

Penyakit Blas *Pyricularia grisea* pada Tanaman Padi dan Strategi Pengendaliannya

Sudir, A. Nasution, Santoso, dan B. Nuryanto

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
Jl. Raya 12 Sukamandi Subang 41256
E-mail: sudir_bbpadi@yahoo.co.id

Naskah diterima 11 November 2014 dan disetujui diterbitkan 13 Desember 2014

ABSTRACT

Rice Blast Disease and Its Control Strategy. Blast disease caused by *Pyricularia grisea*, is one of the major rice disease constraining rice productivity in Indonesia. The disease formerly was found on the upland rice, but lately it became an important disease on the wetland rice in West Java, Central Java, and East Java. The shift of disease ecology was possibly due to the emergence of new races of the fungus, which became adaptive to the wetland, coupled with the high rate of N fertilizer and the non-resistance varieties planted by farmers. The disease epidemic is influenced by many factors, including macro and micro climates (season, temperature and humidity), cultivation technique, and rice varieties. Yield reduction due to the disease varied from light to heavy (100%), depending on the disease intensity. The recommended control technique is by way of integrated disease control, integrating cultivation techniques, resistant varieties, and fungicide sprays when necessary. Planting resistant varieties is the most economic, but the resistance is fastly broken over seasons and areas due to the existence of many races. Planting resistant varieties, therefore, should be supported by other control techniques. Choice of varieties containing resistant gene(s) matches with the pathogen race in the field is recommended. It is important, therefore, to monitor the composition of races in the area.

Keywords: Rice, blast disease, races, control.

ABSTRAK

Salah satu masalah dalam peningkatan produksi padi adalah terjadinya serangan penyakit blas yang disebabkan oleh jamur *Pyricularia grisea*. Pada mulanya penyakit blas merupakan penyakit penting tanaman padi pada lahan kering, tetapi akhir-akhir ini penyakit blas banyak ditemukan pada padi sawah terutama di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh munculnya jamur *Pyricularia grisea* ras baru yang mampu beradaptasi dan berkembang pada ekologi padi sawah irigasi. Meningkatnya penggunaan pupuk N, serta penanaman varietas yang tidak memiliki ketahanan terhadap penyakit ini juga ikut berperan. Perkembangan penyakit blas dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya iklim makro dan mikro (musim, suhu dan kelembapan), cara budi daya, lokasi, waktu tanam, dan varietas padi. Penurunan hasil karena penyakit ini bervariasi dari ringan hingga 100% tergantung pada intensitas penyakit. Pengendalian penyakit blas yang dianjurkan adalah pengendalian secara terpadu yaitu dengan memadukan berbagai cara pengendalian yang dapat menekan perkembangan penyakit, diantaranya teknik budi daya, penanaman varietas tahan, dan penggunaan fungisida bila diperlukan. Penanaman varietas tahan merupakan komponen utama dan merupakan cara yang paling efektif, ekonomis, dan mudah dilakukan, namun dibatasi oleh waktu dan tempat, artinya tahan di satu waktu dan tempat, bisa rentan di waktu dan tempat lain. Hal ini disebabkan pathogen penyakit blas, memiliki keragaman genetik dan kemampuan beradaptasi yang tinggi sehingga dengan cepat mematahkan ketahanan varietas yang baru diperkenalkan. Oleh karena itu, penanaman varietas tahan harus didukung oleh komponen teknik pengendalian lain. Penanaman varietas tahan harus disesuaikan dengan keberadaan ras di suatu tempat, untuk itu monitoring keberadaan ras di suatu agroekosistem sangat diperlukan.

Kata kunci: Padi, penyakit blas, pengendalian, ras.

PENDAHULUAN

Penyakit blas yang disebabkan *Pyricularia grisea* merupakan penyakit penting pada tanaman padi di Indonesia terutama pada padi gogo di lahan kering. Akhir-akhir ini penyakit blas dilaporkan banyak ditemukan pada padi sawah irigasi, terutama di Jawa Barat (Subang, Karawang, dan Indramayu), Jawa Tengah (Pemalang, Pekalongan, Batang, Demak, Jepara, dan Blora), dan Jawa Timur (Lamongan, Jombang, Mojokerto, Pasuruan, Probolinggo, dan Lumajang) (Sudir *et al.* 2013). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh munculnya jamur *P. grisea* ras baru yang mampu beradaptasi dan berkembang pada padi sawah irigasi. Jamur *P. grisea* mempunyai keragaman genetik yang tinggi dan sifat perkembangan seluler dan morfologi yang sangat adaptif pada tanaman padi yang diinfeksi (Koizumi 2009). Sifat-sifat tersebut menyebabkan ras-ras jamur *P. grisea* dapat berubah sifat virulensinya dalam waktu singkat, bergantung pada inang dan pengaruh lingkungan (Utami *et al.* 2006). Berkembangnya penyakit blas pada padi sawah diduga berkaitan dengan teknik budi daya padi, khususnya penggunaan pupuk N dosis tinggi, serta penanaman varietas yang tidak memiliki ketahanan terhadap penyakit ini. Fenomena semacam ini terjadi juga di beberapa negara seperti Jepang, Filipina, Vietnam, dan Korea (Kobayashi *et al.* 2007).

Jamur patogen *P. grisea* mampu menyerang tanaman padi pada berbagai stadia pertumbuhan dari benih sampai fase pertumbuhan malai (generatif). Pada tanaman stadium vegetatif biasanya patogen menginfeksi bagian daun, disebut blas daun (*leaf blast*). Pada stadium generatif selain menginfeksi daun juga menginfeksi leher malai disebut blas leher (*neck blast*). Infeksi patogen juga dapat terjadi pada bagian buku tanaman padi yang menyebabkan batang patah dan kematian yang menyeluruh pada batang atas dari buku yang terinfeksi. Patogen ini selain menyerang tanaman padi juga dapat menyerang sereal lain seperti gandum, sorgum dan lebih dari 40 species gramineae (Ou 1985, Santoso dan Anggiani 2008). Kerugian hasil akibat penyakit blas sangat bervariasi tergantung kepada varietas yang ditanam, lokasi, musim, dan teknik budi daya. Pada stadium vegetatif penyakit blas dapat menyebabkan tanaman mati dan pada stadium generatif dapat menyebabkan kegagalan panen hingga 100% (Sobrizal *et al.* 2007).

Cara pengendalian penyakit blas dapat dilakukan dengan berbagai cara di antaranya dengan teknik budi daya, penanaman varietas tahan, dan penggunaan fungisida. Penggunaan varietas tahan merupakan cara yang paling efektif, ekonomis, dan mudah dilakukan. Namun, penggunaan teknologi ini berhadapan dengan patogen penyakit blas yang memiliki keragaman genetik

dan kemampuan beradaptasi yang tinggi sehingga dengan cepat membentuk ras baru yang dapat mematahkan ketahanan varietas yang baru diperkenalkan (Santoso, *et al.* 2007, Fukuta *et al.* 2009, Lestari *et al.* 2011). Penyebab terbentuknya populasi bersifat dinamis ini antara lain adalah adanya kemampuan dalam melakukan rekombinasi baik secara seksual maupun aseksual (Zeigler 1998). Sejumlah varietas unggul yang ditargetkan untuk mengendalikan penyakit blas di suatu lingkungan hanya dapat berkembang selama dua sampai tiga musim saja (Amir *et al.* 2000). Oleh karena itu pengendalian penyakit blas yang dianjurkan adalah secara terpadu dengan memadukan beberapa cara pengendalian yang kompatibel. Monitoring keberadaan dan dominasi ras patogen sebagai dasar rekomendasi penanaman varietas tahan sesuai ras yang ada sangat diperlukan (Koizumi, 2009).

Tulisan ini mereview teknik pengendalian penyakit blas secara terpadu berdasar sifat epidemiologi patogen, meliputi: (1) pengendalian alamiah dengan merekayasa teknik budi daya yaitu menanam benih dan bibit sehat, mengatur waktu tanam yang tepat, mengatur cara tanam dan pemupukan, eradikasi lingkungan dari inang alternatif patogen dan memanfaatkan jerami sebagai kompos; (2) menanam varietas tahan sesuai dengan keberadaan ras patogen, dan (3) pengendalian hayati dan kimiawi.

PENYEBAB DAN GEJALA PENYAKIT BLAS

Jamur *Pyricularia grisea* (Cooke) termasuk dalam kelompok Ascomycetes. Secara morfologi jamur ini mempunyai konidia berbentuk bulat lonjong, tembus cahaya dan bersekat dua atau mempunyai tiga ruangan (Ou 1985). Penyakit blas umumnya menyerang tanaman padi pada bagian daun dan leher malai. Penyakit blas yang menyerang daun disebut sebagai blas daun dan yang menyerang leher malai disebut blas leher (Santoso *et al.* 2007). Perkembangan penyakit blas menurut (Ou 1985) adalah sebagai berikut, bentuk khas dari bercak blas adalah elips dengan ujungnya agak runcing seperti belah ketupat. Bercak yang telah berkembang, bagian tepi berwarna coklat dan bagian tengah berwarna putih keabu-abuan. Bentuk dan warna bercak bervariasi tergantung pada keadaan sekitarnya, kerentanan varietas, dan umur bercak. Bercak bermula kecil berwarna hijau gelap, abu-abu sedikit kebiru-biruan. Bercak ini terus membesar pada varietas yang peka, khususnya bila dalam keadaan lembab. Bercak yang telah berkembang penuh mencapai 1-1,5 cm dan lebar 0,3-0,5 cm dengan tepi berwarna coklat. Bercak pada daun varietas peka tidak membentuk tepi yang jelas, lebih-lebih dalam keadaan

lembab dan ternaungi. Bercak tersebut dikelilingi oleh warna kuning pucat (halo area). Bercak tidak akan berkembang dan tetap seperti titik kecil pada varietas yang tahan. Bercak akan berkembang sampai beberapa milimeter berbentuk bulat atau elips dengan tepi warna coklat pada varietas dengan reaksi sedang (Gambar 1). Infeksi pada leher malai menyebabkan pangkal malai menjadi busuk berwarna coklat keabu-abuan mengakibatkan malai patah dan gabah hampa (Gambar 1). Faktor kelembaban sangat penting untuk timbulnya gejala blas, baik pada daun maupun pada leher malai (Santoso dan Anggiani 2008).

EPIDEMIOLOGI PENYAKIT BLAS PADA TANAMAN PADI

Daur penyakit blas meliputi tiga fase yaitu infeksi, kolonisasi, dan sporulasi (Santoso dan Anggiani 2008). Fase infeksi diawali dengan pembentukan konidia bersepta tiga. Konidia berpindah ke permukaan daun atau bagian lain dengan bantuan angin atau percikan air hujan. Konidia menempel pada permukaan tanaman karena adanya perekat atau getah yang dihasilkan. Pada kondisi yang optimum konidia berkecambah dengan membentuk buluh-buluh perkecambahan yang selanjutnya menjadi *appresoria*. *Appresoria* menembus kutikula daun dengan bantuan melanin yang dihasilkan. Pada kondisi optimum penetrasi terjadi sekitar 6-10 jam (Ou 1985; Nandy *et al.* 2010).

Pertumbuhan hifa terus terjadi hingga menghasilkan bercak dalam waktu 3-5 hari setelah inokulasi. Spora dihasilkan oleh satu bercak sekitar 6 hari setelah inokulasi. Jumlah sporulasi meningkat pada kelembaban

relatif di atas 93%. Spora tidak terbentuk bila kelembaban relatif di bawah 93% (Hemi and Imura. 1989). Satu bercak blas mampu menghasilkan 2000-6000 spora tiap hari dalam kurun waktu 2 minggu di laboratorium. Kato *et al.* (1970) melaporkan bahwa pembentukan spora mencapai puncaknya dalam waktu 3-8 hari setelah timbulnya gejala pada daun dan 10-12 hari setelah timbulnya gejala pada pangkal malai (*rachis*). Spora yang dihasilkan oleh bercak daun pada lima daun dari atas dapat menginfeksi leher malai pada saat berbunga awal. Spora pada umumnya dilepaskan pada dini hari antara pukul 02.00-06.00. Pelepasan spora di daerah tropis juga terjadi pada siang hari setelah turun hujan. Peranan air hujan sangat penting untuk pelepasan spora. Banyak spora yang tertangkap oleh daun tergantung pada kecepatan angin dan posisi daun/sudut daun. Makin besar sudut daun makin banyak spora yang tertangkap. Bila bercak hanya berupa titik sebesar ujung jarum dan tidak berkembang lagi, berarti varietas tersebut sangat tahan. Perbedaan bentuk, warna, dan ukuran dari bercak yang digunakan untuk membedakan ketahanan varietas (Ou 1985).

Suhu optimum untuk perkecambahan konidium dan pembentukan apresorium adalah 25-30° C. Jamur *P. grisea* memerlukan waktu sekitar 6-10 jam untuk menginfeksi tanaman. Suhu optimum untuk terjadinya infeksi patogen adalah sekitar 25-26° C (Nandy *et al.* 2010). Peranan embun/titik hujan sangat menentukan keberhasilan infeksi. Masa inkubasi antara 5-6 hari pada suhu 24-25° C dan 4-5 hari pada suhu 26-28° C. suhu optimum untuk infeksi sama dengan suhu optimum yang diperlukan untuk penumbuhan miselia, sporulasi, dan perkecambahan spora (Santoso dan Anggiani 2008).

Penyebaran spora terjadi selain oleh angin juga oleh benih dan jerami sakit. Jamur *P. oryzae* mampu bertahan dalam sisa jerami dan gabah sakit. Dalam keadaan kering dan suhu kamar, spora masih bertahan hidup sampai satu tahun sedangkan miselia mampu bertahan sampai lebih dari tiga tahun. Sumber inokulum primer di lapangan umumnya adalah jerami. Sumber inokulum benih umumnya memperlihatkan gejala awal dalam persemaian. Untuk daerah tropis, sumber inokulum selalu ada sepanjang tahun karena adanya spora di udara dan tanaman inang lain selain padi (Santoso dan Anggiani 2008).

Cahaya dan naungan juga mempengaruhi infeksi. Proses penetrasi lebih cepat dalam keadaan gelap, tetapi untuk perkembangan selanjutnya memerlukan cahaya. Hemi dan Imura (1989) meneliti pengaruh cahaya sebelum dan sesudah inokulasi terhadap periode inkubasi dan hasilnya adalah panjang periode inkubasi $LL > LD > DL > DD$, dimana LL = cahaya terus menerus, sebelum dan sesudah inokulasi, LD = cahaya sebelum inokulasi dan



Gambar 1. Gejala blas daun (kiri) dan gejala blas leher (kanan).

gelap sesudahnya, DL = gelap sebelum inokulasi dan cahaya sesudahnya, DD = gelap terus menerus sebelum dan sesudah inokulasi, sedang tingkat infeksi adalah $DL > LD > DD$ (Hemi and Imura 1989).

Dosis pupuk nitrogen berkorelasi positif dengan intensitas serangan blas, semakin tinggi dosis pupuk N keparahan penyakit blas semakin tinggi. Makin cepat cepat tersedianya hara N bagi tanaman misalnya ZA, makin cepat pula meningkatnya serangan blas (Sudir *et al.* 2002). Pada tanah lempung, serangan blas lebih ringan daripada tanah berpasir (Amir dan Kardin 1991). Pada umumnya pengaruh N terhadap sel epidermis adalah permeabilitas air dan menurunnya kadar unsur silika, sehingga jamur mudah melakukan penetrasi. Namun pada varietas yang tahan pengaruh pupuk N tidak banyak berpengaruh (Nandy *et al.* 2010). Pengaruh pupuk silika telah banyak diteliti, dan umumnya pengaruh silika terutama pada ketahanan fisik tanaman, khususnya sel-sel epidermis. Akan tetapi unsur silika tidak mampu menahan perkembangan jamur setelah terjadi proses penetrasi dalam jaringan daun (Ou 1985; Santoso dan Anggiani 2008).

Jamur *P. grisea* memiliki keragaman genetik yang tinggi karena memiliki kemampuan perkawinan silang antar-haploid hifa yang berlainan genetiknya dan tingkat mutasi yang tinggi sehingga memungkinkan terjadinya segregasi dan rekombinasi antar ras yang berbeda kemudian menghasilkan ras baru (Zigler 1998; Utami, *et al.* 2006; Santoso *et al.* 2007). Ras-ras patogen blas dapat berubah sifat virulensinya dalam waktu singkat, bergantung pada inang dan pengaruh lingkungan (Utami *et al.* 2006). Sehubungan sifat patogen blas mudah membentuk ras baru, maka pemantauan sebaran dan komposisi ras dari waktu ke waktu sebagai dasar rekomendasi pengendalian dengan varietas tahan sangat diperlukan. Pemantauan ras patogen umumnya dilakukan dengan cara menggunakan seperangkat varietas diferensial yang masing-masing varietas memiliki gen yang mampu membedakan patogenitas isolat yang diuji (Hayashi and Fukuta 2009, Fukuta *et al.* 2009). Varietas diferensial internasional yang terdiri dari galur-galur monogenik telah dikembangkan dan digunakan di beberapa negara seperti Jepang, China, dan Korea Selatan (Kobayashi 2007, Fujita *et al.* 2009). Mogi *et al.* (1991) melaporkan bahwa pemantauan ras patogen blas menggunakan tujuh varietas diferensial Indonesia yaitu Asahan, Cisokan, IR64, Krueng Aceh, Cisadane, Cisanggarung dan Kencana Bali teridentifikasi lebih dari 30 ras *P. grisea* di Indonesia. Amir *et al.* (2000) melaporkan bahwa hasil identifikasi ras *P. grisea* yang berasal dari Sukabumi MT 1995-1998 mendapatkan 25 ras, empat diantaranya selalu ada pada setiap musim tanam yaitu ras 001, 003, 033, dan 173. Selama periode

tahun 2000 sampai 2004 pada padi gogo di Lampung terdeteksi sebanyak 26 ras jamur *P. grisea* enam diantaranya selalu dijumpai tiap tahun, yaitu ras 001, 023, 033, 073, 101, 133, dan 173 (Suwarno dan Adnyana 2006).

KOMPOSISI DAN SEBARAN RAS PATOGEN BLAS PADA BEBERAPA DAERAH DI PULAU JAWA

Informasi tentang peta komposisi dan dominasi ras patogen penyakit blas di suatu ekosistem padi sangat penting sebagai dasar penentuan strategi pengendalian penyakit dengan penanaman varietas tahan. Di India, misalnya, Karthikeyan *et al.* (2013) melaporkan bahwa dari 600 sampel daun padi yang terinfeksi blas daun dan blas leher, dalam karakterisasi virulensinya terhadap padi, 198 ras *P. grisea* dilakukan dengan 9 NILs (Near-isogenic rice lines). Dalam analisis yang dilaksanakan pada tahun 2001, diidentifikasi 15 patotipe baru di antara 49 strains Kerala. Dalam tahun 2002, 14 patotipe diidentifikasi dari 26 strain Tamil Nadu dan 9 patotipe dari 22 strains Karnataka. Hal serupa dilakukan oleh Neto *et al.* (2010) terhadap 479 sampel isolate *P. grisea* yang diperoleh dari lahan sawah irigasi Araguaia River Valley, Tocantins, Brazil. Sejalan dengan itu, Anggiani *et al.* (2012) melaporkan bahwa hasil identifikasi ras 175 isolat *P. grisea* yang diperoleh dari padi sawah di daerah Subang, Indramayu, Kuningan, Bogor, Sukabumi, dan Cianjur, diperoleh 22 kelompok ras. Diantara ras yang diidentifikasi, ras 101 adalah ras yang paling dominan sebesar 24,6 % disusul ras 001 sebesar 18,3 % , ras 041 sebesar 17,7% dan ras 033 sebesar 11,4%. Sudir *et al.* (2013) melaporkan bahwa dari 224 isolat *P. grisea* yang diperoleh dari tiga Kabupaten yaitu Subang, Karawang, dan Indramayu teridentifikasi 18 kelompok ras. Secara keseluruhan, lima ras yang dominan keberadaannya yaitu ras 003 merupakan ras yang paling banyak muncul yaitu sebesar 19,6%, disusul ras 053 (14,7%), ras 013 (14,3%), ras 001(12,5%) dan ras 073 sebesar 10,7%. Ras *P. grisea* yang paling dominan di Kabupaten Subang adalah ras 053 (18%), di Karawang ras 003 (25%) dan di Kabupaten Indramayu ras 003 (21%) (Tabel 1). Komposisi dan sebaran ras jamur *P. grisea* di Kabupaten Subang, Karawang, dan Indramayu berbeda-beda, di Kabupaten Subang ditemukan 16 kelompok ras, di Karawang 11 kelompok, dan di Indramayu ada 12 kelompok ras *P. grisea*.

Sudir *et al.* (2013) melaporkan hasil pemantauan ras blas di enam kabupaten di Jawa Tengah pada musim tanam 2013 diperoleh 122 isolat jamur *P. grisea* yang terdiri atas 23 ras. Ras 013 dan 153 yang paling dominan yaitu masing-masing sebesar 9,84%, dan ras 001, 113 dan 151 masing-masing sebesar 7,38%. Komposisi dan sebaran

Tabel 1. Komposisi ras jamur *P. grisea* di Kabupaten Subang, Karawang, dan Indramayu Jawa Barat, MT 2013.

Ras	Kabupaten			Jumlah isolat	Jumlah ras (%)
	Subang	Karawang	Indramayu		
001	7	6	15	28	12,5
003	8	10	26	44	19,6
011	0	0	8	8	3,6
013	9	6	17	32	14,3
041	2	2	10	14	6,3
043	2	1	0	3	1,3
051	2	2	3	7	3,1
053	11	5	19	35	14,7
061	1	1	0	2	0,9
073	5	5	14	24	10,7
131	2	0	0	2	0,9
203	1	1	3	5	2,2
213	0	0	1	1	0,4
221	2	1	1	4	1,8
253	2	0	0	2	0,9
313	2	0	7	9	4,0
351	2	0	0	2	0,9
353	2	0	0	2	0,9
Jumlah Isolat	60	40	124	224	

Sumber: Sudir *et al.* 2013

ras jamur *P. grisea* berbeda antar lokasi. Dari 24 isolat yang diperoleh dari Kabupaten Pemalang terdiri atas 16 ras, 17 isolat dari Kabupaten Pekalongan terdiri atas 13 ras, 14 isolat dari Kabupaten Batang terdiri atas 10 ras, 32 isolat dari Kabupaten Demak terdiri atas 20 ras, di Kabupaten Jepara diperoleh 21 isolat terdiri atas 14 ras, di Kabupaten Blora diperoleh isolat 14 terdiri atas 11 ras (Tabel 2).

Di beberapa kabupaten di Jawa Timur yaitu Lamongan, Mojokerto, Jombang, Pasuruan, Lumajang dan Probolinggo, diperoleh 201 isolat jamur *Pyricularia grisea*. Hasil identifikasi ras diperoleh 18 kelompok ras. Lima ras yang dominan yaitu ras 053 sebesar 18,4%, disusul ras 001 (14,9%), ras 273 (11,4%), ras 153 (9,5%) dan ras 003 sebesar 9,0%. Sebaran dan banyaknya ras yang muncul pada setiap lokasi berbeda-beda, di Lamongan ditemukan 12 kelompok ras, di Mojokerto delapan kelompok, Jombang tiga kelompok, Pasuruan tiga kelompok, Lumajang enam kelompok, dan Probolinggo empat kelompok ras (Sudir *et al.* 2013) (Tabel 3).

Tabel 2. Komposisi ras jamur *P. grisea* di beberapa Kabupaten di Jawa Tengah, MT 2013.

Ras	Kabupaten						Jumlah isolat	Jumlah ras (%)
	Pemalang	Pekalongan	Batang	Demak	Jepara	Blora		
001	2	1	2	1	1	2	9	7,38
003	0	1	1	2	1	1	6	4,92
011	0	1	1	0	0	0	2	1,64
013	1	2	1	4	4	0	12	9,84
043	1	0	0	1	0	1	3	2,46
073	1	0	0	1	0	1	3	2,46
101	0	1	0	1	1	0	3	2,46
103	0	3	0	3	2	0	8	6,56
111	0	1	0	2	0	0	3	2,46
113	3	1	3	1	0	1	9	7,38
121	1	1	0	2	2	0	6	4,92
133	1	0	0	1	0	1	3	2,46
151	1	2	1	2	2	1	9	7,38
153	3	1	2	2	2	2	12	9,84
161	1	0	0	1	1	0	3	2,46
203	0	1	0	1	1	0	3	2,46
211	1	0	0	1	1	0	3	2,46
213	2	0	0	2	1	1	6	4,92
233	1	0	1	0	0	1	3	2,46
253	2	0	1	1	1	0	5	4,10
301	2	0	1	0	0	0	3	2,46
311	0	1	0	1	1	0	3	2,46
363	1	0	0	2	0	2	5	4,10
Jumlah	24	17	14	32	21	14	122	100,00

Sumber: Sudir *et al.* 2013

Tabel 3. Komposisi dan sebaran ras jamur *Pyricularia grisea* di beberapa kabupaten di Jawa Timur, MT 2013.

Ras	Kabupaten						Jumlah isolat	Jumlah ras (%)
	Lamongan	Mojokerto	Jombang	Pasuruan	Lumajang	Probolinggo		
001	6	12	4	4	4	0	30	14,9
003	4	3	0	8	3	0	18	9,0
011	2	0	0	0	3	0	5	2,5
013	3	4	0	0	0	0	7	3,5
043	4	0	0	0	0	0	4	2,0
053	0	0	0	6	6	25	37	18,4
101	0	2	9	0	0	0	11	5,5
103	0	12	0	0	0	0	12	6,0
113	4	1	0	0	0	0	5	2,5
121	0	2	0	0	0	0	2	1,0
143	2	0	0	0	0	0	2	1,0
153	0	2	0	0	11	6	19	9,5
253	0	0	0	0	0	5	5	2,5
273	4	0	0	0	11	8	23	11,4
303	6	0	0	0	0	0	6	3,0
313	5	0	6	0	0	0	11	5,5
321	2	0	0	0	0	0	2	1,0
333	2	0	0	0	0	0	2	1,0
Jumlah	44	38	19	18	38	44	201	

Sumber: Sudir *et al.* 2013

TEKNOLOGI PENGENDALIAN PENYAKIT BLAS

Perkembangan penyakit blas dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk iklim makro dan mikro (musim, kelembaban dan suhu), lingkungan, kesuburan tanah, dan ketahanan varietas (Santoso dan Nasution 2008). Pengendalian penyakit blas yang dianjurkan merupakan pengendalian secara terpadu dengan memadukan berbagai cara yang dapat menekan perkembangan penyakit seperti teknik budi daya, penanaman varietas tahan, dan pengendalian secara kimiawi.

Teknik Budi Daya

Penanaman Benih dan bibit sehat. Patogen penyakit blas dapat tertular melalui benih, sehingga dianjurkan dari pertanaman yang terinfeksi penyakit blas gabah hasil panennya tidak digunakan sebagai benih (Suprihanto *et al.* 2002). Semestinya dipersyaratkan bebas tularan blas untuk kelulusan uji sertifikasi benih guna mencegah meluasnya serangan penyakit blas. Pertanaman padi yang terserang penyakit blas dengan intensitas di atas 20% menghasilkan gabah yang terinfeksi jamur *P. grisea* mencapai 22,5 persen (Sudir 2012). Jamur penyebab penyakit dapat menginfeksi tanaman mulai dari pesemaian. Oleh karena itu, apabila sudah terdapat infeksi pada bibit, sebelum bibit ditanam dianjurkan disemprot dengan fungisida supaya tidak menjadi sumber

inokulum dan penyebaran jamur patogen. Bibit yang sudah terinfeksi/bergejala penyakit blas sebaiknya tidak ditanam.

Waktu tanam yang tepat. Perbedaan agroklimat antar lokasi memerlukan pengelolaan yang berbeda untuk mengatasi serangan penyakit blas. Di Indonesia, faktor kelembaban udara perlu diperhatikan untuk menghadapi serangan blas leher (Santoso dan Nasution 2008). Pada suhu 30-32° C infeksi blas berat apabila udara lembab dan berembun. Pengaturan waktu tanam bertujuan untuk menghindari stadia *heading* pada saat banyak hujan dan embun. Untuk ini diperlukan data penunjang iklim dan umur tanaman sebagai dasar penentuan waktu tanam tanam yang tepat.

Cara tanam. Pertanaman yang terlalu rapat akan menciptakan kondisi lingkungan terutama suhu, kelembaban, dan aerasi yang lebih menguntungkan bagi perkembangan penyakit (Sudir 2011). Pertanaman yang rapat akan mempermudah terjadinya infeksi dan penularan dari satu tanaman ke tanaman yang lain. Untuk memberikan kondisi lingkungan yang kurang mendukung perkembangan penyakit blas dianjurkan jarak tanam dengan jajar legowo, yang akan mengurangi kelembaban disekitar kanopi pertanaman, mengurangi terjadinya embun dan air gutasi dan gesekan daun antar tanaman sebagai media penularan patogen

Sanitasi lingkungan. Patogen dapat bertahan pada inang alternatif berupa rumput-rumputan dan sisa-sisa

tanaman, maka sanitasi lingkungan sawah dengan menjaga kebersihan sawah dari gulma dan sisa-sisa tanaman yang terinfeksi merupakan usaha yang dianjurkan (Santoso dan Nasution 2008).

Pemakaian jerami sebagai kompos. Jamur *P.grisea* dapat bertahan pada sisa-sisa tanaman padi/ jerami dan biji dari pertanaman padi sebelumnya, sehingga sumber hidup inokulum selalu tersedia dari musim ke musim. Daerah tropis yang tidak mempunyai musim dingin sangat membantu bertahannya patogen ini dalam keadaan kering, tetapi bila jerami dibenam dalam tanah sebagai kompos, miselia dan spora mati karena naiknya suhu selama proses dekomposisi (Santoso dan Nasution 2008).

Pemupukan. Dosis pupuk nitrogen berkorelasi positif dengan keparahan penyakit blas, pertanaman yang dipupuk nitrogen dengan dosis tinggi menyebabkan tanaman menjadi lebih rentan dan keparahan penyakit lebih tinggi. Sebaliknya dengan pupuk kalium menyebabkan tanaman menjadi lebih tahan terhadap penyakit hawar daun jamur (Sudir *et al.* 2002). Oleh karena itu agar perkembangan penyakit dapat ditekan dan diperoleh produksi yang tinggi disarankan menggunakan pupuk N dan K secara berimbang dengan menghindari pemupukan N terlalu tinggi (Sudir 2011).

Silicon (Si) merupakan unsur hara yang menguntungkan pada berbagai tanaman, terutama pada gramineae. Biasanya pengaruh Si berkaitan dengan pengendalian hama dan penyakit dan meningkatkan mekanisme ketahanan tanaman. Deposisi unsur ini di bawah epidermis daun akan menginduksi produksi fenol yang menstimulasi produksi fitoaleksin, mengurangi *lodging* (rebah), menurunkan transpirasi, dan meningkatkan kapasitas fotosintesis (Buck *et al.* 2008). Pengaruh unsur Si terhadap penyakit blas telah banyak dilaporkan baik dalam bentuk kandungan minimal SiO₂ dalam bibit padi (Tsuyoshi *et al.* 2005) maupun dalam bentuk pupuk melalui tanah dan penyemprotan melalui daun (Wattanapayapkul *et al.* 2011, Buck *et al.* 2008, dos Santos *et al.* 2011).

Makarim (2007) melaporkan bahwa pemberian pupuk Si dengan dosis 200 ppm/ha nyata menurunkan intensitas serangan blas daun pada varietas tahan Situ Patenggang. Pada varietas Cirata yang rentan pada penyakit blas, pemberian pupuk Si dengan dosis 100 sampai 400 ppm/ha tidak dapat menurunkan intensitas serangan penyakit blas (Tabel 4). Hal ini diduga karena pengaruh Si terutama pada ketahanan fisik, khususnya sel-sel epidermis. Unsur Si tidak mampu menahan perkembangan jamur *P. grisea* setelah terjadi penetrasi pada jaringan daun varietas rentan Cirata.

Tabel 4. Intensitas serangan penyakit blas daun ras 373 dan 041 pada varietas Situ Patenggang dan Cirata.

Dosis Si (ppm/ha)	Varietas Situ Patenggang		Varietas Cirata	
	Ras 373	Ras 041	Ras 373	Ras 041
0	75,7 a	72,6 a	60,2a	82,2 ab
100	35,5 b	36,6 b	59,1a	91,7 a
200	18,4 c	26,0 c	59,1a	92,9 a
300	47,5 b	40,4 b	44,4a	82,6 a
400	35,5 b	40,8 b	70,2a	71,1 b

Sumber: Makarim (2007)

Untuk daerah endemik, pencegahan penyakit blas disarankan dengan cara menanam varietas padi yang memiliki ketahanan terhadap penyakit blas. Pencegahan penyebaran penyakit perlu dilakukan dengan cara antara lain tidak menanam benih yang berasal dari pertanaman yang terserang penyakit, mencegah terjadinya infeksi bibit dan menghindarkan pertanaman dari naungan. Penyakit dapat menyebar melalui kontak langsung antara daun sehat dengan daun sakit, oleh karena itu apabila bibit sudah terinfeksi sebaiknya tidak ditanam dan dihindari dari terkena air dan angin kencang.

Penanaman Varietas Tahan Berdasarkan Ras Patogen di Lapangan

Varietas tahan berfungsi sebagai komponen utama dalam pengendalian penyakit blas secara terpadu. Penggunaan varietas tahan merupakan cara yang sangat efektif dan efisien untuk mengendalikan penyakit blas (Fukuta *et al.* 2009; Kobayashi *et al.* 2009). Namun teknologi ini dihambat oleh adanya virulensi patogen yang sangat beragam dan kemampuan patogen membentuk ras (*patotipe*) baru yang lebih virulen sehingga sifat ketahanan varietas mudah terpatahkan (Kobayashi 2007, Koizumi 2007). Oleh karena itu tidak dianjurkan penanaman satu varietas dalam areal yang luas secara terus menerus karena akan mempercepat terbentuknya strain baru yang akan mamatahkan ketahanan varietas yang bersangkutan. Dalam suatu hamparan dianjurkan ditanam beberapa varietas yang memiliki tingkat ketahanan yang beragam (Koizumi 2009).

Untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh patogen yang mampu membentuk ras baru seperti penyakit blas, taktik pergiliran varietas tahan perlu dirancang secara cermat agar dapat berfungsi dengan baik. Taktik ini memerlukan dukungan berbagai data, terutama yang berkaitan dengan komposisi dan sebaran patotipe atau ras yang ada di suatu ekosistem dan sifat ketahanan suatu varietas yang akan ditanam. Kesesuaian penanaman varietas tahan dengan komposisi ras patogen yang ada di lapangan berdampak terhadap peningkatan

efektivitas pengendalian penyakit blas, sehingga penularan penyakit dapat ditekan (Koizumi 2007). Informasi sebaran ras blas dapat digunakan sebagai acuan bagi petani dalam menanggulangi penyakit blas dengan menanam varietas tahan yang sesuai dengan ras yang ada di masing-masing lokasi (Koizumi 2009).

Varietas lokal yang berdaya hasil rendah tapi adaptif di wilayah tertentu, mempunyai keragaman genetik yang besar untuk sifat ketahanan terhadap penyakit blas (Lubis *et al.* 1999, Lubis 2006). Ketahanan varietas lokal Grogol dan Sejang Ungu, misalnya, masing-masing dikendalikan oleh satu gen dominan, yaitu *Pi-1w* dan *Pi-2w*, sedangkan ketahanan pada varietas Mat Embun dikendalikan oleh dua gen dominan, yaitu *Pi-3w* dan *Pi-4w*. Di Malaysia Rahim *et al.* (2013) yang meneliti 10 patotipe *P. oryzae* terhadap 13 varietas unggul padi yang tergolong tahan dan peka terhadap penyakit blas melaporkan hal serupa. Menurut mereka, patotipe yang paling virulen yang ditemukan adalah patotipe *P7.2* dan dalam penelitian selanjutnya sifat ketahanan terhadap patotipe ini dikendalikan oleh satu gen. Penelitian lainnya melaporkan bahwa ketahanan varietas Dupa terhadap penyakit blas dipengaruhi oleh tiga pasang gen, yaitu *Pi-d1*, *Pi-d2*, dan *Pi-d3* sedangkan pada varietas Malio dikendalikan oleh dua pasang gen dominan *Pi-m1* dan *Pi-m2* (Lubis 2006). Hasil studi ini menunjukkan besarnya peluang untuk melakukan program perbaikan ketahanan varietas terhadap penyakit blas.

Selain itu, berbagai varietas dan galur padi dengan berbagai tingkat ketahanan telah dikembangkan dengan menggunakan donor gen tahan blas yang berasal dari strain padi liar (Sobir *et al.* 2005). Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian melalui Balai Besar Penelitian Tanaman Padi telah menghasilkan varietas unggul baru (VUB) yang memiliki ketahanan terhadap beberapa ras patogen blas. Varietas Jatiluhur, Limboto, Danau Gaung, Batutege, Situ Patenggang, Inpago4, Inpago5, dan Inpago 6 adalah varietas-varietas padi gogo yang tahan terhadap penyakit blas (Suprihatno *et al.* 2011). Sedangkan padi sawah irigasi, varietas Inpari 11 tahan terhadap blas ras 033 dan ras 133, varietas Inpari 12 tahan ras 033, agak tahan ras 133 dan ras 073, varietas Inpari 13 tahan terhadap ras 133, 073, dan ras 173. Padi rawa, varietas Inpara 3 tahan terhadap ras 101, 123, 141, dan ras 373. Padi gogo, Inpago 8 tahan ras 073, 173, 033, dan ras 133 (BB Padi 2013) (Tabel 5). Varietas-varietas tersebut dapat dianjurkan untuk mengendalikan penyakit blas di daerah-daerah yang memiliki kesesuaian dengan ras yang ada.

Pengendalian Penyakit Blas Secara Hayati dan Kimiawi

Berbagai cara pengendalian hayati telah diteliti terhadap penyakit blas. Suryadi *et al.* (2013) melaporkan bahwa *Bacillus firmus* E65 dan *Bacillus firmus* E65 + *Bacillus cereus* II.14 + *Pseudomonas aeruginosa* C32b secara

Tabel 5. Tingkat ketahanan varietas unggul baru (VUB) terhadap penyakit blas.

Varietas	Umur (hari)	Tingkat ketahanan		
		Tahan Ras	Agak tahan Ras	Rentan Ras
Padi Sawah				
INPARI 11	105	033 dan 133		073
INPARI 12	99	033	133 dan 073	
INPARI 13	99	133, 073 dan 173	033	
INPARI 14	113		033 dan 133	073 dan 173
INPARI 15	117	133 dan 073	133	
INPARI 16	118	033	073	133 dan 173
INPARI 17	111	033 dan 133	073	173
INPARI 20	104		033	133, 073 dan 173
INPARI 21	120		133 dan 073	173
INPARI 22	118	033 dan 133	073 dan 137	
INPARI 26	124	033	073 dan 173	133
INPARI 27	125	073	173	033 dan 133
INPARI 28	120		033 dan 073	133 dan 173
SIDENUK	104		033	133, 073 dan 173
Padi Rawa				
Inpara 3	127	101, 123, 141, dan 373		
Inpara 7	114	033 dan 173	133	
Padi Gogo				
Inpago 7	111	133	073, 173, dan 033	
Inpago 8	119	073, 173, 033, dan 133		

Sumber: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi 2013

Tabel 6. Pengaruh beberapa biocontrol terhadap infestasi penyakit blas dan hasil pada varietas Nellore Masuri NLR 34242, Andhra Pradesh, India, 2008/09 dan 2009/10.

Perlakuan	Takaran	Persentase blas daun*	Persentase blas leher*	Hasil (kg/ha)*	Jumlah gabah/malai*
Ekstrak biji mimba	50 ml/l	20,3	22,0	2836	91
Cake mimba	500 kg/ha	22,4	24,5	2668	89
Minyak mimba	0,5 ml/l	30,4	35,3	2046	73
<i>Pongamia spp</i>	30 ml/l	31,3	38,1	1962	71
<i>Pseudomonas spp</i>	4 ml/l	14,1	15,7	3296	100
<i>Trichoderma spp</i>	4 ml/l	24,4	26,7	2603	85
Panchagavya**	50 ml/l	29,1	32,9	2108	75
Kontrol	-	56,5	44,4	1446	61

Sumber: Siresha (2013).

*Angka rata-rata tahun 2008/09 dan 2009/10

**Ramuan dari 5 campuran produk sapi termasuk urine, faeces, dan susu.

nyata menekan pertumbuhan miselia *P. oryzae* masing-masing 73-85% dan 66-83%. Penelitian lainnya oleh Gandalera *et al.* (2013) menunjukkan bahwa ekstrak *Chaetomium globosum* efektif dalam menghambat pertumbuhan beberapa strain *Pyricularia oryzae* di Filipina. Siresha (2013) membandingkan efektivitas beberapa biocontrol terhadap *P. oryzae* di Andhra Pradesh, India dengan menggunakan varietas rentan Nellore Masuri NLR 34242. Hasil penelitiannya selama dua tahun (2008/09 dan 2009/10) menunjukkan bahwa perlakuan *Pseudomonas fluorescens* paling efektif dalam mengendalikan penyakit blas (Tabel 6).

Penggunaan fungisida merupakan alternatif bila teknik lain tidak efektif. Hal ini mengingat fungisida harganya mahal dan penggunaan fungisida agar efektif dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Penggunaan fungisida harus dilakukan tepat sasaran, jenis, dosis, waktu dan cara aplikasi. Efikasi fungisida untuk pengobatan benih hanya bertahan 6 minggu dan selanjutnya perlu dilakukan penyemprotan tanaman (Santoso dan Nasution 2008). Hasil percobaan yang telah dilaksanakan pada beberapa musim menunjukkan beberapa fungisida yang efektif terhadap *P. oryzae*, antara lain Benomyl 50 WP, Mancozeb 80%, Carbendazim 50%, Isoprotiolan 40%, dan difenoconazol 25% (Sudir *et al.* 2002). Untuk menekan populasi blas sebelum menyerang leher, perlu dilakukan penyemprotan fungisida minimum 2 kali yaitu pada saat anakan maksimum dan awal berbunga (Sudir *et al.* 2002). Beberapa fungisida yang dianjurkan untuk pengendalian penyakit blas tersaji pada Tabel 7.

Penggunaan fungisida dengan perlakuan benih.

Pengendalian penyakit blas lebih efektif apabila dilakukan sedini mungkin. Karena patogen *P. oryzae* dapat ditularkan melalui benih, maka perlu dilakukan pengobatan benih terutama dengan fungisida sistemik. Perlakuan

Tabel 7. Fungisida yang direkomendasikan untuk pengendalian penyakit blas melalui penyemprotan.

Nama umum	Nama dagang	Dosis formulasi/aplikasi/ha
Trisiklazol	Dennis 75 WP	1 kg
Trisiklazol	Blast 200 SC	1 lt
Tetrachlorophthalide	Rabcide 50 WP	1 kg
Isoprotiolane	Fujiwan 400 EC	1 lt
Thiophanate methyl	Topsin 500 SC, Topsida 75 WP	1 kg
Karbendazim + mancozeb	Delsene MX 80 wp	1 lt
Difenoconazol	Score 250 EC	0,5 lt

Sumber: Anonim 2010.

gabah dengan fungisida dapat menekan tingkat infeksi *P. grisea* pada gabah mencapai 100 persen. Pengobatan benih dapat dilakukan dengan cara perendaman benih (*soaking*) atau pelapisan benih (*coating*) (Sudir 2012).

Perendaman benih. Benih direndam dalam larutan fungisida selama 24 jam, dan selama periode ini larutan diaduk merata setiap 6 jam. Perbandingan berat biji dan volume air adalah 1 : 2 (1 kg benih direndam dalam 2 l air larutan fungisida). Benih yang telah direndam dianginkan dalam suhu kamar di atas kertas koran dan dibiarkan sampai gabah tersebut disebarkan di lahan gogo. Pada padi sawah perendaman dalam larutan fungisida dilakukan sebelum pemeraman (Sudir 2012).

Cara pelapisan. Cara ini lebih efektif dibandingkan cara perendaman dalam hal pemakaian air, sehingga lebih cocok untuk lahan kering (gogo) (Sudir 2012). Benih dibasahi dengan cara merendam beberapa jam, kemudian ditiriskan sampai air tidak menetes lagi. Fungisida dengan dosis tertentu dicampur dengan gabah basah dan dikocok sampai merata, gabah dikeringanginkan, selanjutnya siap ditanam (Sudir 2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Patogen *P. grisea* mampu membentuk ras baru yang banyak, perkembangan penyakit dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk lingkungan, iklim, kelembapan, suhu, cara budi daya, dan varietas yang ditanam
2. Pengendalian penyakit blas harus dilakukan secara terpadu dengan memadukan berbagai komponen pengendalian, dan varietas tahan sebagai komponen utama, tetapi penanaman satu varietas tahan secara terus menerus tidak dianjurkan karena akan memacu terbentuknya patotipe atau ras baru yang lebih virulen.
3. Penanaman varietas tahan harus disesuaikan antara sifat ketahanan varietas dengan keberadaan ras patogen di lapangan. Peta komposisi dan sebaran ras patogen sangat penting sebagai dasar rekomendasi penanaman varietas tahan yang sesuai dengan ras patogen *P. grisea*.
4. Monitoring komposisi dan sebaran ras *P. grisea* secara kontinyu perlu dilakukan mengingat ras patogen *P. grisea* selalu berubah dari waktu ke waktu.
5. Upaya pencarian sumber gen tahan untuk perakitan varietas tahan blas perlu mengacu keberadaan ras di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir M. dan M.K. Kardin, 1991. Pengendalian penyakit jamur. Buku 3. hlm. 825-844. Dalam Edi Sunaryo, Djoko S. Damardjati, dan Mahyudin Syam (Ed.). Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Amir, M., A. Nasution, dan Santoso. 2000. Inventarisasi ras *P. grisea* di daerah Sukabumi Jawa Barat musim tanam 1995-1998. hlm. 148-151. Dalam Soedarmono, Arwiyanto, T., Donowidjojo, S., Djatmiko, H.A., Utami, D.S., Prihatiningsih, N., Pramono, A., dan E. Mugiastuti (Ed.). Prosiding Kongres Nasional XV. PFI. Purwokerto.
- Anggiani, N., Santoso, dan Sudir. 2013. Pemetaan ras blas (*Pyricularia grisea*) yang menyerang padi sawah di daerah Jawa Barat. Buku 2. hlm. 1093-1104. Dalam Abdulrachman, S., Pratiwi, G.R., Ruskandar, A., Nuryanto, B., Usyati, N., Widyantoro, Guswara, A., Samita, P., Mejaya, M. J., (Ed.). Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Adaptip Perubahan Iklim Global Mendukung Surplus 10 Juta ton Beras Tahun 2014. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian pertanian.
- Anonim 2010. Pestisida Pertanian dan Kehutanan. Pusat Perizinan dan Investasi Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian RI. 781p.
- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB Padi) 2013. Deskripsi Varietas Unggul Baru. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. 65p.
- Buck, G. B., G. H. Korndörfer, A. Nolla, and L. Coelho. 2008. Potassium Silicate as Foliar Spray and Rice Blast Control. *Journal of Plant Nutrition* 31(2): 231-237.
- dos Santos, G. R., M. D. de Castro Neto. L. N. Ramos, R. A. Sarmento, G. H. Korndörfer, and M. Ignácio. 2011. Effect of Silicon Sources on Rice Diseases and Yield in the State of Tocantins, Brazil. *Acta Sci., Agron. (Online)* 33 (3):
- Fujita, D., Ebron, L.A., Kobayashi, N., and Y. Fukuta. 2009. Comparison of DNA marker analysis of the blast resistance gens *Pib* and *Pita* in IRRI-bred rice varieties with gene estimation by conventional genetic analysis. p. 87-93. In Yoshimichi Fukuta, Casiana M. Vera Crus and N. Kabayashi (Ed.). Development and Characterization of Blast Resistance Using Differential Varieties in Rice. JIRCAS Working report No. 63. Tsukuba, Japan.
- Fukuta, Y., Xu, D., Kobayashi, N., Jeanie, M., Yanoria, T., Hairmansis, A., and N. Hayashi. 2009. Genetic characterization of universal differential varieties for blast resistance developed under the IRRI-Japan Collaborative Research Project using DNA markers in rice (*Oryza sativa* L.). p.35-68. In Yoshimichi Fukuta, Casiana M. Vera Crus and N. Kabayashi (Ed.). Development and Characterization of Blast Resistance Using Differential Varieties in Rice. JIRCAS Working report No. 63. Tsukuba, Japan.
- Gandalera, E. E., Cynthia C. Divina, and J. Dg. Dar. 2013. Inhibitory activity of *Chaetomium globosum* Kunze extract against Philippine strain of *Pyricularia oryzae* Cavara. *Journal of Agricultural Technology* 9(2): 333-348.
- Hayashi, N. and Y. Fukuta. 2009. Proposal for new international system of differentiating races of blast (*Pyricularia oryzae* Cavara) by using LTH monogenic lines in rice (*Oryza sativa* L.).p.11-16. In Yoshimichi Fukuta, Casiana M. Vera Crus and N. Kabayashi (Ed.). JIRCAS Working report No. 63. Tsukuba, Japan.
- Hemi, T. and J. Imura. 1989. On the relation of air humidity to conidial formation in the rice blas fungus *Pyricularia oryzae* and the characteristics in the germination of conidia produced by strain showing different

- pathogenicity. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 9: 147-156.
- Karthikeyan V, Rajarajan R., and Gnanamanickam SS. 2013. Virulence characteristic analysis and identification of new phenotypes of rice blast fungus (*Magnaporthe grisea*) from India. *Life Science Feed* 2(1): 7-12.
- Kato, H., Sasaki, T., and Koshimizy. 1970. Potential for conidium formation of *P. oryzae* in lesions on leaves and panicles. *Phytopathology* 60: 608-612.
- Kobayashi, N., M. J. T. Yanoria, H. Tsunematsu, H. Kato, T. Imbe, and Y. Fukuta. 2007. Development of New Set of International standard Different Varieties for Blast Resistant in Rice (*Oryza sativa* L.). *JARC* 41(1): 31-37.
- Kobayashi, N., Ebron, L. A., Fujita, D., and Y. Fukuta. 2009. Identification of blast resistance genes in IRRI-bred rice varieties by segregation analysis based on differential system. p.69-86. In Yoshimichi Fukuta, Casiana M. Vera Cruz and N. Kobayashi (Ed.). *Development and Characterization of Blast Resistance Using Differential Varieties in Rice*. JIRCAS Working report No. 63. Tsukuba, Japan.
- Koizumi, S. 2007. Durability of resistance to rice blast disease. p.1-10. In Yoshimichi Fukuta, Casiana M. Vera Cruz and N. Kobayashi (Ed.). *A Differential System for Blast Resistance for Stable Rice Production Environment*. JIRCAS Working report No. 53. Tsukuba, Japan.
- Koizumi, S. 2009. Monitoring of blast races to ensure durability of blast resistance in Japanese rice cultivars. p.1-9. In Yoshimichi Fukuta, Casiana M. Vera Cruz and N. Kobayashi (Ed.). *Development and Characterization of Blast Resistance Using Differential Varieties in Rice*. JIRCAS Working report No. 63. Tsukuba, Japan.
- Lestari, P., Trijatmiko, R.T., Reflinur, Warsun, A., Tasliah, Ona, I., Vera Cruz, C., and M. Bustaman. 2011. Mapping quantitative trait loci conferring blast resistance in upland indica rice (*Oryza sativa* L.). *J. Crop Sci. Biotech.* 14(1): 57-63.
- Lubis, E., Suwarno, dan M. Bustaman. 1999. Genetik Ketahanan terhadap Penyakit Blas pada Beberapa Varietas Lokal Padi Gogo. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 18(2): 7-12.
- Lubis, E. 2006. Pewarisan Sifat Ketahanan Penyakit Blas pada Padi Varietas Dupa, Malio, dan Asahan. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 25(3): 152-156.
- Makarim, A.K. 2007. Pengujian efektifitas pupuk SiPPadi-HS pada tanaman padi. Laporan Hasil Penelitian. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Sukamandi.
- Mogi, S., Sugandi, B., Edwina, R., Cahyadi. 1991. Establishment of the differential variety series for pathogenic race identification of rice blast fungus the distribution of race based on the new differential in Indonesia. Race Disease Study Group. Balai Peramalan Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura Jatisari Karawang. 30p.
- Nandy, S., Mandal, N., Bhowmik, P.K., Khan, M.A., and S.K. Basu. 2010. Sustainable management of rice blast (*Magnaporthe grisea* (Habbert) Barr): 50 years of research progress in molecular biology. p. 92-106. In Arya and A.E. Parelo (Eds.) *Management of fungal plant pathogens*. CAB International.
- Neto, J. J. D., G. R. dos Santos, L. M. dos Anjos, P. H. N. Rangel, and M. E. Ferreira. 2010. Hot spots for diversity of *Magnaporthe oryzae* physiological races in irrigated rice fields in Brazil. *Pesq. agropec. bras.* [online]. 45 (3): 252-260.
- Ou, SH. 1985. *Rice Diseases* (2nd ed.). Com. Mycological Inst. Kew, England. 380 p.
- Rahim, H. A., M. A. R. Bhuiyan, A. Saad, M. Azhar, and R. Wickneswari. 2013. Identification of virulent pathotypes causing rice blast disease (*Magnaporthe oryzae*) and study on single nuclear gene inheritance of blast resistance in F2 population derived from Pongsu Seribu 2 x Mahshuri. *AJCS* 7(11):1597-1605.
- Santoso, A. Nasution, D.W. Utami, I. Hanarida, A.D. Ambarwati, S. Mulyopawiro, dan D. Tharreau. 2007. Variasi genetik dan spectrum virulensi pathogen blas pada padi asal Jawa Barat dan Sumatera. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 26(3): 150-155.
- Santoso dan A. Nasution. 2008. *Pengendalian penyakit blas dan penyakit cendawan lainnya*. Buku Padi 2. hlm. 531-563. Dalam Darajat, A. A., Setyono, A., dan Makarim, A.K., dan Hasanuddin, A., (Ed.). *Padi Inovasi Teknologi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sireesha, O. 2013. Effect of Plant Products, Panchagavya and Bio-Control Agents on Rice Blast Disease of Paddy and Yield Parameters. *International Journal of Research in Biological Sciences* 3(1): 48-50.
- Sobir, Santoso, H. Aswidioor and M. Amir. 2005. SCAR (Sequence Characterized Amplified Region) analysis for *Pi-b* and *Pi-ta* genes on 28 genotypes of rice. *Bul. Agron.* 33(1): 1-5.
- Sobrizal, Santoso, Anggiani, and Suwarno. 2007. Rice blast disease in Indonesia. p. 71-80. In Yoshimichi Fukuta, Casiana M. Vera Cruz and N. Kobayashi (Ed.). *A Differential System for Blast Resistance for Stable Rice Production Environment*. JIRCAS Working report No. 53. Tsukuba, Japan.

- Sudir, Suprihanto, Agus Guswara dan H.M. Toha. 2002. Pengaruh genotipe, pupuk, dan fungisida terhadap penyakit blas leher pada padi gogo. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 21(1): 39-42.
- Sudir. 2011. Pengaruh varietas, populasi tanaman dan waktu pemberian pupuk N terhadap penyakit padi. hlm.393-604. *Dalam* Suprihatno, B., Darajat, A.A., Satoto, Baehaki dan Sudir. (Ed.). *Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Padi Nasional 2010. Variabilitas dan Perubahan Iklim : Pengaruhnya Terhadap Kemandirian Pangan Nasional*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.
- Sudir 2012. Uji efikasi fungisida Blast 200 SC terhadap penyakit blas *P grisea* melalui perlakuan benih dan pengaruhnya terhadap perkecambahan benih serta pertumbuhan bibit padi. *Laporan Hasil Penelitian Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi*. Th. 2012. 9p
- Sudir, Dini Yuliani, Anggiani Nasution, B. Nuryanto. 2013. Pemantauan penyakit utama padi sebagai dasar skrining ketahanan varietas dan rekomendasi pengendalian di beberapa daerah sentra produksi padi di Jawa. *Laporan Hasil Penelitian Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi*. Th. 2013. 33p.
- Suprihanto, Suparyono, dan Sudir. 2002. Mikroorganisme yang berasosiasi dengan benih dan bibit padi tidak normal. hlm. 28-31. *Dalam* Purwantara, A., Sitepu, D., Mustika, I., Mulya, K., Sudjono, M.S., Machmud, M., Hidayat, S. H. Supriadi dan Widodo. (Ed.). *Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*. Bogor, 22-24 Agustus 2001. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Suprihatno, B., Darajat, A.A., Satoto, Baehaki, S.E., Sudir, Setyono, A., Indrasari, S.D., Samaullah, M.Y., dan M.J. Mejaya. 2011. *Diskripsi Varietas Padi*. Badan Litbang Pertanian. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 115 hlm.
- Suryadi, Y., D. N. Susilowati, E. Riana, and M N. R. Mubarik. 2013. Management of rice blast disease (*Pyricularia oryzae*) using formulated bacterial consortium. *Emir. J. Food Agric.* 25(5): 349-357
- Suwarno dan I.M.O. Adnyana. 2006. Diversifikasi varietas unggul untuk penyakit blas dan peningkatan hasil padi gogo. *Seminar Pusat Penelitian Tanaman Pangan Bogor*, 2 Maret 2006.
- Utami, D.W., Aswidinnoor, H., Moelyopawiro, S., Hanarida, I., dan Reflinur. 2006. Pewarisan ketahanan penyakit blas (*Pyricularia grisea* Sacc.) pada persilangan Padi IR64 dengan *Oryza rufipogon* Griff. *J. Hayati* 13(3): 107-112.
- Tsuyoshi, H., F. Hiroshi, and N. Tsuneo. 2005. Silicon Content in Rice Seedlings to Protect Rice Blast Fungus at the Nursery Stage. *Journal of General Plant Pathology* 71(3): 169.
- Wattanapayapkul, W., A. Polthanee, B. Siri, N. Na Bhdalung, and A. Promkhambut, 2011. Effects of Silicon in Suppressing Blast Disease and Increasing Grain Yield of Organic Rice in Northeast Thailand. *Asian Journal of Plant Pathology* 5:134-145.
- Ziegler, R.S. 1998. Recombination in *Magnaporthe grisea*. *Ann. Phytopathology* 36:249-275.