

## Deteksi Molekuler *Burkholderia Glumae* Pada Varietas Padi Mekongga Di Kecamatan Indramayu

Fina Dwimartina<sup>1</sup>, Fadhillah Laila<sup>2</sup>, Faisal Al Asad<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Wiralodra, Jl. Ir. H. Djuanda KM 03 Singaraja Indramayu, Jawa Barat, Indonesia, fina.dwimartina@unwir.ac.id

Diterima 15 Januari 2022, disetujui 6 April 2022, diterbitkan 7 April 2022

Pengutipan: Dwimartina, F, Laila, F & Al Asad, F.(2022). Deteksi Molekuler *Burkholderia Glumae* Pada Varietas Padi Mekongga di Kecamatan Indramayu. *Gema Wiralodra*, 13(1), 23-33, 2022

### ABSTRAK

Deteksi patogen penyebab penyakit tumbuhan dapat dilakukan baik secara langsung maupun tidak langsung. Deteksi secara langsung umumnya dilakukan dengan menggunakan metode serologi dan molekuler. Deteksi bakteri patogen dengan teknik molekuler dapat dilakukan dengan teknik *polymerase chain reaction* (PCR). Penyakit hawar malai yang disebabkan oleh *Burkholderia glumae* dilaporkan telah menginfeksi tanaman padi di Indonesia. *B. glumae* dapat terbawa benih sehingga berpotensi menyebar dengan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui wilayah sebar penyakit hawar malai pada padi varietas Mekongga di Kecamatan Indramayu. Metode yang dilakukan meliputi pengambilan sampel biji padi Mekongga di Kecamatan Indramayu, kemudian diuji secara molekuler. Penelitian ini dilakukan dalam waktu 12 bulan ketika suhu dan kelembapan tinggi serta menjelang panen pada tanaman padi. *B. glumae* pada biji padi diekstraksi menggunakan DNeasy Plant Mini Kit Qiagen, dideteksi menggunakan primer Hasebe dan Lida, kemudian dilakukan elektroforesis menggunakan 5µl produk PCR pada agarose 1.2 % di dalam Buffer TAE 1x, pada tegangan 70 V selama 40 menit. DNA ladder menggunakan 100 bp plus dari Thermo Scientific. Hasil amplifikasi PCR terhadap sampel biji padi menunjukkan sampel tersebut positif terinfeksi *B. glumae*. Hal ini dapat terjadi karena pada saat pengambilan sampel, Kecamatan Indramayu sedang memasuki musim kering, sehingga potensi berkembangnya penyakit hawar malai akan meningkat. Infeksi *B. glumae* akan meningkat pada suhu dan kelembapan tinggi, sehingga akan berpengaruh terhadap peningkatan insidensi penyakit hawar malai.

**Kata kunci:** *Burkholderia glumae*, Biji Padi, Hawar Malai, Busuk Bulir, Molekuler

### ABSTRACT

Detection of plant disease-causing pathogens can be done either directly or indirectly. Direct detection is generally carried out using serological and molecular methods. Detection of pathogenic bacteria with molecular techniques can be done by polymerase chain reaction (PCR). Panicle blight caused by *Burkholderia glumae* has been reported to have infected rice plants in Indonesia. *B. glumae* can be carried by seeds so that it has the potential to spread quickly. This study aims to determine the distribution area of panicle blight on the Mekongga rice variety in Indramayu District. The method used included sampling of Mekongga rice seeds in Indramayu District, then molecular testing. This research was conducted within 12 months when the temperature and humidity were high and before harvest in rice plants. *B. glumae* in rice seeds was extracted using DNeasy Plant Mini Kit Qiagen, detected using Hasebe and Lida primers, then electrophoresis was performed using 5µl PCR product on 1.2% agarose in 1x TAE buffer, at 70 V voltage for 40 minutes. The DNA ladder uses 100 bp plus from Thermo Scientific. The results of PCR amplification of the rice seed sample showed that the sample was positive for the *B. glumae* infection. This can happen because at the time of sampling, Indramayu District is entering the dry season, so the potential for developing panicle blight will increase. *B. glumae* infection will increase at high temperature and humidity, thus affecting the increase in the incidence of panicle blight.

**Keywords:** detection, *Burkholderia glumae*, rice grains, grain root, molecular

## PENDAHULUAN

Penyakit hawar malai padi disebabkan oleh *Burkholderia glumae* pertama kali dilaporkan di Jepang tahun 1956, dan diketahui menyebabkan gejala busuk bulir dan hawar pada bibit padi. Menurut Wamishe (2014), gejala ini sering ditemukan pada bulir padi, sehingga dikenal dengan nama busuk bulir (*grain rot*) di beberapa wilayah Asia. Hawar malai diketahui menjadi salah satu penyakit penting pada pertanaman padi di Amerika, Korea dan Jepang. Pada tahun 1995, penyakit ini mulai berkembang dan menjadi masalah penting pada pertanaman padi di Arkansas, Amerika Serikat. Wilayah ini dikenal sebagai salah satu daerah penghasil padi terbesar di Amerika Serikat. Kehilangan hasil di wilayah Louisiana akibat penyakit hawar malai mencapai 40% (Mizobuchi et al., 2013).

Menurut Wamishe (2014), awalnya penyakit ini sering ditemukan pada tanaman padi kultivar Bengal serta Cypress, dan dikenal dengan dengan nama *panicle blight*. Gejala yang dihasilkan *panicle blight* diketahui sebagai akibat dari kondisi lingkungan tertentu, seperti suhu yang tinggi, cekaman air, penyerbukan yang tidak optimal, serta kontaminasi bahan kimia di sekitar perakaran. Kemudian dilakukan isolasi dan identifikasi pada bagian tanaman yang bergejala, untuk mengetahui secara pasti penyebab *panicle blight*. Hasil identifikasi diketahui bahwa penyebab *panicle blight* merupakan bakteri patogen tumbuhan *Burkholderia glumae*. Penamaannya pun berubah menjadi *bacterial panicle blight* untuk membedakan dengan penyakit yang disebabkan oleh faktor lingkungan karena adanya kemiripan gejala yang dihasilkan (Nandakumar et al, 2009; Sayler et al, 2006).

Serangan *B. glumae* pada pertanaman padi di Indonesia masih belum sebanyak penyakit hawar daun bakteri oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* dan penyakit blas oleh *Pyricularia oryzae*. Kerugian yang disebabkan oleh penyakit hawar malai di Indonesia belum pernah dilaporkan sebelumnya. Namun, melihat dari ekologiannya, kondisi iklim yang panas dan kering serta curah hujan yang cukup tinggi di Indonesia saat ini sangat sesuai untuk perkembangan penyakit hawar malai. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap peningkatan intensitas serta keparahan penyakit (Joko, 2017). Bakteri patogen ini dapat terbawa benih, sehingga potensi menyebar ke wilayah lain menjadi lebih besar dan dikhawatirkan akan muncul *outbreak* di masa yang akan datang.

Bakteri *B. glumae* dapat bertahan pada permukaan tanaman terutama pada bagian daun dan batang pelepah namun bersifat non-patogenik. Koloni bakteri ini dapat tersebar

keseluruh bagian tanaman mengikuti pertumbuhan tanaman. Populasi bakteri akan meningkat secara cepat pada permukaan malai yang sedang berkembang dan mulai menginfeksi bunga (Kim et al., 2012). *B. glumae* akan menginfeksi bulir yang sedang berkembang setelah proses penyerbukan. Bunga padi yang terinfeksi kemudian akan mengalami pembusukan pada saat pengisian bulir (Nandakumar et al., 2009; Tsushima, 1996). Kerentanan terhadap infeksi turun sekitar enam hari setelah tahap pembungaan. Infeksi penyakit hawar malai umumnya berkembang dengan pola melingkar pada suatu pertanaman padi. Pola ini terjadi karena malai yang terinfeksi tetap tumbuh tegak (Takeuchi et al., 1997).

Gejala hawar malai padi dapat terlihat terutama pada bagian malai dan bulir padi. Menurut (Groth & Hollier, 2009), mulanya gejala berupa bercak kecil berukuran 1–5 mm, berwarna cokelat muda dengan bagian tepi berwarna cokelat. Bercak muncul pada bagian daun, spikelet serta bulir, kemudian pada tingkat infestasi yang tinggi bulir akan gugur sebelum proses pengisian. Bulir padi yang terinfeksi akan menjadi sumber inokulum dan menyebarkan patogen ke bagian malai. Bulir padi yang kosong akan menyebabkan malai tumbuh tegak, namun bagian batang malai tetap berwarna hijau. Bulir padi yang kosong mulanya berwarna kecokelatan, kemudian berubah menjadi keabuan, hitam atau berwarna gelap sebelum akhirnya gugur. Gejala pada bulir yang telah terisi namun terinfeksi *B. glumae*, berupa adanya perubahan warna menjadi cokelat.

Gejala infeksi *B. glumae* dapat muncul pada bagian pelepah berupa bercak panjang keabuan dengan bagian tepi berwarna cokelat kemerahan. Karakteristik lainnya yaitu malai tumbuh ke atas dan berwarna kekuningan dengan bagian pangkal bunga berwarna gelap serta terdapat garis cokelat kemerahan yang melintang di bagian tengah. Pada tingkat infeksi yang tinggi, proses pengisian bulir dapat terganggu. Hal ini menyebabkan malai tumbuh tegak, karena bulir tidak terisi (Nandakumar et al., 2009).

Tingkat keparahan penyakit hawar malai dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat kerentanan tanaman inang, jumlah inokulum, kelembapan serta kondisi suhu lingkungan (Kado, 2010). Kondisi lingkungan pada tahap pembungaan juga akan menentukan tingkat kejadian dan keparahan penyakit hawar malai. Pada kelembapan tinggi, potensi infeksi bakteri pada bagian spikelet akan meningkat. *B. glumae* akan tumbuh optimal pada suhu 30-35°C, dan pada kisaran suhu tersebut bakteri ini akan memproduksi senyawa

fitotoksin yaitu toxoflavin. Oleh karena itu, penyakit ini sering ditemukan pada daerah tropis dan semi-tropis karena memiliki iklim panas yang cocok untuk perkembangan *B. glumae*. Selain itu, adanya pemanasan global juga akan meningkatkan kejadian dan keparahan penyakit di pertanaman padi (Mizobuchi *et al.*, 2013). *B. glumae* dapat terbawa benih, sehingga berpotensi tinggi menyebar ke wilayah lain (Yabuuchi *et al.*, 1992).

Deteksi bakteri patogen yang menginfeksi secara laten pada biji atau jaringan tanaman lain cukup sulit dilakukan, karena bakteri target umumnya tersebar secara tidak merata dan dalam populasi yang kecil. Menurut Liu *et al.* (2012), umumnya metode yang dilakukan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi *B. glumae* yaitu secara fisiologi, biokimia, serologi dan molekuler. Deteksi patogen penyebab penyakit tumbuhan dapat dilakukan baik secara langsung maupun tidak langsung. Deteksi secara langsung umumnya dilakukan dengan menggunakan metode serologi dan molekuler. Kedua metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi sampel dalam jumlah yang banyak dan menghasilkan analisis yang tepat dan akurat. Metode ini umumnya digunakan untuk mendeteksi mikroorganisme patogen tumbuhan seperti bakteri, virus dan jamur.

Melihat dari ekologi, kondisi iklim yang panas dan kering serta curah hujan yang cukup tinggi di Indonesia saat ini sangat sesuai untuk perkembangan penyakit hawar malai. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap peningkatan intensitas serta keparahan penyakit. Dwimartina dan Laila (2022) dalam penelitiannya tidak menemukan adanya sampel biji padi yang positif terinfeksi *Burkholderia glumae* pada sampel biji padi yang diuji di sawah tadah hujan lingkungan Universitas Wiralodra Indramayu. Akan tetapi, Handiyanti *et al* (2018) menemukan tanaman padi di Kabupaten Cirebon, Purworejo, dan Banyuwangi terinfeksi patogen ini. Dari latar belakang yang dikemukakan, dapat dirumuskan masalah diantaranya *B. glumae* pada varietas padi Mekongga di Kecamatan Indramayu sebagai salah satu sentra produksi padi nasional. Sehingga perlunya mengetahui sebaran *B. glumae* dengan deteksi secara molekuler yang akan sangat bermanfaat sebagai dasar penentuan tindakan pencegahan dan pengendalian yang preventif bagi patogen tersebut sebagai tujuan dari penelitian ini.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada sawah petani di Kecamatan Indramayu. Waktu percobaan dilaksanakan selama 12 bulan ketika suhu dan kelembapan tinggi serta menjelang panen pada tanaman padi. Biji padi varietas Mekongga secara acak diambil di Kecamatan Indramayu. Sampel biji padi yang diambil kemudian di uji secara molekuler.

### Ekstraksi DNA

Ekstraksi DNA dari biji padi menggunakan DNeasy Plant Mini Kit Qiagen. PCR pada sampel menggunakan pasangan primer dari Hasebe and Iida: *forward* 1418S (5'-GCG ATA TGG CAA GAC GCA AA-3') dan *reverse* 1418A (5'-AGT CAT ACC CTT TGT CAG CGT-3'), menghasilkan amplicon 571 bp. Komposisi Komponen PCR (menggunakan MyTaq HS Red Mix PCR, Bioneer) dengan komponen Master Mix (2x) 12,5 µl, Primer forward (10 µM) 1 µl, Primer reverse (10 µM) 1 µl, Template (DNA) 1-4 µl, dan Nuclease Free Water 25 µl. PCR dilakukan pada mesin Thermocycler AB Verity dengan program: Denaturasi awal 94°C, 4 menit, Amplifikasi 30 siklus: Denaturasi 94°C, 30 detik, Annealing 59°C, 20 detik, Ekstensi 72°C, 45 detik, dan Ekstensi Akhir 72°C, 10 menit.

### Analisis molekuler

Analisis molekuler menggunakan metode elektroforesis dilakukan terhadap 5µl produk PCR pada agarose 1.2 % di dalam Buffer TAE 1x, pada tegangan 70 V selama 40 menit. DNA ladder menggunakan 100 bp plus dari Thermo Scientific. Setelah selesai elektroforesis, gel agarosa kemudian direndam dalam larutan Ethidium Bromide selama 20 mnt, kemudian dilakukan visualisasi hasil elektroforesis tersebut menggunakan Carestream Gel Logig 212 PRO.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

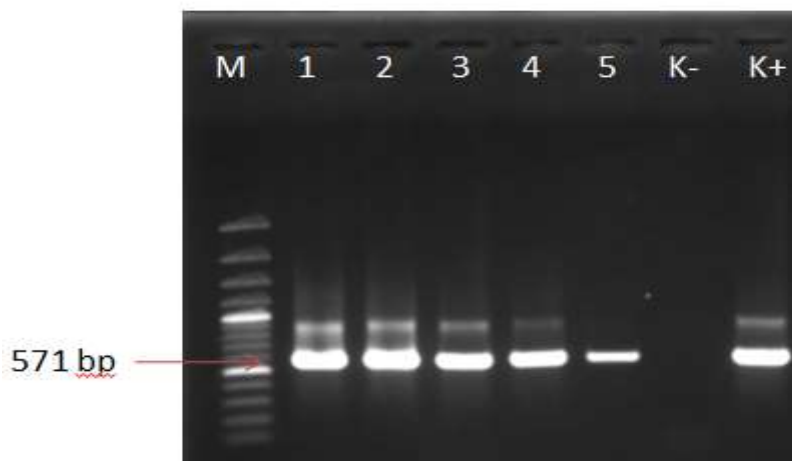
Pengambilan sampel biji padi varietas Mekongga secara acak dilakukan di Kecamatan Indramayu, Jawa Barat. Survei dan pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni - Agustus 2020. Sampel biji padi yang diambil memiliki gejala berupa bercak coklat di bagian permukaan kulitnya. Pada lokasi diperoleh satu sampel biji padi dengan varietas Mekongga. Varietas tersebut merupakan varietas yang banyak ditanam oleh petani di wilayah Indramayu, karena mampu menghasilkan panen yang cukup tinggi. Selain itu, para

petani cenderung menggunakan varietas yang sama selama musim tanam, sehingga jenis padi yang ditanam merupakan varietas dari hasil panen sebelumnya. Pengambilan sampel dilakukan pada saat masa panen hingga setelah masa panen. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan sampel berupa malai dan biji padi yang memiliki gejala infeksi *B. glumae*.



**Gambar 1.** Sampel biji padi varietas Mekongga.

Sampel biji padi yang diambil kemudian diuji secara molekuler menggunakan primer spesifik. Hasil amplifikasi PCR terhadap sampel biji padi varietas Mekongga menunjukkan sampel tersebut positif terdeteksi *B. Glumae*. Biji padi yang terinfeksi *B. glumae* memiliki ciri bercak cokelat di bagian permukaan kulitnya. Bercak cokelat dapat ditemukan pada bagian uji biji atau melintang di bagian tengah. (Gambar 2). Dari hasil elektroforesis, terdapat pita DNA dari masing-masing isolat uji yang letaknya berada di bawah pada 571 bp. Hasil analisis PCR menunjukkan bahwa lima sampel isolat bakteri yang diuji dapat teramplifikasi oleh primer. M= DNA ladder 100 bp plus; K+= Kontrol positif (*B. glumae*); K-= Kontrol negatif (NFW); 1= Sampel biji padi varietas Mekongga.



**Gambar 2.** Visualisasi hasil amplifikasi DNA dari varietas padi Mekongga menggunakan primer spesifik.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Karki *et al.* (2012), yang melakukan uji konfirmasi terhadap 24 isolat *B. glumae* menggunakan primer BGF/BGR. Analisis pada daerah ITS dan urutan basa 16-23S rDNA dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan membedakan isolat *B. glumae* dari *B. gladioli*, karena *B. gladioli* juga dapat menginfeksi tanaman padi dan menghasilkan gejala yang mirip dengan gejala oleh infeksi *B. glumae*. Isolasi biji padi juga diperlukan, untuk memastikan hasil yang diperoleh tepat dan akurat. Selain itu, Yabuuchi *et al.*, (1992) menyatakan bahwa deteksi *B. glumae* dapat dilakukan pada sampel benih padi yang diperoleh dari tanaman terinfeksi. Deteksi dilakukan terhadap benih padi dengan gejala berat, ringan serta tanpa gejala.

Pada umumnya gejala perubahan warna (*discoloration*) pada biji padi dapat digunakan sebagai indikator adanya infeksi oleh bakteri patogen. Namun, *B. glumae* juga dapat dideteksi pada sampel yang tidak menghasilkan gejala. Fory *et al.* (2013) melaporkan bahwa dari 14 sampel biji yang tidak bergejala, terdapat 3 sampel yang positif terinfeksi *B. Glumae*. Sampel biji padi yang positif terdeteksi *B. glumae* dapat terjadi karena pada saat pengambilan sampel, wilayah Indramayu sedang memasuki musim kering, sehingga potensi berkembangnya penyakit hawar malai akan meningkat. Infeksi *B. glumae* akan meningkat pada suhu dan kelembapan tinggi, sehingga akan berpengaruh terhadap peningkatan insidensi penyakit hawar malai.

### **Pembahasan**

Biji padi yang terinfeksi akan memiliki gejala bercak cokelat pada bagian permukaan kulitnya. Bercak cokelat dapat muncul baik pada bagian ujung dan pangkal biji maupun melintang di bagian tengah biji. Bercak cokelat tidak hanya terlihat pada bagian permukaan kulit, namun juga pada bagian dalam biji padi yang berwarna putih. Bercak cokelat ini mirip dengan gejala bekas tusukan walang sangit (*Leptocorisa oratorius*). Baik infeksi *B. glumae* maupun serangan walang sangit terjadi pada tahap pembungaan hingga tahap masak susu, sehingga bercak cokelat yang terlihat pada permukaan biji seringkali bias dan sulit untuk dibedakan. Gejala infeksi *B. glumae* berupa biji berwarna hijau pucat, mengerut, kemudian berubah menjadi kuning dan kecokelatan. Pada awalnya lesi muncul di bagian pangkal biji, kemudian meluas ke bagian atas. Pangkal bulir yang telah terinfeksi lanjut akan menjadi busuk dan mengakibatkan aborsi (Sayler *et al.*, 2006). Perbedaan gejala yang disebabkan oleh tusukan hama walang sangit yaitu berupa titik berwarna abu kekuningan dengan warna

cokelat di sekeliling bekas tusukan. Biji padi yang terserang, akan menyebabkan separuh hampa, serta beras yang dihasilkan berubah warna menjadi putih kecokelatan hingga kehitaman dan mengapur. Pada proses penggilingan, beras yang telah terserang walang sangit akan menjadi mudah pecah.

Infeksi *B. glumae* pada tanaman padi lebih banyak terjadi pada bagian bulir. Bakteri *B. glumae* akan masuk melalui rambut-rambut glume, kemudian mengkolonisasi pada bagian stamen, putik, hingga ovarium bunga padi. Bakteri ini dapat menyebar dan mengganggu proses fertilisasi sehingga tidak terjadi proses pengisian bulir dan mengakibatkan bulir hampa atau aborsi. Jika *B. glumae* menginfeksi sebelum tahap pembungaan, maka bulir tidak terisi dan mengakibatkan malai tumbuh tegak. Namun bila bakteri ini menginfeksi pada tahap pengisian bulir, maka infeksi tetap terjadi dan *B. glumae* dapat bertahan pada bulir tersebut (Handiyanti *et al.*, 2018).

*B. glumae* yang bersifat terbawa benih dapat menurunkan produksi bibit padi. Benih padi yang telah terinfeksi dan membawa *B. glumae*, tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Bibit padi yang tumbuh akan mengalami gejala hawar dan busuk, sehingga tidak dapat dipindah tanamkan. Liu *et al.*, (2012) menyatakan bahwa benih padi yang diberi perlakuan inokulum *B. glumae*, akan mengalami penurunan daya kecambah. Infeksi *B. glumae* dapat menyebabkan busuk lunak pada masa perkecambahan, selain itu bibit padi yang terinfeksi juga akan tumbuh lebih kecil dan terdapat bercak busuk berwarna cokelat pada bagian pelepah. Infeksi *B. glumae* di Indonesia dilaporkan hanya terjadi pada tanaman padi. Namun, di beberapa negara telah dilaporkan bahwa bakteri patogen ini juga menginfeksi dan menyebabkan layu bakteri pada tanaman lain seperti tomat, perila, cabai, dan terung (Jeong *et al.*, 2003). Penelitian yang dilakukan oleh Cottyn *et al.* (1996) terhadap benih padi yang diberi perlakuan inokulum *B. glumae*, menunjukkan bahwa terjadi penurunan daya kecambah pada benih yang telah diberi perlakuan tersebut. Infeksi *B. glumae* dapat menyebabkan busuk pada masa perkecambahan. Selain itu, bibit padi yang terinfeksi juga akan tumbuh lebih kecil dan terdapat bercak busuk berwarna cokelat pada bagian pelepah. Daun mengalami perubahan morfologi menjadi keriting, melengkung dan memutih pada 1 hingga 2 minggu setelah inokulasi.

Uji konfirmasi dengan isolat bakteri hasil isolasi biji padi juga diperlukan, untuk memastikan hasil yang diperoleh tepat dan akurat. Selain itu, Yabuuchi *et al.*, (1992)



menyatakan bahwa deteksi *B. glumae* dapat dilakukan pada sampel benih padi yang diperoleh dari tanaman terinfeksi. Deteksi dilakukan terhadap benih padi dengan gejala berat, ringan serta tanpa gejala. Pada umumnya gejala perubahan warna (*discoloration*) pada biji padi dapat digunakan sebagai indikator adanya infeksi oleh bakteri patogen. Namun, *B. glumae* juga dapat dideteksi pada sampel yang tidak menghasilkan gejala. Fory *et al.* (2013) melaporkan bahwa dari 14 sampel biji yang tidak bergejala, terdapat 3 sampel yang positif terinfeksi *B. glumae*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan yang diperoleh adalah sampel biji padi varietas Mekongga yang diambil dari Kecamatan Indramayu memiliki gejala berupa bercak cokelat dibagian permukaan kulitnya. Bercak cokelat ditemukan pada bagian pangkal, yang semakin meluas ke bagian tengah biji. Hasil amplifikasi PCR terhadap sampel biji padi yang diisolasi dari Kecamatan Indramayu menunjukkan sampel tersebut positif terdeteksi *B. Glumae*. Berdasarkan hasil penelitian, *B. glumae* sudah terdeteksi pada padi varietas Mekongga di Kecamatan Indramayu dan primer yang digunakan dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan *B. glumae* pada biji padi yang bergejala.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kemenristek Dikti selaku pemberi dana melalui hibah Penelitian Dosen Pemula beserta Laboratorium Balai Besar Uji Standar Karantina Pertanian yang telah melakukan pengujian terhadap sampel bulir padi sehingga Kami dapat menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cottyn, B., Cerez, M. T., Van Outryve, M. F., Barroga, J., Swings, J., & Mew, T. W.. (1996). Bacterial Diseases of Rice. I. Pathogenic Bacteria Associated with Sheath Rot Complex and Grain Discoloration of Rice in the Philippines. *Plant Disease*, 80, 429–437.
- Dwimartina, F., Arwiyanto, T., & Joko, T. (2017). Potential of Endophytic and Rhizobacteria as an Effective Biocontrol for *Ralstonia syzygii* subsp. *syzygii*. *Asian Journal of Plant Pathology*, 11, 191–198.

- Dwimartina, F. & Laila, F. (2022) Analisis Molekuler *Burkholderia glumae* Pada Varietas Padi Cihorang Di Sawah Tadah Hujan Lingkungan Universitas Wiralodra Indramayu. *Jurnal Agro Wiralodra*, 5, 1, 1-5.
- Fory, P.A., Triplett, L., Ballen, C., Abello, J.F., Duitama, J., Aricapa, M .G., Prado, G. A., Correa, F., Hamilton, J., Leach, J. E., Tohme, J., & Mosquera, G. M. (2013). Comparative Analysis of Two Emerging Rice Seed Bacterial Pathogens. *Phytopathology*. 104, 436–444.
- Groth, D. & C. Hollier. (2009). Rice diseases of Louisiana. *Louisiana State University Agricultural Center Publishing*, 1, 9, 3084.
- Handiyanti, M., Subandiyah, S., & Joko, T. (2018). Molecular detection of *Burkholderia glumae*, a causal agent of bacterial panicle blight disease. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 22(1), 98-107.
- Jeong Y., J. Kim., S. Kim., Y. Kang., T. Nagamatsu., & Hwang, I. (2003). Toxoflavin produced by *Burkholderia glumae* causing rice grain rot is reposable for inducing bacterial wilt in many field crops. *Plant Disease*, 87, 890-895.
- Joko, T. (2017). *Burkholderia glumae* sebagai emerging pathogen: Status, potensi kerusakan, dan strategi pengendalian. *Prosiding Simposium Nasional Fitopatologi*, p, 27-35.
- Karki, H.S. , Shrestha, B. K., Han, J. W., Groth, D. E., Barphagha, I. K. , Rush, M. C., Melanson, R. A., Kim, B. S., & Ham, J. H. (2012). Diversities in Virulence, Antifungal Activity, Pigmentation and DNA Fingerprint among Strains of *Burkholderia glumae*. *PLoS ONE*, 7, e45376.
- Kado, C. I. (2010). *Plant Bacteriology*. Minnesota: APS Press.
- Kim, B. K., Cho, M. S., Kim, M . H., Choi, J. H., Kang, M. J., & Shim, H .S. (2012). Rapid and specific detection of *Burkholderia glumae* in rice seed by Real-Time Bio-PCR using specific-specific primers based on an rhs family gene. *Plant Disease*, 96, 577-580.
- Liu, W., Li, L., Khan, M. A., & Zhu, F. (2012). Popular molecular markers in bacteria. *Molecular genetics, Microbiology and Virology*, 27, 103-107.
- Mahfut, Joko, T., & Daryono, B. S. (2016). Molecular Characterization of Odontoglossum Ring Spot Virus (ORSV) in Java and Bali, Indonesia. *Asian Journal of Plant Pathology*, 10, 9–14.
- Mizobuchi, R., Sato, H., Fukuoka, S., Tanabata, T., Tsushima, T., Imbe, T., & Yano, M. (2013). Mapping a quantitative trait locus for resistance to bacterial grain rot in rice. *Rice*, 6, 13.

- Nandakumar, R., Shahjahan, A. K. M., Yuan, X. L., Dickstein, E. R., Groth, D. E., Clark, C. A., Cartwright, R. D., & Rush, M. C. (2009). *Burkholderia glumae* and *B. gladioli* cause bacterial panicle blight in rice in the Southern United States. *Plant Disease*, 93, 896-905.
- Sayler, R.J., Cartwright, R. D., & Yang, Y. (2006). Genetic characterization and realtime PCR detection of *Burkholderia glumae*, a newly emerging bacterial pathogen of rice in the United States. *Plant Disease*, 90, 603-610.
- Takeuchi, T., Sawada, H., Suzuki, F., & Matsuda, I. (1997). Specific detection of *Burkholderia plantarii* and *B. glumae* by PCR using primers selected from the 16S-23S rDNA spacer regions. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 63, 455-462.
- Tsushima, S. (1996). Epidemiology of bacterial grain rot of rice caused by *Pseudomonas glumae*. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 30, 85-89.
- Wamische, Y. 2014. Bacterial panicle blight of rice. Forum for Agricultural Risk Management in Development. <http://www.agriskmanagementforum.org/content/bacterial-panicle-blight-rice>.
- Yabuuchi, E., Kosako, Y., Oyaizu, H., Yano, I., Hotta, H., Hashimoto, Y., Ezaki, T., & Arakawa, M. (1992). Proposal of *Burkholderia gen. nov.* and transfer of seven species of the genus *Pseudomonas* homology group II to the new genus, with the type species *Burkholderia cepacia* (Palleroni and Holmes 1981) *comb. nov.* *Microbiology and Immunology*, 36, 1251 -1275.