

## Kajian Metode Inokulasi Penyakit Hawar Pelepah untuk Skrining Katahanan Varietas Padi

Laila Nur Milati\* dan Bambang Nuryanto

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi  
Jl. Raya 9 Sukamandi, Subang, Indonesia  
\*E-mail: lailanur.milati@gmail.com

### ABSTRAK

Penyakit hawar pelepah merupakan salah satu penyakit utama pada tanaman padi (*Oryza sativa*) yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani* Kuhn. Varietas tahan hawar pelepah belum ditemukan karena gen ketahanan diatur oleh banyak sifat. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balai Besar Penelitian Tanaman Padi tahun 2017. Penelitian bertujuan untuk mencari metode inokulasi yang tepat dalam skrining ketahanan varietas padi. Varietas padi yang digunakan adalah Ciherang, Hipa Jatim 2, dan Minghui 63. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan empat ulangan. Padi ditanam dalam pot berisi tanah steril. Budidaya padi berdasarkan rekomendasi layanan konsultasi padi (LKP). Inokulasi menggunakan agar blok, sklerosia, dan dedak sekam. Data hasil analisis digambarkan dalam bentuk diagram batang dan dianalisis lanjutan dengan uji *Duncan's multiple range test* (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode inokulasi *Rhizoctonia solani* yang paling tepat adalah menggunakan dedak sekam. Dedak sekam mengandung miselium aktif yang dapat menginfeksi varietas padi dengan cepat.

Kata kunci: Padi, hawar pelepah, *Rhizoctonia solani*, skrining, dedak sekam.

### ABSTRACT

*Sheath blight is one of the most destructive diseases in rice caused by Rhizoctonia solani Kuhn. The resistant varieties have not been found because resistant genes are regulated by many traits. This research was conducted in screen house of Indonesian Center for Rice Research in 2017. The research aim was to find out the*

*most suitable inoculation method for screening of rice varieties resistance to R. solani. Ciherang, Hipa Jatim 2, and Minghui 63 were used in this test. The experiment used randomized complete block design with four replication. Rice was grown in a pot of soil. Rice cultivation was based on recommendation of rice consultation service (LKP). Inoculation was performed by using agar block, uniform sclerotia, and rice hull. Data analysis were performed in clustered chart and continued with Duncan's multiple range test (DMRT). The results showed that the most suitable inoculation method is using rice hull. Rice hull contains active mycelium which can infect rice variety quickly.*

*Keywords: Rice, sheath blight, Rhizoctonia solani, screening test, rice hull.*

## PENDAHULUAN

Penyakit hawar pelepah merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman padi yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani* Kuhn. AG1-1A (Ou 1985; Soenartiningih *et al.* 2015; Molina *et al.* 2016). Tanaman padi yang terinfeksi penyakit hawar pelepah menjadi mudah rebah dan memiliki kualitas gabah buruk (Park *et al.*, 2008; Shiobara *et al.* 2013; Nuryanto 2017; Turaidar *et al.* 2018). Penyakit hawar pelepah di Amerika menyebabkan kerugian lebih dari 50% dan mencapai 20%-30% di Asia (Richa *et al.* 2016; Turaidar *et al.* 2018). Di Indonesia kehilangan hasil sangat variatif tergantung pada faktor lingkungan dan sistem budidaya tanaman padi (Nuryanto 2017; Nuryanto 2018). Keparahan penyakit yang ditimbulkan oleh gangguan *R. solani* antara 6,2% hingga 52,8% (Nuryanto *et al.* 2011).

*R. solani* bertahan hidup di alam dengan membentuk miselium dan sklerosium. Pengamatan di bawah mikroskop, miselium membentuk sudut 45°, semakin dewasa percabangannya tegak lurus, kaku, dan mempunyai ukuran seragam. Benang-benang miselium yang sudah tua berwarna coklat membentuk agregasi massa yang kompak disebut sklerosium. Sklerosia dapat terbentuk pada permukaan tanah atau batang padi. Sklerosia memiliki kulit tebal dan keras sehingga tahan terhadap keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan terutama kekeringan dan suhu tinggi (Sumartini 2012). Sklerosia pada awal pertumbuhan berwarna putih dan setelah dewasa berubah menjadi coklat. Sklerosia bisa berbentuk bulat atau tidak beraturan, ukurannya bervariasi, tergantung pada jenis isolat dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi

(Soenartiningih 2015). Keadaan lingkungan yang sesuai akan mempercepat perkecambahan sklerosium. Sklerosium yang berkecambah selanjutnya membentuk miselium aktif dan menginfeksi bagian tanaman padi. Jaringan tanaman yang terinfeksi mengalami gejala nekrotropik yang diawali dengan bentuk oval berwarna hijau keabuan. Gejala semakin meluas dengan bentuk yang tidak beraturan. Semakin lama bagian yang sakit berwarna putih keabuan dan bagian tepi berwarna coklat (Ou 1985). Infeksi *R. solani* di dalam jaringan tanaman mengakibatkan proses fotosintesis terhambat, peningkatan respirasi, dan terbentuknya metabolit sekunder pada tanaman padi (Ghosh *et al.* 2017). Miselium biasa ditemukan berkembang pada seresah jerami atau pada gulma di sekitar pertanaman padi, berbeda dengan sklerosium yang sering terdapat pada permukaan air terbawa aliran irigasi.

Pengujian ketahanan terhadap penyakit hawar pelepah di lapangan sulit dilakukan karena dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor tersebut antara lain ketahanan varietas, kondisi lingkungan (unsur hara, cahaya, air, suhu, dan kelembapan), serta keberadaan inang alternatif. Penggunaan varietas tahan hanya mampu menekan kehilangan hasil 5,1%-10,71% pada daerah endemis. Hal ini karena ketahanan varietas padi terhadap penyakit hawar pelepah bersifat poligenik (Shiobara *et al.* 2013; Wisser *et al.* 2005; Scholten *et al.* 2001). Perubahan kondisi lingkungan menentukan keparahan penyakit dan penurunan hasil di lapangan. Keberadaan inang alternatif berupa gulma menjadi tempat tersedianya sumber inokulum *R. solani* sepanjang musim. Oleh karena itu perlu dilakukan skrining ketahanan varietas padi di rumah kaca untuk mengurangi berbagai macam perubahan lingkungan dan sebaran inang alternatif lain.

## BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di rumah kaca Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Subang, Jawa Barat pada tahun 2017. Penelitian ini menggunakan 3 varietas padi yaitu Ciherang, Hipa Jatim 2, dan Minghui 63. Ciherang merupakan padi sawah Inbrida dan Hipa Jatim 2 adalah padi sawah hibrida, sedangkan Minghui 63 merupakan varietas padi yang memiliki sifat ketahanan terhadap *R. solani*. Ketiga varietas padi yang digunakan berasal dari koleksi plasma nutfah Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan empat ulangan. Padi disemaikan dengan menggunakan bak semai dan dilakukan pindah tanam dalam pot pada umur 15-21 hari. Padi ditanam dalam pot berisi 5 kg tanah steril. Masing-masing pot terdiri dari satu tanaman. Pemupukan tanaman

berdasarkan rekomendasi LKP (layanan konsultasi padi) yang telah dikonversi ke dalam luasan tanah dalam pot. Pemupukan pertama menggunakan pupuk NPK dengan dosis 0,5g/pot pada umur 0-10 HST (hari setelah tanam). Pemupukan selanjutnya pada stadia anakan aktif menggunakan pupuk N dengan dosis 0,25 g/pot. Pemupukan ketiga menggunakan pupuk N dengan dosis 0,25g/pot pada stadia primordia. Pengaturan air dilakukan secara macak-macak. Pengendalian OPT (organisme pengganggu tanaman) disesuaikan dengan kondisi di rumah kaca.

Isolat yang digunakan untuk penelitian adalah isolat lokal yang diambil dari tanaman padi terinfeksi penyakit hawar pelepah di kebun percobaan Sukamandi, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Isolat lokal dipilih karena lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan (Jia *et al.*, 2007). *R. solani* yang berasal dari tanaman padi termasuk dalam kelompok anastomosis AG1-1A. Sampel tanaman padi yang menunjukkan gejala penyakit hawar pelepah dipotong 2-3 cm. Sampel tersebut selanjutnya diisolasi dan dimurnikan di laboratorium menggunakan media PDA (*potato dextrose agar*) pada cawan petri. Biakan murni *R. solani* ditumbuhkan selama 3 hari selanjutnya diperbanyak lagi menggunakan media PDA dan gabah rebus steril. Isolat *R. solani* dalam media PDA tumbuh dalam waktu 7 hari (Zuo *et al.*, 2014). *R. solani* dalam media gabah rebus steril ditumbuhkan selama 14 hari. Starter miselium selanjutnya digunakan untuk perbanyak massal menggunakan media sekam dedak steril (1:1). Inokulan *R. solani* dalam media sekam dedak diinkubasi selama 3 hari dalam suhu ruang (Shiobara *et al.*, 2013).. Perbanyak isolat *R. solani* baik dengan PDA dalam cawan petri maupun media sekam dedak sama-sama menghasilkan miselium dan sklerosium. Miselium yang digunakan sebagai bahan inokulan berasal dari biakan murni pada media PDA (agar blok) dan sekam dedak. Sklerosium yang digunakan diperoleh dari biakan murni pada media PDA.

Inokulan *R. solani* yang digunakan ada 3 macam yaitu miselium dalam media PDA, miselium dalam sekam dedak, dan sklerosia. Miselium dalam PDA dipotong 2cm x 2cm kemudian disisipkan pada pelepah padi bagian bawah dan diikat dengan karet. Inokulasi kedua menggunakan media dedak sekam yang sudah ditumbuhi oleh miselium *R. solani*. Miselium dalam media dedak sekam ditimbang sebanyak 5 gram kemudian disisipkan pada pelepah padi lalu diikat dengan karet. Inokulasi ketiga menggunakan sklerosia yang diperoleh dari hasil perbanyak biakan murni sebanyak 5 sklerosia berukuran seragam. Waktu inokulasi dipilih pada saat anakan maksimum (30-35 HST) (Rodrigues *et al.*, 2003; Moldenhauer *et al.*, 2018) karena bertepatan dengan fotosintesis dan pembentukan biomassa tahap optimal. Nutrisi untuk perkembangan *R. solani*

Tabel 1. Penghitungan persentase keparahan penyakit hawar pelepah (IRRI, 2014).

Skor	Persentase keparahan penyakit hawar pelepah (%)	Keterangan
0	0	Tidak ada gejala
1	kurang dari 20%	Tahan
3	20-30%	Agak tahan
5	31-45%	Agak rentan
7	46-65%	Rentan
9	lebih dari 65%	Sangat rentan

tersedia melimpah sehingga mempercepat infeksi pada tanaman inang (Yellareddygar *et al.*, 2014). Tanaman sebagai kontrol perlakuan dipilih 1 plot pada setiap varietas dan setiap perlakuan, dengan tidak diinokulasi *R. solani*.

Pengamatan keparahan penyakit dilakukan pada fase bunting, berbunga, dan pengisian malai (70-80 HST). Penghitungan persentase keparahan penyakit mengacu pada *Standard Evaluation System (SES) International Rice Research Institute* (IRRI, 2014) yang disajikan pada Tabel 1.

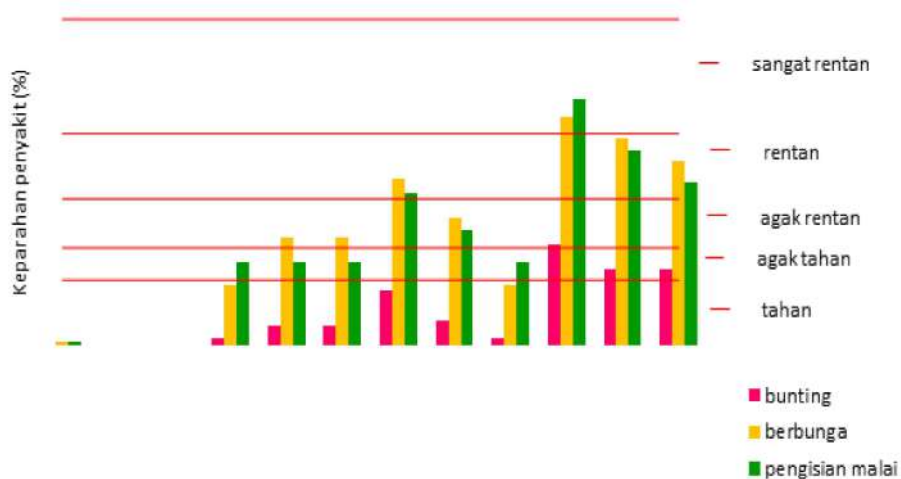
Panen dilakukan dengan pengambilan sampel tanaman padi sebanyak 10 malai per pot. kemudian dilakukan penimbangan berat gabah kering panen (GKP). Kegiatan selanjutnya adalah penghitungan berat 1000 butir gabah, berat gabah isi dan gabah hampa. Data hasil pengamatan keparahan penyakit digambarkan dalam bentuk diagram batang. Keparahannya penyakit dan hasil panen dianalisis menggunakan program SAS versi 9,0. Perlakuan yang berpengaruh nyata dianalisis lanjut dengan uji Duncan (DMRT) pada derajat kesalahan 0,05 (Gomes *et al.*, 1984).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan metode inokulasi yang efektif penting dilakukan untuk mengukur tingkat ketahanan varietas padi terhadap penyakit hawar pelepah. Jenis inokulum yang digunakan dalam metode inokulasi menentukan efektivitas infeksi (Park *et al.*, 2008). Inokulum yang digunakan untuk pengujian adalah miselium dalam agar (agar blok) (Park *et al.*, 2008; Zuo 2014), sklerosia *R. solani* (Nuryanto *et al.*, 2010; Nagaraj *et al.*, 2017), dan miselium dalam media sekam dedak (Shiobara *et al.*, 2013). Waktu infeksi beberapa sumber inokulum tersebut bervariasi tergantung pada patogen (Nuryanto, *et al.*, 2010) dan faktor lingkungan (Shiobara *et al.*, 2013; Nuryanto 2017; Liu *et al.*, 2009).

Infeksi *R. solani* dari ketiga inokulum menunjukkan hasil yang berbeda (Gambar 1). Inokulum berupa agar blok menginfeksi paling rendah dibandingkan inokulum berupa sklerosia dan dedak sekam. Agar blok yang diinokulasi pada varietas Ciherang menunjukkan reaksi tahan pada fase pembungaan dan agak tahan pada fase pengisian malai. Minghui 63, dan Hipa Jatim 2 menunjukkan perbedaan saat diinokulasi dengan agar blok, yaitu pada fase pembungaan bereaksi agak rentan dan pada fase pengisian malai bereaksi tahan. Miselium dalam agar blok tidak menginfeksi varietas dengan baik karena miselium hanya terdapat pada permukaan agar. Jumlah massa miselium menentukan kecepatan patogen untuk menginfeksi tanaman (Nuryanto *et al.*, 2010). Selain itu agar blok mudah terkontaminasi oleh patogen lain sehingga akan mengganggu perkembangan *R. solani* (Park *et al.*, 2008).

Inokulum berupa sklerosia menginfeksi varietas padi lebih baik daripada agar blok. Sklerosia merupakan bentuk dorman dari *R. solani* sehingga memerlukan waktu infeksi yang lebih lama daripada miselium. Bentuk dan ukuran sklerosia tidak mempengaruhi infeksi. Sklerosia muda lebih cepat berkecambah daripada sklerosia yang sudah matang (Jia *et. al.*, 2007; Park *et al.*, 2008). Masa dorman sklerosia akan berakhir jika kondisi lingkungan cocok untuk perkembangannya (Sumartini 2012). Ciherang menunjukkan reaksi rentan pada fase pembungaan dan pengisian malai. Minghui 63 bereaksi agak rentan pada fase pembungaan dan pengisian malai. Hipa Jatim 2 menunjukkan respon lebih baik yaitu tahan pada fase pembungaan dan menjadi agak tahan pada fase pengisian malai.



Gambar 1. Keparahan penyakit hawar pelepah pada fase bunting, berbunga, dan pengisian malai.

Inokulan yang menunjukkan hasil terbaik adalah dedak sekam. Dedak sekam mengandung miselium yang aktif tumbuh sehingga dengan mudah dapat menginfeksi varietas padi (Park *et al.*, 2008). Inokulan dedak sekam menunjukkan respon rentan terhadap *R. solani* pada ketiga varietas yang diuji. Ciherang pada fase bunting sudah bereaksi rentan dan menjadi sangat rentan pada fase pengisian malai. Minghui 63 dan Hipa Jatim 2 masih agak tahan pada fase bunting dan menjadi rentan pada fase pembungaan dan pengisian malai. Inokulum yang seragam (miselium) yang aktif tumbuh akan menghasilkan infeksi yang cepat serta meningkatkan kemampuan respon varietas terhadap patogen (Jia *et al.*, 2007).

Varietas Ciherang, Hipa Jatim 2, dan Minghui 63 bereaksi rentan pada semua perlakuan yang diujikan (Tabel 2). Penggunaan varietas yang mengandung gen tahan hanya memberikan ketahanan secara parsial. Ketahanan tanaman terhadap *R. solani* diatur oleh banyak gen (poligenik) (Jia *et al.*, 2012). Ketahanan tanaman lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan. (Park *et al.*, 2008; Nuryanto 2017; Nuryanto 2018).

Hasil skrining dari ketiga varietas menunjukkan bahwa Ciherang dapat dijadikan sebagai kontrol rentan karena menunjukkan keparahan penyakit yang tinggi secara nyata pada fase bunting, pembungaan, dan pengisian malai. Hal ini sesuai dengan penelitian Muslim *et al.*, (2012). Ciherang memiliki bentuk tanaman yang pendek dan anakan banyak sehingga menciptakan iklim mikro yang sesuai untuk perkembangan *R. solani* (Irawati *et al.*, 2011; Nuryanto *et al.*, 2010; Nuryanto, 2017). Rata-rata keparahan penyakit varietas Ciherang pada perlakuan agar blok, sklerosia, dan dedak sekam adalah 12,50% pada fase bunting, 35,14% pada fase berbunga, dan 37,23% pada fase pengisian malai. Varietas Minghui 63 merupakan kontrol tahan karena mengandung gen tahan qSB5 dan qSB9 (Wisser *et al.*, 2005, Han *et al.*, 2003. Shiobara *et al.*, 2013; Zuo *et al.*, 2014). Hipa Jatim 2 merupakan varietas unggul hibrida yang memiliki produksi tinggi (Wahab *et al.*, 2017). Minghui 63 dan Hipa Jatim 2 pada fase bunting tidak menunjukkan keparahan penyakit yang berbeda yaitu 10,0% dan 8,75%. Minghui 63 pada fase berbunga memiliki keparahan penyakit 34,17% tidak berbeda nyata dengan Ciherang tetapi berbeda nyata dengan Hipa Jatim 2 yaitu 29,31%. Keparahen penyakit pada varietas Minghui 63 pada fase pengisian malai turun menjadi 30,56% dan tidak berbeda nyata dengan Hipa Jatim 2 yaitu 27,22%.

Infeksi *R. solani* selain mempengaruhi keparahan penyakit juga menyebabkan pengisian malai tidak sempurna sehingga gabah menjadi hampa (Yellareddygari *et al.*, 2014; Nuryanto 2017; Turaidar *et al.*, 2018). Penjelasan

Tabel 2. Interaksi antara perlakuan dan varietas padi pada pengamatan fase bunting, berbunga, dan pengisian malai.

Perlakuan	Varietas			Rata-rata
	Ciherang	Minghui 63	Hipa Jatim 2	
<b>Fase bunting</b>				
Kontrol	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 d
Agar blok	2,22 ± 2,56	6,11 ± 2,13	3,89 ± 2,80	4,07 c
Sklerotia	16,67 ± 7,59	10,56 ± 3,80	7,78 ± 2,87	11,67 b
Dedak sekam	31,11 ± 4,44	23,33 ± 2,22	23,33 ± 2,22	25,92 a
Rata-rata	12,50 a	10,00 b	8,75 b	
DMRT (%)	2,37			
<b>Fase berbunga</b>				
Kontrol	1,11 ± 2,22	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,37 d
Agar blok	18,33 ± 4,93	33,34 ± 11,48	21,67 ± 4,93	24,45 c
Sklerotia	51,11 ± 6,28	40,00 ± 4,45	38,89 ± 6,67	43,33 b
Dedak sekam	70,00 ± 2,22	63,33 ± 4,26	56,67 ± 7,58	63,33 a
Rata-rata	35,14 a	34,17 a	29,31 b	
DMRT (%)	4,56			
<b>Fase pengisian malai</b>				
Kontrol	1,11 ± 2,22	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,37 d
Agar blok	25,56 ± 4,26	25,56 ± 1,11	23,33 ± 4,26	24,82 c
Sklerotia	46,67 ± 3,63	36,67 ± 8,41	35,56 ± 8,51	39,63 b
Dedak sekam	75,56 ± 9,26	60,00 ± 3,62	50,00 ± 7,60	61,85 a
Rata-rata	37,23 a	30,56 b	27,22 b	
DMRT (%)	5,24			

Angka satu kelompok yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan (DMRT) taraf 5%

tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang terdapat pada tabel 3. Hasil gabah pada inokulasi dengan media dedak sekam menunjukkan hasil paling rendah yaitu 26,94g dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan kontrol yaitu 32,28g. hasil gabah rendah dapat dipengaruhi oleh pengisian gabah yang tidak sempurna sehingga menyebabkan butir gabah tidak bernas. Hal ini diketahui dari bobot 1000 butir gabah. Kontrol menunjukkan bobot tertinggi yaitu 25.04g berbeda nyata dengan perlakuan dedak sekam yaitu 23,45g. Perkembangan infeksi *R. solani* dimulai pada saat tanaman padi memasuki fase anakan maksimum (Turaidar *et al.*, 2018). Kanopi tanaman yang menutup rapat menciptakan iklim mikro yang sesuai untuk perkembangan dan penyebaran patogen. Patogen terus berkembang hingga fase generatif akhir pertumbuhan padi. Infeksi *R. solani*

Tabel 3. Hasil produksi gabah terinfeksi penyakit hawar pelepah, Sukamandi, 2017.

No	Perlakuan	GKP 10 malai (g)	Bobot 1000 butir (g)
1	Kontrol	32,28 a	25,04 a
2	Agar blok	30,31 ab	24,48 a
3	Sklerotia	28,69 ab	24,39 a
4	Dedak sekam	26,94 b	23,45 b
	CV (%)	11,47	2,52
	DMRT (g)	2,84	0,51

Angka satu kelompok yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan (DMRT) taraf 5%

pada fase generatif mengakibatkan proses fotosintesis terganggu sehingga produksi biomassa menurun (Yellareddygar *et al.*, 2014).

Pengujian ketahanan varietas padi yang dilakukan di rumah kaca sangat sesuai dilakukan. Faktor lingkungan di dalam rumah kaca dapat dikendalikan sehingga hasil pengujian lebih stabil. Metode pengujian ketahanan yang sesuai terhadap penyakit hawar pelepah yang sesuai sangat membantu proses pemuliaan tanaman dalam perakitan varietas. Pengujian ketahanan penyakit hawar pelepah tidak cukup hanya dengan penggunaan varietas tahan. Yellareddygar *et al.*, 2014 mengemukakan bahwa faktor lingkungan menjadi hal utama yang harus diperhatikan dalam pengujian ketahanan varietas padi terhadap penyakit hawar pelepah.

## KESIMPULAN

Metode inokulasi yang paling efektif untuk skrining ketahanan varietas padi terhadap penyakit hawar pelepah adalah menggunakan media sekam dedak. Media sekam dedak mengandung miselium aktif yang dapat menginfeksi varietas padi dengan cepat sehingga memberikan hasil yang lebih akurat dan stabil.

## DAFTAR PUSTAKA

Ghosh,S., P. Kanwar, and G. Jha. 2017. Alteration in rice chloroplast integrity, photosynthesis and metabolome associated with pathogenesis of *Rhizoctinia solani*. Scientific Reports 7(41610): 1-12.

- Gomez, K. A., and Arturo, A. G., 1984. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Jakarta. UI Press.
- Han, Y.P., Xing Y.Z., Gu S.L., Chen Z.X., Pan X.B. and Chen X. L. 2003. Effect of morphological traits on sheath blight resistance in rice. *Acta Botanica Sinica* 45(7): 825-831.
- International Rice Research Institute. 2014. *Standard Evaluation System*. IRRI. Los Banos. Philippines.
- Irawati, A. F. C., and S. Hartati. 2011. Seleksi ketahanan beberapa varietas padi (*Oryza sativa*) terhadap patogen penyebab penyakit hawar pelepah daun (*Rhizoctonia solani*). *Buletin Pertanian Perkotaan* 1(1): 27-36.
- Jia, L., W. Yan, C. Zhu, H. A. Agrama, A. Jackson, K. Yeater, X. Li, B. Huang, B. Hu, A. McClung, and D. Wu. 2007. Allelic analysis of sheath blight resistance with association mapping in rice. *Plos One* 7(3): 1-10.
- Liu, G., Y. Jia, F. J. Correa-Victoria, G. A. Prado, K. M. Yeater, A. McClung, and J. C. Correll. 2009. *Phytopatology* 99(9): 1078-1084.
- Moldenhauer, K. and N. Slaton. Rice growth and development. [www.agri.971.yolasite.com/resources/RICE%20GROWTH.pdf](http://www.agri.971.yolasite.com/resources/RICE%20GROWTH.pdf). Diakses 14 September 2018.
- Molina, L. M. R., E. C. Mesa, D. A. D. S. Pereira, M. D. R. S. Herrera, and P. C. Ceresini. 2016. *Rhizoctonia solani* AG-1 IA infects both rice and signalgrass in the colomian llanos. *Presq. Agropec. Trop* 46(1): 65-71.
- Muslim A., R. Permatasari, and A. Mazid. 2012. Ketahanan beberapa varietas padi rawa lebak terhadap penyakit hawar upih yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani*. *Jurnal Lahan Suboptimal* 1(2): 163-169.
- Nagaraj B. T., G. Sunkad, D. Pramesh, M. K. Naik, and M. B. Patil. 2017. Host range of rice sheath blight fungus *Rhizoctonia solani* (Kuhn). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 6(11): 3856-3864.
- Nuryanto, B. 2017. Penyakit hawar pelepah (*Rhizoctonia solani*) pada padi dan tatik pengelolaannya. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 21(2): 63-71.
- Nuryanto, B. 2018. Pengendalian penyakit tanaman padi berwawasan lingkungan melalui pengelolaan komponen epidemik. *Jurnal Litbang Pertanian* 37(1): 1-12.
- Nuryanto, B., A. Priyatmojo, B. Hadisutrisno, and B. H. Sunarminto. 2011. Perkembangan penyakit hawar upih padi (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) di

sentra-sentra penghasil padi jawa tengah dan daerah istimewa yogyakarta.  
*Jurnal Budidaya Pertanian* 7(1): 1-7.

- Nuryanto, B., A. Priyatmojo., B. Hadisutrisno, and B.H. Sunarminto. 2010. Hubungan antara inokulum awal patogen dengan perkembangan penyakit hawar upih pada padi varietas ciherang. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 16(2): 55-61.
- Ou, S. H. 1985. *Rice Disease*. Commonwealth Mycological Institute. Cambrian News. Great Britain.
- Park, D. S., R. J. Sayler, Y. G. Hong, M. Han, and Y. Yang. 2008. A method for inoculation and evaluation of rice sheath blight disease. *Plant Dis.* 92: 25-29.
- Richa, K., I. M. Tiwari, M. Kumari, B. N. Devanna, H. Sonah, A. Kumari, R. Nagar, V. Sharma, J. R. Botella, and T. R. Sharma. 2016. Functional characterization of novel chitinase genes present in the sheath blight resistance QTL: qSBR11-1 in rice line tetep. *Frontiers in Plant Science* 7(244): 1-10.
- Richa, K., I.M. Tiwari, M. Kumari, B.N. Devanna, H. Sonah, A.Kumari, R. Nagar, V. Sharma, J.R. Botella, and T.R. Sharma. 2016. Functional characterization of novel chitinase genes present in the sheath blight resistance QTL: qSBR11-1 in rice line Tetep. *Frontiers in Plant Science* 7(244): 1-10.
- Rodrigues, F. A., F. X. R. Vale, L. E. Datnoff, A. S. Prhabu, and G. H. Kordofer. 2003. Effect of rice growth stage and silicon on sheath blight development. *Phytopatology* 93(3): 256-261.
- Scholten, O. E, L. W. Panella., T. S. M. De Bock., and W. Lange. 2001. A green house test for screening sugar beet (*Beta vulgaris*) for resistance to *Rhizoctonia solani*. *European Journal of Plant Pathology* 107: 161-166.
- Shiobara, F. T., H. Ozaki, H. Sato, H. Maeda, Y. Kojima, T. Ebitani, and M. Yano. 2013. Mapping and validation of QTLs fr rice sheath blight resistance. *Breeding Science* 63: 301-308.
- Sooenartiningasih, M. Akil, and N. N. Andayani. 2015. Cendawan tular tanah (*Rhizoctonia solani*) penyebab penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung dan sorgum dengan komponen pengendaliannya. *IPTEK Tanaman Pangan* 10(2): 85-91.

- Sumartini. 2012. Penyakit tular tanah (*Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani*) pada tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian serta cara pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian* 31(1): 27-34.
- Turaidar, V., M. Reddy, R. Anantapur, K. N. Krupa, N. Dalawati, C. A. Deepak, and K. M. H. Kumar. 2018. Rice sheath blight: major disease in rice. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 7: 976-988.
- Wahab, M. I., Satoto, R. Rachmad, A. Guswara, and Suharna. 2017. *Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Subang. Jawa Barat.
- Wisser, R. J., Q. Sun, S. H. Hulbert, S. Kresovich, and R. J. Nelson. 2005. Identification and characterization of regions of the rice genome associated with broad-spectrum, quantitative disease resistance. *Genetics* 169: 2277-2293.
- Yellareddygar S. K. R., M. S. Reddy, J. W. Kloepper, K. S. Lawrence, and H. Fadamiro. 2014. Rice sheath blight: a review of disease and pathogen management approaches. *J. Plant. Pathol. Microb* 5: 241.
- Zuo, S. M., Y. J. Zhu, Y. J. Yin, H. Wang, Y. F. Zhang, Z. X. Chen, S. L. Gu, and X. B. Pan. 2014. Comparison and confirmation of quantitative trait loci conferring partial resistance to rice sheath blight on chromosome 9. *Plant Disease* 98 (7):957-964.