



KERAGAMAN JAMUR TERBAWA BENIH PADA EMPAT VARIETAS BENIH PADI ASAL PRODUSEN BENIH PADI DI LAMPUNG

SEED-BORNE FUNGAL DIVERSITY ON FOUR RICE VARIETIES FROM SEED RICE PRODUCER IN LAMPUNG

Muhammad Nurdin, Arvi Yuniar Kusuma, Ermawati, dan Tri Maryono*

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

*Email: tri.maryono@fp.unila.ac.id

* Corresponding Author, Diterima: 30 Jun. 2022, Direvisi: 30 Sep. 2022, Disetujui: 23 Nov. 2022

ABSTRACT

Seed quality is the main factor to gain optimal yields. The presence of fungi in seeds can cause damage to seeds, decrease germination and seed vigor, and cause disease in plants. The aim of this study was to detection of fungi in four varieties of rice seeds from local seed producers in Lampung. The rice seeds of Ciherang, Ciliwung, Cilamaya Muncul, and Inpari 42 varieties were obtained from the Center for Seed Certification for Food Crops and Horticulture in Lampung Province. Fungal detection in rice seeds was carried out using three methods, namely the washing method, blotter test, and agar plate test. The results showed that on four varieties of rice seeds tested was found five genera of fungi, i.e. Fusarium, Rhizoctonia, Curvularia, Rhizopus, and Aspergillus. In the washing method, Fusarium, Curvularia, and Aspergillus fungi were found. In the Blotter test method and the agar plate, Rhizoctonia, Curvularia, Rhizopus, and Aspergillus fungi were found. All of five fungi were found in Ciherang and Ciliwung seed. Rhizopus were not found in Inpari 42 seeds. Fusarium and Curvularia was not found in Cilamaya Muncul seeds. The Inpari 42 were the seeds with the highest number of fungi found and the lowest number of normal germinating seeds. The Cilamaya Muncul were the seeds with the least number of fungi found.

Keywords : Seed borne, seed health testing, seed pathogen, seed quality

ABSTRAK

Benih sehat merupakan syarat utama untuk memperoleh hasil panen optimal. Keberadaan jamur pada benih dapat berdampak pada rusaknya benih, turunnya daya berkecambah dan vigor benih, dan menyebabkan penyakit pada tanaman dewasa. Penelitian bertujuan untuk mendeteksi keberadaan jamur pada empat varietas benih padi asal produsen benih lokal Lampung. Benih padi varietas Ciherang, Ciliwung, Cilamaya Muncul, dan Inpari 42 didapat dari balai sertifikasi benih tanaman pangan dan hortikultura provinsi Lampung. Deteksi keberadaan jamur pada benih padi dilakukan menggunakan tiga metode yaitu metode pencucian, *blotter test*, dan *agar plate*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari empat varietas benih padi uji ditemukan lima genus jamur yaitu *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Curvularia*, *Rhizopus*, dan *Aspergillus*. Pada metode pencucian ditemukan jamur *Fusarium*, *Curvularia*, dan *Aspergillus*. Pada metode *Blotter test* dan *agar plate* ditemukan jamur *Rhizoctonia*, *Curvularia*, *Rhizopus*, dan *Aspergillus*. Pada benih varietas Ciherang dan Ciliwung ditemukan semua jenis jamur, pada benih varietas Inpari ditemukan semua jenis jamur kecuali *Rhizopus*, dan pada varietas Cilamaya Muncul tidak ditemukan jamur *Fusarium* dan *Curvularia*. Benih varietas Inpari 42 merupakan benih dengan jumlah jamur ditemukan paling banyak dan jumlah benih berkecambah normal terendah. Benih varietas Cilamaya Muncul merupakan benih dengan jumlah jamur ditemukan paling sedikit.

Kata kunci : Mutu benih, patogen benih, tular benih, uji kesehatan benih

1. PENDAHULUAN

Padi merupakan tanaman pangan utama masyarakat Indonesia. Sepanjang tahun padi ditanam untuk mencukupi kebutuhan pangan (beras) nasional. Setiap tahun konsumsi beras nasional berada pada kisaran 30 juta ton dan produksi berada pada kisaran 40 juta ton (BPS, 2019). Rata-rata konsumsi beras masyarakat Indonesia berada pada angka 119 kg/kapita/tahun dan merupakan yang tertinggi di dunia (BPS, 2019). Tingginya konsumsi beras perkapita dan nasional sudah harus didukung budidaya yang baik dan benar serta berkesinambungan untuk menjamin ketersediaan beras secara nasional.

Pada budidaya padi, benih merupakan sarana produksi kunci untuk mendapatkan panen optimal. Penggunaan benih asal dapat menyebabkan produksi tidak optimal bahkan gagal panen. Oleh karena itu kualitas benih harus terjaga dan terjamin dengan adanya sertifikasi dari lembaga resmi. Secara umum, kualitas benih ditentukan berdasarkan mutu dan kesehatannya. Mutu benih berkaitan dengan kemurnian, daya kecambah, kadar air, vigor, dan lain-lain, sedangkan kesehatan benih berkaitan dengan keberadaan mikroorganisme merugikan pada benih (Mew & Gonzales, 2002).

Berbagai mikroorganisme dilaporkan berasosiasi dengan benih padi seperti jamur, bakteri, nematoda, dan virus (Konate *et al.* 2001; Mew & Gonzales, 2002; Kang *et al.*, 2016; Rahman *et al.*, 2018; Indarti *et al.*, 2019). Menurut Mew & Gonzales (2002) jamur merupakan mikroorganisme utama pada benih padi dan ada sekitar 80 jenis jamur berasosiasi dengan benih padi termasuk jamur patogen. Jamur pada benih dapat berasal dari lapangan maupun kontaminasi saat transportasi maupun penyimpanan. Beberapa jamur patogen padi di lapangan dilaporkan bersifat tular atau terbawa benih (*seed borne*) seperti jamur *Fusarium*, *Pyricularia*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Curvularia*, *Sarocladium* (Bigirimana *et al.*, 2015; Bashyal *et al.*, 2016; Ortega *et al.*, 2018; Bashyal, 2018; Young-Ah *et al.*, 2013; Limtong *et al.*, 2020; Sultana *et al.*, 2020). Keberadaan jamur pada benih dapat merusak (membunuh) benih, menurunkan daya kecambah dan vigor benih, dan menjadi penyebab penyakit pada semai maupun tanaman dewasa (Mew dan Gonzales, 2002; Guerber & TeBeest, 2006; Chia-Lin *et al.*, 2016; Sunani *et al.*, 2019). Oleh karena itu, pengujian keberadaan jamur pada benih harus dilakukan untuk menjamin mutu kesehatan benih.

Di Lampung, terdapat beberapa produsen benih padi berskala lokal yang memproduksi benih padi. Umumnya produsen benih ini hanya menguji mutu benih yang dihasilkan, seperti uji kadar air, daya perkecambahan, dan vigor benih. Sementara itu, aspek kesehatan benih seperti keberadaan mikroorganisme pada benih tidak dilakukan pengujian. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan penelitian untuk mengevaluasi kesehatan benih padi yang diproduksi oleh produsen benih padi di Lampung. Penelitian ini bertujuan menguji keberadaan jamur pada empat varietas benih padi yang dihasilkan oleh produsen benih padi di Lampung.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dari April sampai Juli 2021. Uji keberadaan jamur pada empat varietas benih padi asal produsen benih padi di Lampung dilakukan di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Benih padi pada penelitian ini diambil dari balai sertifikasi benih tanaman pangan dan hortikultura provinsi Lampung. Benih padi tersebut berasal dari produsen benih padi yang ada di Provinsi Lampung. Varietas benih padi yang uji yaitu Ciherang, Ciliwung, Cilamaya Muncul, dan Inpari 42.

Pengujian keberadaan jamur pada benih padi dilakukan dengan tiga metode uji yaitu: metode pencucian, metode *blotter test*, *PDA plate*.

Metode pencucian. Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan jamur pada permukaan (menempel) atau bercampur dengan benih dan juga jamur-jamur obligat (tidak bisa tumbuh pada media buatan). Pengujian didasarkan pada El-Abbasi *et al.*, 2020). Sebanyak 200 benih padi sampel diletakkan pada labu Erlenmeyer, kemudian ditambahkan 100 ml air steril dan tween 20 ml, selanjutnya digojoy beberapa kali. Setelah digojoy, air suspensi disentrifus dengan kecepatan 5000 rpm selama 5 menit. Pellet ditambahkan dengan 1 ml air steril, digojoy dengan tangan, dan selanjutnya dilakukan pengamatan morfologi jamur di bawah mikroskop.

Metode *blotter test*. Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan jamur pada permukaan (menempel) atau bercampur dengan benih, dan menginfeksi benih. Pengujian didasarkan pada El-Abbasi *et al.* (2020). Sebanyak empat puluh benih masing-masing sampel diletakkan pada empat cawan petri yang telah diberi 3 lapis kertas

saring basah. Benih pada cawan petri kemudian diinkubasi pada suhu ruangan selama 7 hari dengan 12 jam terang dan 12 jam gelap. Masing-masing jamur yang tumbuh kemudian dipindahkan ke media PDA (*potato dextrose agar*) pada cawan petri untuk ditumbuhkan, dimurnikan, dan identifikasi (ISTA, 2019).

Metode *PDA Plate*. Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan jamur pada benih yang sifatnya menginfeksi benih (di dalam benih). Sebanyak empat puluh benih masing-masing sampel terlebih dahulu disterilisasi permukaannya dengan cara diredam dalam larutan NaOCl 1% selama 4 menit. Setelah itu dibilas dengan aquades dan dikeringanginkan. Selanjutnya sebanyak 10 benih padi diletakan pada cawan petri (diameter 9 cm) yang telah berisi media PDA. Selanjutnya cawan petri ditutup dan diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari dengan 12 jam terang dan 12 jam gelap. Jamur-jamur yang tumbuh kemudian dibiakan pada media PDA dan diidentifikasi. Persentase frekuensi dari setiap jamur yang didapatkan pada masing-masing metode dihitung berdasarkan (El-Abbasi et al., 2020).

Identifikasi jamur berasosiasi dengan benih padi. Identifikasi jamur berasosiasi dengan benih padi pada masing-masing metode uji dilakukan secara morfologi. Pengamatan karakter morfologi meliputi bentuk dan warna koloni, bentuk hifa (bercabang atau tidak; bersekat atau tidak), dan bentuk spora atau konidia jamur (bersekat atau tidak; hialin atau berwarna). Data-data karakter morfologi jamur selanjutnya dibandingkan dengan pustaka-pustaka yang relevan (Barnet & Hunter,

1998; Mew & Gonzales, 2002; Leslie & Summerell, 2006) untuk mengetahui genus jamur yang diperoleh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Metode Pencucian

Pada metode pencucian, dari empat sampel benih padi uji ditemukan tiga jenis jamur. Berdasar karakter morfologinya, ketiga jenis jamur yang ditemukan merupakan genus *Fusarium*, *Curvularia*, dan *Aspergillus*. Jamur *Fusarium* ditemukan pada pada sampel benih padi varietas Ciherang, Ciliwung, dan Inpari 42. Namun demikian, jamur *Fusarium* paling banyak ditemukan pada varietas Inpari 42. Jamur *Curvularia* hanya ditemukan pada sampel benih varietas Inpari 42. Jamur *Aspergillus* ditemukan pada semua sampel benih padi uji (Tabel 1).

3.2 Metode Blotter Test

Hasil pengujian menggunakan metode *blotter test*, dari empat varietas benih padi uji menunjukkan bahwa perkecambahan benih yang tinggi dengan kisaran benih berkecambah normal 80–97,5%, benih berkecambah abnormal 2,5–7,5%, dan benih mati 0–12,5% (Tabel 2). Sementara itu, jumlah benih ditumbuhi jamur lebih sedikit dibanding dengan jumlah benih tidak ditumbuhi jamur. Varietas Inpari 42 menunjukan jumlah benih ditumbuhi jamur tertinggi yaitu 30%, diikuti varietas Ciherang dengan 22,5%, varietas Ciliwung 12,5%, dan varietas

Tabel 1. Jenis Jamur Ditemukan Dari Empat Varietas Benih Padi Uji pada Metode Pencucian

Varietas	Jenis jamur ditemukan		
	<i>Fusarium</i>	<i>Curvularia</i>	<i>Aspergillus</i>
Ciherang	+	-	+
Ciliwung	+	-	+
Cilamaya Muncul	-	-	+
Inpari 42	+++	+	+

Keterangan: + (ditemukan), - (tidak ditemukan).

Tabel 2. Perkecambahan Benih Empat Varietas Padi Uji pada Metode *Blotter Test*

Varietas	Perkecambahan benih (%)		
	Normal	Abnormal	Mati
Ciherang	85,0	5,0	10,0
Ciliwung	97,5	2,5	0,0
Cilamaya Muncul	85,0	7,5	7,5
Inpari 42	80,0	7,5	12,5

Cilamaya Muncul 7,5% (Tabel 3). Berdasar karakter morfologinya, jamur yang tumbuh di benih pada pengujian menggunakan metode *blotter test* adalah genus *Rhizoctonia*, *Curvularia*, *Rhizopus*, dan *Aspergillus*. Jamur *Rhizoctonia* dan *Aspergillus* ditemukan pada semua varietas benih padi uji, sedangkan jamur *Curvularia* hanya ditemukan pada varietas Ciherang, dan jamur *Rhizopus* ditemukan pada semua varietas benih padi uji kecuali pada varietas Ciliwung (Tabel 4).

3.3 Metode PDA Plate

Pada metode *PDA plate*, empat varietas benih padi uji menunjukkan bahwa perkecambahan benih cenderung rendah dengan kisaran benih berkecambah normal 42,5–62,5%, kecuali pada varietas Cilamaya Muncul yaitu 92,5%, benih berkecambah abnormal 5,0–47,5%, dan benih mati 2,5–20% (Tabel 5). Jumlah benih ditumbuhi jamur lebih banyak dibanding dengan jumlah benih tidak ditumbuhi jamur. Varietas Ciherang menunjukkan benih ditumbuhi jamur tertinggi yaitu 97,5%, diikuti varietas Inpari 42 87,5%, varietas Cilamaya Muncul 17,5%, dan varietas Ciliwung 5,0% (Tabel 6). Jamur

Rhizoctonia ditemukan pada semua benih padi uji, jamur *Curvularia* hanya ditemukan pada varietas Ciliwung, jamur *Rhizopus* ditemukan pada varietas Ciherang dan varietas Ciliwung, dan jamur *Aspergillus* ditemukan pada Cilamaya Muncul dan Inpari 42 (Tabel 7).

Benih sehat atau benih bebas patogen merupakan komponen kunci untuk memperoleh hasil panen optimal. Berbagai mikroorganisme dilaporkan berasosiasi dengan benih padi seperti jamur, bakteri, nemtoda, dan virus (Konate *et al.* 2001; Mew dan Gonzales, 2002; Kang *et al.*, 2016; Rahman *et al.*, 2018; Indarti *et al.*, 2019). Menurut Mew & Gonzales (2002) jamur merupakan mikroorganisme utama pada benih padi. Adanya mikroorganisme seperti jamur pada benih selain menurunkan kualitas benih juga berpotensi menimbulkan penyakit pada pembibitan maupun tanaman di lapangan. Oleh karena itu, keberadaan mikroorganisme merugikan pada benih harus minimal bahkan nol.

Pada penelitian ini, empat varietas benih padi (Ciherang, Ciliwung, Cilamaya Muncul, dan Inpari 42) asal produsen benih lokal Lampung diuji ada tidaknya mikroorganisme merugikan khususnya

Tabel 3. Benih Ditumbuhi dan Benih Tidak Ditumbuhi Jamur pada Empat Benih Padi Uji pada Metode *Blotter Test*

Varietas	Benih ditumbuhi jamur (%)	Benih tidak ditumbuhi jamur (%)
Ciherang	22,5	77,5
Ciliwung	12,5	87,5
Cilamaya Muncul	7,5	92,5
Inpari 42	30	70

Tabel 4. Temuan Jamur pada Empat Varietas Benih Padi Uji pada Metode *Blotter Test*

Varietas	Jenis jamur ditemukan			
	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Curvularia</i>	<i>Aspergillus</i>
Ciherang	+	+	+	++
Ciliwung	++	-	-	+
Cilamaya Muncul	+	+	-	+
Inpari 42	++++	-	++	+

Keterangan: + (ditemukan), - (tidak ditemukan).

Tabel 5. Persentase Perkecambahan Benih Empat Varietas Padi Uji pada Metode *Agar*

Varietas	Benih berkecambah (%)		
	Normal	Abnormal	Mati
Ciherang	42,5	47,5	10,0
Ciliwung	62,5	30,0	7,5
Cilamaya Muncul	92,5	5,0	2,5
Inpari 42	42,5	37,5	20,0

Tabel 6. Benih Ditumbuhi Jamur dan Benih Tidak Ditumbuhi Jamur pada Empat Benih Padi Uji pada Metode *PDA Plate*

Varietas	Benih ditumbuhi jamur (%)	Benih tidak ditumbuhi jamur (%)
Ciherang	97,5	2,5
Ciliwung	5,0	45,0
Cilamaya Muncul	17,5	82,5
Inpari 42	87,5	12,5

Tabel 7. Temuan Jamur pada Empat Varietas Benih Padi Uji pada Metode *PDA Plate*

Varietas benih	Jenis jamur ditemukan			
	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Curvularia</i>	<i>Aspergillus</i>
Ciherang	++	++++	-	-
Ciliwung	+++	+	+	-
Cilamaya Muncul	+	-	-	+
Inpari 42	++++	-	+	+

Keterangan: + (ditemukan), - (tidak ditemukan).

jamur yang berasosiasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa empat varietas benih padi uji pada penelitian ini membawa berbagai jamur. Total lima jenis jamur ditemukan dari sampel benih uji menggunakan tiga metode pengujian. Jenis jamur ditemukan yaitu *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Curvularia*, *Rhizopus*, dan *Aspergillus*. Jamur yang sama juga di laporkan ditemukan pada berbagai varietas benih padi dari daerah dan Negara lain (Sobianti et al., 2020; Sultana et al., 2020; George et al., 2019; dan Ora et al., 2011).

Jamur *Fusarium*, *Rhizoctonia*, dan *Curvularia* merupakan jamur-jamur lapangan yaitu jamur yang berasosiasi dengan benih sejak dari lapangan. Jamur lapangan adalah jamur patogen atau penyebab penyakit pada tanaman padi sehingga kemungkinan terbawa benih sangat tinggi. Jamur *Rhizopus* dan *Aspergillus* merupakan jamur-jamur penyimpanan yaitu jamur yang berasosiasi dengan benih ketika benih di tempat penyimpanan ataupun saat proses penanganan. Jamur lapangan maupun jamur penyimpanan keduanya memiliki potensi menimbulkan kerusakan pada benih dan menurunkan kualitas benih. Islam & Borthakur (2012) melaporkan bahwa jamur-jamur seperti *Fusarium*, *Curvularia*, *Aspergillus*, dan *Rhizopus* mampu menurunkan perkecambahan benih antara 16 sampai 28% dan juga menurunkan indeks vigor benih. Sementara itu Imolehin (1983) menyatakan bahwa keberadaan jamur-jamur pada benih berkorelasi sangat negatif terhadap perkembangan benih padi.

Berbagai spesies jamur *Fusarium* dilaporkan menyebabkan penyakit pada tanaman padi. Misalnya

F. fujikuroi dilaporkan menyebabkan penyakit bakane (Sunani et al., 2019; Young-Ah et al., 2013; Bashyal, 2018), *F. graminearum* dilaporkan menyebabkan head blight, dan *F. proliferatum*, *F. moniliforme*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. verticillioideus* dilaporkan berasosiasi dengan penyakit busuk pelepah (Bigirimana et al., 2015). Selain menyebabkan penyakit pada tanaman, jamur-jamur *Fusarium* tersebut juga dilaporkan bersifat terbawa benih (Chia-Lin et al., 2016; Ortega et al., 2018; Bashyal et al., 2016; Saito et al., 2018; Jiang et al., 2020) dan beberapa menghasilkan mikotoksin (Bigirimana et al., 2015) yang berbahaya untuk kesehatan Goncalves et al. (2019).

Jamur *Rhizoctonia* (*R. solani*) diketahui sebagai penyebab penyakit hawar pelepah pada padi (Li et al., 2021). Selain itu, jamur *Rhizoctonia* yang lain (*R. oryzae* dan *R. oryzae-sativae*) juga dilaporkan menjadi penyebab penyakit sheath spot dan aggregate sheath spot pada tanaman padi (Pereira et al., 2017; Aye et al., 2009). Jamur *R. solani* juga diketahui mampu bertahan dengan baik pada benih selama di penyimpanan dari satu musim ke musim berikutnya (Sivalingam et al., 2006) dan juga mampu menghasilkan metabolit yang dapat menghambat pemanjangan kecambah benih (Xu et al., 2015). Sementara itu, jamur *Curvularia* juga dilaporkan menjadi beberapa penyebab penyakit pada padi dan merupakan jamur tular benih yang umum ditemukan (Naveenkumar et al., 2017). Jamur *Curvularia* merupakan penyebab penyakit leaf spot padi (Kusai et al., 2015). Jamur *C. lunata* merupakan salah satu penyebab rice rot seedling (Limtong et al., 2020).

Pada penelitian ini, benih varietas Inpari 42 menunjukkan jumlah jamur lebih banyak dibanding benih varietas lain. Hal ini diduga kemungkinan karena tempat budidayanya atau area sekitarnya terserang berbagai patogen padi sehingga ikut terbawa pada benih. Idealnya penanaman padi yang akan digunakan sebagai sumber benih dilakukan di area yang terisolasi dari tanaman padi lain. Tujuannya agar tanaman padi terhindar dari terserang patogen ataupun tertular dari lahan sekitar, sehingga benih yang dihasilkan benar-benar bebas patogen.

Keberadaan jamur lapangan pada benih mengindikasikan bahwa areal penanaman padi yang akan dijadikan benih terinfestasi oleh jamur-jamur tersebut ataupun berdekatan dengan lahan tanaman padi lain sehingga terkontaminasi dari tanaman lain. Keberadaan jamur penyimpanan pada benih juga mengindikasikan bahwa selama proses penanganan dan atau penyimpanan benih tidak dilakukan secara higienis sehingga terdapat kontaminasi. Kondisi ini semestinya tidak terjadi karena keberadaan jamur-jamur tersebut akan menurunkan mutu dan kesehatan benih, yang pada akhirnya akan berdampak pada produksi.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa empat varietas benih padi uji membawa berbagai jamur yaitu *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Curvularia*, *Rhizopus*, dan *Aspergillus* dengan persentase berbeda-beda. Jamur *Fusarium* hanya ditemukan pada metode pencucian, jamur *Rhizopus* hanya ditemukan pada metode blotter test dan agar plate, dan jamur *Rhizoctonia*, *Curvularia*, dan *Aspergillus* ditemukan pada semua metode. Varietas Inpari 42 merupakan varietas yang membawa semua jenis jamur kecuali *Rhizopus*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai Fakultas Pertanian melalui skim penelitian DIPA Fakultas Pertanian tahun anggaran 2021.

6. DAFTAR PUSTAKA

Aye, S. S., Y. Y. Myint, T. Lwin, & M. Matsumoto. 2009. *Rhizoctonia oryzae-sativae*, Causal Agent of Aggregate Sheath Spot Disease of Rice, Found in Myanmar. *Plant Pathology*. 58 (6): 1173.

Barnet, H. L. & B. B. Hunter. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 4th Edition. The American Phytopathological Society. Minnesota. USA.

Bashyal, B. M., R. Aggarwal, S. Sharma, S. Gupta, K. Rawat, D. Singh, A. K. Singh, & S. G. Krishnan. 2016. Occurrence, Identification and Pathogenicity of *Fusarium* Species Associated with Bakanae Disease of Basmati Rice in India. *European Journal of Plant Pathology*. 144 : 457–466.

Bashyal, B. M. 2018. Etiology of an Emerging Disease: Bakanae of Rice. *Indian Phytopathology*. 71 : 485–494.

Bigirimana, V. de P., G. K.H. Hua, I. Obedi, Nyamangyoku, & M. Hofte. 2015. Rice Sheath Rot: an Emerging Ubiquitous Destructive Disease Complex. *Frontiers in Plant Science*. 6 : 1066.

Chia-Lin, C., H. Kai-Jyun, C. Szu-Yu, L. Ming-Shing, C. Yu-Chia, & K. Yan-Fu. 2016. Detecting Bakanae Disease in Rice Seedlings by Machine Vision. *Computers and Electronics in Agriculture*. 121 : 404–411.

El Abbasi, I. H., A. A. Khalil, H. M. Awad, & T. Shoala. 2020. Nano-Diagnostic Technique for Detection of Rice Pathogenic Fungus *Pyricularia oryzae*. *Indian Phytopathology*. 73 : 673–682.

George, T., V. O. Dania, & T. Ikotun. 2019. Evaluation of Seed-Borne Fungi Associated with Paddy Rice (*Oryza sativa* L.) Varieties Using Different Isolation Methods. *Nigerian Journal of Mycology*. 11 : 46–58.

Goncalves, A., A. Gkrillas, J. L. Dorne, C. Dall'Asta, R. Palumbo, N. Lima, P. Battilani, A. Venancio, & P. Giorni. 2019. Pre-and Postharvest Strategies to Minimize Mycotoxin Contamination in the Rice Food Chain. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 18 (2): 441–454.

Guerber, C. & D. O. TeBeest. 2006. Infection of Rice Seed Grown in Arkansas by *Pyricularia grisea* and Transmission to Seedlings in the Field. *Plant Disease*. 90 (2): 170–176.

Imolehin, E. D. 1983. Rice Seedborne Fungi and Their Effect on Seed Germination. *Plant Disease*. 67 (2): 1334–1336.

Indarti, S., A. Widiastuti, & Y. A. Trisyono. 2019. Detection and Development of Infestation Rate of *Aphelenchoides besseyi* on Various

- Rice Seed Varieties. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 23 (2): 305–310.
- Islam, N. F. & S. K. Borthakur. 2012. Screening of Mycota Associated with Aijung Rice Seed and Their Effect on Seed Germination and Seedling Vigour. *Plant Pathol Quar*. 2 (1): 75–85.
- Jiang, H., N. Wu, S. Jin, T. Ahmed, H. Wang, B. Li, X. Wu, Y. Bao, F. Liu, & Z. Jing-Ze. 2020. Identification of Rice Seed-Derived *Fusarium* spp. and Development of LAMP Assay Against *Fusarium fujikuroi*. *Pathogens*. 10 (1) : 1–22.
- In-Jeong, K., K. Mi-Hyung, N. Tae-Hwan, S. Hyeong-Kwon, S. Dong-Bum, & S. Heu. 2016. Simultaneous Detection of Three Bacterial Seed-Borne Disease in Rice Using Multiplex Polymerase Chain Reaction. *The Plant Pathology Journal*. 32 (6): 575–579.
- Konate, G., S. Sarra, & O. Traore. 2001. Rice Yellow Mottle Virus is Seed-Borne but Not Seed Transmitted in Rice Seeds. *European Journal of Plant Pathology*. 107 (3): 361–364.
- Kusai, N. A., M. M. Z. Azmi, S. Zulkifly, M. T. Yusof, & N. A. I. M. Zainudin. 2016. Morphological and Molecular Characterization of *Curvularia* and Related Species Associated with Leaf Spot Disease of Rice in Peninsular Malaysia. *Rendiconti lincei*. 27 : 205–214.
- Leslie, J. F. & B. A. Summerell. 2008. *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing.
- Li, D., S. Li, S. Wei, & W. Sun. 2021. Strategies to Manage Rice Sheath Blight: Lessons from Interactions Between Rice and *Rhizoctonia solani*. *Rice*. 14 (1): 1–15.
- Limtong, S., P. Into, & P. Attarat. 2020. Biocontrol of Rice Seedling Rot Disease Caused by *Curvularia lunata* and *Helminthosporium oryzae* by Epiphytic Yeasts from Plant Leaves. *Microorganisms*. 8 (5): 647.
- Mew, T.W. & P. Gonzales. 2002. *A Handbook of Rice Seed-Borne Fungi*. Los Banos (Philippines): International Rice Research Institute (IRRI) and Enfield, N.H, (USA): Science Publishers, Inc. 83 p.
- Naveenkumar, R., A. Muthukumar, G. Sangeetha, & R. Mohanapriya. 2017. Developing Eco-Friendly Biofungicide for the Management of Major Seed Borne Diseases of Rice and Assessing Their Physical Stability and Storage Life. *Comptes Rendus Biologies*. 340 (4): 214–225.
- Ora, N., A. N. Faruq, M. T. Islam, N. Akhtar, & M. M. Rahman. 2011. Detection and Identification of Seed Borne Pathogens from Some Cultivated Hybrid Rice Varieties in Bangladesh. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 10 (4): 482–488.
- Ortega, S. F., J. Tomlinson, J. Hodgetts, D. Spadaro, M. L. Gullino, & N. Boonham. 2018. Development of Loop-Mediated Isothermal Amplification Assays for the Detection of Seedborne Fungal Pathogens *Fusarium fujikuroi* and *Magnaporthe oryzae* in Rice Seed. *Plant Disease*. 102 (8): 1549–1558.
- Pereira, D., A. dos Santos, P. C. Ceresini, V. L. Castroagudín, L. M. Ramos-Molina, E. Chavarro-Mesa, M. M. Negrisoli, S. N. Campos, M. ES. Pegolo, & H. M. Takada. 2017. Population Genetic Structure of *Rhizoctonia oryzae-sativae* from Rice in Latin America and Its Adaptive Potential to Emerge as a Pathogen on *Urochloa Pastures*. *Phytopathology*. 107(1): 121–131.
- Rahman, R. M., A. Munif, & F. Kurniawati. 2018. Deteksi dan Identifikasi Nematoda *Aphelenchoides besseyi* dari Benih Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 14 (2): 39–46.
- Saito, H., M. Sasaki, Y. Nonaka, J. Tanaka, T. Tokunaga, A. Kato, T. T. T. Thuy, L. V. Vang, L. M. Tuong, S. Kanematsu, T. Suzuki, K. Kurauchi, N. Fujita, T. Teraoka, K. Komatsu, & T. Arie. 2021. Spray Application of Nonpathogenic *Fusaria* onto Rice Flowers Controls Bakanae Disease (Caused by *Fusarium fujikuroi*) in the Next Plant Generation. *Applied and Environmental Microbiology*. 87 (2): e01959-20.
- Sivalingam, P. N., S. N. Vishwakarma, & U. S. Singh. 2006. Role of Seed-Borne Inoculum of *Rhizoctonia solani* in Sheath Blight of Rice. *Indian Phytopathology*. 59 (4): 445–452.
- Sobianti, S., L. Soesanto, & S. Hadi. 2020. Inventarisasi Jamur Patogen Tular-Benih pada Lima Varietas Padi. *Agro Bali: Agricultural Journal*. 3 (1): 1–15.
- Sultana, T., M. A. Bashar, & S. Shamsi. 2020. Morphological Characterization of Seed-Borne Fungi Associated with BRRI Rice Varieties in Bangladesh. *Dhaka University Journal of Biology Sciences*. 29 (1): 75–86.
- Sunani, S. K, B. M. Bashyal, B. S. Kharayat, G. Prakash, S. G. Krishnan, & R. Aggarwal. 2020. Identification of Rice Seed Infection Routes of *Fusarium fujikuroi* Inciting

- Bakanae Disease of Rice. *Journal of Plant Pathology*. 102 : 113–121.
- Young-Ah, J., Y. Seung-Hun, L. Young-Yi, P. Hong-Jae, L. Sok-Young, J. Sook-Sung, K. Yeon-Gyu, & L. Ho-Sun. 2013. Incidence, Molecular Characteristics and Pathogenicity of *Gibberella fujikuroi* Species Complex Associated with Rice Seeds from Asian Countries. *Mycobiology*. 41 (4): 225–233.
- Liang, X., W. Xiao-Han, L. Rui-Ya, L. Shi-Qiong, G. Ze-Jian, W. Ming-An, L. I. U. Yang, & Z. Li-Gang. 2015. Secondary Metabolites of Rice Sheath Blight Pathogen *Rhizoctonia solani* Kühn and Their Biological Activities. *Journal of Integrative Agriculture*. 14 (1): 80–87.