

KEMAMPUAN *Pseudomonas* spp. PENDAR FLUOR DAN *Bacillus* spp. DALAM MENGENDALIKAN PENYAKIT HAWAR PELEPAH JAGUNG

THE ABILITY OF FLUORESCENT *Pseudomonas* spp. AND *Bacillus* spp. IN CONTROLLING MAIZE SHEATH BLIGHT DISEASE

Endang Mugiastuti*, Suprayogi, Nur Prihatiningsih, Loekas Soesanto

Fakultas Pertanian universitas jenderal Soedirman, Jalan Dr. Suparno, Karangwangkal Purwokerto

*Korespondensi : endangmugiastuti@gmail.com

Diterima : 28 Juni 2022 / Disetujui : 31 Oktober 2022

ABSTRAK

Upaya meningkatkan produksi jagung di Indonesia seringkali mengalami beberapa kendala, di antaranya adanya infeksi *Rhizoctonia solani* Kühn, penyebab penyakit hawar pelepah daun. Pengendalian hayati menggunakan bakteri antagonis indigenous jagung diharapkan dapat mengendalikan penyakit hawar pelepah jagung. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri antagonis *Pseudomonas* spp. pendar fluor dan *Bacillus* spp. dalam mengendalikan penyakit hawar pelepah dan memacu pertumbuhan tanaman pada tanaman jagung. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan 8 perlakuan meliputi *Pseudomonas* spp. pendar fluor BB.R1, *Pseudomonas* spp. pendar fluor PPD.B5, *Bacillus* spp. BB.R3, *Bacillus* spp. BK.R5, *Bacillus* spp. BB.B4, *Bacillus* spp. BK.A1, serta fungisida (fluopikolid 6% + propineb 67%) dan kontrol. Variabel yang diamati meliputi masa inkubasi, intensitas penyakit, AUDPC, jumlah daun, tinggi tanaman, bobot tanaman segar dan kering, bobot akar segar dan kering, serta panjang akar. Hasil penelitian menunjukkan bakteri antagonis asal rizosfer dan endofit mampu menekan penyakit hawar pelepah jagung, dengan menurunkan intensitas penyakit sebesar 42,87-85,69% dan AUDPC 53,19-87,23%. *Pseudomonas* spp. pendar fluor BB.R1, *Bacillus* spp. BB.R3 serta *Bacillus* spp. BB.B4 mampu meningkatkan beberapa komponen pertumbuhan tanaman jagung antara 9,5-40,49%. Bakteri *Pseudomonas* spp. pendar fluor BB.R1, *Bacillus* spp. BB.R3 serta *Bacillus* spp. BB.B4 memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pengendali penyakit hawar pelepah jagung serta mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

Kata kunci: *Bacillus*, Jagung, Pengendalian, *Pseudomonas*, *R. solani*.

ABSTRACT

The efforts to increase maize production in Indonesia experienced several constraints, including the infection of Rhizoctonia solani Kuhn, the cause of sheath blight disease. Biological control, with antagonistic bacteria from indigenous maize, can be used to control maize sheath blight disease. This study was aimed to determine the ability of fluorescent Pseudomonas and Bacillus spp. to control sheath blight and promote plant growth in maize. The study used a randomized complete block design with eight treatments, including the fluorescent

Pseudomonas BB.R1, fluorescent Pseudomonas PPD.B5, Bacillus spp. BB.R3, Bacillus spp. BK.R5, Bacillus spp. BB.B4, Bacillus spp. BK.A1, fungicides (fluopicolide 6% + propineb 67%) and controls. Variables observed including incubation period, disease intensity, AUDPC, number of leaves, plant height, fresh and dry plant weight, fresh and dry root weight, and root length. The results showed that antagonist bacteria could suppress maize sheath blight by reducing disease intensity from 42.87 to 85.69% and AUDPC from 53.19 to 87.23%. Fluorescent Pseudomonas BB.R1, Bacillus spp. BB.R3, and Bacillus spp. BB.B4 increased several components of maize growth from 9.50 to 40.49 %. The fluorescent Pseudomonas spp. BB.R1, Bacillus spp. BB.R3 and Bacillus spp. BB.B4 potentially utilized to control sheath blight disease and promote plant growth in maize.

Key words : *Bacillus*, Control, Maize, *Pseudomonas*, *R. solani*.

PENDAHULUAN

Penyakit hawar pelepah jagung yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* Kühn merupakan salah satu penyakit penting yang menyebabkan rendahnya produksi jagung (Rai & Singh, 2018). Selama dua dekade terakhir, penyakit ini menyebabkan epidemi di negara-negara penghasil jagung, seperti Bhutan, Cina, India, Indonesia, Nepal, Filipina, dan Vietnam, serta di beberapa negara di Afrika dan Amerika Latin (Singh *et al.*, 2019). *R. solani* merupakan salah satu patogen yang mempunyai sebaran dan inang yang luas dan destruktif (Ajayi-Oyetunde & Bradley, 2018).

Pada tanaman jagung, jamur dapat menyebabkan pembusukan benih, rebah semai, kanker batang, busuk akar, hawar daun dan pelepah, serta dapat pembusukan biji atau tongkol (Singh *et al.*, 2019). Menurut Izhar & Chakraborty (2013), Madhavi *et al.* (2011), dan Sharma *et al.* (2020), penyakit hawar pelepah dapat menyebabkan kehilangan hasil antara 11-40%, bahkan hingga 100% pada beberapa varietas, di beberapa daerah hangat dan lembap yang mendukung perkembangan patogen. Karena besarnya kerugian yang dapat ditimbulkan, maka upaya

pengendalian penyakit hawar pelepah jagung sangat diperlukan.

Pengendalian penyakit hawar pelepah selama ini masih menggunakan pestisida sintetis (Madhavi *et al.*, 2021). Namun demikian, penggunaan pestisida sintetis untuk mengendalikan patogen tular-tanah seringkali tidak efektif dan efisien, dikarenakan patogen telah tahan atau patogen target mampu membentuk struktur istirahat (Soesanto, 2009). Selain itu, penggunaan pestisida sintetis yang kurang bijaksana juga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, organisme bukan sasaran, memicu munculnya patogen kelompok strain baru, dan residu pada produk pangan (Aktar *et al.*, 2009; Cawoy *et al.*, 2011; Sagar & Bhusal, 2019).

Pengendalian penyakit hawar pelepah melalui pergiliran tanaman sukar dilakukan, mengingat inang dari jamur *R. solani* sangat banyak (Singh *et al.*, 2019). Pengendalian menggunakan varietas tahan juga terkendala dengan terbatasnya sumber genetika inang tahan terhadap *R. solani* (Sharma *et al.*, 2002). Hingga saat ini, di Indonesia belum dilaporkan adanya varietas tahan untuk penyakit hawar pelepah jagung (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2013; Arvan & Aqil, 2020). Oleh

karena itu, perlu dicari alternatif pengendalian yang aman, efektif, sesuai untuk kondisi di Indonesia dan berwawasan lingkungan, serta mendukung pertanian berkelanjutan, di antaranya pengendalian secara hayati.

Pengendalian hayati berpotensi melindungi tanaman selama siklus hidupnya, dengan menghasilkan senyawa toksin, zat pengatur tumbuh, senyawa yang membantu kelarutan nutrisi, serta menginduksi ketahanan tanaman (Sharma *et al.*, 2013; Ahanger *et al.*, 2014; Ahemad & Kibret, 2014; Saeed *et al.*, 2021). Bakteri antagonis yang berasal dari rizosfer dan endofit seperti *Pseudomonas* spp. pendar *fluor* dan *Bacillus* spp. banyak dimanfaatkan sebagai agensia pengendali hayati penyakit yang bersifat tular-tanah dan tular-udara. Bakteri antagonis dalam mengendalikan penyakit tanaman dapat melalui beberapa mekanisme pengendalian, di antaranya persaingan, hiperparasit, menghasilkan senyawa penghambat mikroba (antibiotika, enzim lisis, gangguan fisik atau kimia lain), pengimbasan ketahanan tanaman, dan pemacu pertumbuhan tanaman (Compant *et al.*, 2005; Pal & Mc Spadden Gardener, 2006; Rosenblueth & Martínez-Romero, 2006).

Pada penelitian sebelumnya telah berhasil diisolasi *Pseudomonas* spp. pendar *fluor* dan *Bacillus* spp. asal rizosfer dan endofit, serta telah diuji mampu menghambat pertumbuhan jamur *R. solani* in vitro, dan beberapa di antaranya mampu menghasilkan enzim hidrolisis, siderofor, HCN, IAA, dan dapat memacu pertumbuhan benih jagung (Mugiastuti, 2022). Penelitian bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri antagonis *Pseudomonas* spp. pendar *fluor* dan *Bacillus* spp. asal rizosfer dan endofit dalam mengendalikan penyakit

hawar pelepah dan memacu pertumbuhan tanaman pada tanaman jagung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Unsoed, menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap. Perlakuan yang digunakan meliputi bakteri antagonis asal rizosfer *Pseudomonas* spp. pendar *fluor* BB.R1, *Bacillus* spp. BB.R3 dan *Bacillus* spp. BK.R5; bakteri asal endofit *Pseudomonas* spp. pendar *fluor* PPD.B5, *Bacillus* spp. BB.B4 dan *Bacillus* spp. BK.A1; serta fungisida berbahan aktif fluopikolid 6% + propineb 67%, dan kontrol. Masing-masing perlakuan diulang lima kali, dengan setiap unit perlakuan terdiri atas 2 polibag, yang masing-masing berisi 2 tanaman.

Perbanyakan masing-masing bakteri antagonis dilakukan pada media NB (*Nutrient Broth*). Sebanyak 200 mL larutan NB dalam labu Erlenmeyer berukuran 250 mL ditambahkan 1 mL biakan murni bakteri antagonis. Selanjutnya, biakan bakteri tersebut dikocok dengan Daiki Orbital Shaker kecepatan 150 rpm selama 48 jam (Muis *et al.*, 2015). Pada akhir pengocokan, dilakukan penghitungan kepadatan populasi bakteri dengan metode *total plate counting*. Kepadatan populasi bakteri yang digunakan untuk perlakuan pengendalian adalah 10^9 upk ml^{-1} (Yasmin *et al.*, 2017).

Benih jagung yang digunakan adalah jagung manis varietas Bonanza. Sebelum ditanam benih dicuci bersih dengan air mengalir untuk menghilangkan fungisida yang digunakan untuk perlakuan benih. Perlakuan dilakukan dengan merendam benih selama 12 jam pada biakan bakteri antagonis dengan kepadatan populasi 10^9 upk ml^{-1} atau fungisida sesuai perlakuan. Pada perlakuan kontrol, benih direndam

dalam air steril. Selanjutnya benih jagung dikering-anginkan dan ditanam pada polibag yang sudah disiapkan. Untuk setiap polibag ditanam 2 benih jagung. Inokulasi jamur *R. solani* dilakukan pada saat tanam dengan memasukkan biakan jamur sebanyak 3 bor gabus (diameter 0,5 cm) pada setiap lubang tanam. Medium tanam berupa campuran tanah dan pupuk kandang (1 : 1). Perlakuan bakteri antagonis dan fungisida selanjutnya dilakukan pada saat tanaman berumur 7 hst dengan menyiramkan sebanyak 25 ml suspensi bakteri antagonis atau fungisida pada tanah di sekitar pangkal batang tanaman. Perlakuan penyiraman dilakukan sebanyak 4 kali dengan interval 7 hari.

Variabel yang diamati meliputi masa inkubasi, intensitas penyakit hawar pelepah, AUDPC (*Area Under Disease Progress Curve*), tinggi tanaman, jumlah daun, bobot tanaman segar dan kering, serta bobot akar segar dan kering. Masa inkubasi diamati sejak inokulasi jamur patogen (atau pada saat tanam) hingga munculnya gejala awal. Pengukuran intensitas penyakit dilakukan dengan metode Ahuya & Payak (1983) sebagai berikut:

$$IP = \frac{\sum n_i \times v_i}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan:

IP = Intensitas penyakit,

n_i = Jumlah tanaman bergejala hawar pelepah pada kategori tertentu,

v_i = Nilai skala dari setiap kategori penyakit layu hawar pelepah,

N = Jumlah tanaman yang diamati,

V = Nilai skala tertinggi dari kategori penyakit.

Nilai skor penyakit hawar pelepah pada tanaman jagung ditentukan mengikuti

Ahuya & Payak (1983), yaitu = 0 = Tidak ada gejala pada pelepah batang; 1= Hawar terjadi pada pelepah pertama sampai daun pertama, 2 = Hawar terjadi pada pelepah kedua sampai daun kedua, 3 = Hawar terjadi pada pelepah ketiga sampai daun ketiga, 4= Hawar terjadi pada pelepah keempat sampai daun keempat, 5 = Hawar terjadi pada pucuk.

AUDPC penyakit hawar pelepah jagung merupakan luas area yang berada di bawah kurva perkembangan penyakit dihitung dengan menggunakan rumus Jeger & Viljanen-Rollinson (2001):

$$AUDPC = \sum_i^{n-1} \left\{ \frac{I_i + I_{i+1}}{2} \right\} (t_{i+1} - t_i)$$

Keterangan :

I_i = Intensitas penyakit tertentu pada pengukuran ke- i

t_i = Waktu (dalam hari) pengukuran i

n = Jumlah total pengukuran

Pengukuran tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar dan kering tanaman, serta bobot segar dan kering akar diukur pada saat pengamatan terakhir. Pengamatan terakhir dan pembongkaran tanaman dilakukan saat tanaman berumur 45 hst, pada akhir stadium vegetatif tanaman jagung

Data hasil pengamatan dan pengukuran dianalisis dengan uji F, apabila menunjukkan adanya pengaruh yang nyata dilanjutkan dengan DMRT pada taraf kesalahan 5%. Analisis data dilakukan dengan DSAASTAT ver 1.101.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masa inkubasi penyakit hawar pelepah diamati sejak tanam hingga muncul gejala awal penyakit. Gejala awal penyakit ditandai dengan adanya bercak pada

pelepeh, berwarna kelabu seperti jerami, memutih dan nekrosis, selanjutnya meluas hingga ke daun. Gejala ini sesuai dengan yang disampaikan Chaudhary *et al.* (2016), Sagar & Bhusal (2019), dan Singh *et al.* (2019) bahwa gejala penyakit umumnya diawali adanya bercak berbentuk bulat tidak beraturan sampai memanjang dengan diameter 1-3 mm, tampak memutih, berwarna seperti jerami, dan nekrosis. Selanjutnya gejala berkembang, dan menyebabkan hawar pada daun dan pelepeh daun, kanker batang, busuk akar, pembusukan biji atau tongkol, dan kematian tanaman.

Masa inkubasi tercepat terdapat pada perlakuan kontrol yaitu 18 hari setelah inokulasi (hsi) dan terlama pada perlakuan

fungisida 37,5 hsi (Tabel 1). Perlakuan bakteri endofit *Bacillus* spp. BB.B4 dengan masa inkubasi 35 hsi menunjukkan perbedaan nyata dibanding dengan kontrol. Hasil ini menunjukkan bakteri endofit *Bacillus* spp. BB.B4 mampu menunda masa inkubasi penyakit selama 16,75 hari dibandingkan kontrol (tanpa pengendalian). Hal ini diduga berkaitan dengan adanya persaingan dan penghambatan yang dilakukan oleh bakteri antagonis sehingga patogen mengalami kendala dalam menginfeksi tanaman jagung. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa *Bacillus* spp. BB.B4 diketahui mampu menekan pertumbuhan jamur *R. solani* in vitro sebesar 68,20% (Mugiastuti, 2022).

Tabel 1. Komponen patosistem penyakit hawar pelepeh jagung

Perlakuan	Masa Inkubasi (hsi)	Intensitas Penyakit (%)	Penekanan Intensitas Penyakit (%)	AUDPC (% hari)	Penekanan AUDPC (%)
<i>P. pendar fluor</i> BB. R1	28,75 abc	6,25 bc	71,43	76,56 ab	70,21
<i>P. pendar fluor</i> PPD.B5	22,00 ab	12,50 c	42,87	120,31 B	53,19
<i>Bacillus</i> spp. BB.R3	26,25 abc	6,25 bc	71,43	54,69 ab	78,72
<i>Bacillus</i> spp. BK. R5	23,25 ab	10,94 c	50,00	125,78 B	51,06
<i>Bacillus</i> spp. BB.B4	35,00 bc	3,13 ab	85,69	32,81 A	87,23
<i>Bacillus</i> spp. BK.A1	26,25 abc	9,38 c	57,13	76,56 ab	70,21
Fungisida (fluopikolid 6 % + propineb 67 %)	37,50 c	1,56 a	92,87	5,47 A	97,87
Kontrol	18,25 a	21,88 d	-	257,03 C	-

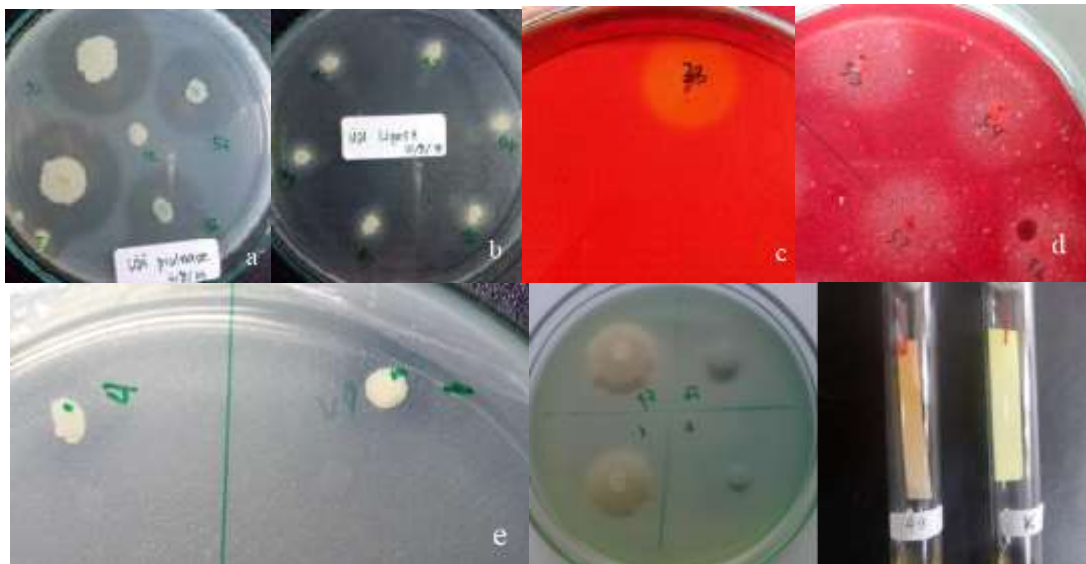
Keterangan: Angka diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada DMRT taraf 5%; hsi = hari setelah inokulasi. *P.* = *Pseudomonas* spp.; PPD = Purbalingga Padamara; BB = Banyumas Baturaden; BK = Banyumas Kembaran; A = akar; B = batang; R = rizosfer.

Kemampuan penghambatan bakteri antagonis tersebut diduga berkaitan dengan senyawa yang dihasilkannya. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, bakteri *Bacillus* spp. BB.B4 mampu menghasilkan enzim protease, lipase, dan selulase, serta HCN

(Mugiastuti, 2022). Menurut Gow *et al.* (2017), enzim protease dan enzim lipase sangat berhubungan dengan kemampuan bakteri antagonis sebagai agensia pengendali hayati. Lebih lanjut Olanrewaju *et al.* (2017) menjelaskan bahwa enzim

protease dapat mendegradasi protein dinding sel jamur. Enzim lipase dapat mendegradasi beberapa lipid yang berhubungan dengan dinding sel. Kombinasi keduanya dapat membantu melisis sel jamur (Oztekin & Karbancioglu-Guler, 2021). Enzim ekstrasel protease juga berperan dalam menghambat berbagai komunitas bakteri dan jamur patogen dan menonaktifkan senyawa racun yang dihasilkan patogen (Anderson *et al.*, 2004; Farooq & Bano, 2013). Enzim selulase akan memotong ikatan glukon-1,4-D dari selulosa yang juga merupakan komponen polisakarida dari dinding sel dari bakteri dan jamur tertentu (Mishra *et al.*, 2020). Sementara itu, HCN berperan dalam pembatasan pertumbuhan mikroba, dengan menghambat sitokrom C oksidase yang merupakan bagian rantai respirasi mitokondria, serta metalloenzim penting lainnya (Flury *et al.*, 2017).

Hasil analisis statistika variabel intensitas penyakit dan AUDPC, perlakuan bakteri antagonis menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan kontrol (Tabel 1.). Semua bakteri antagonis yang diuji dan fungisida mampu menekan intensitas penyakit sebesar 42,87-85,69%. Kemampuan bakteri antagonis dalam menekan intensitas penyakit hawar pelepah dan AUDPC menunjukkan bahwa isolat *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. pendar *flour* menunjukkan kemampuan antagonis terhadap patogen hawar pelepah jagung. Kemampuan antagonis ini berhubungan dengan berbagai mekanisme yang dimiliki oleh *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. pendar *flour*. Berdasarkan hasil pengujian mekanisme, bakteri antagonis tersebut dapat menghasilkan berbagai enzim hidrolisis (protease, lipase, sellulase, dan kitinase), HCN, dan siderofor (Gambar 1). (Mugiastuti, 2022).



Gambar 1. Aktivitas enzim hidrolisis, siderofor dan HCN.

Keterangan: (a) protease, (b) lipase, (c) pektinase, (d) selulase, (e) kitinase, (f) siderofor, dan (g) HCN.

Enzim kitinase dapat mendegradasi kitin, yang merupakan penyusun dinding sel jamur (Veliz *et al.*, 2017; Singh *et al.*, 2019). Sementara itu, siderofor yang dihasilkan bakteri antagonis akan membatasi perolehan besi oleh jamur patogen sehingga mencegah perkembangbiakan dan virulensinya (Burbank *et al.*, 2015). Siderofor juga erat kaitannya dengan kemampuan kompetisi yang tinggi yang dimiliki oleh bakteri antagonis (Ahmed & Holmström, 2014).

Hasil pengamatan untuk variabel AUDPC, perlakuan bakteri antagonis menunjukkan hasil yang cenderung sama dengan hasil variabel intensitas penyakit. AUDPC menggambarkan satu nilai perkembangan penyakit yang merupakan gabungan beberapa intensitas penyakit (Simko & Piepho, 2012). Berdasarkan hasil analisis statistika, semua perlakuan bakteri antagonis menunjukkan perbedaan nyata dengan kontrol, atau mampu menurunkan AUDPC 53,19-87,23% (Tabel 1). Hasil yang sama ditunjukkan pada grafik kurva perkembangan penyakit (Gambar 2), area di bawah kurva perkembangan penyakit pada kontrol lebih luas dibandingkan pada perlakuan bakteri antagonis. Pendugaan sementara bahwa selain berkaitan dengan kemampuan bakteri antagonis untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen secara langsung dan beberapa mekanisme pengendalian yang sudah diamati sebelumnya, hal ini juga berhubungan dengan kemampuan bakteri antagonis dalam kemampuannya untuk menginduksi ketahanan tanaman dan menghasilkan senyawa metabolit lain seperti antibiotika. Beberapa bakteri rizosfer dapat memberikan pengaruh terhadap ketahanan tanaman dengan menghasilkan senyawa fitoaleksin, yaitu senyawa antimikroba

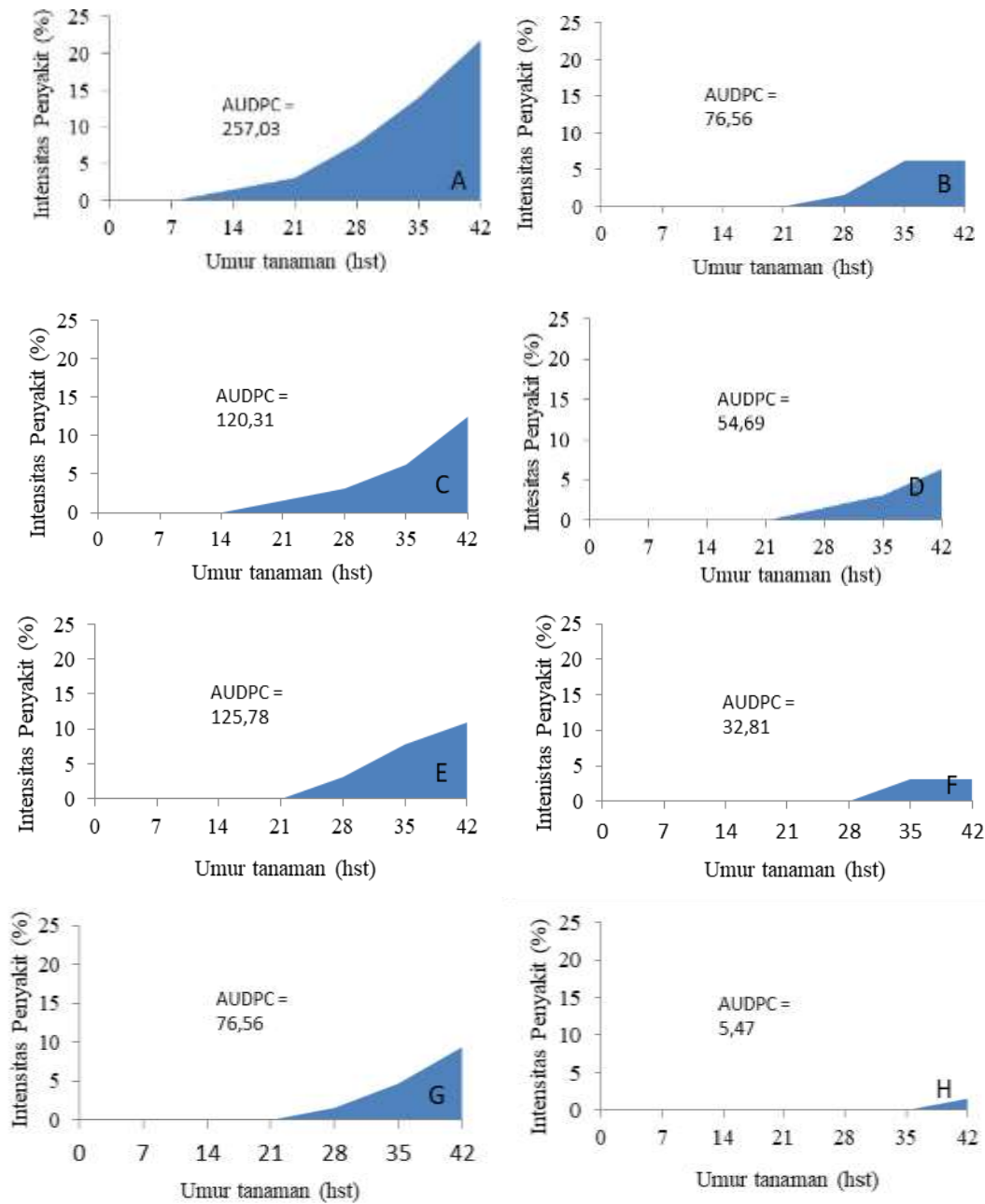
dengan berat molekul rendah yang disintesis dan terakumulasi dalam tanaman setelah terpapar mikroba. Kebanyakan fitoaleksin adalah flavonoid atau senyawa mirip isoflavonoid. Sintesis fitoaleksin dapat digunakan sebagai petunjuk peningkatan mekanisme pertahanan pada tanaman yang diberi perlakuan bakteri (Shindu *et al.*, 2009).

Genus *Bacillus* spp. dilaporkan menghasilkan 169 metabolit sekunder termasuk antibiotika. Berbagai strain *B. subtilis* dilaporkan mampu menghasilkan 68 antibiotika, sedangkan *B. brevis* dapat menghasilkan 23 jenis antibiotika, yang sebagian besar dari golongan peptida, dan beberapa yang lain dari golongan butirosin dan protosin (Heydari & Pessaraki, 2010). *Pseudomonas* spp. pendar *flour* dilaporkan menghasilkan phenazine-1-carboxylic acid (PCA) dan turunan lainnya, 2,4 diacetylphologlucinol (DAPG), pyrrolnirin (Prn) dan pyoluteorin (Plt) ((Raaijmakers & Weller, 1998; Soesanto, 2000; Ahmadzadeh & Tehrani, 2009).

Pada semua perlakuan bakteri antagonis, bakteri endofit *Bacillus* spp. BB-4 menunjukkan hasil terbaik yaitu mampu menunda masa inkubasi dan mempunyai intensitas penyakit dan AUDPC paling kecil. Kemampuan *Bacillus* spp. BB.B4 dalam menghambat perkembangan penyakit baik dalam menunda masa inkubasi, menekan intensitas penyakit dan AUDPC, secara statistika setara dengan kemampuan fungisida (Tabel 1). Hasil ini menunjukkan bakteri endofit *Bacillus* spp. BB.B4 paling berpotensi sebagai alternatif pengendalian penyakit hawar pelepah jagung yang ramah lingkungan, untuk menggantikan fungisida. Penggunaan fungisida yang tidak bijaksana dan terus menerus dapat memicu munculnya patogen kelompok strain baru

yang lebih tahan terhadap bahan kimia, berdampak negatif terhadap kehidupan mikroba tanah dan membahayakan

lingkungan (Soylu *et al.*, 2005; Meyer *et al.*, 2006).



Gambar 2. Kurva perkembangan penyakit hawar pelepah jagung.

Keterangan: A = Kontrol; B = *Pseudomonas* spp. pendar flour BB.R1;

C = *Pseudomonas* spp. pendar flour PPD.B5; D = *Bacillus* spp. BB.R3;

E = *Bacillus* spp. BK. R5; F = *Bacillus* spp. BB.B4; G = *Bacillus* spp. BK.A1; H = Fungisida.

Tabel 2. Komponen pertumbuhan tanaman jagung

Perlakuan	Jumlah daun		Tinggi		Bobot Tanaman		Bobot Tanaman		Bobot Akar		Panjang Akar	
	(helai)		Tanaman(cm)		Segar (g)		Kering (g)		Segar (g)		Kering (g)	
<i>P. pendar flour</i> BB.R1	8,59	ab	44,06	abc	108,06	ab	35,35	bc	21,17	Ab	6,79	b
<i>P. pendar flour</i> PPD.B5	7,94	a	42,69	abc	94,49	ab	31,13	ab	16,59	A	5,61	ab
<i>Bacillus</i> spp. BB.R3	8,76	b	45,56	bc	105,94	ab	35,42	bc	19,33	Ab	5,64	ab
<i>Bacillus</i> spp. BK.R5	8,39	ab	42,06	ab	90,95	a	31,1	ab	16,62	A	5,06	a
<i>Bacillus</i> spp. BB.B4	9,01	b	47,06	c	115,72	b	38,54	c	23,28	A	6,93	b
<i>Bacillus</i> spp. BK.A1	8,58	ab	43,94	abc	94,97	ab	33,19	ab	16,82	A	5,82	ab
Fungisida	8,51	ab	41,69	ab	89,05	a	31,02	ab	16,43	A	4,97	a
Kontrol	8,00	a	40,19	a	86,97	a	30,38	a	16,57	A	5,26	a

Keterangan: Angka diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada DMRT taraf 5%.

P = *Pseudomonas* spp.; PPD = Purbalingga Padamara; BB = Banyumas Baturaden; BK = Banyumas Kembaran; A = akar; B = batang; R = rizosfer.

Hasil analisis statistika menunjukkan perlakuan bakteri antagonis memberikan perbedaan yang nyata pada semua komponen pertumbuhan (Tabel 2). Perlakuan bakteri endofit *Bacillus* spp. BB.B4 menunjukkan hasil terbaik dan pengaruh nyata pada semua variabel komponen pertumbuhan dibandingkan kontrol. *Bacillus* spp. BB.B4 mampu meningkatkan jumlah daun 12,60%, tinggi tanaman 17,09%, bobot tanaman segar 33,05%, bobot tanaman kering 26,85%, bobot akar segar 40,49%, bobot akar kering 31,74%, dan panjang akar 22,46%. Bakteri rizosfer *Bacillus* spp. BB-R3 menunjukkan pengaruh nyata terhadap kontrol, dengan meningkatkan jumlah daun 9,5%, tinggi tanaman 13,36%, bobot tanaman kering 16,58% dan panjang akar 19,56%. Bakteri rizosfer *Pseudomonas* spp. pendar *flour* BB.R1 memberikan perbedaan nyata terhadap kontrol dengan meningkatkan bobot tanaman kering 16,35%, bobot akar kering 29,08%, dan panjang akar 36,40%. Namun demikian, ketiga bakteri tersebut secara statistika menunjukkan pengaruh yang sama pada semua variabel komponen pertumbuhan tanaman. Sementara itu, perlakuan bakteri antagonis lainnya tidak mampu memberikan perbedaan nyata dibandingkan kontrol pada semua variabel komponen pertumbuhan.

Berdasarkan hasil pengujian terdapat hubungan antara serangan patogen *R. solani* dan pertumbuhan tanaman. Semakin rendah tingkat serangan patogen, maka pertumbuhan tanaman semakin baik. Hal ini dikarenakan tanaman mampu melakukan metabolisme dan fisiologinya dengan normal. Berdasarkan masa inkubasi, intensitas penyakit, dan AUDPC, *Bacillus* spp. BB.B4,

Bacillus BB-R3, dan *Pseudomonas* spp. pendar *flour* BB.R1 secara berturut-turut paling mampu dalam menekan perkembangan penyakit hawar pelepah jagung sehingga pertumbuhan tanaman pada perlakuan tersebut juga baik. Namun demikian, hasil yang berbeda ditunjukkan pada perlakuan fungisida. Walaupun berdasarkan kemampuannya dalam menekan perkembangan penyakit paling tinggi, perlakuan fungisida tidak memberikan pengaruh terhadap variabel pertumbuhan. Hal ini menunjukkan bahwa selain berpengaruh terhadap penekanan penyakit, perlakuan bakteri antagonis juga memiliki peran lain terhadap pertumbuhan tanaman, yaitu sebagai pemacu pertumbuhan tanaman.

Kemampuan bakteri antagonis untuk memacu pertumbuhan tanaman berhubungan dengan kemampuan bakteri tersebut untuk menghasilkan senyawa atau metabolit yang mendukung untuk pertumbuhan tanaman. Bakteri antagonis yang digunakan dilaporkan mampu membantu melarutkan fosfat, menghasilkan siderofor, menghasilkan hormon IAA, memacu pertumbuhan benih jagung, dan meningkatkan perakaran tanaman (Mugiastuti, 2022). Kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat akan mengubah fosfat organik dan anorganik yang tidak larut menjadi bentuk yang dapat dengan mudah diserap oleh tanaman (Hassan, 2017). IAA yang dihasilkan oleh bakteri pemacu pertumbuhan tanaman akan mempengaruhi auksin tanaman, yang pada akhirnya meningkatkan panjang dan luas permukaan akar, dan meningkatkan nutrisi tersedia untuk diserap oleh tanaman (Gupta *et al.*, 2015; Olanrewaju *et al.*, 2017).

Kemampuan bakteri antagonis untuk memacu pertumbuhan tanaman juga berkaitan dengan kemampuan bakteri untuk berkoloni di perakaran. Kemampuan berkoloni di perakaran meliputi bagian rizosfer, rhizoplane, dan di dalam akar (Weller, 2007). Genus *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. pendar flour dilaporkan mampu berkoloni di perakaran dengan baik, karena mampu tumbuh dengan cepat dengan memanfaatkan eksudat biji dan akar, bersaing dengan mikroba lain dan beradaptasi dengan lingkungan (Cavaglieri et al., 2005; Ganeshan & Kumar, 2005; Weller, 2007).

SIMPULAN

1. Seluruh bakteri antagonis yang diuji mampu menekan penyakit hawar pelepah jagung dengan menurunkan intensitas penyakit 42,87-85,69% dan AUDPC 53,19- 87,23%.
2. Bakteri *Pseudomonas* spp. pendar flour BB.R1, *Bacillus* spp. BB.R3, dan *Bacillus* spp. BB.B4 mampu meningkatkan beberapa komponen pertumbuhan tanaman jagung antara 9,5-40, 49%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahanger, R., Bhatand, H. A., & Dar, N. A. (2014). Biocontrol agents and their mechanism in plant disease management. *Scientia Acta Xaveriana An International Science Journal*, 5(1), 47–58.
- Ahemad, M., & Kibret, M. (2014). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria : Current perspective. *Journal of King Saud University - Science*, 26, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2013.05.001>
- Ahmadzadeh, M., & Tehrani, A. S. (2009). Evaluation of fluorescent pseudomonads for plant growth promotion, antifungal activity against *Rhizoctonia solani* on common bean, and biocontrol potential. *Biological Control: Theory and Applications in Pest Management*, 48(2), 101–107.
- Ahmed, E., & Holmström, S. J. M. (2014). Siderophores in environmental research: Roles and applications. *Microbial Biotechnology*, 7(3), 196–208. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12117>
- Ahuya, S. C., & Payak, M. M. (1983). A rating scale for banded leaf and sheath blight of maize. *Indian Phytopathology Vol. 36 : 338 – 340.*, 36, 338–340.
- Ajayi-Oyetunde, O. O., & Bradley, C. A. (2018). *Rhizoctonia solani*: taxonomy, population biology and management of *rhizoctonia* seedling disease of soybean. *Plant Pathology*, 67(1), 3–17. <https://doi.org/10.1111/ppa.12733>
- Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: Their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7>
- Anderson, L. M., Stockwell, V. O., & Loper, J. E. (2004). An extracellular protease of *Pseudomonas fluorescens* inactivates antibiotics of *Pantoea agglomerans*. *Phytopathology*, 94(11), 1228–1234. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.11.1228>
- Arvan, R., & Aqil, M. (2020). *Deskripsi Varietas Unggul Jagung, Sorgum dan Gandum*. Balai Penelitian Tanaman Serealia Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2013). *Deskripsi Varietas Unggul Jagung Edisi 2013*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Burbank, L., Mohammadi, M., & Roper, M. C. (2015). Siderophore-Mediated Iron Acquisition Influences Motility and Is Required for Full Virulence of the Xylem-Dwelling Bacterial Phytopathogen *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. *Applied and Environmental Microbiology*, *81*(1), 139–148. <https://doi.org/10.1128/AEM.02503-14>
- Cavaglieri, L., Orlando, J., Rodríguez, M. I., Chulze, S., & Etcheverry, M. (2005). Biocontrol of *Bacillus subtilis* against *Fusarium verticillioides* in vitro and at the maize root level. *Research in Microbiology*, *156*(5–6), 748–754. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2005.03.001>
- Cawoy, H., Bettioli, W., Fickers, P., & Ongena, M. (2011). *Bacillus*-Based Biological Control of Plant Diseases. In M. Stoytcheva (Ed.), *Pesticides in the Modern World-Pesticides Use and Management* (pp. 273–302). <https://doi.org/10.5772/52807>
- Chaudhary, S., Sagar, S., Tomar, A., Sengar, R. S., & Kumar, M. (2016). Banded leaf and sheath blight: A menacing disease of maize (*Zea mays* L.) and its management. *Journal of Applied and Natural Science*, *8*(3), 1720–1730. <https://doi.org/10.31018/jans.v8i3.1030>
- Compant, Duffy, S. B., EA., B., Clement, C., & Nowak, J. (2005). Use of Plant Growth-Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: principles, Mechanisms of Action, and Future Prospects. *Applied and Environmental Microbiology*, *71*(9), 4951–4959.
- Farooq, U., & Bano, A. (2013). Screening of indigenous bacteria from rhizosphere of maize (*Zea mays* L.) for their plant growth promotion ability and antagonism against fungal and bacterial pathogens. *Journal of Animal and Plant Sciences*, *23*(6), 1642–1652.
- Flury, P., Vesga, P., Péchy-Tarr, M., Aellen, N., Dennert, F., Hofer, N., Kupferschmid, K. P., Kupferschmid, P., Metla, Z., Ma, Z., Siegfried, S., de Weert, S., Bloemberg, G., Höfte, M., Keel, C. J., & Maurhofer, M. (2017). Antimicrobial and insecticidal: Cyclic lipopeptides and hydrogen cyanide produced by plant-beneficial *Pseudomonas* strains CHA0, CMR12a, and PCL1391 contribute to insect killing. *Frontiers in Microbiology*, *8*(FEB). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00100>
- Ganeshan, G., & Manoj Kumar, A. (2005). *Pseudomonas fluorescens*, a potential bacterial antagonist to control plant diseases. *Journal of Plant Interactions*, *1*(3), 123–134. <https://doi.org/10.1080/17429140600907043>
- Gow, N. A. R., Latge, J., & Munro, C. A. (2017). The fungal cell wall: structure, biosynthesis, and function. *Microbiol Spectrum*, *5*(3), 1–25. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.FUNK-0035-2016>
- Gupta, G., Parihar, S. S., Ahirwar, N. K., Snehi, S. K., & Singh, V. (2015). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of sustainable agriculture. *Journal of Microbial & Biochemical Technology*, *7*(2), 96–102. <https://doi.org/10.4172/1948-5948.1000188>

- Hassan, S. E. (2017). Plant growth-promoting activities for bacterial and fungal endophytes isolated from medicinal plant of *Teucrium polium* L. *Journal of Advanced Research*, 8(6), 687–695.
<https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.09.001>
- Heydari, A., & Pessarakli, M. (2010). A review on biological control of fungal plant pathogens using microbial antagonists. *Journal of Biological Sciences*, 10(4), 273–290.
<https://doi.org/10.3923/jbs.2010.273.290>
- Izhar, T., & Chakraborty, M. (2013). Genetic Analysis of banded leaf and sheath blight resistance (*Rhizoctonia solani*) in maize. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 1(6), 1–5.
- Jeger, M. J., & Viljanen-Rollinson, S. L. H. (2001). The use of the area under the disease-progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 102(1), 32–40.
<https://doi.org/10.1007/s001220051615>
- Madhavi, G. B., Bhattiprolu, S. L., Bharathi, S., Reddy, V. C., & Ankaiah, R. (2011). Studies on the management of banded leaf and sheath blight disease of maize (*Rhizoctonia solani* f. sp. *sasakii*) using fluorescent Pseudomonads. In M. S. Reddy & Q. Wang (Eds.), *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) For Sustainable Agriculture* (pp. 567–576). Proc. 2nd Asian PGPR Conference, Beijing P.R. China, pp 567-576.
- Madhavi, G. B., Grace, G. A. D., & Suresh, M. (2021). Evaluation of fungicides against *Rhizoctonia solani* f. sp. *sasakii* inciting banded leaf and sheath blight disease of maize in vitro. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(38), 247–251.
<https://doi.org/10.37273/chesci.cs205110021v>
- Meyer, M. C., Bueno, C. J., de Souza, N. L., & Yorinori, J. T. (2006). Effect of doses of fungicides and plant resistance activators on the control of *Rhizoctonia* foliar blight of soybean, and on *Rhizoctonia solani* AG1-IA in vitro development. *Crop Protection*, 25(8), 848–854.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.11.008>
- Mishra, P., Mishra, J., Dwivedi, S. K., & Arora, N. (2020). Microbial Enzymes in Biocontrol of Phytopathogens. In P. Misra, S. K. Dwivedi, & N. K. Arora (Eds.), *Microbial Enzymes: Roles and Applications in Industries, Microorganisms for Sustainability 11* (Issue April, pp. 259–285). Springer Nature Singapore Pte Ltd.
<https://doi.org/10.1007/978-981-15-1710-5>
- Mugiastuti, E. (2022). *Pengendalian Penyakit Hawar Pelepah Jagung dengan Bakteri Rizosfer dan Endofit*. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.
- Muis, A., Djaenuddin, N., & Nonci, N. (2015). Uji virulensi beberapa isolat bakteri antagonis putative *Bacillus subtilis* sebagai agens pengendali hayati penyakit tanaman jagung. *Bul Pen Tan Serealia*, 1(1), 8–15.
- Olanrewaju, O. S., Glick, B. R., & Babalola, O. O. (2017). Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33(11), 1–16.
<https://doi.org/10.1007/s11274-017-2364-9>
- Oztekin, S., & Karbancioglu-Guler, F. (2021). Bioprospection of *Metschnikowia* sp. isolates as biocontrol agents against postharvest fungal decays on lemons with their potential modes of action.

- Postharvest Biology and Technology*, 181, 111634. <https://doi.org/DOI:10.1016/j.postharvbio2021.111634>.
- Pal, K. K., & Mc Spadden Gardener, B. (2006). Biological control of plant pathogens. *The Plant Health Instructor*, 1–25. <https://doi.org/10.1094/PHI-A-2006-1117-02.Biological>
- Raaijmakers, J. M., & Weller, D. M. (1998). Natural plant protection by 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas* spp. in Take-all decline soils. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 11(2), 144–152. <https://doi.org/10.1094/MPMI.1998.11.2.144>
- Rai, D., & Singh, S. K. (2018). Is Banded Leaf and Sheath Blight a Potential Threat to Maize Cultivation in Bihar? *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(11), 671–683. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.7.11.080>
- Rosenblueth, M., & Martínez-Romero, E. (2006). Bacterial endophytes and their interactions with hosts. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 19(8), 827–837. <https://doi.org/10.1094/MPMI-19-0827>
- Saeed, Q., Xiukang, W., Haider, F. U., Kučerik, J., Mumtaz, M. Z., Holatko, J., Naseem, M., Kintl, A., Ejaz, M., Naveed, M., Brtnicky, M., & Mustafa, A. (2021). Rhizosphere bacteria in plant growth promotion, biocontrol, and bioremediation of contaminated sites: A comprehensive review of effects and mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(19). <https://doi.org/10.3390/ijms221910529>
- Sagar, G., & Bhusal, K. (2019). Banded Leaf and Sheath Blight (BLSB) of Maize , Its Introduction , Losses and Management. *Journal of Soil Science and Plant Physiology*, 1(2).
- Sharma, A., Diwevidi, V. D., Singh, S., Pawar, K. K., Jerman, M., Singh, L. B., Singh, S., & Srivastawa, D. (2013). Biological Control and its Important in Agriculture. *International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research*, 4(3), 175–180. <http://www.ripublication.com/>
- Sharma, B. C., Singh, R. P., & Singh, R. (2020). Efficacy of bioagents and fungicides against banded leaf and sheath blight of maize caused by *Rhizoctonia solani* f. sp. *sasakii* Kuhn. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(5), 2065–2071.
- Sharma, R. C., Vasal, S. K., Gonzalez, F., Batsa, B. K., & Singh., N. N. (2002). Redressal of banded leaf and sheath blight of maize through breeding, chemical and biocontrol agents. In G. Srinivasan, P. H. Zaidi, B. M. Prasanna, F. Gonzalez, & K. Lesnick (Eds.), *Proceedings of the 8th Asian Regional Maize Workshop: New Technologies for the New Millennium*. (pp. 391–397). Bangkok, Thailand: August 5-8, 2002. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Shindu, S. S., RAKshiya, Y. S., & Sahu, G. (2009). Biological control of soilborne plant pathogens with rhizosphere bacteria. *Pest Technology*, 3(1), 10–21.
- Simko, I., & Piepho, H. P. (2012). The area under the disease progress stairs: calculation, advantage, and application. *Phytopathology*, 102(4), 381–389. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-11-0216>
- Singh, S. K., Patel, M. B., Thakker, B. N., Hooda, K. S., & Barad, A. K. (2019). *Rhizoctonia solani* f.sp. *sasakii* inciting banded leaf and sheath blight of maize and their management: an

- overview. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(07), 2858–2866. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.807.356>
- Soesanto, L. (2000). *Ecological and Biological Control of Verticillium dahliae*. Wageningen University, Wageningen.
- Soesanto, L. (2009). *Pengendalian hayati patogen tanaman: peluang dan tantangan dalam menunjang ketahanan pangan berkelanjutan*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Pada Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman.
- Soylu, S., Soylu, E. M., Kurt, S., & Ekici., O. K. (2005). Antagonistic potentials of rhizosphere-associated bacterial isolates against soilborne diseases of tomato and pepper caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *Rhizoctonia solani*. *Pak. J. Biol. Sci.* 8:43-48., 8, 43–48.
- Veliz, E. A., Martínez-Hidalgo, P., & Hirsch, A. M. (2017). Chitinase-producing bacteria and their role in biocontrol. *AIMS Microbiology*, 3(3), 689–705. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2017.3.689>
- Weller, D. M. (2007). *Pseudomonas* Biocontrol Agents of Soilborne Pathogens: Looking Back Over 30 Years. *Phytopathology*, 97(2), 250–256. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-2-0250>
- Yasmin, S., Hafeez, F. Y., Mirza, M. S., Rasul, M., Arshad, H. M. I., Zubair, M., & Iqbal, M. (2017). Biocontrol of bacterial leaf blight of rice and profiling of secondary metabolites produced by rhizospheric *Pseudomonas aeruginosa* BRp3. *Front Microbiol.*, 8, 1895. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01895>