

Penyakit *Bacterial Fruit Blotch* (BFB) yang Disebabkan *Acidovorax citrulli* yang Menyerang Organ Tanaman Semangka (*Citrullus lanatus*)

Bacterial Fruit Blotch (BFB) Caused by *Acidovorax citrulli* Which Attacks the Organ of Watermelon Plants (*Citrullus lanatus*)

Ade Basyuri¹⁾, Ananda Widya Putri¹⁾, Aprigil Putri Latipudin^{1)*}, Difa Alma'arik¹⁾, Vika Purnama Restiani¹⁾, Junaidi¹⁾, Priyanti¹⁾, Linda Advinda²⁾

¹⁾Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

²⁾Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Padang Jalan Ir. H. Juanda No. 95, Cempaka Putih, Kec. Ciputat, Kota Tangerang Selatan, Banten 15412 Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Barat, Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25171

Email: Aprigil.latipudin19@mhs.uinjkt.ac.id

ABSTRAK

Semangka merupakan salah satu tanaman yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi, tetapi produksinya mengalami penurunan. Salah satu penyebab penurunan produksi adalah adanya *Bacterial fruit blotch* (BFB). BFB merupakan penyakit penting yang merugikan pada famili Cucurbitaceae yang disebabkan oleh *Acidovorax citrulli*. Penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan mencapai 90-100%. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan cara penanggulangan yang baik dan tepat agar proses produksi dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan produksi yang melimpah. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan penelusuran pustaka sehingga diperoleh data yang sesuai. Dari hasil penelitian ini ditemukan bahwa BFB ini menyerang bagian tanaman kotiledon, akar, daun, dan buah yang ditandai dengan gejala nekrosis, layu, lesi dan diperparah dengan adanya keretakan. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan dan menanggulangi penyakit BFB adalah pengendalian biologis melalui bakteri atau ragi yang bersifat antagonis. Salah satu bakteri tersebut yaitu bakteri patogen pada Jagung seperti *Acidovorax avenae* Subsp. *avenae* AAA99-2 atau *Pseudomonas fluorescens* A506 yang digunakan untuk memberhentikan penularan bercak bakteri pada bibit.

Kata kunci: *Acidovorax citrulli*; Bakteri bercak buah; Penyakit; Semangka

PENDAHULUAN

Semangka (*Citrullus lanatus*) tumbuh merambat dan banyak memiliki kandungan air. Semangka sangat bermanfaat untuk kemudahan pencernaan tubuh manusia. Selain tanaman semangka untuk konsumsi sebagai buah segar, biji, daun dan buah semangka muda juga dapat dimanfaatkan sebagai makanan. Pemanfaatan kulit semangka juga dapat diolah menjadi asinan atau acar seperti buah ketimun atau jenis labu-labuan lainnya (Kosasi, 2014). Budidaya tanaman semangka memiliki prospek cerah yang dapat meningkatkan pendapatan petani karena semangka memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Tanaman semangka memiliki kelebihan yaitu berumur relatif singkat (genjah) sekitar 70- 80 hari dan dapat dijadikan sebagai tanaman pengganti di sawah pada musim kemarau. Berdasarkan data statistik Kementerian Pertanian (2017) produktivitas buah semangka dari tahun 2012 sampai 2016

mengalami fluktuasi, pada tahun 2012 produktivitas semangka sebesar 15,62 ton/ha, tahun 2013 turun menjadi 14,30 ton/ha, tahun 2014 naik kembali menjadi 18,27 ton/ha dan tahun 2015–2016 produktivitas terus menurun menjadi 15,79 ton/ha dan 13,83 ton/ha, sehingga produktivitas semangka pada tahun 2015-2016 mengalami penurunan sebesar 12,39% dengan jumlah populasi tanaman yang sama yaitu 2000 tanaman/ha. Salah satu permasalahan yang menyebabkan terjadinya penurunan produksi semangka yaitu dikarenakan adanya OPT pada tanaman semangka.

Organisme pengganggu tanaman (OPT) adalah organisme yang dapat menyebabkan dan menimbulkan kerusakan fisik, gangguan fisiologi dan biokimia, atau kompetisi hara terhadap tanaman budidaya (Pakpahan dan Doni, 2019). Organisme yang menjadi penyebab penyakit pada tanaman adalah patogen. Patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman antara lain golongan cendawan, bakteri molikut (bakteri tanpa dinding sel), nematoda, protozoa dan virus. Salah satu yang menjadi OPT bagi tanaman semangka sehingga sangat merugikan dunia adalah penyakit *Bacterial Fruit Blotch* (BFB) disebabkan oleh bakteri Gram negatif *Acidovorax citrulli*. Namun, sampai saat ini belum ada laporan mengenai penyakit ini di Indonesia, tetapi masuk dan tersebarnya *Acidovorax citrulli* ke Indonesia beresiko sangat besar. Hal tersebut dikarenakan impor buah dan benih dari negara yang sudah melaporkan adanya bakteri ini masih terus berlangsung, lebih parahnya lagi iklim di Indonesia yang cocok bagi perkembangan bakteri ini.

Acidovorax citrulli dilaporkan dapat menyerang berbagai spesies yang termasuk dalam famili Cucurbitaceae seperti semangka, melon, squash, labu dan timun (Burdman & Walcott, 2012). Pada tahun 2008 dilaporkan bahwa *Acidovorax citrulli* menyerang sirih di Taiwan (Deng *et al.*, 2013). *Acidovorax citrulli* termasuk dalam kelas Betaproteobacteria, ordo Burkholderiales, famili Comamonadaceae. Bakteri ini bersifat tular benih dan dapat menyebar melalui percikan air hujan maupun irigasi (*overhead irrigation*). Suhu yang optimal bagi perkembangan *Acidovorax citrulli* adalah 24-35°C dengan kelembaban relative >70% (Burdman & Walcott, 2012). Keberadaan bakteri ini telah tersebar di berbagai negara antara lain Kanada, USA, Mexico, Honduras, Nikaragua, Kosta Rika, Brazil, Hungaria, Italia, Yunani, Turki, Israel, Nigeria, Cina, Korea Selatan, Jepang, Taiwan, Thailand, India, Australia, dan Kepulauan Mariana Utara (Burdman & Walcott, 2012; Langston, 2013). Deteksi awal mengenai keberadaan *Acidovorax citrulli* baik pada buah maupun biji sangat penting di pintu-pintu pemasukan. Hal ini sebagai bentuk pencegahan masuk dan tersebarnya bakteri melalui buah segar maupun benih. Penanggulangan dalam melindungi tanaman semangka dari bakteri patogen yang bersifat merugikan menjadi salah satu tujuan penting yang harus dilakukan. Upaya yang dilakukan adalah dengan mencari jenis penyakit BFB yang terjadi pada tanaman semangka yang menyerang daun dan buah semangka. Hal ini bertujuan untuk

menentukan cara penanggulangan yang baik dan tepat agar proses produksi dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan produksi yang melimpah.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada akhir bulan Oktober hingga bulan November 2022 dengan metode deskriptif, yaitu mengumpulkan data berupa kosa kata, gambar yang terjadi secara alamiah. Perolehan data dengan pengumpulan data dari pustaka yang telah dipublikasi. Penelusuran pustaka untuk menghindari penggandaan duplikasi dan untuk mengetahui penelitian tersebut telah dilakukan (Suryanarayana & Mistry, 2016). Metode deskriptif dengan review artikel juga bertujuan untuk memberikan ringkasan para peneliti untuk mencari bukti primer dan ditelaah secara satu persatu. Kemudian data akan disajikan dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bacterial Fruit Blotch (BFB) merupakan jenis penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Acidovorax citrulli*. *Acidovorax citrulli* bersifat aerobik, mesofilik, dan merupakan bakteri Gram negatif. *Acidovorax citrulli* menimbulkan gejala khas pada daerah kotiledon, gejala nekrosis pada daun, layu pada batang, serta lesi tidak beraturan hingga membentuk keretakan pada buah (Song et al., 2020). Penyakit BFB sangat mematikan dan menjadi ancaman besar bagi famili Cucurbitaceae dan produksi buah di seluruh dunia. *Acidovorax citrulli* juga dapat menyebabkan beberapa penyakit selain bercak buah, yaitu busuk bunga, hawar pada daun dan bibit. Gejala BFB dapat diidentifikasi melalui morfologi, seperti bercak basah, berwarna coklat tidak beraturan pada daun, serta pada suatu keadaan akan menjadi berwarna noda hijau gelap dengan tepi tidak beraturan yang membesar dengan cepat dalam waktu 10 hari setelah terkontaminasi oleh *Acidovorax citrulli* (Horuz & Aysan, 2016). Selain itu, gejala khas yang ditimbulkan oleh *Acidovorax citrulli* adalah adanya daerah genangan air pada kotiledon dan daun yang diikuti dengan gejala nekrotik, layu dan nekrosis pada batang, dan luka basah berbentuk tidak beraturan pada buah (Song et al., 2020). Kerusakan yang ditimbulkan akibat bakteri ini dapat mencapai 90% bahkan dapat mencapai 100% (Latin, 2014). Hal ini disebabkan karena buah yang terserang *Acidovorax citrulli* menjadi tidak menarik dan daging buahnya rusak.

Siklus penularan penyakit BFB diawali dengan terkontaminasinya biji semangka oleh patogen, lalu biji akan menghasilkan bibit yang terinfeksi dengan ditandai luka pada kotiledon, organ yang terkontaminasi dapat menularkan ke organ lainnya sehingga penyakit BFB dapat menginfeksi tanaman yang lain. Luka yang terdapat di organ tertentu dapat terlihat dengan jelas sebelum buah menjadi matang. Penyebaran penyakit BFB berasal dari sumber-sumber inokulum yang berbeda seperti bibit yang telah terinfeksi melalui biji, kulit buah yang terinfeksi. Faktor lingkungan sangat menentukan seberapa besar ancaman penyakit BFB pada suatu tanaman sebab pada kondisi

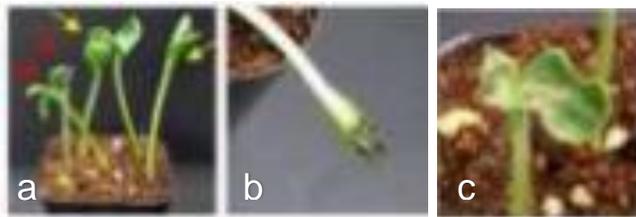
lingkungan tertentu, *Acidovorax citrulli* bisa mempertahankan dampaknya. Faktor lingkungan bisa dikendalikan dengan meletakkan tanaman yang terinfeksi BFB di dalam rumah kaca sebab suhu dan kelembabannya dapat diatur. Temperatur dan kelembaban yang tinggi atau basah merupakan faktor lingkungan yang menyebabkan penyebaran BFB (Jett et al., 2022).

Bakteri patogen akan menyebar dan ditularkan melalui benih. Gejala pada bibit dapat diamati 5-8 hari setelah tanam. Gejala ini umumnya terjadi saat proses perendaman air dan proses perkembangan kecambah pada bibit. Bibit yang telah terinfeksi dapat menyebar dan menginfeksi daun dan buah pada tanaman semangka. Gejala dapat terjadi selama proses penyerbukan atau selama periode setelah penyerbukan dalam kurun 2-3 minggu penyerbukan. Tanaman semangka akan menunjukkan tanda rusak pada bagian kulit buah dan akan mengalami keretakan serta timbulnya lesi (bercak) yang akan berkembang menjadi noda besar berwarna hijau tua.

Penyakit BFB disebabkan *Acidovorax citrulli* menyerang pada 4 bagian pada tanaman semangka yaitu pada kotiledon, akar, daun dan buah, dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Kotiledon

Gejala kotiledon akibat dari infeksi bakteri *Acidovorax citrulli* diawali penularan melalui benih, sehingga benih dapat beralih fungsi menjadi sumber inokulum utama untuk penyebaran penyakit BFB. Adapun gejala yang tampak berupa bintik coklat, bersudut, nekrosis, hingga lesi nekrosis besar seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Kotiledon yang terinfeksi *Acidovorax citrulli* melalui tanah (a) tanda panah merah menunjukkan bibit layu (b) gejala genangan air pada kotiledon dan (c) gejala nekrosis daun pada seluruh bibit (Song et al., 2020)

Infeksi tanaman semangka yang terjadi pada kotiledon menimbulkan gejala berupa perendaman pada kotiledon yang akan menimbulkan gejala nekrosis dan akan menyebabkan layu dan penyebaran nekrosis pada seluruh bibit (Gambar 1). Jalur penyebaran *Acidovorax citrulli* dapat terjadi melalui proses polinasi bunga betina. Infeksi patogen melalui putik akan menyebabkan infeksi pada bagian kotiledon benih dewasa dan hal tersebut akan mempengaruhi kelangsungan hidup bakteri di dalam benih (Dutta et al., 2012). Selain jalur polinasi bunga betina, infeksi *Acidovorax citrulli* dapat terjadi selama proses perkecambahan di dalam tanah. Patogen akan bergerak secara pasif

berpindah ke tanah dan menyebar kedalam bibit tanpa menunjukkan perkembangan gejala (Song et al., 2020). Kotiledon yang tumbuh dari biji yang terinfeksi dapat menjadi sumber utama inokulum sekunder untuk menyebarkan *Acidovorax citrulli* ke bibit sehat di sekitarnya (Chalupowicz et al., 2015).

2. Akar

Akar sebagai organ vegetatif tanaman sangat bermanfaat untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, merupakan alat penyalur nutrisi dari tempat serapan kemudian disalurkan ke bagian tanaman lainnya yang membutuhkan sehingga berpengaruh pada proses fisiologis tanaman. Akar merupakan organ tanaman yang paling penting untuk mempertahankan agar tanaman tetap berdiri. Jika akar terkena infeksi, maka bagian tanaman lain kekurangan nutrisi.



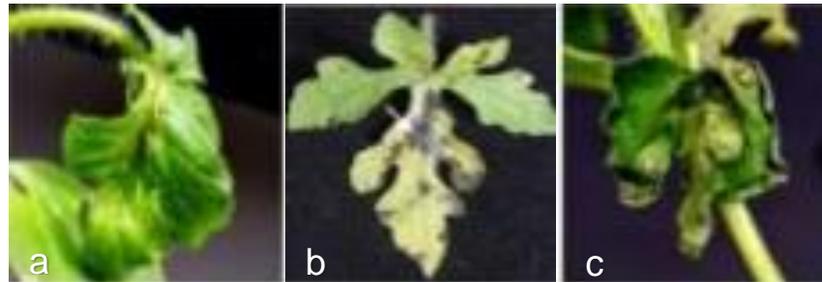
Gambar 2. Bibit semangka yang mengalami luka pada akar akibat *Acidovorax citrulli*, tanda panah merah menunjukkan bibit mengalami layu dan gejala nekrosis (Sumber: Song et al., 2020)

Infeksi bakteri *Acidovorax citrulli* pada akar tanaman semangka ditandai dengan gejala luka pada akar dan bibit layu serta timbul gejala nekrosis seperti pada gambar 2. Infeksi berupa luka pada akar akan meningkatkan infeksi. Penelitian oleh Song et al. (2020), akar pada bibit dicabut sehingga melukai akar tanaman semangka dan hasil menunjukkan bahwa efisiensi infeksi akan meningkat melalui proses pencabutan bibit semai. *Acidovorax citrulli* dapat berpindah secara pasif ke tanah dan akan menginfeksi ke akar bibit sekitar dan akhirnya akan bermigrasi ke batang inang bibit sekitarnya (Chalupowicz et al., 2015). *Acidovorax citrulli* menginfeksi bibit semangka melalui akar utuh setelah perkecambahan (Song et al., 2020).

3. Daun

Daun memiliki klorofil yang berperan dalam melakukan proses fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun, maka tempat untuk melakukan proses fotosintesis menjadi lebih banyak. Tanaman yang terkena hama ataupun penyakit tidak tumbuh dengan baik, tanaman

tersebut tidak akan bertambah panjang dan daunnya akan menggulung atau keriting dan tanaman tersebut tidak akan bisa menghasilkan bunga untuk dipolinasi pada bunga jantan.



Gambar 3. Daun semangka yang terinfeksi *Acidovorax citrulli* (a) nekrosis pada tulang daun (Song et al., 2020); (b) nekrosis pada daun dan diperparah dengan mengerutnya daun (Song et al., 2020); dan (c) nekrosis di seluruh daun serta timbulnya bercak hitam di sepanjang tulang daun (Islam et al., 2019)

Infeksi yang ditimbulkan *Acidovorax citrulli* pada tanaman semangka yang terjadi pada daun menimbulkan kerusakan dengan gejala nekrosis (Gambar 3). Daun semangka yang telah dewasa yang terinfeksi patogen *Acidovorax citrulli* akan menunjukkan gejala lesi berwarna gelap hingga coklat kemerahan yang akan berkembang di sepanjang urat daun, namun lesi tersebut tidak dapat dibedakan dengan gejala dari penyakit lain seperti halnya penyakit antraknosa dan hawar batang. Infeksi patogen pada jaringan daun tidak berdampak secara langsung pada hasil dan tidak berdampak pada kerugian ekonomi.

4. Buah

Semangka mempunyai kulit buah yang tebal, berdaging dan licin. Daging kulit semangka ini disebut albedo. Warna kulit buah bermacam-macam seperti hijau tua, kuning agak putih, atau hijau muda bergaris putih. Daging buah semangka mengandung banyak air, sehingga buah ini rentan terkena penyakit, salah satunya adalah penyakit *Bacterial Fruit Blotch (BFB)*.



Gambar 4. Buah semangka yang mengalami gejala *Bacterial Fruit Blotch* (BFB); (a) gejala lesi berukuran kecil pada kulit buah dan akan tumbuh menjadi bercak hijau tua (Seminis, 2016); (b) buah yang mengalami keretakan akibat lesi (Bi et al., 2019)

Infeksi yang terjadi pada buah semangka yang disebabkan oleh *Acidovorax citrulli* akan menunjukkan gejala awal berupa lesi berukuran kecil pada kulit buah dan akan tumbuh menjadi bercak hijau dan menimbulkan keretakan pada buah semangka (Gambar 4). Buah semangka dapat terinfeksi penyakit BFB yang terjadi selama proses penyerbukan atau sekitar dua hingga tiga minggu setelah penyerbukan. Gejala akan berkembang sesaat sebelum pematangan menuju panen dengan timbulnya lesi kecil berwarna zaitun dengan bentuk yang tidak beraturan. Lesi tersebut akan berkembang secara cepat menjadi bercak hijau tua pada buah dan mulai menembus daging buah semangka seperti pada gambar 4a. Gambar 4a menunjukkan lesi mulai membentuk retakan pada buah semangka. Retakan tersebut akan menyebabkan patogen sekunder lain yang berada di tanah dapat masuk dan menyebabkan buah akan busuk dari dalam. Secara tidak langsung buah yang telah busuk tadi telah terkontaminasi dan terinfeksi oleh *Acidovorax citrulli*. Faktor tersebut akan menginfeksi benih secara efisien dan akan semakin banyak bakteri yang berkoloni di dalam benih seiring dengan berjalannya waktu (Song et al., 2020).

Pencegahan penularan benih *Acidovorax citrulli* dalam lahan transplantasi adalah pengendalian yang paling efektif dari bercak buah bakteri semangka yang tersedia saat ini. Asam peroksiasetat dievaluasi sebagai desinfektan yang dapat secara berkhasiat memusnahkan *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* dari biji yang terkontaminasi dan juga berkhasiat terhadap penyakit semangka menular benih lainnya. Asam peroksiasetat pada konsentrasi rendah menghilangkan *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*, *Fusarium oxysporum*, dan *Didymella bryoniae* dari suspensi mikroba. Perlakuan benih yang terkontaminasi *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* dan *Didymella bryoniae* dengan asam peroksiasetat. Pengendalian hayati menggunakan antagonis mikroba telah mendapat banyak perhatian sebagai langkah alternatif dan menjanjikan untuk mengendalikan berbagai penyakit tanaman (Daguerre et al., 2014; Chowdhury et al., 2015).

Proses penekanan penyebaran penyakit BFB dapat dilakukan dengan pengendalian biologis melalui bakteri atau ragi yang bersifat antagonis, hal tersebut sebagai solusi yang ramah lingkungan. Salah satu bakteri tersebut yaitu bakteri patogen pada Jagung seperti *Acidovorax avenae* Subsp. *avenae* AAA99-2 atau *Pseudomonas fluorescens* A506 yang digunakan untuk memberhentikan penularan bercak bakteri pada bibit. Hal tersebut dapat mengurangi bercak bibit pada buah semangka dalam kondisi perlakuan di rumah kaca (Horuz & Aysan, 2016). Selain itu, terdapat bakteri antagonis dari genera yang berbeda seperti *Bacillus*, *Paenibacillus* dan *Pseudomonas* serta ragi diidentifikasi efisien dalam mengendalikan BFB (Jiang et al., 2015). Berdasarkan penelitian ini, antagonis *Pseudomonas oryzihabitans* dan *Pseudomonas fluorescens* sangat mengurangi perkembangan penyakit hingga 82% pada benih yang diberi perlakuan antagonis. Sementara *Pseudomonas putida* menunjukkan pengendalian penyakit BFB yang lebih besar hingga 65%, antagonis *Paenibacillus polymyxa* dan *P. jamilae* menghambat pertumbuhan patogen lebih dari 50% (Melo et al., 2015). Kheirandish & Harighi (2015) mengevaluasi efek antagonis dari beberapa rizobakteri terhadap *Ralstonia solanacearum*. Tujuh isolat dengan efek penghambatan terhadap patogen diidentifikasi sebagai *Pseudomonas putida*, *Paenibacillus* sp., dan *Serratia* sp. dan antagonis secara signifikan mengurangi penyakit sebesar 38-56%.

PENUTUP

Bacterial Fruit Blotch (BFB) merupakan jenis penyakit yang disebabkan oleh *Acidovorax citrulli*. Bakteri tersebut menyerang organ pada buah, diantaranya daun, buah, akar, batang, dan bunga. Akibat kerusakan oleh bakteri tersebut bisa mencapai 90%. Gejala pada buah yang terinfeksi BFB diantaranya, bercak buah, busuk bunga, hawar pada daun dan bibit. Solusi untuk menangani penyakit tersebut adalah dengan pengendalian biologis melalui bakteri atau ragi yang bersifat antagonis. Salah satu bakteri tersebut yaitu bakteri patogen pada Jagung seperti *Acidovorax avenae* Subsp. *avenae* AAA99-2 atau *Pseudomonas fluorescens* A506 yang digunakan untuk memberhentikan penularan bercak bakteri pada bibit.

REFERENSI

- Bi, Y., Li, X., Yu, H., An, M., Li, R., Xia, Z., & Wu, Y. (2019). Development of a multiplex RT-PCR assay for simultaneous detection of *Cucumber green mottle mosaic virus* and *Acidovorax citrulli* in watermelon. *PeerJ*, 7, e7539. doi: [10.7717/peerj.7539](https://doi.org/10.7717/peerj.7539)
- Burdman, S. & Walcott, R. (2012). *Acidovorax citrulli*: Generating Basic and Applied Knowledge to Tackle a Global Threat to the Cucurbit Industry. *Molecular Plant Pathology*, 13: 805–815.

- Chalupowicz, L., Dror, O., Reuven, M., Burdman, S. & Manulis-Sasson, S. (2015). Cotyledons are the main source of secondary spread of *Acidovorax citrulli* in melon nurseries. *Plant Pathol*, 64:528-536.
- Chowdhury, S. P., Hartmann, A., Gao, X., and Borriss, R. (2015). Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42-a review. *Front. Microbiol.* 6:780. doi: 10.3389/fmicb.2015.00780
- Daguere Y, Siegel K, Edel-Hermann V, Steinberg C. (2014). Fungal proteins and genes associated with biocontrol mechanisms of soilborne pathogens: a review. *Fungal Biol Rev* 28:97-125. doi: 10.1016/j.fbr.2014.11.001
- Deng, W. L., Huang, T. C. & Tsai, Y. C. (2013). First Report of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* as the Causal Agent of Bacterial Leaf Blight of Betelvine in Taiwan. *Plant Disease* 94: 1065–1065.
- Dutta, B., U. Avci, M.G. Hahn, & R.R. Walcott. (2012). Location of *Acidovorax citrulli* in Infested Watermelon Seeds is Influenced by the Pathway of Bacterial Invasion. *Phytopathology* 102: 461–468.
- Horuz, S., & Aysan, Y. (2016). Biological Control of Watermelon Seedling Blight Caused by *Acidovorax citrulli* Using Antagonistic Bacteria from the Genera *Curtobacterium*, *Microbacterium*, and *Pseudomonas*. *Plant Protect.Sci*, doi: 10.17221/168/2016-PPS.
- Islam, M. D. R., Hossain, M.R., Kim, H.K., Jesse, D. M. I., Abuyusuf, M. D., Jung, H. J., Park, J. I., & Nou, I. S. (2019). Development of Molecular Markers for Detection of *Acidovorax citrulli* Strains Causing Bacterial Fruit Blotch Disease in Melon. *International Journal of Molecular Sciences*, 20 (11), 2715. doi: [10.3390/ijms20112715](https://doi.org/10.3390/ijms20112715).
- Jett, L. W., Baker, T. P., & Corwin, B. (2022). Watermelon Bacterial Fruit Blotch. MU Extension: University of Missouri-Columbia.
- Jiang, C., Wu F., Yu, Z., Xie, P., Ke, H., Li, H., Yu, Y., & Guo J. (2015). Study on screening and antagonistic mechanisms of *Bacillus amyloliquefaciens* 54 against bacterial fruit blotch caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Microbiological Research*, 170, 95–104.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2017). Statistik Pertanian 2017. [Serial online]. <http://pangan.litbang.pertanian.go.id>, diakses 19-05-2019.
- Kheirandish, Z., & Harighi B. (2015). Evaluation of bacterial antagonists of *Ralstonia solanacearum*, causal agent of bacterial wilt of potato. *Biological Control*, 86, 14–19
- Kosasi, S. (2014). Sistem Pakar Hama dan Penyakit Tanaman Semangka Menggunakan Metode Certainty Factor. *Jurusan Sistem Informasi, STMIK Pontianak*, 108- 1012,7.

- Langston, D. B. (2013). *Acidovorax citrulli* Bacterial Fruit Blotch of Cucurbit. European and Mediterranean Plant Protection Organization.
- Latin, R.X. (2014). *Diseases and Pests of Muskmelons and Watermelons. Cooperative Extension Service*. Purdue University: West Lafayette.
- Melo, E. A., Mariano, R. L., Laranjeira, D., Santos, A. D., Gusmao, L. O., & Souza, E. B. (2015). Efficacy of yeast in the biocontrol of bacterial fruit blotch in melon plants. *Tropical Plant Pathology*, 40, 56–64.
- Pakpahan, A.V. dan Doni, D. (2019). Implementasi Metode Forward Chaining Untuk Mendiagnosis Organisme Pengganggu Tanaman (Opt) Kopi. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 10(1), 117–126.
- Seminis. (2016). Agronomic Spotlight: Bacterial Fruit Blotch Of Watermelon. Seminis Vegetable Seeds, Inc.
- Song, Yu-Rim, Hwang, I. S., & Oh, C. S. (2020). Natural Variation in Virulence of *Acidovorax citrulli* Isolates That Cause Bacterial Fruit Blotch in Watermelon, Depending on Infection Routes. *The Plant Pathology Journal*, 36 (1), 29-42. doi: [10.5423/PPJ.OA.10.2019.0254](https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.10.2019.0254)
- Suryanarayana, T. M. V., & Mistry, P. B. (2016). Review of Literature. *In SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology* (hal. 2737). <https://doi.org/10.1007/978-981-10-0663-0>
- Walcott,R.R. (2005). Bacterial FruitBlotch ofCucurbits. *The Plant Health Instructor*, DOI: [10.1094/PHI-I2005-1025-02](https://doi.org/10.1094/PHI-I2005-1025-02).
- Windari, U., Joko, T., & Subandiyah, S. (2015). Deteksi Penyakit *Bakterial Fruit Blotch* (BFB) Pada Melon Menggunakan Elisa. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 19(1), 1-5.