

KETAHANAN GALUR PADI IRBB TERHADAP PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI DI KABUPATEN PURWAKARTA DAN SUBANG

Dini Yuliani¹⁾ dan Sudir¹⁾

¹⁾ Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jl. Raya IX Sukamandi Subang 41256
diniyuliani2010@gmail.com



Diterima: 18 Juli 2022; Direvisi: 08 Agustus 2022; Dipublikasikan: September 2022

ABSTRACT

Planting rice resistant varieties to bacterial leaf blight (BLB) is a major component in controlling BLB disease, which is practical for farmers to implement. However, resistant varieties are constrained by the ability of pathogens that cause BLB disease to form new pathotypes of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo) can break the resistance of rice varieties. This study aimed to evaluate the resistance level of IRBB rice lines to BLB in the field as parent material for crossbreeding resistant varieties to control BLB disease. The research was conducted in Cikadu village, Cibatu sub-district, Purwakarta district, and in Rancamah village, Purwadadi sub-district, Subang district in the 2018 planting season. The results showed that two IRBB lines, namely IRBB 54 and IRBB 64, the Java 14 differential variety, and the new high yielding variety Inpari 32, consistently reacted highly resistant to BLB in Purwakarta. Three IRBB lines, namely IRBB 2, IRBB 54, IRBB 64, Java 14, and Inpari 32, consistently reacted high resistant to BLB in Subang. In Purwakarta, two types of Xoo were identified: pathotypes IV and VIII. While in Subang, one kind of Xoo was identified, namely pathotype VIII. The highly resistant and resistant varieties can be recommended as parent sources of resistant genes for the assembly of BLB resistant varieties, especially for the Xoo population of pathotypes IV and VIII in Purwakarta and Xoo pathotype VIII in Subang.

Key Words: Resistant varieties; Bacterial leaf blight; Pathotype; *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

A. PENDAHULUAN

Penyakit hawar daun bakteri (HDB) merupakan salah satu penyakit utama tanaman padi yang sangat penting di negara-negara penghasil padi di dunia terutama di Asia (Suparyono, *et al.* 2004, Hoang *et al.* 2008, Nayak *et al.* 2008). Di Indonesia penyakit HDB keberadaannya tersebar di daerah dataran rendah, sedang dan tinggi baik pada sawah irigasi, tadah hujan, maupun lahan kering dan rawa. Penyakit HDB disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo). Patogen ini dapat menginfeksi tanaman padi pada semua fase pertumbuhan tanaman dari mulai pesemaian sampai menjelang panen (Suparyono *et al.* 2004). Patogen menginfeksi tanaman padi pada bagian daun melalui luka daun atau lobang alami berupa stomata dan merusak klorofil daun (Ponciano *et al.* 2003). Kondisi ini menyebabkan menurunnya kemampuan tanaman untuk melakukan fotosintesis. Apabila penularan penyakit terjadi

pada fase generatif maka proses pengisian gabah kurang sempurna (Suparyono *et al.* 2003).

Kehilangan hasil karena penyakit HDB bervariasi bergantung pada stadia tanaman terinfeksi patogen. Di India, kerugian hasil oleh penyakit HDB dilaporkan mencapai 65-95% (Nayak *et al.* 2008). Suparyono *et al.* (2004) melaporkan bahwa ambang kerusakan penyakit HDB sekitar 20% pada dua minggu sebelum panen. Di atas ambang tersebut, tiap kenaikan keparahan 10% menyebabkan kehilangan hasil naik 5-7%. Pengendalian penyakit HDB yang paling efektif adalah dengan penanaman varietas tahan. Akan tetapi bakteri Xoo memiliki keragaman patotipe yang cukup tinggi sehingga ketahanan varietas dibatasi oleh waktu dan tempat. Artinya suatu varietas tahan pada suatu waktu dan tempat tertentu bisa jadi rentan diwaktu atau tempat yang lain dikarenakan adanya perbedaan patotipe bakteri Xoo di lapangan.

Pengendalian hama dan penyakit tanaman termasuk padi yang dianjurkan sampai saat ini adalah metode pengendalian seara terpadu dengan varietas tahan sebagai komponen utamanya (Untung, 2006). Penanaman varietas padi tahan penyakit hawar daun bakteri (HDB) merupakan komponen utama dalam pengendalian penyakit HDB yang efektif dan mudah diterapkan petani (Sudir *et al.* 2009). Namun teknologi ini terkendala oleh kemampuan patogen bakteri *Xoo* penyebab penyakit HDB membentuk patotipe baru yang mampu mematahkan ketahanan varietas tanaman padi (Qi and Mew, 1989).

Virulensi bakteri *Xoo* cepat berubah dan memiliki keragaman patotipe di lapangan yang cukup tinggi (Suparyono *et al.* 2004, Sudir *et al.* 2009). Hal ini menyebabkan patogen *Xoo* bersifat spesifik lokasi artinya varietas padi setelah ditanam beberapa musim di suatu wilayah berubah tingkat ketahanannya bahkan dapat menjadi rentan (Suparyono *et al.* 2004). Oleh karena itu, beberapa varietas unggul baru (VUB) yang telah diketahui tingkat ketahanannya perlu dievaluasi tingkat ketahanannya di berbagai wilayah di lapangan. Perubahan komposisi dan virulensi patotipe bakteri *Xoo* di lapangan disebabkan oleh berbagai faktor baik abiotik seperti suhu dan kelembapan maupun biotik diantaranya varietas padi yang ditanam (Wiyono, 2007).

Di daerah sentra produksi padi di Indonesia (Jawa dan Luar Jawa) umumnya ditemukan tiga patotipe utama bakteri *Xoo* yaitu patotipe III, IV, dan VIII (Sudir and Yuliani, 2016). Sehubungan dengan hal tersebut pemahaman tentang ketahanan varietas sangat penting untuk diketahui sebagai dasar pewilayahan varietas tahan di suatu wilayah. Penanaman varietas tahan HDB harus disesuaikan dengan keadaan patotipe patogen di lapangan. Oleh karena itu, informasi tentang keadaan patotipe *Xoo* di lapangan sangat diperlukan. Hal ini bertujuan agar anjuran penanaman varietas tahan sebagai komponen utama pengendalian penyakit HDB lebih efektif dan efisien. Dalam jangka panjang, perakitan varietas untuk memperoleh varietas tahan HDB perlu dicari sumber ketahanan yang sesuai dengan keberadaan patogen di lapangan.

International Rice Research Institute (IRRI) telah merakit galur-galur isogenik

(IRBB) yang memiliki gen-gen ketahanan terhadap HDB (Vera Cruz 2002, Ona *et al.* 2010). Gen-gen tersebut secara spesifik efektif untuk pengelolaan HDB di beberapa negara (Loan *et al.* 2006, Webb *et al.* 2010). Namun demikian penelitian tentang pemanfaatan gen-gen tahan tersebut di Indonesia belum banyak dilakukan. Untung dan Sudir (2012) melaporkan bahwa genotipe yang memiliki banyak gen tahan berpeluang memiliki tingkat ketahanan yang lebih tinggi dan bertahan lama (*durable*) dibanding genotipe yang memiliki lebih sedikit gen ketahanan. Hal ini karena terjadinya interaksi positif antar gen ketahanan, baik efek *dominance*, *over dominance*, maupun interaksi kompleks lainnya. Pengujian galur-galur isogenik IRBB pada kondisi aktual di lapangan diharapkan dapat memberikan informasi tentang sumber dan jenis gen ketahanan yang sesuai dengan keadaan patogen di lapangan. Informasi ini sangat membantu penyusunan strategi pemuliaan untuk merakit varietas padi tahan HDB yang efektif mengendalikan penyakit HDB.

Tujuan penelitian untuk mengevaluasi tingkat ketahanan galur-galur padi IRBB terhadap penyakit HDB di lapangan sebagai bahan tetua persilangan untuk memperoleh varietas tahan untuk pengendalian penyakit HDB yang sesuai dengan keberadaan bakteri *Xoo* di lapangan.

B. BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Percobaan

Percobaan dilaksanakan di Lahan petani Desa Gebang Kecamatan Babakan Kabupaten Cirebon Jawa Barat. Waktu pelaksanaan percobaan dimulai dari bulan Mei 2020 – Juli 2020.

Metode Percobaan

Percobaan lapang 7,68 dilaksanakan dengan 8 perlakuan dan 4 ulangan sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Satuan percobaan berupa petak dengan ukuran 1 m x 6 m. Jarak antar petak guludan 40 cm dengan tinggi 30 Cm. Pengelompokan dilakukan berdasarkan kondisi lapangan.

Penentuan tata letak setiap satuan petak perlakuan di dalam suatu kelompok dilakukan sedemikian rupa sehingga sebaran gulma sasaran relatif merata. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok. Untuk menguji nilai tengah perlakuan yang berbeda digunakan uji lanjut Duncan pada tingkat kepercayaan 95 %. Data hasil pengamatan berat

kering gulma setelah aplikasi ditransformasi ke dalam bentuk $\sqrt{x+0,5}$ sebelum dilakukan analisa ragam.

Herbisida yang diuji efikasinya adalah herbisida campuran dengan dosis sesuai perlakuan. Perlakuan yang diujikan disajikan dalam Tabel 1.

Herbisida diaplikasikan dengan menggunakan alat semprot punggung semi-otomatis dengan volume air 500 l/ha atau sesuai dengan hasil kalibrasi alat semprot dan nozel T-jet bertekanan 1 kg/cm² (15-20 psi). Aplikasi dilakukan pada saat penutupan gulma mencapai 75% dan kondisi saat itu mendukung untuk dilakukan aplikasi herbisida

Tabel 1. Varietas padi dan tingkat ketahanannya terhadap penyakit hawar daun bakteri

No.	Genotipe (gen ketahanan)	Ketahanan terhadap HDB patotipe		
		III	IV	VII
1	IRBB 1 (<i>Xa1</i>)	AR	R	AR
2	IRBB 2 (<i>Xa2</i>)	?	?	?
3	IRBB 3 (<i>Xa3</i>)	AR	R	AR
4	IRBB 4 (<i>Xa4</i>)	AR	R	R
5	IRBB 5 (<i>xa5</i>)	AR	R	AR
6	IRBB 7 (<i>Xa7</i>)	AR	R	AR
7	IRBB 12 (<i>Xa12</i>)	?	?	?
8	IRBB 21 (<i>Xa21</i>)	AR	R	AR
9	IRBB 51 (<i>Xa4</i> , <i>xa13</i>)	AR	R	R
10	IRBB 52 (<i>Xa4</i> , <i>Xa21</i>)	AR	R	AR
11	IRBB 54 (<i>xa5</i> , <i>Xa21</i>)	AR	R	AR
12	IRBB 56 (<i>Xa4</i> , <i>xa13</i> , <i>Xa21</i>)	AR	R	AR
13	IRBB 57 (<i>Xa4</i> , <i>Xa5</i> , <i>Xa21</i>)	AR	R	AR
14	IRBB 59 (<i>xa5</i> , <i>xa13</i> , <i>Xa21</i>)	AR	R	AR
15	IRBB 64 (<i>Xa4</i> , <i>xa5</i> , <i>Xa7</i> , <i>Xa21</i>)	AT	AR	R
16	IR 64	R	R	R
17	Ciherang	T	R	R
18	Angke (<i>xa5</i>)	T	T	T
19	Conde (<i>Xa7</i>)	T	T	T
20	Java 14 (<i>Xa1</i> , <i>Xa3</i> , <i>Xa12</i>)	T	R	T
21	Inpari 17 (<i>Xa21</i>)	T	T	T
22	Inpari 32 (Ciherang/IRBB64)	T	AT	AT

Ket: T=tahan, AT=agak tahan, R=rentan, ?=belum diketahui. Sumber: Suprihatno *et al.* (2011), Untung dan Sudir (2012), Jamil *et al.* (2016).

Tabel 2. Pengelompokan patotipe Xoo berdasar interaksi antara varietas diferensial asal Jepang dengan isolat Xoo

No.	Varietas Diferensial	Gen tahan	Interaksi antara varietas differensial dengan isolat Xoo											
1	Kinmaze	Tidak ada	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	T
2	Kogyoku	<i>Xa-1</i> , <i>Xa-kg</i>	T	R	R	R	T	T	R	R	R	T	R	T
3	Tetep	<i>Xa-1</i> , <i>Xa-2</i>	T	T	R	R	T	R	R	R	T	R	T	T
4	Wase Aikoku	<i>Xa-3</i> , <i>Xa-12</i>	T	T	T	R	R	T	T	R	R	R	R	R
5	Java 14	<i>Xa-1</i> , <i>Xa-2</i> , dan <i>Xa-12</i>	T	T	T	R	T	T	R	T	T	T	R	T
Kelompok patotipe Xoo			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

Ket.: T = tahan, keparahan penyakit <11%; dan R = rentan, keparahan penyakit >11%. Sumber: Sudir *et al.* 2009.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan uji lapang ketahanan galur-galur padi IRBB terhadap penyakit HDB telah dilaksanakan di Ds. Cikadu, Kec. Cibatu, Kab. Purwakarta dan di Ds. Rancamahi, Kec. Purwadadi, Kab. Subang pada musim tanam (MT) 2018. Kedua lokasi tersebut merupakan daerah persawahan irigasi yang endemis penyakit HDB. Hasil penelitian menunjukkan penyakit HDB berkembang dengan baik di kedua lokasi. Hal ini ditunjukkan dengan gejala khas penyakit HDB pada daun padi yang terinfeksi secara alami di lapangan terutama pada genotipe yang rentan (Gambar 1 dan 2). Gejala penyakit HDB yang ditemukan di lapangan berupa hawar berwarna abu abu putih di sepanjang tulang daun baik pada satu sisi daun maupun kedua sisi daun mulai dari ujung dan

menuju pangkal daun. Namun hawar pada daun dari genotipe yang tergolong tahan menunjukkan gejala yang tidak berkembang dan hanya kering berwarna coklat tua pada ujung daun dengan panjang gejala kurang dari 3 cm.

Tanaman yang terinfeksi menunjukkan gejala berupa bercak luka berwarna hijau pucat atau hijau keabu-abuan pada daun. Pada bercak terdapat oose bakteri berwarna putih susu yang muncul di permukaan daun pada pagi hari. Bercak kemudian berkembang menjadi berwarna putih kekuningan dengan ujung bergelombang. Seluruh bagian daun yang terinfeksi berubah warna menjadi keputihan atau keabu-abuan dan daun menjadi kering dan mati (Herlina dan Silitonga 2011).



Gambar 1. Gejala Penyakit hawar daun bakteri pada genotipe padi yang rentan



Gambar 2. Gejala Penyakit hawar daun bakteri pada genotipe padi yang rentan (IRBB5) dan varietas padi tahan (Angke).

Keberadaan dan Keparahan Penyakit Hawar Daun Bakteri

Purwakarta

Keberadaan penyakit HDB bervariasi dari 0 sampai 71,67% dengan variasi keparahan penyakit 0 sampai 47,37% di Ds. Cikadu, Kec. Cibatu, Kab. Purwakarta pada pengamatan 75 HST (Tabel 3). Keberadaan dan keparahan terendah (0%) dijumpai pada IRBB 54, IRBB 64, Java 14, dan Inpari 32. Keberadaan penyakit HDB tertinggi dijumpai pada IRBB 7 (71,67%), sedangkan keparahan tertinggi dijumpai Tabel 3. Keberadaan, keparahan, dan ketahanan genotipe padi terhadap hawar daun bakteri pada umur 75 HST di Ds. Cikadu, Kec. Cibatu, Kab. Purwakarta pada MT 2018.

No.	Genotipe	Keberadaan HDB (%)	Keparahan HDB (%)	Tingkat Ketahanan
1	IRBB 1	34,00 abcde	30,17 bc	Rentan
2	IRBB 2	7,50 def	7,40 fg	Agak Tahan
3	IRBB 3	52,50 abc	31,43 abc	Rentan
4	IRBB 4	70,00 a	36,30 abc	Rentan
5	IRBB 5	59,50 abc	32,60 abc	Rentan
6	IRBB 7	71,67 a	39,27 ab	Rentan
7	IRBB 12	61,50 ab	35,53 abc	Rentan
8	IRBB 21	2,67 ef	2,91 gh	Tahan
9	IRBB 51	61,67 ab	21,10 cde	Agak Rentan
10	IRBB 52	44,87 abcd	21,07 cde	Agak Rentan
11	IRBB 54	0,00 f	0,00 h	Sangat Tahan
12	IRBB 56	51,57 abcd	25,90 bc	Rentan
13	IRBB 57	19,40 abcdef	11,83 def	Agak Tahan
14	IRBB 59	10,07 cdef	11,10 ef	Agak Tahan
15	IRBB 64	0,00 f	0,00 h	Sangat Tahan
16	IR 64	70,00 ab	47,37 a	Rentan
17	Ciherang	40,00 abcde	24,43 bcd	Agak Rentan
18	Angke	0,50 f	0,90 gh	Tahan
19	Conde	0,33 f	1,27 gh	Tahan
20	Java 14	0,00 f	0,00 h	Sangat Tahan
21	Inpari 17	3,33 ef	2,57 gh	Tahan
22	Inpari 32	0,00 f	0,00 h	Sangat Tahan

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata berdasar uji DMRT 5%.

Hasil pengamatan pada 90 HST menunjukkan keberadaan penyakit HDB bervariasi dari 0 sampai 100% dengan keparahan penyakit 0 sampai 88,15% (Tabel 4). Keberadaan dan keparahan terendah (0%) dijumpai pada IRBB 54, IRBB 64, Java 14, dan Inpari 32. Keberadaan penyakit HDB tertinggi sebesar 100% dijumpai pada IRBB 1, IRBB 3, IRBB 4, IRBB 5, IRBB 7, IRBB 12, IRBB 51, IRBB 52, IRBB 56, IR 64, dan

pada IR 64 (47,37%). Dua galur isogenik yaitu IRBB 54 dan IRBB 64, satu VUB pembanding yaitu Inpari 32, dan varietas diferensial Java 14 bereaksi sangat tahan terhadap penyakit HDB dengan keparahan 0%. Sedangkan satu galur isogenik yaitu IRBB 21 bereaksi tahan dengan keparahan 2,91%. Tiga VUB pembanding yaitu Angke, Conde, dan Inpari 17 bereaksi tahan dengan keparahan berturut-turut 0,90; 1,27; dan 2,57%. IR 64 sebagai varietas cek rentan bereaksi rentan dengan keparahan sebesar 47,37%.

pada IR 64 (47,37%). Dua galur isogenik yaitu IRBB 54 dan IRBB 64, satu VUB pembanding yaitu Inpari 32, dan varietas diferensial Java 14 bereaksi sangat tahan terhadap penyakit HDB dengan keparahan 0%. Sedangkan satu galur isogenik yaitu IRBB 21 bereaksi tahan dengan keparahan 2,91%. Tiga VUB pembanding yaitu Angke, Conde, dan Inpari 17 bereaksi tahan dengan keparahan berturut-turut 0,90; 1,27; dan 2,57%. IR 64 sebagai varietas cek rentan bereaksi rentan dengan keparahan sebesar 47,37%.

Ciherang. Keparahan tertinggi dijumpai pada IR 64 sebesar 88,15%. Dua galur isogenik yaitu IRBB 54 dan IRBB 64, satu VUB pembanding yaitu Inpari 32, dan varietas diferensial Java 14 bereaksi sangat tahan terhadap penyakit HDB dengan keparahan 0%. Sedangkan satu galur isogenik yaitu IRBB 21 bereaksi agak tahan dengan keparahan 7,04%. Tiga VUB pembanding yaitu Angke, Conde, dan

Inpari 17 bereaksi tahan dengan keparahan berturut-turut 2,22; 1,48; dan 4,44%.

Hasil yang diperoleh dari percobaan baik di Ds. Cikadu, Kec. Cibatu, Kab. Purwakarta maupun pada pengamatan 75 HST bahwa varietas IR64 sebagai pembanding rentan menunjukkan reaksi rentan, dan pada 90 HST bereaksi sangat rentan sesuai dengan tingkat ketahanannya. Hal ini menunjukkan bahwa keadaan penyakit HDB di lapangan memenuhi syarat untuk uji lapang ketahanan galur dan varietas padi terhadap penyakit HDB. Dua galur IRBB yaitu IRBB 56 dan IRBB 64, varietas diferensial Java 14, dan VUB Inpari 32 bereaksi sangat tahan terhadap HDB di lapangan. Varietas Angke, Conde, dan Inpari 17 bereaksi tahan. Galur dan varietas yang bereaksi sangat tahan dan tahan tersebut dapat direkomendasikan sebagai tetua untuk perakitan varietas tahan HDB terutama untuk populasi Xoo patototipe Purwakarta.

Subang

Tabel 4. Keberadaan, keparahan, dan ketahanan genotipe padi terhadap hawar daun bakteri pada umur 90 HST di Ds. Cikadu, Kec. Cibatu, Kab. Purwakarta pada MT 2018.

No.	Genotipe	Keberadaan HDB (%)		Keparahan HDB (%)		Tingkat Ketahanan
1	IRBB 1	100,00	a	76,30	ab	Sangat Rentan
2	IRBB 2	20,00	cd	14,44	ef	Rentan
3	IRBB 3	100,00	a	86,66	a	Sangat Rentan
4	IRBB 4	100,00	a	84,44	ab	Sangat Rentan
5	IRBB 5	100,00	a	77,04	ab	Sangat Rentan
6	IRBB 7	100,00	a	86,67	a	Sangat Rentan
7	IRBB 12	100,00	a	86,67	a	Sangat Rentan
8	IRBB 21	8,33	de	7,04	f	Agak Tahan
9	IRBB 51	100,00	a	68,15	ab	Sangat Rentan
10	IRBB 52	100,00	a	45,92	cd	Rentan
11	IRBB 54	0,00	f	0,00	g	Sangat Tahan
12	IRBB 56	100,00	a	60,00	bc	Sangat Rentan
13	IRBB 57	63,33	b	38,52	d	Rentan
14	IRBB 59	26,67	c	19,63	e	Agak Rentan
15	IRBB 64	0,00	f	0,00	g	Sangat Tahan
16	IR 64	100,00	a	88,15	a	Sangat Rentan
17	Ciherang	100,00	a	82,22	ab	Sangat Rentan
18	Angke	1,67	f	2,22	g	Tahan
19	Conde	1,67	f	1,48	g	Tahan
20	Java 14	0,00	f	0,00	g	Sangat Tahan
21	Inpari 17	5,67	ef	4,44	fg	Tahan
22	Inpari 32	0,00	f	0,00	g	Sangat Tahan

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata berdasar uji DMRT 5%.

Hasil pengamatan pada 75 HST di Ds. Rancamahi, Kec. Purwadadi, Kab. Subang menunjukkan keberadaan penyakit HDB bervariasi dari 0 sampai 100% dengan variasi keparahan penyakit 0 sampai 90% (Tabel 5). Keberadaan dan keparahan terendah 0% dijumpai pada IRBB 2, IRBB 54, Java 14, dan Inpari 32. Keberadaan penyakit HDB tertinggi 100% dijumpai pada IRBB 3, IRBB 4, IRBB 5, IRBB 7, IRBB 12, IRBB 51, IRBB 56, dan Ciherang. Keparahannya tertinggi sebesar 90% dijumpai pada IRBB 3 dan IRBB 5. Tiga galur isogenik yaitu IRBB 2, IRBB 54, dan IRBB 64, varietas diferensial Java 14, dan satu VUB yaitu Inpari 32 bereaksi sangat tahan dengan keparahan 0%. Tiga VUB yaitu Angke, Conde, dan Inpari 17 bereaksi tahan dengan keparahan berturut-turut 1,13; 0,73; dan 5,58%. IRBB 21 bereaksi agak tahan dengan keparahan sebesar 5,75%. Galur-galur lainnya bereaksi rentan hingga sangat rentan.

Percobaan di Ds. Rancamahi, Kec. Purwadadi, Kab. Subang pada pengamatan 90 HST menunjukkan keberadaan penyakit HDB bervariasi dari 0 sampai 100% dengan variasi keparahan penyakit 0 sampai 100% (Tabel 6). Keberadaan dan keparahan terendah 0% dijumpai pada IRBB 2, IRBB 64, Java 14, dan Inpari 32. Keberadaan penyakit HDB tertinggi 100% dijumpai pada IRBB 1, IRBB 3, IRBB 4, IRBB 5, IRBB 7, IRBB 12, IRBB 51, IRBB 56, IRBB 57, TN 1, IR 64, dan Ciherang. Keparahen penyakit tertinggi 100% dijumpai pada IRBB 3, IRBB 4, IRBB 5, IRBB 7, dan IRBB 12. Tiga galur isogenik yaitu IRBB 2, IRBB 54, dan IRBB 64, varietas diferensial Java 14, dan satu VUB yaitu Inpari 32 bereaksi sangat tahan dengan keparahan 0%. Dua VUB yaitu Angke dan Conde bereaksi tahan dengan keparahan berturut-turut 2,59 dan 3,33%. Inpari 17 bereaksi agak tahan dengan keparahan 23,33%, sedangkan galur-galur

lainnya bereaksi rentan hingga sangat rentan.

Hasil percobaan di Ds. Rancamahi, Kec. Purwadadi, Kab. Subang pada pengamatan 75 HST dan 90 HST diperoleh varietas IR 64 sebagai varietas pembanding menunjukkan reaksi sangat rentan. Keadaan ini menunjukkan bahwa penyakit HDB di lapangan memenuhi syarat untuk uji lapang ketahanan galur dan varietas padi terhadap penyakit HDB. Hal ini sejalan dengan hasil percobaan di Ds. Cikadu, Kec. Cibatu, Kab. Purwakarta yaitu dua galur IRBB yaitu IRBB 54 dan IRBB 64, varietas diferensial Java 14 dan VUB Inpari 32 bereaksi sangat tahan terhadap HDB kecuali galur IRBB 2. Di lokasi ini, galur IRBB 2 bereaksi sangat tahan. Galur dan varietas yang bereaksi sangat tahan tersebut dapat direkomendasikan sebagai tetua untuk perakitan varietas tahan HDB terutama untuk populasi *Xoo* patototipe Subang.

Tabel 5. Keberadaan, keparahan, dan ketahanan genotipe padi terhadap hawar daun bakteri pada umur 75 HST di Ds. Rancamahi, Kec. Purwadadi, Kab. Subang pada MT 2018.

No.	Genotipe	Keberadaan HDB (%)		Keparahan HDB (%)		Tingkat Ketahanan
1	IRBB 1	96,17	a	80,40	abc	Sangat Rentan
2	IRBB 2	0,00	c	0,00	h	Sangat Tahan
3	IRBB 3	100,00	a	90,00	a	Sangat Rentan
4	IRBB 4	100,00	a	86,67	ab	Sangat Rentan
5	IRBB 5	100,00	a	90,00	a	Sangat Rentan
6	IRBB 7	100,00	a	85,57	ab	Sangat Rentan
7	IRBB 12	100,00	a	72,93	bc	Sangat Rentan
8	IRBB 21	5,67	c	5,75	g	Agak Tahan
9	IRBB 51	100,00	a	47,40	e	Rentan
10	IRBB 52	53,33	b	28,50	f	Rentan
11	IRBB 54	0,00	c	0,00	h	Sangat Tahan
12	IRBB 56	100,00	a	53,33	e	Sangat Rentan
13	IRBB 57	53,33	b	35,53	f	Rentan
14	IRBB 59	61,67	ab	37,03	f	Rentan
15	IRBB 64	0,83	c	0,93	h	Sangat Tahan
16	IR 64	96,67	a	68,13	cd	Sangat Rentan
17	Ciherang	100,00	a	54,40	e	Sangat Rentan
18	Angke	1,67	c	1,13	h	Tahan
19	Conde	0,50	c	0,73	h	Tahan
20	Java 14	0,00	c	0,00	h	Sangat Tahan
21	Inpari 17	2,67	c	5,58	g	Tahan
22	Inpari 32	0,00	c	0,00	h	Sangat Tahan

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata berdasar uji DMRT 5%.

Dari hasil penelitian ini, galur IRBB 5 dan IRBB 7 bereaksi rentan hingga sangat rentan. Hal ini berbeda dengan penelitian Suryadi dan Kadir (2008) bahwa genotipe IRBB 5 dan IRBB 7 bereaksi tahan dibanding varietas lainnya. Hal ini menunjukkan pergeseran ketahanan varietas. Suatu varietas padi yang memiliki sifat tahan terhadap *Xoo* dapat menjadi rentan karena patah ketahanannya. Faktor yang mempengaruhi perubahan varietas tahan menjadi rentan yaitu kecepatan perubahan ketahanan, pola tanam dan komposisi varietas dengan latar belakang genetik berbeda yang ditanam dalam waktu dan hamparan tertentu (Ogawa 1993), begitupun virulensi patogen dipengaruhi oleh ketahanan tanaman terhadap patogen baik genetik maupun kandungan nutrisi yang akan mempengaruhi perkembangan patogen (Suryadi dan Kadir 2008). Sedangkan keragaman reaksi ketahanan/kerentanan terhadap patogen diantara varietas tanaman disebabkan oleh gen ketahanan yang berbeda dalam setiap

varietas. Gen menunjukkan setiap yang memberikan virulensi terhadap patogen berkaitan dengan gen ketahanan dalam inang dan sebaliknya (Abadi 2003).

Keparahan penyakit padi meningkat dengan bertambahnya umur padi. Keparahan penyakit pada umur padi 90 HST lebih tinggi dibandingkan pada umur 75 HST. Aditya *et al.* (2015) mengemukakan bahwa ketahanan lapangan fase generatif padi lebih rentan terhadap penyakit hawar daun bakteri dibandingkan dengan fase vegetatifnya. Begitupun Sudir dan Suprihanto (2008) melaporkan bahwa populasi *Xoo* dan keparahan penyakit HDB dipengaruhi oleh waktu tanam, varietas padi, dan stadia tumbuh tanaman. Peningkatan populasi *Xoo* nyata pada stadia bunting, dan populasi tertinggi dijumpai pada stadia pemasakan. Menurut Khaeruni *et al.* (2014), perkembangan penyakit HDB dipengaruhi oleh umur tanaman dan biasanya penyakit lebih banyak terdapat pada padi yang dipindah pada umur yang lebih muda.

Tabel 6. Keberadaan, keparahan, dan ketahanan genotipe padi terhadap hawar daun bakteri pada umur 90 HST di Ds. Rancamahi, Kec. Purwadadi, Kab. Subang pada MT 2018.

No.	Genotipe	Keberadaan HDB (%)		Keparahan HDB (%)		Tingkat Ketahanan
1	IRBB 1	100,00	a	95,56	a	Sangat Rentan
2	IRBB 2	0,00	d	0,00	g	Sangat Tahan
3	IRBB 3	100,00	a	100,00	a	Sangat Rentan
4	IRBB 4	100,00	a	100,00	a	Sangat Rentan
5	IRBB 5	100,00	a	100,00	a	Sangat Rentan
6	IRBB 7	100,00	a	100,00	a	Sangat Rentan
7	IRBB 12	100,00	a	100,00	a	Sangat Rentan
8	IRBB 21	10,83	c	26,67	e	Rentan
9	IRBB 51	100,00	a	68,89	c	Sangat Rentan
10	IRBB 52	58,33	b	37,04	d	Rentan
11	IRBB 54	0,33	d	0,74	fg	Sangat Tahan
12	IRBB 56	100,00	a	69,63	c	Sangat Rentan
13	IRBB 57	100,00	a	43,70	d	Rentan
14	IRBB 59	66,67	b	48,15	d	Rentan
15	IRBB 64	0,00	d	0,00	g	Sangat Tahan
16	IR 64	100,00	a	87,41	ab	Sangat Rentan
17	Ciherang	100,00	a	96,30	a	Sangat Rentan
18	Angke	1,83	d	2,59	fg	Tahan
19	Conde	1,17	d	3,33	f	Tahan
20	Java 14	0,00	d	0,00	g	Sangat Tahan
21	Inpari 17	8,33	c	23,33	e	Agak Tahan
22	Inpari 32	0,00	d	0,00	g	Sangat Tahan

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata berdasar uji DMRT 5%.

Secara alamiah tanaman memiliki ketahanan tertentu terhadap patogen bila tidak, tanaman akan mengalami serangan berat oleh patogen. Namun kenyataannya tidak demikian. Ketahanan yang dimaksud adalah ketahanan yang dikuasai oleh gen, sehingga sifat ketahanannya dapat diwariskan pada keturunannya. Perkembangan gen tahan ini pada tanaman terjadi sebagai hasil koevolusi antara inang-patogennya yang telah berlangsung lama (Rahim *et al.* 2012). Selain itu, suatu

tanaman menjadi tahan karena tanaman tersebut menghasilkan fitoaleksin sebagai hasil interaksi antara inang-patogen yang fungsinya menghambat perkembangan bakteri (Rahim *et al.* 2012). Menurut Babu *et al.* (2003), varietas padi yang tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri menyebabkan meningkatnya kandungan fenol, terakumulasinya *patogenesis related* (PR) *protein*, dan *thaumathin-like protein* (TLP).

Tabel 7. Hasil identifikasi patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* yang berasal dari beberapa varietas di Ds. Cikadu, Kec. Cibatu, Kab. Purwakarta, MT 2018.

No. Isolat	Asal isolat Xoo/ Varietas	Keparahan HDB (%) / Reaksi ketahanan varietas diferensial					Patotipe Xoo
		Kinmaze	Kogyoku	Tetep	Wase Aikoku	Java 14	
1	IRBB 1	35,0 R	40,1 R	50,3 R	21,7 R	10,3 T	VIII
2	IRBB 2	34,6 R	35,0 R	49,2 R	12,6 R	10,5 T	VIII
3	IRBB 3	33,4 R	33,6 R	50,1 R	21,1 R	9,6 T	VIII
4	IRBB 4	34,3 R	37,2 R	49,1 R	12,7 R	11,1 T	VIII
5	IRBB 5	38,8 R	32,2 R	44,7 R	13,5 R	10,1 T	VIII
6	IRBB 7	34,7 R	48,5 R	54,7 R	13,4 R	13,8 R	IV
7	IRBB 12	37,8 R	40,5 R	49,7 R	12,9 R	13,9 R	IV
8	IRBB 21	31,0 R	42,6 R	53,0 R	12,8 R	12,7 R	IV
9	IRBB 51	42,9 R	37,7 R	49,5 R	21,9 R	9,0 T	VIII
10	IRBB 52	34,6 R	33,9 R	47,2 R	12,5 R	11,3 T	VIII
11	IRBB 54	-	-	-	-	-	-
12	IRBB 56	42,2 R	36,4 R	47,1 R	12,2 R	11,1 T	VIII
13	IRBB 57	46,1	36,4 R	47,3 R	15,7 R	17,3 R	IV
14	IRBB 59	48,9 R	46,2 R	48,8 R	12,9 R	12,0 R	IV
15	IRBB 64	-	-	-	-	-	-
16	IR 64	39,4 R	38,0 R	46,8 R	13,8 R	12,2 R	IV
17	Ciherang	39,1 R	43,1 R	43,7 R	14,7 R	8,2 T	VIII
18	Angke	36,8 R	44,5 R	43,1 R	13,5 R	7,3 T	VIII
19	Conde	34,8 R	34,6 R	42,7 R	14,4 R	9,9 T	VIII
20	Java 14	-	-	-	-	-	-
21	Inpari 17	36,8 R	34,4 R	48,2 R	12,8 R	13,9 R	IV
22	Inpari 32	-	-	-	-	-	-

Ket.: - = tidak diperoleh isolate Xoo

Patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

Isolasi bakteri Xoo dari sampel tanaman padi sakit HDB dari lokasi percobaan di Purwakarta diperoleh sebanyak 18 isolat bakteri Xoo yang berasal dari 18 varietas uji. Hasil identifikasi patotipe Xoo dari 18 isolat diperoleh tujuh isolat patotipe IV dan 11 isolat patotipe

VIII (Tabel 7). Hal ini menunjukkan bahwa bakteri Xoo yang dominan di lokasi percobaan adalah patotipe VIII. Xoo patotipe VIII adalah bakteri Xoo yang memiliki virulensi tinggi terhadap empat varietas diferensial yaitu Kinmaze, Kogyoku, tetep, dan Wase Aikoku tetapi tidak virulen terhadap varietas diferensial

Java 14. Sedangkan *Xoo* patotipe IV adalah bakteri *Xoo* yang memiliki virulensi tinggi terhadap lima varietas diferensial yaitu Kinmaze, Kogyoku, tetep, dan Wase Aikoku, dan Java 14. Hasil identifikasi patotipe *Xoo* dari Purwakarta diperoleh 2 patotipe. Hal ini sejalan dengan pernyataan Nayak *et al.* (2008) bahwa pada suatu lokasi di lapangan dijumpai lebih dari satu patotipe *Xoo* dan populasinya beragam.

Isolasi bakteri *Xoo* dari sampel tanaman padi sakit HDB dari lokasi

percobaan di Subang diperoleh sebanyak 18 isolat *Xoo* yang berasal dari 18 varietas uji. Hasil identifikasi patotipe *Xoo* dari 18 isolat menunjukkan semua isolat bakteri *Xoo* yang diperoleh adalah patotipe VIII (Tabel 8). Hal ini menunjukkan bahwa bakteri *Xoo* yang dominan di lokasi percobaan adalah patotipe VIII. Sejalan dengan penelitian Sudir *et al.* (2009) bahwa patotipe VIII paling dominan dan tersebar di seluruh Jawa, baik di dataran rendah maupun daerah dataran sedang.

Tabel 8. Hasil identifikasi patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* yang berasal dari beberapa varietas di Desa Rancamahi, Kec. Purwadadi, Kab. Subang, MT 2018.

No. Isolat	Asal isolat <i>Xoo</i> /Varietas	Keparahan HDB (%) / Reaksi ketahanan varietas diferensial					Patotipe <i>Xoo</i>
		Kinmaze	Kogyoku	Tetep	Wase Aikoku	Java 14	
1	IRBB 1	42,8 R	37,0 R	41,4 R	13,3 R	5,8 T	VIII
2	IRBB 2	-	-	-	-	-	-
3	IRBB 3	45,8 R	34,6 R	33,8 R	13,0 R	11,1 T	VIII
4	IRBB 4	46,8 R	39,2 R	41,2 R	14,7 R	8,3 T	VIII
5	IRBB 5	42,0 R	46,1 R	49,7 R	12,7 R	5,7 T	VIII
6	IRBB 7	43,1 R	36,4 R	45,6 R	13,5 R	9,3 T	VIII
7	IRBB 12	42,0 R	33,1 R	41,0 R	12,2 R	10,8 T	VIII
8	IRBB 21	43,6 R	34,0 R	45,8 R	12,6 R	8,5 T	VIII
9	IRBB 51	41,0 R	35,9 R	45,5 R	12,0 R	8,2 T	VIII
10	IRBB 52	36,7 R	40,7 R	43,2 R	12,6 R	7,6 T	VIII
11	IRBB 54	-	-	-	-	-	-
12	IRBB 56	30,5 R	30,3 R	42,7 R	12,6 R	7,6 T	VIII
13	IRBB 57	39,2 R	33,9 R	39,3 R	20,9 R	8,7 T	VIII
14	IRBB 59	39,0 R	38,9 R	36,2 R	12,3 R	7,6 T	VIII
15	IRBB 64	34,6 R	32,7 R	37,3 R	12,7 R	7,7 T	VIII
16	IR 64	35,7 R	39,7 R	44,2 R	21,3 R	6,4 T	VIII
17	Ciherang	32,3 R	28,5 R	46,6 R	13,0 R	5,7 T	VIII
18	Angke	32,8 R	28,3 R	42,7 R	21,8 R	6,3 T	VIII
19	Conde	35,2 R	35,0 R	40,0 R	20,6 R	7,7 T	VIII
20	Java 14	-	-	-	-	-	-
21	Inpari 17	38,3 R	38,3 R	47,9 R	20,0 R	5,5 T	VIII
22	Inpari 32	-	-	-	-	-	-

Ket.: - = tidak diperoleh isolate *Xoo*

Patotipe IV dan VIII sangat dominan pertumbuhannya sehingga perlu adanya perakitan varietas atau galur harapan baru untuk mengendalikan penyakit HDB di Indonesia. Pembentukan varietas unggul baru yang membawa gen ketahanan terhadap patogen diharapkan terus dilakukan dan ketersediaan sumber gen ketahanan menjadi syarat utama dalam mencapai tujuan tersebut. Ketahanan varietas ditentukan oleh gen pembawa sifat tahan yang dimilikinya (Yuriyah *et al.*

2013). Gen ketahanan terhadap ras *Xoo* ditentukan oleh gen R mayor (Liu *et al.* 2006). Ketahanan varietas padi terhadap *Xoo* berkaitan dengan kandungan gen ketahanan (gen *Xa*). Varietas yang memiliki lebih dari satu gen *Xa* memperlihatkan ketahanan yang lebih kuat dibandingkan dengan yang hanya memiliki satu gen *Xa* (Nafisah *et al.* 2007).

Pada penelitian ini menunjukkan masing-masing genotipe padi memiliki reaksi ketahanan yang berbeda terhadap tiga patotipe *Xoo* dominan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Yuriyah *et al.* (2013), bahwa keragaman reaksi ketahanan atau kepekaan terhadap patogen di antara varietas disebabkan adanya gen ketahanan yang berbeda dalam setiap varietas tanaman. Konsep yang digunakan adalah konsep gen untuk gen yang menunjukkan bahwa setiap gen yang memberikan virulensi terhadap patogen berkaitan dengan gen ketahanan dalam inang dan sebaliknya. Menurut Ou (1985), ketahanan padi terhadap penyakit HDB dikendalikan oleh satu atau dua gen lebih dari gen dominan atau resesif yang diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya, sehingga sifat ketahanan ini dapat diturunkan.

Penanaman satu jenis varietas secara terus-menerus dengan skala yang luas dapat menyebabkan pergeseran patotipe sehingga patogen *Xoo* menjadi semakin virulen (Khaeruni *et al.* 2016). Untuk mencegah pergeseran patotipe *Xoo* yang cepat di lapangan. Perlu adanya penggunaan varietas dengan latar belakang gen ketahanan yang berbeda yang ditanam secara bergantian. Gen ketahanan *Xoo* pada kultivar padi Indonesia sebagian berasal dari varietas lokal, varietas unggul nasional, dan kultivar introduksi (Silitonga 2010). Perakitan varietas padi dengan pengguna gen-gen tahan dari berbagai kultivar berpeluang menghasilkan varietas tahan HDB yang 'disukai' petani. Dari sisi patogenisitas, evaluasi ketahanan terhadap strain *Xoo* tertentu juga berguna untuk mengetahui status virulensi patogen terhadap ketahanan yang terdapat pada tanaman padi (Herlina dan Silitonga 2011). Oleh karena itu program pemuliaan harus dimulai untuk mentransfer ketahanan dari varietas yang berbeda ke varietas unggul baru yang berkualitas tinggi untuk mengendalikan penyakit HDB secara efektif.

D. KESIMPULAN

1. Dua galur IRBB yaitu IRBB 54 dan IRBB 64, varietas diferensial Java 14, dan VUB Inpari 32 konsisten bereaksi sangat tahan

terhadap HDB di Ds. Cikadu, Kec. Cibatu, Kab. Purwakarta.

2. Tiga galur IRBB yaitu IRBB 2, IRBB 54 dan IRBB 64, varietas diferensial Java 14, dan VUB Inpari 32 konsisten bereaksi sangat tahan terhadap HDB di Ds. Rancamahi, Kec. Purwadadi, Kab. Subang.
3. Di lokasi Purwakarta teridentifikasi dua jenis patotipe *Xoo* yaitu patotipe IV dan VIII. Sedangkan di Subang teridentifikasi satu jenis patotipe *Xoo* yaitu patotipe VIII. *Xoo* patotipe VIII dominan di kedua lokasi percobaan.
4. Galur dan varietas yang bereaksi sangat tahan dan tahan dapat direkomendasikan sebagai tetua sumber gen tahan untuk perakitan varietas tahan HDB terutama untuk populasi *Xoo* patotipe IV dan VIII di Purwakarta dan *Xoo* patotipe VIII di Subang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, L.A. (2003). *Genetika penyakit tumbuhan dalam ilmu penyakit tumbuhan* 2. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Bayumedia Publising, Malang.
- Aditya, R.H., Wahyuni, W.S., & Mihardjo, P.A. (2015). Ketahanan lapangan lima genotipe padi terhadap penyakit hawar daun bakteri. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 11(5): 160–166.
- Babu, A.G., & Thind B.S. (2005). Potential use of combination of *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Bacillus subtilis* AS biocontrol agents for the control of bacterial blight of rice. http://www.agridept.gov.lk/other_sub_page_s.php?id=8. Diakses tanggal 11 Maret 2022 pukul 9:25 WIB.
- Herlina, L., & Silitonga, T.S. (2011). Seleksi lapang ketahanan beberapa varietas padi terhadap infeksi hawar daun bakteri strain IV dan VIII. *Bul. Plasma Nutrafah* 17 (2): 80-87.
- Hoang, D.D., Oanh, N.K., Toan, N.D., Van du, P., & Loan, L.C. 2008. Pathotype profile of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

- isolates from the rice ecosystem in Culong River delta. *Omonrice* 16: 34-40.
- IRRI [International Rice Research Institute]. (2014). *Standart Evaluation System for Rice*. IRRI. 5^{ed}. Los Banos, Philippines. 55p.
- Jamil, A., Satoto, Sasmita, P., Baliadi, Y., Guswara, A., & Suharna. (2016). Deskripsi varietas unggul baru padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. 82p.
- Khaeruni, A., Taufik, M., Wijayanto, T., & Johan, E.A. (2014). Perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada tiga varietas padi sawah yang diinokulasi pada beberapa fase pertumbuhan. *J. Fitopatologi Indonesia* 10 (4): 119-125.
- Khaeruni, A., Najamuddin, E., Wijayanto, T., & Syair. (2016). Ketahanan berbagai kultivar padi lokal terhadap penyakit hawar daun bakteri. *J. Fitopatologi Indonesia* 12 (3): 89-95.
- Liu, D.N., Ronald, P.C., & Bogdanova, A.J. (2006). *Xanthomonas oryzae* pathovars: model pathogens of a model crop. *Mol. Plant Pathol.* 7:303–324.
- Loan, L.C., Ngan, V.T.T., & Du, P.V. (2004). Preliminary evaluation on resistance genes against rice bacterial leaf blight in Can Tho Province-Vietnam. *Omonrice* 14: 44-47.
- Nafisah, Aan, A., Daradjat, B., Suprihatno, & Triny, S.K. (2007). Heritabilitas karakter ketahanan hawar daun bakteri dari tiga populasi tanaman padi hasil seleksi daur siklus pertama. *J. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 6 (2): 100–105.
- Nayak, D., Shanti, M.L., Bose, L.K., Singh, U.D., & Nayak, P. (2008). Pathogenicity association in *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* the causal organism of rice bacterial blight disease. *Asian Research Publishing Network (ARPN) and Biol. Science*: 12-27.
- Ogawa, T. (1993). Methods and strategy for monitoring race distribution and identification of resistance genes to bacterial leaf blight (*Xoo*) in rice. *JARQ* 27: 71-81
- Ona, C., Casal, M., Dela, Paz., & Zhang, Q. (2010). International Rice Research Notes (0117-4185). p: 1-3.
- Ou, S.H. (1985). *Rice disease*. 2nd. Commonwealth Mycological Institute, Kiew, Surrey, England. 380p.
- Ponciano, G., Ishihara, H., Tsuyumu, S., & Leach, J.E. (2003). Bacterial effectors in plant disease and defense: Keys to durable resistance. *J. of Plant Disease* 87 (11): 1272-1282.
- Qi, Z., & Mew, T.W. (1989). Types of resistance in rice to bacterial blight. p: 125-134. In *Bacterial Blight of Rice*. IRRI, Manila, Philippines.
- Rahim, A., Khaeruni, A.R., & Taufik, M. (2012). Reaksi ketahanan beberapa varietas padi komersial terhadap patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* isolat Sulawesi Tenggara. *Berkala Penelitian Agronomi* 1 (2): 132-138.
- Silitonga, T.S. (2010). The use of biotechnology in the characterization, evaluation, and utilization of Indonesian rice germplasm. *Jurnal Agro Biogen* 6 (1): 49-56.
- Sudir, & Suprihanto. (2008). Hubungan antara populasi bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dengan keparahan penyakit hawar daun bakteri pada beberapa varietas padi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 27(2): 68-75.
- Sudir, Suprihanto, & Triny, S.K. (2009). Identifikasi patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, penyebab penyakit hawar daun bakteri padi di daerah sentra produksi padi di Jawa. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 28 (3): 131-138.
- Sudir, Yuliani, D., & Nuryanto B. (2016). Komposisi dan sebaran patotipe bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* di

- Propinsi Jawa Tengah. Laporan Hasil Penelitian Balai Besar Penelitian Tanaman Padi: Perbaikan teknologi pengendalian penyakit utama padi sawah irigasi. 29 hal.
- Sudir, & Yuliani, D. (2016). Composition and distribution of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pathotypes, the pathogen of rice bacterial leaf blight in Indonesia. *AGRIVITA Journal of Agricultural science* 38 (2): 174-185.
- Suparyono, Sudir, & Suprihanto. (2003). Komposisi patotipe patogen hawar daun bakteri pada tanaman padi stadium tumbuh berbeda. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 22 (1): 45-50.
- Suparyono, Sudir, & Suprihanto. (2004). Pathotype profile of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*, isolates from the rice ecosystem in Java. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 5 (2): 63-69.
- Suprihatno, B., Daradjat, A.A., Satoto, Suwarno, Lubis, E., Baehaki, S.E., Sudir, Indrasari, S.D., Wardana, I.P., & Mejaya, M.J. (2011). Deskripsi varietas padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. 118 hal.
- Suryadi, Y., & Kadir, T.S. (2008). Kajian infeksi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* terhadap beberapa genotipe padi: hubungan kandungan hara dengan intensitas penyakit. *Ilmu Pertanian* 15 (1): 26-36.
- Untung, K. (2006). *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Edisi Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 348 hal.
- Untung, S., & Sudir. (2012). Ketahanan genotipe padi terhadap *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* patotipe III, IV, dan VIII. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 31 (2): 124-150.
- Vera Cruz, C.M. (2002). *Breeding for Rice Diseases*. Rice Breeding Course. IRRI, Los Banos, Philippines.
- Webb, M.K., Garcia, E., Vera Cruz, C.M., & Leach, J.E. (2010). Influence of rice development on the function of bacterial blight resistance genes. *Eur. J. Plant Pathol.* 128: 399–407.
- Wiyono, S. (2007). Perubahan iklim dan ledakan hama dan penyakit tanaman. Makalah disampaikan pada Seminar Sehari Tentang Keanekaragaman Hayati Ditengah Perubahan Iklim: Tantangan Masa Depan Indonesia; Jakarta, 28 Juni 2007. 9hal.
- Yuriyah, S., Utami, D.W., & Hanarida, I. (2013). Uji ketahanan galur-galur harapan padi terhadap penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) ras III, IV, dan VIII. *Buletin Plasma Nutraf* 19 (2): 53-60.