



POTENSI ASAM SALISILAT *Bacillus* sp. UNTUK MENEKAN PERKEMBANGAN PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI TANAMAN BAWANG MERAH

Yulmira Yanti^{1*}, Hasmiandy Hamid, Nurbalis¹

¹ Program studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Limau Manih, Padang 251623

* korespondensi yv.anthie79@gmail.com ; mira23@agr.unand.ac.id

Abstract. Mikrorganisme kelompok *Bacillus* spp mampu menekan perkembangan penyakit pada tanaman. Tanaman inang mendapatkan keuntungan dari *Bacillus* spp. berupa nutrisi, dan peningkatan respon pertahanan terhadap stress abiotik, dan biotik. Beberapa strain *Bacillus* spp. dapat memproduksi asam salisilat dan bertanggung jawab untuk induksi ketahanan pada tanaman. Asam salisilat merupakan kunci dari ketahanan tanaman. Penelitian bertujuan 1) Mengetahui kemampuan *Bacillus* spp. dalam menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri secara *in planta* dan 2) menganalisa potensi asam salisilat dari *Bacillus* spp. Metode penelitian secara eksperimen dengan dua tahap. Tahap 1 Uji kemampuan *Bacillus* spp secara *in planta* dalam menekan penyakit hawar daun bakteri. Sepuluh isolat bacillus spp. Di uji secara *in planta* untuk kemampuan pengendalian penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *allii*) menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan lima ulangan dengan kontrol (positif) serta bakterisida berbahan aktif *streptomycin*) peubah yang diamati masa inkubasi, severitas dan insidensi penyakit. Tahap 2 Kadar Asam salisilat dianalisis menggunakan metode elektroporesis kapiler. Sepuluh *Bacillus* spp. mampu menekan penyakit hawar daun bakteri secara *in planta* serta memproduksi asam salisilat (*Bacillus thuringiensis* strain MRTLRZ2.1, *Bacillus mycooides* MRSNRZ1.2, *Bacillus thuringiensis* strain MRBPRZ1.1, *Bacillus mycooides* strain MRRZLL2.2, *Bacillus welhenstephaenensis* strain MRRDE3.4, *Bacillus subtilis* strain MRTDE2.6, *Bacillus cereus* strain MRSNE5.1, *Bacillus subtilis* strain MRPLE3.1, *Bacillus mycooides* MRBPE1.1, *Bacillus* sp MRTPE1.3.3). Konsentrasi asam salisilat tertinggi dari *Bacillus thuringiensis* strain MRTLRZ2.1 sebesar 29,98 ppm/ml, *Bacillus mycooides* MRSNRZ1.2 sebesar 25,79ppm/ml, *Bacillus thuringiensis* strain MRBPRZ1.1 sebesar 23,78ppm/ml, *Bacillus mycooides* strain MRRZLL2.2 sebesar 22,75ppm/ml, *Bacillus welhenstephaenensis* strain MRRDE3.4 sebesar 20,78ppm/ml, *Bacillus subtilis* strain MRTDE2.6 sebesar 19,98 ppm/ml, *Bacillus cereus* strain MRSNE5.1 sebesar 19,68 ppm/ml, *Bacillus subtilis* strain MRPLE3.1 sebesar 19,00 ppm/ml dan *Bacillus mycooides* sebesar 18,98 ppm/ml

Kata kunci: asam salisilat, *Bacillus* spp, severitas, insidensi, indigenus

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan komoditi hortikultura yang sangat potensial dikembangkan dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan dapat menambah devisa negara [27]. Produktivitas bawang merah nasional tahun 2018-2020 adalah 1.503.538ton; 1.580.247ton dan 1.815.445.ton [2]. Produktivitas bawang merah

masih tergolong rendah bila dibandingkan dengan potensi optimum bawang merah yang mencapai 16 ton/ha [26]. Salah satu penyebab rendahnya produktivitas bawang merah disebabkan oleh serangan bakteri *Xanthomas axanopodis* pv *allii* (xaa) penyebab penyakit hawar daun bakteri [28;27]. [23] menyatakan bahwa kehilangan hasil oleh serangan bakteri ini dapat mencapai 100% terutama jika kondisi lingkungan sangat menguntungkan. Patogen ini bersifat tular benih dan dapat juga menyerang bawang putih, bawang daun dan bawang Bombay [19]. Pengendalian yang telah dilakukan untuk penyakit hawar daun bakteri seperti pergiliran tanaman, varietas tahan [14], benih sehat, sanitasi lahan, menghindari irigasi yang berlebihan, pengendalian secara kimia dengan bakterisida [23]. Penggunaan dan pemakaian bahan kimia yang tidak benar secara terus menerus kurang baik karena dapat merusak lingkungan, untuk itu dimafatkan pengendalian secara hayati dengan penggunaan mikroorganisme dari kelompok plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) indigenus yaitu *Bacillus* spp. yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap pathogen [18;22; 31-32].

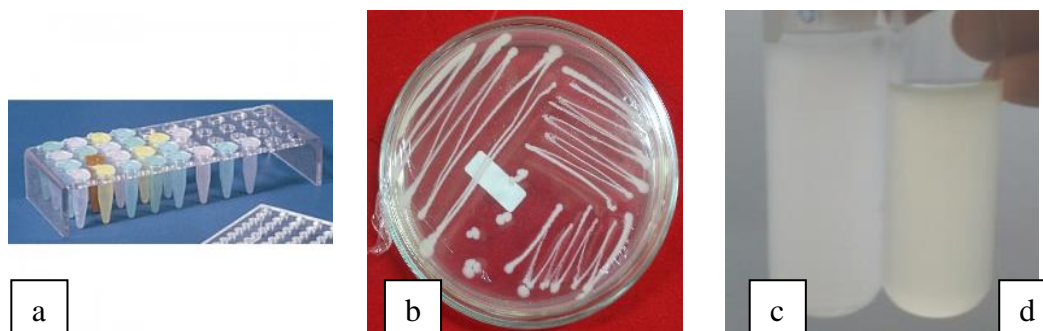
Kelompok *Bacillus* spp indigenus telah banyak dilaporkan dapat meningkatkan ketahanan tanaman, pengendalian patogen atau kompetisi nutrisi seperti besi, fosfat atau secara tidak langsung mengikat nitrogen [11]. Kemampuan *Bacillus* spp sebagai agens hayati, biofertilizer, biopestisida dan tidak bersifat patogen pada tanaman inang sehingga mudah untuk dimanfaatkan, *Bacillus* spp. memiliki kemampuan untuk beregrak bebas, dapat berkompeti pada rizosfer, jaringan tanaman dan bersifat anaerob fakultatif serta dapat hidup di tanah pada berbagai kondisi lingkungan [29]. *Bacillus* spp. dapat membentuk spora dalam kondisi yang tidak menguntungkan dan dapat bakteri ini lebih tahan terhadap kondisi ekstrim. Kemampuan ini sangat berguna untuk aplikasi komersial karena dapat disimpan lama [13]. *Bacillus* spp. sebagai agens biocontrol dapat mengendalikan berbagai macam patogen seperti dapat mengendalikan patogen *Pseudomonas syringae* pv *Arabidopsis* [3], *Xanthomonas campestris* pv *campestris* pada tanaman kol [25], *Xanthomonas axanopodis* pv *glycine* pada kedelai [21], *Xanthomonas vesicatoria* pada tanaman tomat [17], *Ralstonia solanacearum* pada tanaman tembakau dan murbei [6;10], cabai [30] dan *Ralstonia syzygii* sub sp. *indonesiensis* pada tomat [32]. Selanjutnya [9], menyatakan bahwa *Bacillus subtilis* mampu menekan perkembangan patogen *Fusarium* dan *Phytophthora infestans* pada penyimpanan umbi kentang. Asam salisilat mempunyai peranan penting pada jaringan sinyal pertahanan tanaman [15]. Asam salisilat secara umum berperan dalam ketahanan tanaman terhadap penyakit, termasuk ketahanan basal, efek *trigger* imunitas dan induksi ketahanan sistemik (*Induce Systemic Resistance* = ISR) [24]. Hormon pengatur pertumbuhan lainnya seperti, etilen, asam absisik, gibberelin, auksin, sitokinin, dan brassinosteroids, juga terlibat dalam pengaturan jaringan sinyal kekebalan atau ketahanan terhadap tanaman [15]. Tujuan penelitian adalah 1) Mengetahui kemampuan *Bacillus* spp. indigenus dalam menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri secara *in planta* dan 2) menganalisa potensi asam salisilat dari *Bacillus* spp indigenus.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Kebun Percobaan Fakultas Pertanian dan Laboratorium Kimia Bahan Alam Fakultas Farmasi Universitas Andalas. Penelitian berlangsung mulai bulan April sampai dengan Juli 2021. Alat yang digunakan dalam penelitian cawan petri, tabung reaksi, Bunsen, pipet mikro, labu *Erlenmeyer*, *microtube*, *laminar air flow* cabinet, oven, *vortex*, elektroforesis kapiler (Agilent 7100), Panjang kapiler 56cm dan internal dengan diameter 75 μ l, labu ukur, *syringe* filter 0.22 μ l, sentrifus, spektrofotometer, bunsen. Bahan yang digunakan adalah medium TSA (*Tryptic soybean agar*), NGA (Nutrien Agar), akuadest steril, TSB (*Tryptic soybean broth*), larutan MC farlan, patogen Xaa, bawang merah, tanah dan pupuk kandang steril, jarum steril, *polybag* diameter 15cm.

Perbanyakkan *Bacillus* spp. *Bacillus* spp digunakan berasal dari tanah perakaran dan akar tanaman bawang merah (koleksi Yulmira Yanti). Masing-masing *Bacillus* spp. dari *microtube* (Gambar 1a) diremajakan dengan metode gores pada medium TSA dan diinkubasi 2 x 24 jam (Gambar 1b). Satu koloni tunggal *Bacillus* spp lalu dimasukkan kedalam 25 ml medium TSB dalam botol kultur dan diinkubasi selama 24 jam pada *shaker* dengan kecepatan 150 rpm. Selanjutnya hasil *precultur* dipindahkan sebanyak 1 ml ke dalam 50 ml air kelapa steril dalam botol kultur dan diinkubasi pada rotary *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 2x24 jam untuk *mainculture* [28]. Kapadatan populasi ditentukan dengan membandingkan kekeruhan suspensi bakteri dengan larutan *McFarland* skala 8 (kepadatan populasi diperkirakan 10⁸ sel/ml) [29]. Populasi dengan kerapatan 10⁸ sel/ml (Gambar 1c) digunakan untuk introduksi umbi bawang merah.



Gambar 1. Tahapan peremajaan dan perbanyakkan *Bacillus* spp. (MRBPRZ1.1). (a) sumber *Bacillus* spp., (b) biakan *Bacillus* spp. dalam medium TSA (2 hari setelah inkubasi, hsi), (c) *McFarland* skala 8, (d) suspensi *Bacillus* spp.

Introduksi *Bacillus* spp dan penanaman Benih bawang merah yang digunakan varietas bima (rentan terhadap penyakit hawar daun bakteri) benih berukuran sedang, sebelum ditanam benih dipotong 1/3 atas dan direndam

dengan suspensi *Bacillus* spp selama 15 menit, dikering anginkan dan ditanam pada polybag diameter 15 cm, ditanam dua benih dengan membenamkan benih dan ditutup dengan selapis tanah, untuk kontrol direndam dengan akuadest steril, serta kontrol dengan bahan aktif *streptomycin* yang telah dilarutkan sesuai rekomendasi. Menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 ulangan. Polybag disusun dengan jarak tanam 20x 20 cm. tanaman bawang yang sudah berumur 14 hari diinokulasi dengan patogen Xaa dengan melukai bagian ujung daun bawang menggunakan jarum steril, suspensi xaa dioleskan pada bagian ujung bawang yang telah dilukai, tanaman disungkup dengan plastik bening, selama 3 hari.

Perbanyak inokulum Xaa Inokulum xaa (koleksi Yulmira Yanti) dibiakan pada medium NGA dan diinkusi 5x 24 jam, koloni tunggal dipindahkan ke medium NGB dan perbanyak mengikuti metode perbanyak *Bacillus* spp dan kepadatan populasi patogen $10^6_{\text{sel/ml}}$,

Peubah yang diamati adalah masa inkubasi timbulnya gejala serangan patogen pada perlakuan dan efektivitas dihitung dengan rumus:

$$E = \frac{K-P}{K} 100\%$$

Dengan:

E = efektivitas,

P = perlakuan,

K = kontrol.

insidensi (%), dan severitas daun terserang (%). Pengamatan dimulai saat muncul gejala dengan interval waktu tiga hari. Persentase serangan dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{X}{Y} \times 100\%$$

dengan:

P= Persentase daun terserang,

X= Jumlah daun tanaman yang terserang,

Y= Jumlah daun yang diamati).

Intensitas serangan dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

dengan:

I = Intensitas penyakit, n = Jumlah daun dari tiap skala serangan, v = Nilai skala dari tiap skala serangan, N = Jumlah daun yang diamati,

Z = Nilai skala serangan tertinggi.

Nilai skala yang dipakai ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala serangan Penyakit hawar daun bakteri pada daun bawang

Skala	Tingkat serangan	Kerusakan	Reaksi ketahanan
0	Tidak bergejala	0%	Imun
1	Gejala hawar sangat ringan	1-10%	Tahan
2	Gajala hawar ringan	11-20%	Agak tahan
3	Gajala hawar ringan	21-30%	Agak rentan
4	Gejala hawar berat	31-50%	Rentan
5	Gejala hawar berat seklai	51-100%	Sangat rentan

Sumber: ^[16] (dimodifikasi)

Efektivitas *Bacillus* spp dalam menekan insidensi dan severitas serangan patogen xaa adalah

$$E = \frac{P \times K}{K} 100\%$$

Dengan:

E = efektivitas,

P = perlakuan,

K = kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan *Bacillus* spp Indigenus Untuk Menekan Perkembangan Penyakit Hawar Daun Bakteri Pada Tanaman Bawang Merah

Introduksi *Bacillus* spp tanaman bawang merah mampu memperlabat masa inkubasi perkembangan penyakit hawar daun bakteri dibandingkan dengan kontrol. *B. thuringiensis* strain MRTLRZ2.1, *B. mycooides* strain MRSNRZ1.2, *B. thuringiensis* strain MRBPRZ1.1 mampu menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri dibandingkan kontrol dan Bakterisida yang berbahan aktif *streptomycin* pada 11.00 hari setelah inokulasi (Tabel 1) *Bacillus* spp. mampu hidup dan mengkolonissasi perkaratan tanaman, berkompetisi pada lingkungan serta nutrisi hal yang sama sejalan dengan penelitian ^[1], yang menyatakan bahwa strain *Bacillus* mampu untuk berkompetisi nutrisi dan lingkungan tempat hidupnya. Selanjutnya ^[9] menyatakan bahwa *Bacillus subtilis* mampu hidup pada kondisi yang ekstrim dan menekan perkembangan jamur.

Tabel 1. Masa inkubasi tanaman bawang merah setelah dintroduksi dengan *Bacillus* spp. (hari setelah inokulasi)

No	Isolat	Masa inkubasi*
		Hari setelah inokulasi
1.	<i>B. thuringiensis</i> strain MRTLRZ2.1	11.00 a
2.	<i>B. mycooides</i> strain MRSNRZ1.2	11.00 a

3.	<i>B. thuringiensis</i> strain MRBPRZ1.1	11.00 a
4.	<i>B. mycooides</i> strain MRRZLL2.2	10.00 ab
5.	<i>B. welhenstephaenensis</i> strain MRRDE3.4	10.00 ab
6.	<i>B. subtilis</i> strain MRTDE2.6	10.00 ab
7.	<i>B. cereus</i> strain MRSNE5.1	10.00 ab
8.	<i>B. subtilis</i> strain MRPLE3.1	10.00 ab
9.	<i>B. mycooides</i> strain MRBPE1.1	8.00 c
10.	<i>Bacillus</i> sp strain MRTPE1.3.3	7.00 cd
11.	<i>Streptomycin</i>	6.50 cd
12.	Kontrol	5.00 e

Bacillus spp. dari rhizosfer dan akar tanaman bawang merah mampu menekan kejadian penyakit dan mampu menurunkan keparahan penyakit hawar daun bakteri dibandingkan dengan kontrol. Terdapat tujuh isolat yaitu *B. thuringiensis* strain MRBPRZ1.1, *B. mycooides* strain MRRZLL2.2, *B. welhenstephaenensis* strain MRRDE3.4, *B. subtilis* strain MRTDE2.6, *B. cereus* strain MRSNE5.1, *B. subtilis* strain MRPLE3.1, *B. mycooides* strain MRBPE1.1, *Bacillus* sp strain MRTPE1.3.3 yang memiliki reaksi tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri dibandingkan kontrol dengan efektivitas tertinggi insidensi 86.53 % dan severitas 78.65 % (Tabel 2). Bakteri endofit berfungsi sebagai pemicu yang merangsang ketahanan tanaman terhadap patogen [5].

Tabel 2. Insidensi dan severitas Penyakit Hawar daun bakteri pada tanaman bawang merah setelah diintroduksi dengan *Bacillus* spp. (58 hst)

No	Perlakuan	Insidensi (hst)**		Severitas (hst)**		
		%	Efektivitas (%)	%	Efektivitas (%)	Reaksi ketahanan
1.	Kontrol	31.35a	00.00	25,95a	00.00	Rentan
2.	<i>Steptomycin</i>	29.95a	4.46	23,98a	7.59	Rentan
2.	<i>B. thuringiensis</i> strain MRTLRZ2.1	17.85b	43.06	17,26b	29.00	Agak tahan
3.	<i>B. mycooides</i> strain MRSNRZ1.2	15.78b	49.66	12.95bc	50.09	Agak tahan
4.	<i>B. thuringiensis</i> strain MRBPRZ1.1	10.76b	65.67	8,99c	65.35	Tahan
5.	<i>B. mycooides</i> strain MRRZLL2.2	10.65bc	66.02	8.66c	66.62	Tahan
6.	<i>B. welhenstephaenensis</i> strain MRRDE3.4	10.11bc	67.75	8.66c	66.62	Tahan
7.	<i>B. subtilis</i> strain MRTDE2.6	9.92bc	68.35	8.00c	69.17	Tahan



8.	<i>B. cereus</i> strain MRSNE5.1	9.49bc	69.72	7.98c	69.24	Tahan
9.	<i>B. subtilis</i> strain MRPLE3.1	9.19bc	70.68	7.89c	69.59	Tahan
10.	<i>B. mycoides</i> strain MRBPE1.1	8.89bc	71.64	6.53cd	74.83	Tahan
11	<i>Bacillus</i> sp strain MRTPE1.3.3	4.22d	86.53	5.54d	78.65	Tahan

Kemampuan *Bacillus* spp menghasilkan asam salisilat

Bacillus spp. yang diintroduksi pada umbi bawang merah memiliki kemampuan menghasilkan asam salisilat. Asam salisilat dapat dideteksi pada akar dan umbi bawang merah, dengan konsentrasi tertinggi adalah *B. thuringiensis* strain MRTLRZ2.1 sebesar 29,98 ppm/ml, diikuti oleh *B. mycoides* strain MRSNRZ1.2 dengan konsentrasi 25,79ppm/ml dan paling rendah *B. mycoides* strain MRBPE1.1 sebesar 18,98 ppm/ml. Terjadinya peningkatan kandungan asam salisilat pada bawang merah mengindikasikan terjadinya induksi ketahanan tanaman bawang merah terhadap serangan patogen *Xaa*. Namun terdapat satu isolat yang tidak menghasilkan asam salisilat yaitu *Bacillus* sp strain MRTPE1.3.3, hal ini diduga dipengaruhi oleh adanya ketidakmampuan dari *Bacillus* sp tersebut dalam hal memproduksi asam salisilat dan hal serupa dengan [9], menyatakan bahwa tidak semua kelompok spesies *Bacillus subtilis* mampu menghasilkan asam salisilat.

Tabel 3. Kosentrasi asam salisilat isolat *Bacillus* spp yang mampu menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman bawang merah

kode Isolat	Kemampuan menghasilkan asam salisilat	Konsentrasi asam salisilat (umbi) (ppm)
<i>B. thuringiensis</i> strain MRTLRZ2.1	+++++++	29,98 ppm/ml
<i>B. mycoides</i> strain MRSNRZ1.2	+++++++	25,79ppm/ml
<i>B. thuringiensis</i> strain MRBPRZ1.1	+++++++	23,78ppm/ml
<i>B. mycoides</i> strain MRRZLL2.2	+++++++	22,75ppm/ml
<i>B. welhenstephaenensis</i> strain MRRDE3.4	+++++++	20,78ppm/ml
<i>B. subtilis</i> strain MRTDE2.6	+++++	19,98 ppm/ml
<i>B. cereus</i> strain MRSNE5.1	+++++	19,68 ppm/ml
<i>B. subtilis</i> strain MRPLE3.1	+++++	19,00 ppm/ml
<i>B. mycoides</i> strain MRBPE1.1	+++++	18,98 ppm/ml
<i>Bacillus</i> sp strain MRTPE1.3.3	-	

Ket: tanda “-” untuk isolat yang tidak menghasilkan asam salisilat, “+” untuk isolat yang mampu menghasilkan asam salisilat

Kandungan asam salisilat ditemukan pada umbi bawang merah, hal ini diduga karena asam salisilat ditranslokasikan pada bagian lain dari tanaman. Peningkatan kandungan asam salisilat pada tanaman yang diintroduksi dengan *Bacillus* spp. telah dilaporkan oleh penelitian lain [7], menyatakan bahwa kolonisasi



bakteri *Bacillus pumilus* SE34 menginduksi ketahanan sistemik terhadap *Pseudomonas syringe* pv. *maculicola* yang berhubungan dengan jalur asam salisilat. Selanjutnya [4] menyatakan bahwa *Achromobacter xylosoxidans* dan *B. pumilus* memproduksi asam salisilat dan menghambat pertumbuhan jamur patogen. Asam salisilat mempunyai peran penting dalam jalur sinyal yang menyebabkan terjadinya induksi ketahanan sistemik dan berhubungan dengan akumulasi protein PR (*pathogenesis related*) [8]. Senyawa asam salisilat berkaitan dengan respon fisiologis tanaman terhadap infeksi patogen [20].

KESIMPULAN

Sepuluh Isolat *Bacillus* spp. mampu menekan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman bawang merah. Sembilan isolat mampu menghasilkan asam salisilat dengan konsentrasi 18,98 ppm/ml hingga 29,98 ppm/ml. Konsentrasi Asam Salisilat tertinggi *Bacillus* adalah Isolat *Bacillus thuringiensis* strain MRTLRZ2.1

UCAPAN TERIMA KASIH (opsional)

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional, melalui kontrak 266/E4.1/AK.04.PT/2021 DIPA Unand tahun 2021 sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Pendidikan No. Kontrak: T/6/UN.16.117/PT.01.03/PTUPT-Pangan/2021

DAFTAR RUJUKAN

1. Abdulkadir, M. and Waliyu, S. 2012. Screening and Isolations of the soil bacteria for ability to Produce antibiotics, *Eurpos. J. Appl. Sci*, 4 (5): 211-215
2. Badan Pusat Statistik (BPS). 2020. *Produktivitas bawang merah menurut provins 2014-2018*. Direktorat jendral hortikultura
3. Bais HP., Fall R., Vivanco JM. 2004. Biocontrol of *Bacillus subtilis* against infection of Arabidopsis roots by *Pseudomonas syringae* is facilitated by biofilm formation and surfactin production. *Plant Physiol*, 134: 307-319.
4. Forchetti, G., Masciarelli, O., Izaguirre, M.J., Alemano, S., Alvarez, D., Abdala, G. 2010. Endophytic bacteria improve seedling growth of sunflower under water stress, produce salicylic acid, and inhibit growth of pathogenic fungi. *Curr Microbiol* 61:485-493
5. Gao, FK, Dai, CC & Liu, XZ 2010, Mechanisms of fungal endophytes in plant protection against pathogens, *African Journal of Microbiology Research* 4:1346-1351
6. Jiang J., Liu H., Li Q, Gao N., Yao Y., Xu H. 2015. Combined remediation of Cd-phenanthrene co-contaminated soil by *Pleurotus cornucopiae* and *Bacillus thuringiensis* FQ1 and the antioxidant responses in *Pleurotus cornucopiae*. *Ecotoxicol Environ Saf* 120: 386-393.



7. Kloepper, J.W. and Ryu, C.M. 2006. Microbial root endophytic in B.Schulz, C, Boyle, T.N. Sieber Editor. *Soil Biology*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. pp (9): 35-52.
8. Lyon, G. 2007. Agents that can elicit induced resistance. In: Walters D, Newton A, Lyon G. Editor. *Induced Resistance for Plant Defence: Sustainable Approach to Crop Protection*. Blackwell Publishing. pp.9-30
9. Lastochkinia, O., Baymiev, A., Shayahmetova, A., Garshina, D., Karyokav, I., Shpirnaya, I., Pusenkova, L., Mardanshin, I., Kasnak, C and Palamutoglu .2020. Effects of Edophytic *Bacillus subtilis* and Salicylic Acid on Postharvest Diseases (*Phytophthora infestans*, *Fusarium oxysporum*) Development in Stored Potato Tubers. *J. Plants* 9 (76) 1-22 doi 10.3390/plants9010076
10. Maketon M., Apisitsantikul J., Siriraweekul C. 2008. Greenhouse evaluation of *Bacillus subtilis* AP-01 and *Trichoderma harzianum* AP-001 in controlling tobacco diseases. *Braz J Microbiol*, 39 (2): 296- 300
11. McSpaden Gardener BB. 2004. Ecology of *Bacillus* and Paeni *Bacillus* spp. in agricultural systems. *Phytopathology*, 94: 1252-1258
12. Mirza MS., Ahmad W., Latif F., Haurat J., Bally R., Normand P., Malik KA. 2001. Isolation, partial characterization and effect of plant growth promoting bacteria on micropropagated sugarcane in vitro. *Plant Soil*, 237: 47-54.
13. Niazi A., Manzoor S., Asari S., Bejai S., Meijer J., Bongcam-Rudloff E. 2014. Genome analysis of *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* UCMB5113: a rhizobacterium that improves plant growth and stress management. *PLoS One* 9 (8) e104651: 1-15. DOI: 10.1371/journal.pone.0104651.
14. Paulraj L, & O'Garro LW. 1993. Leaf Blight of Onion in Barbados Caused By *Xanthomonas campestris*. *Plant Dis*. 86: 3330.
15. Pieterse, C.M.J., C. amioudis, R.L. Beresden, D.M. Weller, S.C.M. Van Wees, and P.A.H.M. Bakker. 2014. Induced systemic resistance by beneficial microbes. *Ann. Rev. of Phytopathology* 52: 347-375.
16. Resti, Z, Habazar, T., Putra, DP., and Nasrun. 2013. *Skrining Dan Identifikasi Isolatbakteri Endofit Untuk Mengendalikan Penyakit Hawar Daun Bakteri Padabawang Merah*, J.HPT Tropika, Vol. 13, no. 2. hh. 167–178.
17. Roberts PD., Momol MT., Ritchie L., Olson SM., Jones JB., Balogh B. 2008. Evaluation of spray programs containing famoxadone plus cymoxanil, acibenzolar-S-methyl, and *Bacillus subtilis* compared to copper sprays for management of bacterial spot on tomato. *Crop Protect* 27 (12): 1519-1526
18. Rosliani, R., Palupi, E. R., & Hilman, Y. 2016. Pengaruh Benzilaminopurin dan Boron Terhadap Pembungaan, Viabilitas Serbuk Sari, Produksi, dan Mutu Benih Bawang Merah di Dataran Rendah. *Jurnal Hortikultura*, 23(4), 339. [https:// doi.org/10.21082/jhort.v23n4.2013. p339-349](https://doi.org/10.21082/jhort.v23n4.2013.p339-349)



19. Roumagnac P, Pruvost O, Chiroleu F, & Hughes H. 2004. Spatial and temporal analysis of bacterial blight of onion caused by *Xanthomonas axonopodis* pv *allii*. *Phytopathology* 94: 138– 146.
20. Saikia, R., Sing, T., Kumar, R., Srivastava, J., Srivastava, A.K., Singh, K. 2003. Role of salicylic acid in systemic resistance induced by *Pseudomonas fluorescens* against *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* in chickpea. *Microbiol. Rev.* 158:203 – 213.
21. Salerno CM., Sagardoy MA. 2003. Antagonistic activity by *Bacillus subtilis* against *Xanthomonas campestris* pv. *glycines* under controlled conditions. *Spanish J Agric Res* 1: 55-58.
22. Shafi, O., Tian, H., and Ji, M. 2017. *Bacillus* species as versatile weapons for plant pathogens: A Review. *Biotechnol. Equip* 31 (3) 446-459
Doi.10.1080/131028182017.1286950
23. Schwartz, HF and Gent, DH. 2006. *Xanthomonas* Leaf Blight of Onion
<http://www.Extcolestate.edu/push/gorden.html> Access 22-02-2006.
24. Vlot, AC, Damsay, DM & Klessing, DF 2009, Salicylic Acid, a multifaceted hormone to combat disease, *Annual Review of Phytopathology*, 47:177±206.
25. Wulff EG., Mguni CM., Mansfeld-Giese K., Fels J., Lübeck M., Hockenhull J. 2002. Biochemical and molecular characterization of *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. subtilis* and *B. pumilus* isolates with distinct antagonistic potential against *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Plant Pathol* 51 (5): 574-584.
26. Yanti, Y. 2021. Tanaman Bawang merah dan Pengendaliannya. *Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Andalas*, Padang Hal 208: 978-623-345-112-3.
27. Yanti, Y. 2020. Hama dan Penyakit Bawang Merah. *Penerbit Lembaga Penelitian Universitas Andalas* hal 132: 978-623-7959-25-0.
28. Yanti, Y., and Resti, Z. 2010, Induksi ketahanan tanaman bawang merah dengan bakteri rizoplan indigenus terhadap penyakit hawar daun bakteri (*xanthomonas axonopodis* pv *allii*). In Loekas Soesanto, Endang Mugiastuti, Ruth Feti Rahayuniati dan Abdul Manan (Ed). *Prosiding seminar nasional pengelolaan opt ramah lingkungan* Purwokerto, 10-11 November 2010. Hal. 235-241: 978-602-98600-09.
29. Yanti Y., Habazar T., Reflinaldon R., Nasution CR, Felia S. 2017. Indigenous *Bacillus* spp. ability to growth-promoting activities and control bacterial wilt disease (*Ralstonia solanacearum*). *Biodiversitas*, 18 (4): 1562-1567.
30. Yanti, Y., Warnita, Reflin. 2017. Effectivity of *Bacillus cereus* to Control *Ralstonia syzygii* subsp. *indonesiensis* and Growth Promoting of Chilli Pepper. *J Biopest.* 10(2): 113-119.
31. Yanti Y, Warnita, Reflin, Busniah M. 2018. Indigenous endophyte bacteria ability to control *Ralstonia* and *Fusarium* wilt disease on chili pepper. *Biodiversitas*, 19 (4): 1532-1538.



32. Yanti Y, Warnita, Reflin, Hamid H. 2018. Development of selected PGPR consortium to control *Ralstonia syzygii* subsp. *indonesiensis* and promote the growth of tomato. *Biodiversitas*, 19 (6): 2073-2078.