

Perkembangan Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tiga Varietas Padi Sawah yang Diinokulasi pada Beberapa Fase Pertumbuhan

Development of Bacterial Leaf Blight Disease Inoculated on Three Varieties of Paddy Rice at Various Growth Stage

Andi Khaeruni*, Muhammad Taufik, Teguh Wijayanto, Eko Aprianto Johan
Universitas Halu Oleo, Kendari 91232

ABSTRAK

Hawar daun bakteri merupakan penyakit penting pada tanaman padi dengan tingkat kerusakan yang dapat mencapai 50%. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada tiga varietas padi yang diinokulasi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pada fase pertumbuhan yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan padi varietas IR64 yang diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* saat fase persemaian memperlihatkan periode inkubasi tercepat dan keparahan penyakit tertinggi, yaitu 4.25 hari setelah inokulasi dan 90%, sedangkan keparahan penyakit terendah sebesar < 40% terdapat pada varietas Cisantana yang diinokulasi saat fase generatif. Jumlah malai tertinggi diperoleh pada tanaman tanpa inokulasi yaitu rata-rata 10 malai per rumpun. Fase pertumbuhan dan varietas padi berpengaruh terhadap perkembangan penyakit hawar daun bakteri, semakin muda fase pertumbuhan tanaman saat terinfeksi maka semakin cepat perkembangan penyakitnya. Varietas IR64 sangat rentan terhadap penyakit hawar daun bakteri.

Kata kunci: fase generatif, fase vegetatif, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*.

ABSTRACT

Bacterial leaf blight is an important disease of rice plant and could damage up to 50%. This study aimed to evaluate development of the bacterial leaf blight disease on three rice varieties which inoculated at various growth stage. The results of this study showed that IR64 variety which inoculated at seedling stage has shortest incubation period as well as disease severity i.e. 4.25 day after inoculation and 90%, respectively, while Cisantana variety which inoculated at generative stage showed the lowest of disease severity (< 40%). The highest number of panicles obtained on without inoculation treatment i.e. an average of 10 panicles. Therefore growth stage and rice variety influenced to bacterial leaf blight disease development, the younger the plant infected, the faster the progression of the bacterial leaf disease. IR64 variety is highly susceptible to bacterial leaf blight disease.

Key words: generative stage, vegetative stage, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

*Alamat penulis korespondensi: Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, Kampus Bumi Tridharma, Jalan HEA Mohodompit Anduonohu, Kendari 93232
Tel: 0401-3193596, Faks: 0401-3193596, Surel: akhaeruni@yahoo.com

PENDAHULUAN

Penyakit hawar daun bakteri (HDB) yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* merupakan salah satu penyakit yang dapat menurunkan produksi padi di Sulawesi Tenggara. Rahim *et al.* (2012) meneliti reaksi ketahanan beberapa varietas padi komersial terhadap patotipe *X. oryzae* pv. *oryzae* dari Sulawesi Tenggara serta melaporkan bahwa padi varietas Cisantana dan Inpari 10 memiliki reaksi ketahanan yang lebih baik dibanding dengan varietas komersial uji lainnya dengan keparahan penyakit kedua varietas tersebut berturut-turut 31% dan 37%, sedangkan pada varietas lainnya di atas 50%.

Berbagai upaya pengendalian penyakit HDB telah banyak dilakukan, namun pengendaliannya belum memberikan hasil yang memuaskan karena patogen penyebab penyakit HDB di Sulawesi Tenggara mempunyai tingkat keragaman patotipe yang tinggi. Faktor lingkungan, varietas padi yang digunakan, dan tingkat mutabilitas gen yang tinggi merupakan penyebabnya (Nayak *et al.* 2008; Jabeen *et al.* 2012). *X. oryzae* pv. *oryzae* dapat menginfeksi tanaman padi dari pesemaian sampai siap panen (Akhtar *et al.* 2011; Wahyudin *et al.* 2011; Jabeen *et al.* 2012) dan juga merupakan patogen terbawa benih (Agustiansyah *et al.* 2013). Selain itu informasi mengenai penyakit HDB yang menginfeksi pada berbagai fase pertumbuhan tanaman padi komersial belum banyak dilaporkan sehingga evaluasi perkembangan penyakit HDB pada berbagai waktu dan fase pertumbuhan tanaman padi perlu diteliti.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di dalam rumah kaca menggunakan padi varietas Cisantana, Inpari 10 dan IR64. Bakteri penyebab HDB *X. oryzae* pv. *oryzae* patotipe IV merupakan koleksi Laboratorium IHPT, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo.

Inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* dilakukan pada empat tahap perkembangan tanaman sesuai perlakuan, yaitu inokulasi pada benih

melalui perendaman benih ke dalam suspensi *X. oryzae* pv. *oryzae* selama 24 jam, inokulasi pada daun bibit tanaman padi saat berumur 21 hari setelah semai, inokulasi pada daun ketika tanaman berumur 35 hari setelah semai (fase vegetatif), dan inokulasi pada daun ketika tanaman berumur 70 hari setelah semai (fase generatif). Inokulasi pada daun dilakukan dengan memotong ujung daun pada 5 lembar daun setiap rumpun dengan gunting yang telah dicelupkan dalam suspensi *X. oryzae* pv. *oryzae* (kepadatan 10^8 cfu mL⁻¹).

Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok dengan pola faktorial yang terdiri atas 2 faktor, yaitu waktu inokulasi dan varietas padi. Waktu inokulasi (W) terdiri atas 5 taraf, yaitu W0, tanpa inokulasi; W1, inokulasi pada fase benih; W2, inokulasi pada fase pesemaian 21 hari setelah semai; W3, inokulasi pada fase vegetatif 2 MST; dan W4, inokulasi pada awal fase generatif 7 MST. Faktor kedua adalah varietas padi (V) yang terdiri atas padi varietas: V1, Cisantana; V2, Inpari 10; dan V3, IR64 sehingga terdapat 15 kombinasi perlakuan. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang 4 kali sebagai kelompok dan setiap satu unit perlakuan ada dua pot sehingga total percobaan ada 120 pot.

Peubah yang diamati ialah periode inkubasi, keparahan penyakit, dan jumlah malai. Periode inkubasi penyakit adalah lamanya waktu (hari) yang diperlukan untuk timbulnya gejala awal penyakit HDB setelah diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae*.

Tingkat keparahan penyakit dihitung menggunakan rumus:

$$IP = \sum_{i=0}^n \frac{(n_i \times v_i)}{(Z \times N)} \times 100\%, \text{ dengan}$$

IP, intensitas keparahan penyakit (%), n_i , jumlah tanaman atau bagian tanaman contoh dengan skala kerusakan; v_i , nilai skala kerusakan contoh ke- i ; N, jumlah tanaman sampel; Z, nilai skala kerusakan tertinggi.

Skor setiap varietas yang diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* patotipe IV didasarkan pada kriteria gejala penyakit HDB (Tabel 1). Jumlah malai tanaman padi dihitung pada akhir fase generatif, yaitu pada pada 14 minggu setelah tanam (MST).

Data hasil pengamatan periode inkubasi dianalisis menggunakan analisis deskriptif dan keparahan penyakit dan jumlah malai padi menggunakan *analysis of variance* dan dapat dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf α 5%.

HASIL

Periode Inkubasi

Periode inkubasi penyakit HDB yang tercepat terdapat pada perlakuan inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* saat fase persemaian dan vegetatif pada padi varietas IR64, yaitu 4.25 dan 4.50 HSI. Periode inkubasi terlama terdapat pada padi varietas Cisantana dan

Tabel 1 Skor dan kriteria gejala penyakit hawar daun bakteri pada daun tanaman padi

Skor	Luas daun yang bergejala hawar (%)
0	0 (tidak bergejala hawar)
1	1–3
2	4–6
3	7–12
4	13–50
5	51–75
6	> 75

Inpari 10 yang diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada fase benih, waktu inkubasi kedua varietas ini untuk menimbulkan gejala penyakit HDB atau rata-rata mencapai 6.25 hari setelah inokulasi (Tabel 2).

Keparahan Penyakit

Keparahan penyakit pada tanaman yang diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* di benih, fase persemaian, dan fase vegetatif mulai teramati pada minggu ke-2. Keparahan penyakitnya bertambah terus sampai akhir pengamatan (Tabel 3). Inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* yang diberikan pada fase generatif, keparahan penyakit mulai teramati pada umur 9 minggu setelah tanam dan terus berkembang hingga akhir pengamatan. Keparahan penyakit tertinggi diperlihatkan pada varietas IR64 yang diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada fase benih, persemaian, dan vegetatif pada akhir pengamatan. Padi varietas Cisantana yang diinokulasi pada fase benih, persemaian, dan vegetatif, tahan terhadap penyakit HDB dibandingkan dengan dua varietas lainnya. Keparahan penyakit pada akhir pengamatan (11 MST) sebesar 38.89% dan merupakan keparahan penyakit terendah di antara semua perlakuan pada waktu pengamatan 11 MST. Keparahannya dapat dibedakan dari var.

Tabel 2 Rata-rata periode inkubasi penyakit hawar daun bakteri pada semua perlakuan waktu inokulasi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

Varietas padi	Waktu Inokulasi	Rata-rata periode inkubasi (hari setelah inokulasi)
Cisantana	Benih	6.25
	Persemaian	5.50
	Vegetatif	6.25
	Generatif	7.75
Inpari 10	Benih	6.25
	Persemaian	5.00
	Vegetatif	5.25
	Generatif	6.00
IR64	Benih	5.75
	Persemaian	4.25
	Vegetatif	4.50
	Generatif	5.75

Tabel 3 Perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada interaksi antara perlakuan waktu inokulasi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan jenis varietas padi selama 11 minggu

Perlakuan Interaksi	Perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada minggu ke- setelah tanam (%)										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
W0V1	0.00 e	0.00 e	0.00 d	0.00 f	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 e	0.00 g	0.00 e
W0V2	0.00 e	0.00 e	0.00 d	0.00 f	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 e	0.00 g	0.00 e
W0V3	0.00 e	0.00 e	0.00 d	0.00 f	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 e	0.00 g	0.00 e
W1V1	11.80 d	18.75 cd	23.61 c	50.69 de	49.30 c	49.30 c	49.30 c	49.30 c	49.30 c	49.30 cd	49.30 cd
W1V2	13.19 cd	25.69 a	35.41 b	59.03 cd	56.94 c	56.94 c	56.94 c	56.94 c	56.94 c	56.94 c	56.94 c
W1V3	15.97 b	21.52 bc	45.83 a	68.05 bc	90.27 a	90.27 a	90.27 a	90.27 a	90.27 a	90.27 a	90.27 a
W2V1	12.50 d	17.36 d	21.52 c	51.38 de	54.16 c	54.16 c	54.16 c	54.16 c	54.16 c	54.16 cd	54.16 cd
W2V2	14.58 bc	20.14 cd	35.41 b	72.22 b	79.16 ab	79.16 ab	79.16 ab	79.16 ab	79.16 ab	79.16 ab	79.16 ab
W2V3	20.83 a	23.61 ab	38.19 b	76.38 ab	89.58 a	89.58 a	89.58 a	89.58 a	89.58 a	89.58 a	89.58 a
W3V1	0.00 e	0.00 e	18.05 c	41.66 e	52.08 c	52.08 c	52.08 c	52.08 c	52.08 c	52.08 cd	52.08 cd
W3V2	0.00 e	0.00 e	20.13 c	65.97 bc	77.77 b	77.77 b	77.77 b	77.77 b	77.77 b	77.77 b	77.77 b
W3V3	0.00 e	0.00 e	22.22 c	83.33 a	83.33 ab	83.33 ab	83.33 ab	83.33 ab	83.33 ab	83.33 ab	83.33 ab
W4V1	0.00 e	0.00 e	0.00 d	0.00 f	0.00 d	0.00 d	0.00 d	16.66 de	25.00 f	38.89 d	
W4V2	0.00 e	0.00 e	0.00 d	0.00 f	0.00 d	0.00 d	0.00 d	20.83 d	30.55 ef	53.47 cd	
W4V3	0.00 e	0.00 e	0.00 d	0.00 f	0.00 d	0.00 d	0.00 d	22.91 d	40.27 de	50.69 cd	

*Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%. W0, tidak dilakukan inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae*; W1, inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada benih; W2, inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada fase persemaian; W3, inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada fase vegetatif (3 MST); W4, inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada fase generatif (7 MST); V1, varietas Cisantana; V2, varietas Inpari 10; V3, varietas IR64.

IR64 jika inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* dilakukan pada fase generatif maka keparahan penyakitnya sama saja pada uji dan keparahan penyakit untuk ketiga varietas padi.

Jumlah Malai

Pada perlakuan waktu inokulasi secara mandiri, padi yang tidak diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* menghasilkan malai terbanyak yaitu rata-rata 10 per rumpun, sementara tanaman yang diinokulasi pada fase benih dan vegetatif lebih rendah. Padi varietas IR64 secara mandiri memberikan hasil jumlah malai yang sama dengan varietas Cisantana dan Inpari 10 (Tabel 4).

PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semua varietas padi yang diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* menunjukkan gejala hawar pada daun. Gejala penyakit hawar daun bakteri (HDB) yang sempurna ditandai dengan bercak memanjang dengan tepi bergelombang dari ujung daun yang berkembang sepanjang tepi kemudian berkembang menjadi hawar dan warna daun berubah menjadi kuning pucat, gejala tersebut mulai teramati saat dua minggu setelah inokulasi. Gejala tersebut

serupa dengan gejala HDB yang dikemukakan oleh Liu *et al.* (2006), Akhtar *et al.* (2008; 2011).

Periode inkubasi antara perlakuan berbeda-beda. Rata-rata periode inkubasi tercepat terjadi pada perlakuan inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada fase pesemaian (4.25 hari), sementara periode inkubasi terlama ditunjukkan pada perlakuan inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada benih, yakni 6 kali lebih lama. Cepatnya periode inkubasi pada perlakuan waktu inokulasi saat pesemaian karena gejala penyakit HDB ini secara spesifik diamati pada daun dan saat dilakukan inokulasi pada fase pesemaian, jaringan daun masih sangat muda sehingga patogen mudah berkembang dan gejala terbentuk dalam waktu singkat. Sementara pada perlakuan inokulasi pada benih, untuk terbentuknya gejala pada daun dibutuhkan waktu yang cukup lama karena benih perlu waktu untuk berkecambah dan membentuk daun secara sempurna. Perkembangan penyakit HDB dipengaruhi oleh umur tanaman dan biasanya penyakit lebih banyak terdapat pada padi yang dipindah pada umur yang lebih muda.

Perkembangan penyakit HDB pada setiap perlakuan ditentukan berdasarkan pengamatan keparahan penyakit pada daun sampel. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara waktu inokulasi pada fase tanaman yang berbeda dan varietas padi, hal ini menunjukkan bahwa infeksi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada fase pertumbuhan dan varietas padi yang berbeda berpengaruh terhadap perkembangan penyakit HDB. Hasil pengamatan keparahan penyakit menunjukkan bahwa perkembangan penyakit padi varietas IR64 baik yang diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada benih, pada fase pesemaian, maupun pada fase vegetatif selalu memperlihatkan keparahan penyakit tinggi pada setiap waktu pengamatan dengan perkembangan penyakit yang cepat. Keparahannya penyakit pada akhir pengamatan masing-masing mencapai 90.3, 89.6, dan 83.3%. Keparahannya penyakit terendah terdapat pada varietas Cisantana yang diinokulasi pada fase generatif, yaitu 38.9% pada akhir pengamatan 11 MST.

Tabel 4 Jumlah malai tanaman padi pada perlakuan secara mandiri

Perlakuan		Jumlah malai*
Waktu inokulasi pada fase	Kontrol	10.0 a
	Benih	9.1 bc
	Pesemaian	9.4 ab
	Vegetatif	8.7 c
	Generatif	9.5 ab
Varietas	Cisantana	9.4 a
	Inpari 10	9.1 a
	IR64	9.5 a

*Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%. W0, tidak dilakukan inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae*; W1, inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada benih; W2, inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada fase pesemaian; W3, inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada fase vegetatif (3 MST); W4, inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada fase generatif (7 MST); V1, varietas Cisantana; V2, varietas Inpari 10; V3, varietas IR64.

Keparahan penyakit mengindikasikan bahwa semakin muda umur tanaman terinfeksi semakin cepat perkembangan penyakit, sebaliknya semakin tua umur tanaman pada saat awal terinfeksi semakin lambat perkembangan penyakit HDB. Perkembangan penyakit juga dipengaruhi oleh varietas padi, semakin tahan varietas maka semakin kecil keparahan penyakit dan semakin lambat perkembangan penyakitnya. Keparahan penyakit pada varietas padi Cisantana lebih rendah dibandingkan dengan varietas Inpari 10 dan IR64 pada perlakuan inokulasi yang sama. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Rahim *et al.* (2011) yang melaporkan padi varietas Cisantana lebih tahan terhadap infeksi *X. oryzae* pv. *oryzae* dibandingkan dengan varietas Inpari 10 dan IR64. Tingkat ketahanan varietas tanaman yang diuji terhadap HDB diduga dipengaruhi juga oleh struktur morfologi permukaan daun. Padi varietas Cisantana memiliki permukaan daun yang halus dibandingkan dengan dua varietas lainnya.

Penyakit HDB pada tanaman padi bersifat sistemik dan dapat menginfeksi tanaman pada berbagai stadium pertumbuhan. Persentase keparahan penyakit HDB pada berbagai waktu inokulasi memperlihatkan perkembangan penyakit berbeda-beda. Pada fase pertumbuhan vegetatif, umur 5–8 MST, perkembangan penyakit HDB berlangsung cepat dibandingkan dengan fase pertumbuhan lainnya, khususnya pada varietas rentan dengan perkembangan penyakit HDB rata-rata mencapai 68.5% sampai 90%, sedangkan pada fase pertumbuhan generatif laju perkembangan penyakit mulai melambat atau terhenti. Hasil ini mendukung pendapat Djatmiko dan Fatichin (2009) yang mengemukakan bahwa fase vegetatif tanaman padi lebih rentan dibandingkan dengan fase generatifnya. Padi varietas IR64 dilaporkan pula merupakan varietas padi yang rentan terhadap penyakit HDB. Melambatnya laju perkembangan pada fase generatif diduga disebabkan struktur ketahanan tanaman telah terbentuk sempurna. Lapisan lilin dan ketebalan kutikula pada sel epidermis tanaman sudah sempurna sehingga dapat meningkatkan resistensi tanaman ter-

hadap patogen yang melakukan penetrasi langsung melalui lapisan epidermis.

Rendahnya keparahan penyakit pada perlakuan inokulasi pada fase generatif, selain berhubungan dengan struktur sel tanaman, juga diduga berhubungan dengan kandungan senyawa pertahanan tertentu yang terkandung di dalam jaringan tanaman yang konsentrasinya berkorelasi dengan umur tanaman. Fitoaleksin dari golongan diterpen dan fenol berkorelasi dengan ketahanan padi terhadap patogen. Tanaman padi tahan memiliki kemampuan untuk mengakumulasi senyawa tersebut dengan konsentrasi tinggi dalam waktu cepat setelah infeksi patogen dan makin bertambah umur tanaman potensi produksi fitoaleksin semakin tinggi (Song *et al.* 2001). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Hasegawa *et al.* (2010) yang mengemukakan bahwa ketahanan tanaman terhadap penyakit blast berkorelasi positif dengan akumulasi fitoaleksin yang dihasilkan oleh tanaman setelah terjadi infeksi patogen. Fitoaleksin adalah senyawa antimikrob yang berbentuk molekul rendah yang disintesis dan diakumulasikan di dalam jaringan tanaman setelah terjadi infeksi patogen.

Serangan *X. oryzae* pv. *oryzae* pada tanaman padi yang menyebabkan penyakit HDB akan menghambat pertumbuhan tanaman padi. Pengurangan jumlah daun secara tidak langsung menurunkan produksi melalui pengurangan jumlah malai yang terbentuk atau penghambatan pengisian bulir padi. Hasil pengamatan jumlah malai menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan inokulasi patogen pada fase pertumbuhan yang berbeda dan varietas padi. Hal ini diduga karena setiap varietas sudah memiliki potensi produksi malai masing-masing yang berbeda satu sama lainnya. Produksi malai pada tiga varietas padi yang diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada berbagai fase pertumbuhan tanaman hanya berkisar 8.67 sampai 10.8 malai. Secara mandiri perlakuan tanpa inokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* menghasilkan jumlah malai terbanyak, yaitu 10 malai per rumpun, sementara perlakuan yang diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* produksi malainya lebih

rendah. Secara keseluruhan penelitian ini menunjukkan bahwa varietas padi IR64 merupakan varietas paling rentan terhadap penyakit HDB, fase pertumbuhan dan varietas padi berpengaruh terhadap perkembangan penyakit HDB pada padi, semakin muda fase pertumbuhan tanaman terinfeksi semakin cepat perkembangan penyakit HDB. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dalam pengelolaan penyakit HDB pada tanaman padi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Hibah Fundamental Tahun 2012 dengan kontrak No 22-8/PK-UPT/Unhalu/2012, tanggal 1 Februari 2012. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiansyah, Ilyas S, Sudarsono, Machmud M. 2013. Karakterisasi rizobakteri yang berpotensi mengendalikan bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. *J HPT Tropika*. 13(1):42–51.
- Akhtar MA, Abbasi FM, Ahmad F, Shahzad M, Shah MA, Shah AH. 2011. Evaluation of rice germplasm against *Xanthomonas oryzae* causing bacterial leaf blight. *Pak J Bot*. 43(6):3021–3023.
- Akhtar MA, Rafi A, Hamed A. 2008. Comparison of methods of inoculation of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in rice cultivar. *Pak J Bot*. 40(5):2171–2175.
- Djarmiko AH, Fatichin. 2009. Ketahanan dua puluh satu varietas padi terhadap penyakit hawar daun bakteri. *J HPT Tropika*. 9(2):168–173.
- Hasegawa M, Mitsuhara I, Seo S, Imai T, Koga J, Okada K, Yamane H, Ohashi Y. 2010. Phytoalexin accumulation in the interaction between rice and the blast fungus. *Mol Plant Microb Interact*. 23(8):1000–1011. DOI: 10.1094/MPMI-23-8-1000.
- Jabeen R, Iftikhar T, Batool H. 2012. Isolation, characterization, preservation and pathogenicity of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* causing BLB disease in rice. *Pak J Bot*. 44(1):261–265.
- Liu DN, Ronald PC, Boddanova AJ. 2006. *Xanthomonas oryzae* pathovars: model pathogens of a model crop. *Mol Plant Pathol*. 7:57–59.
- Nayak D, Bose LK, Singh UD, Singh S, Nayak P. 2008. Measurement of genetic diversity of virulence in population of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in India. *Comm Biometry Crop Sci*. 3(1):16–28.
- Rahim A, Khaeruni A, Taufik M. 2012. Reaksi ketahanan beberapa varietas padi komersial terhadap patotip *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* isolat Sulawesi Tenggara. *Berkala Penel Agron*. 1(2):132–138.
- Song F, Goodman RM. 2001. Molecular biology of disease resistance in rice. *Physiol Mol Plant Pathol*. 59:1–11. DOI:10.1006/pmpp.2001.0353.
- Wahyudin AT, Meliah S, Nawangsih AA. 2011. *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* bakteri penyebab hawar daun bakteri pada padi: isolat, karakterisasi, dan telaah mutagenesis dengan transposon. *Makara Sain*. 15:89–96.