganggu tanaman, cara budidaya yang kurang tepat, serta perubahan iklim. Salah satu kendala yang sangat besar pengaruhnya terhadap peningkatan produksi tanaman bawang merah adalah adanya serangan serangan dari organisme pengganggu tanaman (OPT) (Widiantini et al., 2020).

Kerugian yang disebabkan serangan OPT ini dapat menyebabkan kehilangan hasil bahkan sampai gagal panen. Resiko serangan OPT sangat tinggi jika kondisi iklim memasuki musim penghujan. Salah satu penyakit utama yang sering menyerang tanaman bawang merah yaitu penyakit bercak ungu yang disebabkan oleh cendawan patogen *Alternaria porri* Cif.

Pada umumnya upaya pengendalian untuk mengatasi serangan cendawan patogen *Alternaria porri* yaitu dengan penggunaan fungisida sintetis. Namun pengendalian dengan cara ini dapat berhasil baik apabila aplikasi dilakukan dengan frekuensi tinggi (Ratnawati et al., 2020; Ratnawati & Jaya, 2021; Mokalu & Kaligis, 2021).

Penggunaan fungisida sintetis di tingkat petani yang tidak bijaksana (tidak sesuai dosis anjuran) dapat memberikan dampak negatif diantaranya rusaknya keseimbangan alami tanah, menurunnya populasi dan

keanekaragaman mikroorganisme tanah (cendawan dan bakteri), residu penggunaannya dapat mencemari lingkungan, memberikan dampak bagi kesehatan petani, serta dapat menimbulkan resistensi bagi OPT itu sendiri (patogen atau mikroorganisme parasit menjadi kebal) jika diaplikasikan dalam jangka waktu panjang (Lestari et al., 2018; Rachmatunnisa et al., 2017). Oleh karena itu diperlukan alternatif pengendalian yang lebih aman dan ramah terhadap lingkungan. Pada penelitian ini kami memanfaatkan bakteri endofit sebagai tehnik dalam pengendalian hayati. Pemanfaatan bakteri endofit dalam pengendalian penyakit bercak ungu tanaman bawang merah merupakan alternatif pengendalian hayati yang berkesinambungan, dapat mengurangi penggunaan fungisida sintetis an dapat diintegrasikan dalam program pengendalian hama terpadu (PHT).

Pemanfaatan bakteri endofit dalam pengendalian hayati perlu dikembangkan karena metode ini merupakan pilihan yang relatif murah, mudah dalam pengaplikasian serta bersifat ramah terhadap lingkungan. Bakteri endofit memiliki peran sebagai pemacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Bakteri endofit juga dapat digunakan sebagai agen biokontrol yang memiliki kelebihan dibandingkan agen biokontrol lainnya yakni kemampuannya bertahan dalam kondisi lingkungan tertekan baik secara biotik maupun abiotik. Hal ini karena bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup dalam jaringan tanaman (Wu et al., 2021; Eid et al., 2021).

Peran bakteri endofit sebagai biokontrol dengan dua mekanisme yaitu mekanisme secara langsung dan secara

tidak langsung. Mekanisme secara langsung yaitu dengan kemampuan bakteri endofit menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti *Hydrogen Cyanida* (HCN), siderofor, enzim litik, asam salisilat, etilena (Mardhiana et al., 2017; Abo-Elyousr et al., 2021; Padder et al., 2021; Fouda et al., 2021; Islam et al., 2020; Perry, 2016) serta kompetisi dalam memperebutkan zat besi dan nutrisi.

Mekanisme secara tidak langsung yaitu induksi ketahanan sistemik dengan tanaman inang atau biasa dikenal dengan *Induced Systemic Resistance* (ISR) (Shang et al., 2021; Jacob et al., 2020; Purnawati et al., 2019). ISR merupakan hubungan atau interaksi bakteri tertentu dengan akar tanaman yang memungkinkan tanaman tersebut mempunyai kemampuan dalam mengembangkan ketahanannya terhadap pathogen.

Pengendalian hayati dengan bakteri endofit yang banyak dikembangkan saat ini adalah pengendalian penyakit berbagai tanaman. Berbagai penelitian mengenai pengendalian penyakit menggunakan bakteri endofit telah banyak dilaporkan. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan bakteri endofit efektif mengendalikan berbagai penyakit tanaman meskipun isolat bakteri endofit diperoleh dari tanaman yang berbeda famili dengan tanaman sasaran.

Foeh et al. (2019) melaporkan bahwa Isolat bakteri endofit TN41 mampu menghambat *Phytophthora palmivora* (penyakit busuk buah tanaman kakao) dengan persentase daya hambat tertinggi sebesar 92,52%. Lebih lanjut Munif et al. (2015) mengemukakan bahwa bakteri endofit mampu menekan pertumbuhan cendawan patogen *F. oxysporum* dan *S. rolfii* secara in vitro. Konsorsium bakteri endofit *Bacillus sp HI*, *Bacillus sp SJI*, *S. marcescens* dan isolat ULG1E2, ULG1E4 dan JB1E3 mampu menekan perkembangan patogen *Ralstonia solanacearum* yang merupakan penyebab penyakit layu pada cabai (Resti et al., 2018).

Hersanti et al., (2019) melaporkan bahwa konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Lysinibacillus sp.* mampu menghambat intensitas *Alternaria porri* sebesar 71,2%. Bakteri endofit yang diisolasi dari jaringan akar umbi dan daun tanaman bawang merah mempunyai daya antagonis tinggi terhadap cendawan *Alternaria porri*, isolat bakteri endofit akar sebesar 54,00%, isolat endofit daun sebesar 46,00%, sedangkan isolat bakteri endofit dari umbi sebesar 44,00% (Pitasari & Ali, 2018).

Pemanfaatan isolat bakteri endofit yang berasal dari rizosfer tanaman padi lokal kamba diharapkan efektif dalam mengendalikan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah dan juga nantinya berperan dalam pengendalian berbagai penyakit tanaman pangan lainnya. Selain itu pemanfaatan bakteri endofit sebagai agens biokontrol yang ke depannya dapat diterapkan dalam teknologi tepat guna serta dapat membantu petani dalam mengatasi berbagai permasalahan yang terkait dengan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT).

## 2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian, Universitas Alkhairaat Palu. Bahan dan alat yang digunakan adalah bakteri

endofit asal padi lokal Kamba, kentang, agar-agar plain, dextrose, aquadest alcohol 70%, alcohol 95%, nutrient agar (NA) dan Chloramphenicol. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laminar Air Flow (LAF), autoclave, mikroskop, kompor gas, cawan petri, hot plate, tabung reaksi, labu, batang pengaduk, gelas ukur, object glass, pinset, jarum ose, scalpel, termoyhgrometer, soil tester, masker, wrapper, kertas label, kantong plastik, kapas, sprayer, alat tulis dan kamera.

### *Perbanyakkan Isolat Bakteri Endofit*

Isolat bakteri endofit diperoleh dari rizosfer padi lokal Kamba Lembah Bada, dikulturkan pada media NA (Nutrient Agar) padat dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 28°C. Koloni bakteri yang tumbuh selanjutnya disuspensikan dalam aquadest steril hingga mencapai kerapatan populasi mencapai 10<sup>9</sup> CFU mL<sup>-1</sup> (Sudewi et al., 2020). Adapun bakteri endofit yang digunakan dalam pengujian ini terdiri dari 4 jenis isolat yaitu RKGU4, RKGU7, RKGU8 dan RKGU15.

### *Isolasi Cendawan Patogen Alternaria porri*

Cendawan patogen *Alternaria porri* diisolasi dari daun tanaman bawang merah yang terinfeksi dan menimbulkan gejala penyakit bercak ungu (Pitasari & Ali, 2018). Daun tersebut selanjutnya dicuci pada air mengalir kemudian digunting dengan ukuran ± 1 cm. Selanjutnya daun disterilisasi permukaannya dengan cara merendamnya dalam larutan alkohol 70% selama 1 menit, lalu direndam dalam aquadest steril selama 3 menit sebanyak 2 kali. Kemudian potongan daun dikeringanginkan pada cawan petri yang telah dilapisi dengan kertas saring steril. Selanjutnya potongan daun diletakkan pada media PDA dan diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu ruang.

### *Uji Reaksi Hipersensitivitas*

Isolat bakteri endofit diuji reaksi hipersensitivitasnya dengan menyuntikkan suspensi bakteri sebanyak 1 mL dengan kerapatan 10<sup>9</sup> CFU mL<sup>-1</sup> pada tulang daun sekunder tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.). Injeksi dilakukan menggunakan syringe 1 ml (tanpa jarum) hingga membasahi ruang antar sel. Isolat kontrol negatif pada uji ini menggunakan aquadest steril PA sedangkan isolat bakteri *Burkholderia glumae* sebagai kontrol positif. Pengamatan dilakukan 48 jam setelah proses injeksi suspensi dengan indikator reaksi positif munculnya bercak nekrosis pada permukaan daun, sedangkan reaksi negatif tidak menunjukkan hal tersebut (Balint-Kurti, 2019).

### *Produksi HCN oleh Isolat Bakteri Endofit*

Kemampuan isolat bakteri endofit dalam memproduksi *Hydrogen Cyanida* (HCN) dilakukan dengan mengkulturkan isolat bakteri pada media Nutrient Agar (NA) yang mengandung glisin sebanyak 4,4 g L<sup>-1</sup> selama 24 jam. Selanjutnya gunting kertas saring Whatman No.1 berdiameter 1x1 cm dan celupkan pada larutan Cyanide Detection Solution (CDS) untuk diletakkan pada bagian dalam tutup cawan petri. Inkubasi selama 7 hari pada suhu ruang 28°C. Perubahan warna dari kuning pada kertas saring menjadi warna coklat muda, coklat tua maupun merah bata mengindikasikan kemampuan produksi HCN oleh bakteri endofit (Lipková et al., 2021).

*Uji Daya Hambat Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan Cendawan Alternaria porri.*

Uji daya hambat bakteri endofit terhadap cendawan *Alternaria porri*. secara in vitro dilakukan melalui uji antagonis dengan tujuan untuk mendapatkan isolat bakteri endofit yang mempunyai sifat antagonis terhadap cendawan *Alternaria porri*. Biakan murni *Alternaria porri* berumur 1 minggu sebesar 0,5 cm diinokulasikan pada medium PDA (Potato Dextrose Agar) dengan jarak 3 cm dari tepi cawan.

Setelah 24 jam, masing-masing isolat bakteri endofit diinokulasikan pada cawan petri secara melintang dengan jarak 3 cm dari tepi cawan. Letaknya harus berlawanan arah dari letak patogen *Alternaria porri*. Selanjutnya biakan mikroba endofit pada uji antagonis ini diinkubasi pada suhu ruang selama 3 hari. Setiap hari dilakukan pengamatan dengan melihat pembentukan zona hambat (halo) oleh bakteri endofit hingga hari ke tujuh. Terbentuknya zona hambatan setelah diinkubasi menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit tersebut saling antagonis.

**Variabel Pengamatan**

Penentuan potensi penghambatan dilakukan pada saat 5-7 hari setelah inokulasi bakteri endofit (Sutariati et al., 2020). Pengukuran daya hambat dengan mengukur jari-jari pertumbuhan pathogen ke arah tepi cawan petri (R1) dan jari-jari pertumbuhan pathogen ke arah bakteri endofit (R2). Hasil data yang diperoleh dipergunakan untuk menghitung daya hambat isolat bakteri endofit terhadap cendawan patogen *Alternaria porri* dengan rumus:

$$\text{Daya Hambat (\%)} = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\%$$

Dimana R<sub>1</sub> adalah jari-jari pertumbuhan cendawan patogen ke arah tepi cawan petri; sedangkan R<sub>2</sub> adalah jari-jari pertumbuhan cendawan patogen ke arah bakteri endofit

**Analisis Data**

Data yang diperoleh secara kuantitatif dianalisis menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap). Apabila menunjukkan pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) taraf kepercayaan α=0.05. Data kualitatif diamati secara visual dan dianalisis secara deskriptif.

**4. Hasil**

**Uji Reaksi Hipersensitivitas & Kemampuan Isolat Bakteri Endofit Menghasilkan Senyawa HCN**

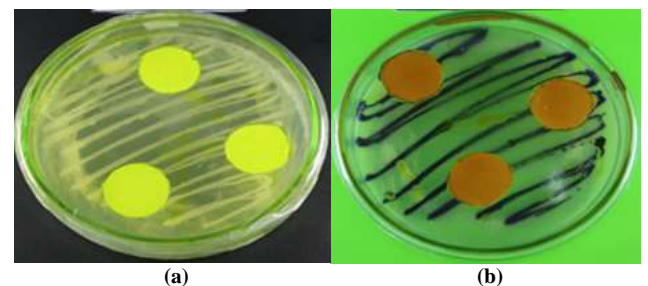
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa ke empat isolat bakteri endofit yang diuji hipersensitivitasnya pada daun tembakau menunjukkan reaksi negatif (Tabel 1). Daun tembakau yang diinjeksikan isolat bakteri endofit tidak menunjukkan gejala nekrosis. Salah satu syarat utama suatu isolat atau mikroba dapat dijadikan agens biokontrol jika isolat bakteri tidak memberikan pengaruh fitoksisitas pada tanaman yang bukan inangnya. Olehnya itu penggunaan isolat bakteri endofit aman untuk diaplikasikan lebih lanjut karena tidak berpotensi sebagai patogen bagi tanaman.

Tabel 1. Uji Reaksi Hipersensitivitas dan Produksi HCN oleh isolat bakteri endofit

No	Kode Isolat	Uji Reaksi Hipersensitivitas (+/-)	Produksi HCN (+/-)
1	RKGU4	-	-
2	RKGU7	-	-
3	RKGU8	-	++
4	RKGU15	-	+++

Keterangan (++) = produksi HCN sedang, (+++) = produksi HCN kuat, (-) = tidak memproduksi HCN

Kemampuan isolat bakteri endofit dalam memproduksi senyawa HCN dari hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat dua isolat yang tidak mampu memproduksi HCN yaitu isolat RKGU4 dan RKGU7. Sedangkan isolat RKGU8 memberikan perubahan warna dari warna kuning menjadi warna coklat muda dengan kategori sedang. Isolat RKGU15 mampu memberikan perubahan warna kuning menjadi coklat bata sehingga dikategorikan sebagai isolat yang memiliki kemampuan kuat dalam memproduksi HCN (Tabel 1). Semakin pekat perubahan warna yang dihasilkan, maka semakin kuat kemampuan suatu bakteri dalam menghasilkan HCN (Gambar 1).



Gambar 1. Uji kemampuan isolat bakteri endofit memproduksi HCN pada media glisin. (a) Isolat bakteri endofit yang tidak mampu memproduksi senyawa HCN (b) Isolat bakteri endofit yang memproduksi senyawa HCN

Senyawa HCN dapat diproduksi oleh mikroba dan ditemukan dalam eksudat akar. Isolat-isolat bakteri endofit yang diuji dalam penelitian ini diisolasi dari bagian akar tanaman padi. Senyawa HCN yang dihasilkan oleh mikroba berperan dalam merangsang pembentukan rambut akar dan menekan penyakit busuk akar (Tsegaye et al., 2019). Mikroba yang berasal dari bagian endofit tanaman dan bersifat antagonis dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati yang ramah lingkungan.

**Uji Daya Hambat Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan Cendawan Alternaria porri.**

Uji antagonis (daya hambat) secara in vitro dilakukan dengan menggunakan media PDA pada cawan petri yang berdiamater 10 cm.



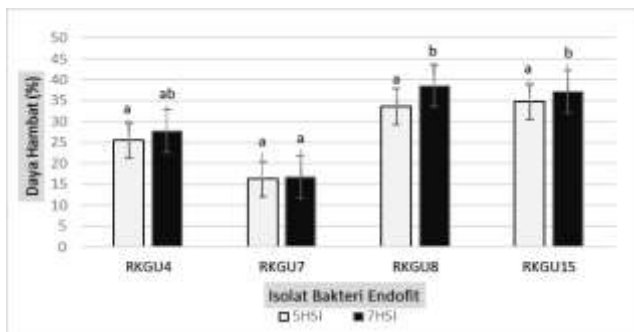
Gambar 2. Kultur awal isolat bakteri endofit dan cendawan *Alternaria porri* pada cawan petri

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga isolat bakteri endofit yang diuji memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen *A.porri*. Persentase penghambatan yang dihasilkan oleh isolat bakteri endofit yang diuji sebesar 25.45% - 38.58%.

Isolat RKGU8 menghasilkan persentase daya hambat tertinggi terhadap pertumbuhan koloni cendawan patogen *A.porri* sebesar 33.55% dan meningkat menjadi 38.58% pada hari ke-7 setelah inokulasi. Hasil yang diperoleh tidak berbeda nyata dengan isolat RKGU15 dengan persentase penghambatan sebesar 34.67% (pengamatan ke-5 HSI) dan 37.16% (pengamatan ke-7 HSI) (Gambar 3).

Daya hambat terendah dihasilkan oleh isolat RKGU7 sebesar 16% dan tidak mengalami peningkatan secara signifikan pada pengamatan hari ke-7. Oleh sebab itu, isolat RKGU7 tidak memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan koloni cendawan *A.porri*. Hal ini disebabkan karena terjadinya kompetisi ruang dan nutrisi antara isolat bakteri endofit dan cendawan patogen *A.porri* saat dikulturkan dalam media biakan. Hal ini didukung oleh Wulandari & Ali (2018) bahwa waktu yang dibutuhkan untuk cendawan *A.porri* dapat tumbuh dan memenuhi cawan  $\pm$  14 hari. Dalam proses pertumbuhannya cendawan patogen bersaing dengan bakteri endofit dalam memperoleh nutrisi.

Isolat RKGU4 menghasilkan persentase daya hambat sebesar 25.45% dan 27.66% (pengamatan hari ke-5 dan ke-7) walaupun tidak berbeda nyata setelah dilakukan uji lanjut dengan BNT.



Gambar 3. Daya hambat (%) bakteri endofit terhadap pertumbuhan cendawan patogen *A. porri* secara in vitro pada pengamatan ke-5 dan ke-7 hari setelah inokulasi (HSI). Huruf yang sama pada grafik menunjukkan perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf  $\alpha=0.05$

Bakteri endofit memiliki sifat antagonis terhadap patogen tanaman melalui mekanisme antibiosis (inhibisi). Mekanisme inhibisi oleh isolat bakteri endofit dengan kemampuan dalam menghasilkan metabolit sekunder yang dapat mempengaruhi serta menghambat pertumbuhan miselium *A. Porri*. Persentase penghambatan terhadap pertumbuhan koloni cendawan patogen *A.porri* oleh isolat bakteri endofit yang terbaik diperoleh pada perlakuan isolat RKGU8 dan RKGU15. Hal ini disebabkan oleh kemampuan kedua isolat tersebut dalam memproduksi senyawa HCN. Diduga bahwa senyawa metabolit sekunder HCN yang dihasilkan oleh isolat bakteri endofit terdifusikan ke dalam media biakan dengan membentuk zona bening penghambatan yang berperan dalam

menghambat pertumbuhan cendawan *A. porri*. Sejalan dengan penelitian Serdani et al (2018) bahwa bakteri endofit yang membentuk zona bening merupakan bentuk penghambatan terhadap patogen.

Keunikan tersendiri karena bakteri endofit yang diperoleh merupakan hasil isolasi dari akar tanaman padi lokal Kamba yang dibudidayakan oleh masyarakat Lembah Bada di Kabupaten Poso, Sulawesi Tengah.

## 5. Kesimpulan

Isolat bakteri endofit RKGU8 dan RKGU15 memiliki kemampuan dalam memproduksi senyawa HCN serta bersifat hipersensitivitas negatif. Daya antagonis kedua isolat tersebut terhadap pertumbuhan koloni cendawan patogen *Alternaria porri* sebesar 38.58% dan 37.16% pada pengamatan 7 HSI. Penelitian lanjutan perlu dilakukan dalam skala in vivo serta identifikasi lebih lanjut dibutuhkan untuk mengetahui genus dari isolat bakteri yang telah di uji.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Alkhairaat Palu yang telah mendukung pendanaan agar terlaksananya penelitian ini serta kepada semua yang terlibat dari awal pengambilan sampel, pengujian di laboratorium hingga pada proses penerbitan artikel.

## Daftar Pustaka

- Abdallah, R.A. Ben, S. Mokni-Tlili, A. Nefzi, H. Jabnoun-Khiareddine, and M. Daami-Remadi. 2016. Biocontrol of Fusarium wilt and growth promotion of tomato plants using endophytic bacteria isolated from *Nicotiana glauca* organs. *Biol. Control* 97: 80–88. doi: 10.1016/j.biocontrol.2016.03.005.
- Abo-Elyousr, K.A.M., I.R. Abdel-Rahim, N.M. Almasoudi, and S.A. Alghamdi. 2021. Native endophytic *Pseudomonas putida* as a biocontrol agent against common bean rust caused by *Uromyces appendiculatus*. *J. Fungi* 7(9). doi: 10.3390/jof7090745.
- Afzal, I., Z.K. Shinwari, S. Sikandar, and S. Shahzad. 2019. Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants. *Microbiol. Res.* 221: 36–49. doi: 10.1016/j.micres.2019.02.001.
- Akhshan, N., D.R. Ningsih, and Sofian. 2021. Potensi Jamur Endofit Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L) Mengendalikan Jamur *Alternaria porri* (Eii . Cif .): Studi Kasus Desa Bendang Raya Endophytic Fungi Potential In Plant Shallot (*Allium ascalonicum* L .) Controlling *Alternaria* po. 4: 67–74.
- Balint-Kurti, P. 2019. The plant hypersensitive response: concepts, control and consequences. *Mol. Plant Pathol.* 20(8): 1163–1178. doi: 10.1111/mpp.12821.
- Djaya, L., Hersanti, N. Istifadah, S. Hartati, and I.M. Joni. 2019. In vitro study of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and endophytic bacteria antagonistic to *Ralstonia solanacearum* formulated with graphite and silica nano particles as a biocontrol delivery system (BDS). *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 19. doi: 10.1016/j.bcab.2019.101153.
- Eid, A.M., A. Fouda, M.A. Abdel-rahman, S.S. Salem, A. Elsaied, et al. 2021. Harnessing bacterial endophytes for promotion of plant growth and biotechnological applications: An overview. *Plants*

10(5). doi: 10.3390/plants10050935.

- Etesami, H., and H.A. Alikhani. 2016. Co-inoculation with endophytic and rhizosphere bacteria allows reduced application rates of N-fertilizer for rice plant (*Oryza sativa* L.). *Rhizosphere* 2: 5–12. doi: 10.1016/j.rhisph.2016.09.003.
- Etesami, H., H.A. Alikhani, and H.M. Hosseini. 2015. Indole-3-acetic acid (IAA) production trait, a useful screening to select endophytic and rhizosphere competent bacteria for rice growth promoting agents. *MethodsX* 2: 72–78. doi: 10.1016/j.mex.2015.02.008.
- Fatmawati, U. 2015. Actinomycet : Mikroorganisme Potensial untuk Pengembangan PGPR dan Biokontrol Hayati di Indonesia Actinomycet : Potential Microorganisms for Developing PGPR and Biological Control in Indonesia. *Pros. Semin. Nas. XII Pendidik. Biol. FKIP UNS*: 885–891.
- Foeh, S.C. 2019. Potensi bakteri endofit dalam menekan pertumbuhan *Phytophthora Palmivora* (Butler) secara In Vitro. *J. Agroteknologi Trop*. 8(4): 388–398.
- Fouda, A., A.M. Eid, A. Elsaied, E.F. El-Belely, M.G. Barghoth, et al. 2021. Plant growth-promoting endophytic bacterial community inhabiting the leaves of *pulicaria incisa* (LAM.) DC inherent to arid regions. *Plants* 10(1): 1–22. doi: 10.3390/plants10010076.
- Gopalakrishnan, S., V. Srinivas, A. Vemula, S. Samineni, and A. Rathore. 2018. Influence of diazotrophic bacteria on nodulation, nitrogen fixation, growth promotion and yield traits in five cultivars of chickpea. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 15(May): 35–42. doi: 10.1016/j.cbac.2018.05.006.
- Hersanti, H., S. Sudarjat, and A. Damayanti. 2019. Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Lysinibacillus* sp. dalam Silika Nano dan Serat Karbon untuk Menginduksi Ketahanan Bawang Merah terhadap Penyakit Bercak Ungu (*Alternaria porri* (Ell.) Cif). *Agrikultura* 30(1): 8. doi: 10.24198/agrikultura.v30i1.22698.
- Islam, M.N., M.S. Ali, S.J. Choi, Y. Il Park, and K.H. Baek. 2020. Salicylic acid-producing endophytic bacteria increase nicotine accumulation and resistance against wildfire disease in tobacco plants. *Microorganisms* 8(1): 1–15. doi: 10.3390/microorganisms8010031.
- Jacob, J., G.V. Krishnan, D. Thankappan, and D.K. Bhaskaran Nair Saraswathy Amma. 2020. Endophytic bacterial strains induced systemic resistance in agriculturally important crop plants. Elsevier Inc.
- Khamwan, S., S. Boonlue, N. riddech, S. Jogloy, and W. Mongkolthananuk. 2018. Characterization of endophytic bacteria and their response to plant growth promotion in *Helianthus tuberosus* L. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 13(December 2017): 153–159. doi: 10.1016/j.cbac.2017.12.007.
- Laksono1, A., J.G. Sunaryono, and D. Rika. 2021. Uji antagonis *Pseudomonas fluorescens* untuk mengendalikan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah. *Agrovigor J. Agroteknologi* 14(1): 35–40.
- Lestari, I., S.D. Umboh, and J.J. Pelealu. 2018. Tingkat Populasi Jamur Tanah akibat Perlakuan Fungisida Mankozeb di Pertanaman Sayur Kubis (*Brassica oleracea* var. capitata) Kecamatan Modinding, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. *J. Bioslogos* 8(1): 26–32.
- Lipková, N., J. Medo, R. Artimová, J. Maková, J. Petrová, et al. 2021. Growth promotion of rapeseed (*Brassica napus* L.) and blackleg disease (*Leptosphaeria maculans*) suppression mediated by endophytic bacteria. *Agronomy* 11(10). doi: 10.3390/agronomy11101966.
- Ma, Y., M. Rajkumar, C. Zhang, and H. Freitas. 2016. Beneficial role of bacterial endophytes in heavy metal phytoremediation. *J. Environ. Manage.* 174: 14–25. doi: 10.1016/j.jenvman.2016.02.047.
- Mardhiana, A.P. Pradana, M. Adiwena, D. Santoso, R. Wijaya, et al. 2017. Use of endophytic bacteria from roots of *Cyperus rotundus* for biocontrol of *Meloidogyne incognita*. *Biodiversitas* 18(4): 1308–1315. doi: 10.13057/biodiv/d180404.
- Miliute, I., O. Buzaitė, D. Baniulis, and V. Stanys. 2015. Bacterial endophytes in agricultural crops and their role in stress tolerance: a review. *Zemdirbyste-Agriculture*. doi: 10.13080/z-a.2015.102.060.
- Mohammed, B.L., L. Mohammed, and N. Toama. 2019. Biological control of Fusarium wilt in tomato by endophytic Heating by and endophytic Cooling Biological control of Fusarium wilt in tomato rhizobacteria rhizobactria Assessing the feasibility of using. *Energy Procedia* 157: 171–179. doi: 10.1016/j.egypro.2018.11.178.
- Mokalu, N., and J. Kaligis. 2021. Pengendalian Penyakit Bercak Ungu (*Alternaria porri* L.) Menggunakan Pestisida Nabati Ekstrak Daun Sirih Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *J. Agroekoteknologi Terap*. 1: 18–20.
- Munif, A., A.P. Pradana, B.P.W. Soekarno, and E.N. Herliyana. 2015. Isolasi dan Uji Potensi Konsorsium Bakteri Endofit Asal Tanaman Kehutanan Sebagai Agen Biokontrol dan Pemacu Pertumbuhan Tanaman Tomat. *Pros. Semin. Nas. Perlindungan Tanam. II* (September 2015): 198–208. doi: 10.13140/RG.2.1.4017.0320.
- Munif, A., S. Wiyono, and S. Suwarno. 2012. Isolasi Bakteri Endofit Asal Padi Gogo dan Potensinya sebagai Agens Biokontrol dan Pemacu Pertumbuhan. *J. Fitopatol. Indones.* 8(3): 57–64. doi: 10.14692/jfi.8.3.57.
- Padder, S.A., S. Mansoor, S.A. Bhat, T.R. Baba, R.A. Rather, et al. 2021. Bacterial Endophyte Community Dynamics in Apple (*Malus domestica* Borkh.) Germplasm and Their Evaluation for Scab Management Strategies. *J. Fungi* 7(11): 923. doi: 10.3390/jof7110923.
- Perry, G. 2016. Ethylene induces endophyte bacteria to control early and late stage development in several plant species. *PeerJ Prepr.* (404): 0–9. doi: 10.7287/peerj.preprints.2611v1.
- Pitasari, A., and M. Ali. 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.
- Purnawati, A., W. Harjani, and H. Nirwanto. 2019. Selection and Formulation of Endophytic Bacteria as Plant Resistance Elicitor against Wilt Disease of Tomato. *Agrotechnology Res. J.* 3(2): 103–106. doi: 10.20961/agrotechres.v3i2.33866.
- Rachmatunnisa, R., I. Rukmi, and P. Sri. 2017. Aktivitas Antagonistik Kapang Endofit Duwet (*Syzygium Cumini* (L.) Skeels) Terhadap *Alternaria Porri* Penyebab Bercak Ungu Pada Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Secara in-Vitro. *J. Akad. Biol.* 6(1): 71–78.
- Ramadhanty, M.A., A.T. Lunggani, and Nurhayati. 2021. Isolasi bakteri endofit asal tumbuhan mangrove *Avicennia marina* dan kemampuannya sebagai antimikroba patogen *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi* secara in vitro. *NICHE J. Trop. Biol.* 4(1): 16–22.
- Ratnawati, and K. Jaya. 2021. Pertanaman Organik Bawang Merah Lokal Palu Selection and Identification of Endophytic Fungus At Local Shallot Organic Plantation in Palu. 11(1): 13–19.
- Ratnawati, R., S. Sjam, A. Rosmana, and U.S. Tresnapura. 2020. Endophytic trichoderma species of palu valley shallot origin with potential for controlling purple blotch pathogen *alternaria porri*. *Int. J. Agric. Biol.* 23(5): 977–982. doi: 10.17957/IJAB/15.1376.

- Resti, Z., E. Sulyanti, and Refflin. 2018. Konsorsium bakteri endofit sebagai pengendali hayati *Ralstonia solanacearum* dan pemacu pertumbuhan tanaman cabai. *Prosiding Semin. Nas. Masy. Biodiv Indones.* 4: 208–214. doi: 10.13057/psnmbi/m040219.
- Santoyo, G., G. Moreno-Hagelsieb, M. del Carmen Orozco-Mosqueda, and B.R. Glick. 2016. Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Microbiol. Res.* 183: 92–99. doi: 10.1016/j.micres.2015.11.008.
- Serdani, A. D., Aini, L. Q., & Abadi, A. L. 2018. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Endofit Dari Tanaman Padi (*Oryza Sativa*) Sebagai Pengendali Penyakit Hawar Daun Bakteri Akibat *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. 12(1), 18–26.
- Shang, X.C., X. Cai, Y. Zhou, X. Han, C.S. Zhang, et al. 2021. *Pseudomonas* Inoculation Stimulates Endophytic *Azospira* Population and Induces Systemic Resistance to Bacterial Wilt. *Front. Plant Sci.* 12(September). doi: 10.3389/fpls.2021.738611.
- Silveira, A.P.D. da, V.M.R. Sala, E.J.B.N. Cardoso, E.G. Labanca, and M.A.P. Cipriano. 2016. Nitrogen metabolism and growth of wheat plant under diazotrophic endophytic bacteria inoculation. *Appl. Soil Ecol.* 107: 313–319. doi: 10.1016/j.apsoil.2016.07.005.
- Sopialena. 2018. Pengendalian hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba. Mulawarman Univ. Press: 104.
- Sudewi, S., A. Ala, Baharuddin, and M. Farid. 2020. The isolation, characterization endophytic bacteria from roots of local rice plant Kamba in, Central Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas J. Biol. Divers.* 21(4). doi: 10.13057/biodiv/d210442.
- Sutariati Kade, G.A., A. Khaeruni, and A. Madiki. 2020. Bakteri Asal Wakatobi Menghambat Pertumbuhan Koloni *Alternaria porri* dan *Fusarium oxysporum* Penyebab Penyakit Pada Bawang Merah Secara in Vitro Wakatobi Native Bacteria Inhibit The Colony Growth of *Alternaria porri* and *Fusarium oxysporum* of Shallots in in V. 16: 105–111. doi: 10.14692/jfi.16.3.
- Szilagyi-Zecchin, V.J., A.C. Klosowski, A.C. Ikeda, M. Hungria, L. V. Galli-Terasawa, et al. 2015. Potential inoculant strains of Brazilian endophytic bacteria for maize (*Zea mays* L.) growth promotion. *Int. J. Agron. Agric. Res.* 7(4): 128–134. <http://www.innspub.net>.
- Tsegaye, Z., Birhanu, G., Genene, T., Adey, F., & Solomon, C. 2019. Isolation and biochemical characterization of Plant Growth Promoting (PGP) bacteria colonizing the rhizosphere of Tef crop during the seedling stage. *Journal of Plant Science and Phytopathology*, 3(1), 013–027. <https://doi.org/10.29328/journal.jpssp.1001027>
- Valetti, L., L. Iriarte, and A. Fabra. 2018. Growth promotion of rapeseed (*Brassica napus*) associated with the inoculation of phosphate solubilizing bacteria. *Appl. Soil Ecol.* 132(August): 1–10. doi: 10.1016/j.apsoil.2018.08.017.
- Widiantini, F., E. Yulia, and A. Kurniawan. 2020. Penghambatan Pertumbuhan *Rhizoctonia oryzae* dan *Cercospora oryzae* oleh Senyawa Volatil Yang Dihasilkan oleh Bakteri Endofit Padi. *Agrikultura* 31(1): 61. doi: 10.24198/agrikultura.v31i1.27323.
- Wu, W., W. Chen, S. Liu, J. Wu, Y. Zhu, et al. 2021. Beneficial Relationships Between Endophytic Bacteria and Medicinal Plants. *Front. Plant Sci.* 12(April): 1–13. doi: 10.3389/fpls.2021.646146.
- Wulandari, S. F., & Ali, M. 2018. Isolasi Dan Uji Antagonis Bakteri Endofit Dari Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *JOM Faperta*, 5(1), 1–12.