

TIGA SPESIES *PERONOSCLEROSPORA* PENYEBAB PENYAKIT BULAI JAGUNG DI INDONESIA [Three Species of *Peronosclerospora* As a Cause Downy Mildew on Maize in Indonesia]

Ummu S. Rustiani^{1✉}, Meity S. Sinaga², Sri Hendrastuti Hidayat², dan Suryo Wiyono²

¹ Program Studi Fitopatologi, Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor

² Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Kamper, Kampus Dramaga IPB, Bogor, Tel/Faks: 0251 8621267
e-mail: usalamahr@gmail.com

ABSTRACT

Downy mildew is very detrimental disease of maize production in Indonesia. Adequate information regarding the identification key based on morphological and morphometric characteristic of the causal fungi of maize downy mildew in Indonesia is limited. Study for detection and identification of morphological, morphometric, and molecular base is urgently required. Artificial sporulation induction method performed to obtain the morphology of the fungus as a whole. The fungi were morphologically identified as symptomatic maize downy mildew collected from 13 provinces in Indonesia. Three species, namely *P. maydis*, *P. sorghi*, and *P. philippinensis* were identified based on the shape, size, and conidial cell wall thickness, size and number of branching conidiophores, and long sterigmata. Confirmation by PCR successfully amplified target DNA of *P. maydis*, *P. sorghi*, and *P. philippinensis*. The identification key of third species of *Peronosclerospora* accurately to be used in identification of *Peronosclerospora* causes downy mildew of maize in Indonesia. This identification key is recommended as a method of identification of the causal downy mildew of maize in Indonesia.

Key words: identification key, morphology, morphometric, specific primers.

ABSTRAK

Penyakit bulai jagung (*downy mildew*) merupakan penyakit utama yang sangat merugikan produksi jagung di Indonesia. Informasi morfologi dan morfometri untuk kunci identifikasi spesies penyebab penyakit bulai hingga kini belum memadai. Penelitian yang bertujuan menyusun kunci identifikasi berdasarkan morfologi dan morfometri penting dilakukan. Metode induksi sporulasi buatan dilakukan untuk memperoleh morfologi cendawan secara utuh. Tanaman jagung bergejala bulai yang dikumpulkan dari 13 provinsi di Indonesia diidentifikasi fungi penyebabnya secara morfologi. Tiga spesies *Peronosclerospora* yaitu *P. maydis*, *P. sorghi*, dan *P. philippinensis* berhasil diidentifikasi berdasarkan bentuk, ukuran, dan ketebalan dinding sel konidia, ukuran dan jumlah percabangan konidiofor, dan panjang sterigmata. Konfirmasi dengan metode PCR berhasil mengamplifikasi DNA target *P. maydis*, *P. sorghi*, dan *P. philippinensis*. Kunci identifikasi untuk ketiga spesies *Peronosclerospora* cukup akurat untuk digunakan identifikasi *Peronosclerospora* penyebab bulai jagung di Indonesia. Kunci identifikasi direkomendasikan sebagai metode identifikasi penyebab bulai jagung di Indonesia.

Kata kunci: kunci identifikasi, morfologi, morfometri, primer spesifik.

PENDAHULUAN

Penyakit bulai (*Downy Mildew*) merupakan penyebab utama kehilangan produksi jagung dunia termasuk Indonesia. Penyakit ini disebabkan oleh 10 spesies cendawan yang tergolong dalam tiga genus yaitu 7 spesies dari genus *Peronosclerospora*, 2 spesies dari *Sclerophthora*, dan 1 spesies dari *Sclerospora* (White, 2000; Wakman, 2006). Laporan temuan spesies baru dari Australia menyebutkan bahwa satu spesies cendawan lagi dilaporkan telah menginfeksi jagung di Australia bagian utara yakni *P. australiensis* sp.nov. (Shivas *et al.*, 2011) yang sebelumnya teridentifikasi sebagai *P. maydis*. Temuan ini menjadikan penyebab bulai jagung saat ini berjumlah 11 spesies.

Hingga saat ini, di Indonesia ada tiga spesies cendawan bulai yang dilaporkan menginfeksi tanaman jagung yaitu *P. maydis*, *P. philippinensis*, dan *P. sorghi* dari genus *Peronosclerospora* (Wakman, 2006; Burhanuddin, 2011b; Hikmahwati *et al.* 2011; Surtikanti, 2012). Dua dari ketiga spesies *Peronosclerospora* tersebut, yakni *P. sorghi* dan *P. philippinensis* termasuk dalam daftar organisme pengganggu tumbuhan karantina (OPTK) kategori A2 (BKP, 2013). Spesies *P. sorghi* merupakan spesies yang baru dilaporkan ada di Indonesia pada tahun 2010. Status OPTK spesies cendawan tersebut adalah kategori A1, yakni OPTK yang belum pernah dilaporkan terdapat di Indonesia, namun pada tahun 2013 status berubah menjadi kategori A2 yaitu OPTK

yang dilaporkan ada di wilayah terbatas di Indonesia.

Temuan *P. sorghi* pada tahun 2010 merupakan laporan yang pertama kali, yang masih perlu dikonfirmasi keberadaannya di wilayah Indonesia. Konfirmasi atas keberadaan suatu OPTK diperlukan guna pembaharuan status kategori OPTK serta langkah mitigasi risiko pemasukan cendawan tersebut di wilayah Indonesia. Oleh karena itu identifikasi penyebab bulai diperlukan dalam rangka optimalisasi langkah mitigasi dampak negatif yang ditimbulkan melalui tindakan pengendalian.

Langkah pengendalian yang tepat perlu didukung oleh diagnosis penyebab penyakit yang memadai. Identifikasi cendawan penyebab bulai yang tergolong dalam kelas *Oomycetes* hingga saat ini masih sulit dilakukan. Hal ini disebabkan adanya morfologi konidia dan konidiofor cendawan yang mempunyai kesamaan diantara spesies penyebab. Oleh karena itu, identifikasi morfologi perlu dikonfirmasi dengan identifikasi secara molekuler.

Identifikasi penyebab penyakit merupakan langkah awal penentuan pengendalian penyakit yang lebih efektif dan efisien. Informasi tersebut di Indonesia belum memadai, sehingga perlu dilakukan studi tentang identifikasi morfologi dan molekuler penyebab bulai tersebut. Penelitian ini bertujuan menyusun kunci identifikasi berbasis morfologi dan morfometri, serta identifikasi secara molekuler beberapa isolat *Peronosclerospora* penyebab bulai di Indonesia.

BAHAN DAN CARA KERJA

Pengambilan Sampel

Sampel diambil dari tanaman jagung bergejala bulai di-13 provinsi di Indonesia, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Barat, Banten, Lampung, Bengkulu, Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur (NTT), dan Papua. Metode pengambilan sampel adalah secara transek

garis, dengan tanaman dalam satu garis pada lahan pertanaman merupakan satu petak contoh (Fachrul, 2006). Gejala bulai yang diamati adalah gejala klorosis sistemik maupun tidak sistemik, disertai dengan atau tanpa gejala seperti kipas dan/ atau kerdil yang diikuti adanya tanda massa propagul cendawan berwarna putih seperti tepung di permukaan daun bagian bawah. Tanaman jagung yang diamati hanya pada masa pertumbuhan vegetatif. Batang tanaman bergejala yang mengandung daun kelima dari pucuk dipotong untuk kemudian dibungkus kertas koran dan dimasukkan ke dalam kantong plastik, untuk menjaga tanaman tetap segar. Tanaman segera di bawa ke ruang preparasi sampel untuk digunakan lebih lanjut pada tahap induksi sporulasi cendawan secara buatan.

Induksi Sporulasi Buatan Penyebab Bulai

Sporulasi buatan untuk menghasilkan morfologi utuh cendawan diinduksi sesuai metode Burhanuddin (2011a). Daun tanaman dipilih sebagai sampel adalah daun ketiga dari pucuk tanaman yang memperlihatkan gejala bulai yang disertai tanda adanya massa propagul cendawan berwarna putih seperti tepung menyebar di permukaan daun bagian bawah. Sporulasi dilakukan dengan terlebih dulu memotong pangkal daun ke tiga, kemudian segera dicuci dibawah air mengalir, dengan cara menjepit daun dengan dua jari dan mengusapnya untuk memastikan stomata daun bersih dari kotoran dan propagul cendawan.

Daun kemudian dikeringkan menggunakan kertas tisu pengesat. Daun yang telah kering dimasukkan ke dalam gelas berisi larutan gula 2% setinggi 1-2 cm dengan posisi pangkal daun berada di dasar gelas. Gelas yang telah berisi daun disungkup menggunakan plastik guna menjaga kelembaban tetap tinggi. Gelas tersebut kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama kurang lebih 6 jam. Daun kemudian dikeluarkan dari gelas. Pangkal daun yang terendam larutan gula terlebih dulu dikeringkan dengan tisu pengesat untuk

kemudian dimasukkan ke kantong plastik. Plastik diletakkan di area terbuka berumput dengan posisi permukaan daun bagian atas menghadap ke atas dan bagian bawah menghadap ke bawah. Daun diinkubasi di udara terbuka selama 7 jam. Konidia siap dipanen dengan cara mengeluarkan daun dari plastik untuk kemudian diamati bagian permukaan bawah daun. Pengamatan dilakukan dengan meletakkan daun terinfeksi di atas permukaan lampu, sehingga propagul cendawan terlihat berupa tepung berwarna putih. Propagul cendawan diambil dengan cara merekatkan selotip di atas permukaan daun, kemudian direkatkan pada kaca obyektif yang sudah ditetesi pewarna metylen blue 2%. Propagul diamati dibawah mikroskop cahaya dengan perbesaran hingga 1000X untuk mengamati ketebalan dinding konidia cendawan bulai. Pengamatan propagul keluar dari stomata daun dilakukan di bawah mikroskop elektron (*Scanning Electron Microscope*) tipe JSM-5000 pada perbesaran 350 kali.

Identifikasi Cendawan Penyebab Bulai

Pengamatan secara morfologi di bawah mikroskop cahaya dilakukan meliputi bentuk dan ukuran konidia, konidiofor, dan sterigmata serta diidentifikasi berdasarkan deskripsi yang disebutkan peneliti terdahulu (Quimio, 1981; White, 2000; Wakman, 2006; Semangun, 2008;

Burhanuddin, 2011). Penamaan bentuk morfologi cendawan yang ditemukan mengikuti *Illustrated Dictionary of Micology* edisi pertama (Ulloa dan Hanlin 2000).

Identifikasi molekuler dengan metode PCR dilakukan sebagai konfirmasi hasil pengamatan morfologi. DNA sampel diambil dari daun yang sama untuk induksi sporulasi, diekstraksi menggunakan FastDNA Spin Kit Lysing Matrix A (MPBio) dengan alat ekstraksi FastPrep 24 (MPBio). Reaksi PCR dilakukan menggunakan Phusion High-Fidelity PCR Master Mix (Thermo) pada mesin Verity 96-well (Applied Biosystem). Empat pasang primer spesifik (Rustiani, belum dipublikasikan) digunakan pada konfirmasi untuk masing-masing spesies *Peronosclerospora* (Tabel 1).

Program amplifikasi yang digunakan untuk *P. maydis* adalah denaturasi awal pada 95 °C selama 1 menit, dilanjutkan dengan 30 kali siklus dengan tahapan denaturasi pada 95 °C selama 1 menit, suhu annealing pada 57 °C selama 1 menit, sintesis pada 72 °C selama 30 detik. Siklus terakhir merupakan tahap penyempurnaan sintesis DNA pada 72 °C selama 5 menit. Program amplifikasi untuk primer PsUF/PsUR dan PpUF/PpUR dilakukan sama halnya untuk program *P. maydis*, namun dengan suhu annealing yang berbeda yakni masing-masing 60 °C dan 58 °C.

Table 1. Primer spesifik, urutan basa, dan ukuran produk DNA yang digunakan pada uji konfirmasi morfologi (*Specific primers, sequence bases, and size of DNA product used for downy mildew confirmation test*).

| No (number) | Nama Primer (Primer's name) | Urutan basa primer (sequence of primer) | Hasil PCR (size of PCR) |
|-------------|-----------------------------|--|-------------------------|
| 1. | PmUF PmUR | TCGTTATAGAAGCTAT(T/C)CATTAG GCCATCGAGTAATCCATTGTT | 304pb |
| 2. | PsUF PsUR | CCAGCAACTCCAGTTATGGAA CATGTACAATGGT(A/G)CTTGGAA | 154pb |
| 3. | PsrUF PsrUR | AGCAACTCCAGTTATGGAAGG CCTAATGAAGGTATGGCCATG | 500pb |
| 4. | PpUF PpUR | TTTCCGTGTATTCCGGTGGAG ATGCTTTTCGAGGGAAGAGA | 117pb |

Keterangan:

Huruf terakhir F pada nama primer untuk primer *forward*, dan R untuk primer *reverse* (*F and R in the end of primer's name directed to forward and reverse primer*)

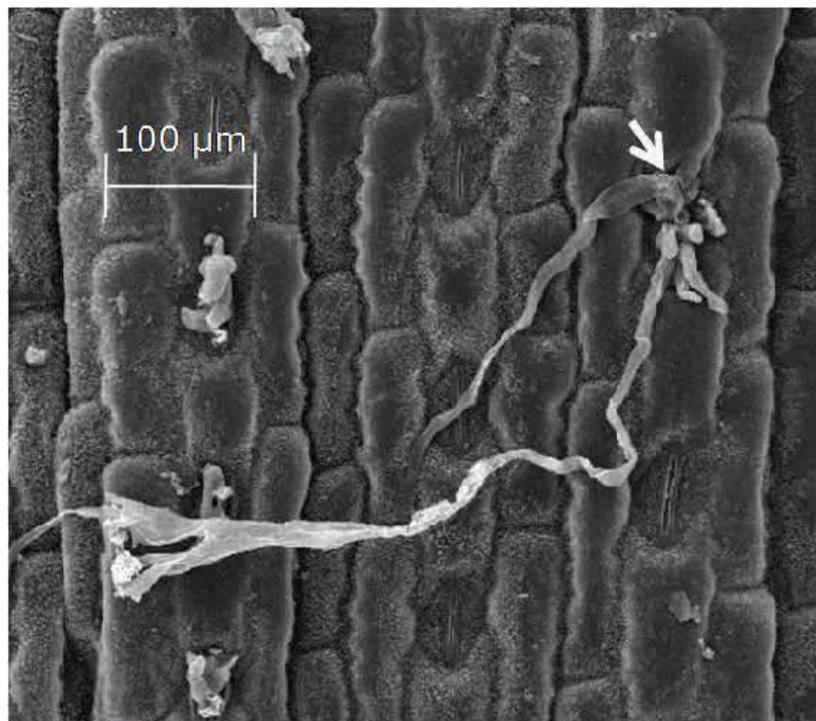
Program amplifikasi untuk pasangan PsrUF/ PsrUR adalah denaturasi awal pada 95 °C selama 5 menit, dilanjutkan dengan 30 kali siklus dengan tahapan denaturasi pada 95 °C selama 30 detik, suhu annealing pada 64 °C selama 50 detik, sintesis pada 72 °C selama 1 menit. Sintesis DNA pada siklus terakhir merupakan tahap penyempurnaan yakni pada 72 °C selama 10 menit. Elektroforesis menggunakan agarose 1,5 dan 2% dan penanda 50pb dan 100pb (Thermo), pada 70 Volt selama 45 menit (Mupid). Visualisasi DNA dibawah UV Transilluminator (Dark Hood 35).

HASIL

Pengambilan sampel dilakukan di-277 titik survei yang terdiri dari 65 Kabupaten/Kota di-13 Provinsi di Indonesia. Pengamatan hasil induksi sporulasi dari area survei menunjukkan bahwa dijumpai tiga kelompok yang mempunyai

perbedaan morfologi dan morfometri. Pengamatan lebih lanjut menggunakan mikroskop elektron (SEM) di Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong, menunjukkan bahwa konidiofor muncul dari stomata daun dalam kelompok dan/atau tunggal dengan bentuk sel menyempit ke arah basal, hyaline, bercabang, dan determinate (Gambar 1).

Kelompok pertama dengan konidiofor bercabang tiga sampai empat kali, berukuran 111-410 µm dilengkapi dengan sterigmata berujung konidia. Konidia berdinding tipis dengan bentuk spherical dan subspherical, berdiameter 12-23 x 25-44 µm. Deskripsi yang ada menyebutkan bahwa karakter morfologi dan morfometri kelompok tersebut diatas adalah spesies *P. maydis*. Morfologi kelompok kedua yang teridentifikasi adalah konidiofor hyaline berukuran 183-300 µm namun jumlah percabangan hanya sebanyak dua kali. Konidia berdinding tebal dengan ketebalan 1-2 µm,



Gambar 1. Konidiofor *Peronosclerospora maydis* keluar dari stomata daun (tanda panah) dengan bentuk sel menyempit ke arah basal, *hyaline*, bercabang, dan *determinate*, diamati di bawah mikroskop elektron (SEM) [Figure 1. Conidiophore of *Peronosclerospora maydis* emerge from leaf stomatal leaves (arrow sign). Conidiophore hyaline, determinate, and narrows toward basal cell under electron microscope (SEM)].

berbentuk spherical, berdiameter 9-10 x 10-11 μm teridentifikasi sebagai *P. sorghi*. Spesies *P. maydis* ditemukan di seluruh area survei, namun demikian spesies *P. sorghi* hanya dijumpai di daerah Bogor (Jawa Barat), Malang (Jawa Timur), Lampung, NTT, dan Sulawesi Selatan.

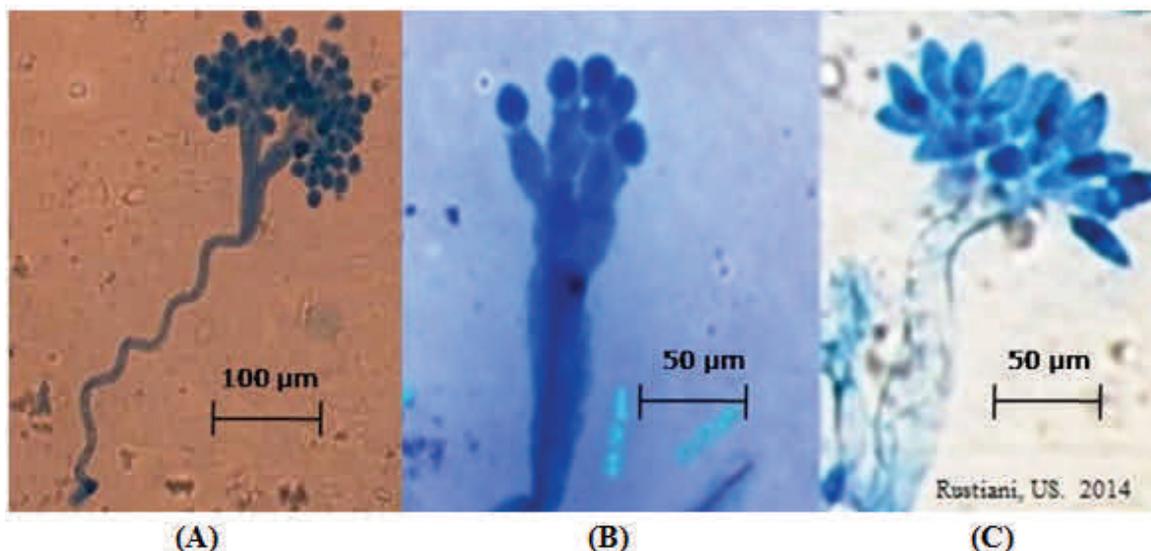
Sel konidiofor kelompok ketiga yang teramati adalah sel hyaline, menyempit ke arah basal, determinate dengan jumlah percabangan tiga kali, berukuran 150-300 μm , dan konidia berbentuk oval berdiameter 11-15 x 15-40 μm . Karakter morfologi dan morfometri demikian terdiskripsi sebagai *P. philippinensis*. Spesies ini teridentifikasi di Lampung dan Sulawesi. Perbedaan deskripsi morfologi ketiga spesies *Peronosclerospora* pada jagung tersebut tampak pada bentuk konidia, jumlah percabangan konidiofor, serta ukuran konidia dan konidiofor (Gambar 2). Konidia ketiga spesies diamati tidak mengalami percabangan pada saat berkecambah.

Berdasarkan deskripsi morfologi dan morfometri 3 spesies *Peronosclerospora* tersebut dibuat kunci identifikasi yang direkomendasikan untuk dapat digunakan adalah sebagai berikut :

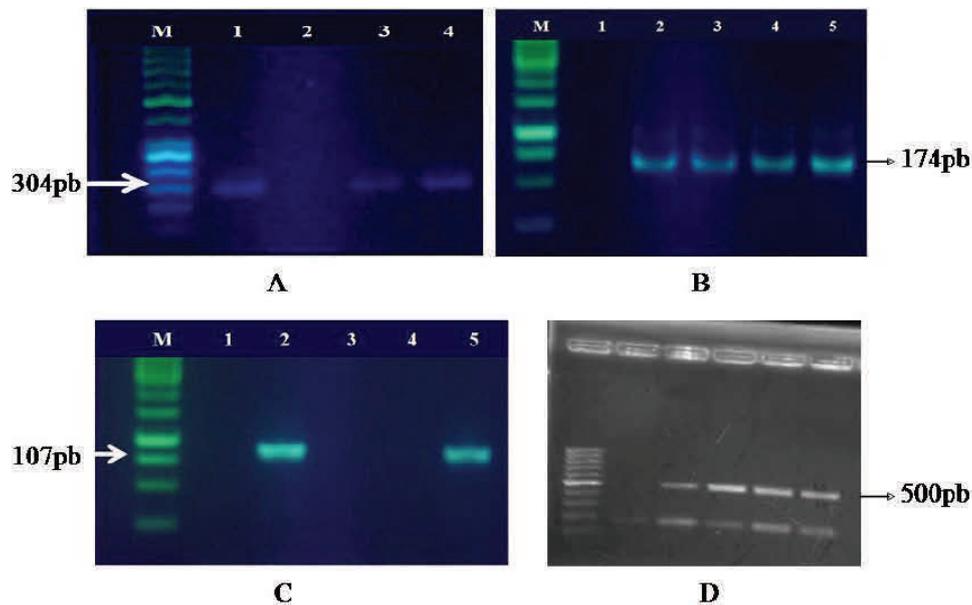
- 1 a. Konidia berdinding tebal 1-2 μm *P. sorghi*
- b. Konidia berdinding kurang dari 1 μm 2
- 2 a. Jumlah percabangan konidiofor 3, konidia berbentuk oval dan berdiameter 11-15 x 15-40 μm *P. philippinensis*
- b. Jumlah percabangan konidiofor lebih dari 3, konidia berbentuk spherical sampai subspherical, berdiameter 12-23 x 25-44 μm *P. maydis*

Konfirmasi menggunakan primer spesifik untuk ketiga spesies menghasilkan pita DNA yang tervisualisasi pada ukuran sesuai dengan primer yang digunakan (Gambar 3). Analisis DNA lebih lanjut menggunakan DNA sequencing menunjukkan bahwa isolat cendawan Kelompok 1 yang teridentifikasi secara morfologi sebagai *P. maydis* mempunyai kemiripan dengan isolat *Peronosclerospora maydis* asal Indonesia, yang telah didepositkan di GenBank dengan nomor asesi HM988975, HM988976, HM988977, dan HM988978.

Hasil analisis DNA sequencing terhadap isolat yang teridentifikasi secara morfologi sebagai *P. sorghi* menunjukkan bahwa DNA temuan



Gambar 2. Konidia dan Konidiofor *Peronosclerospora. maydis* (A); *P. sorghi* (B); dan *P. philippinensis* (C) [Morphological of conidia and conidiophore of *Peronosclerospora maydis* (A); *P. sorghi* (B); and *P. philippinensis* (C)].



Gambar 3. Visualisasi pita DNA hasil amplifikasi (A) primer PmUF/PmUR pada Gel Agarose 1,5% (M) Penanda DNA 100pb (ThermoSci), (1) Kontrol Positif, (2) Kontrol Negatif, (3) *Peronosclerospora maydis* Isolat Bogor, (4) *P. maydis* Isolat Lampung; B) Primer PsUF/PsUR pada Gel Agarose 2% (M) Penanda DNA 50pb (ThermoSci), (1) Kontrol Negatif, (2) Kontrol Positif, (3) Isolat *Phythophthora capsici* (BIOTROP), (4) Isolat *Colletotrichum acutatum* (Hartati 2014), (5) Isolat Malang; C) Primer PpUF/PpUR pada Gel Agarose 2% (M) Penanda DNA 50pb (ThermoSci), (1) Kontrol Negatif, (2) Kontrol Positif, (3) *Peronosclerospora philippinensis* Isolat Lampung Tengah, (4) *P. philippinensis* Isolat Sulawesi Selatan, (5) *P. philippinensis* Isolat Sulawesi Utara; D) Primer PsrUF/PsrUR pada Gel Agarose 1,2% (M) Penanda DNA 100pb (Fermentas), (1) Kontrol Negatif, (2) *Peronosclerospora sorghi* Isolat Lampung, (3) *P. sorghi* Isolat Makassar, (4) *P. sorghi* Isolat NTT, dan (5) *P. sorghi* Isolat Malang [(Figure 3. DNA amplified products resolved on 1.5% agarose gels by primer (A) PmUF/PmUR and 100bp ladder (1) positive control; (2) negative control; (3) *Peronosclerospora maydis* isolate from Bogor; (4) Lampung; resolved on 2% agarose gels by PsUF/PsUR and 50bp ladder; (1) negative control; (2) positive control; (3) isolate *Phythophthora capsici*; (4) isolate *Colletotrichum acutatum* as a cross reaction control; (5) Isolate *p. sorghi* from Malang; resolved on 2% agarose gels by primer (C) PpUF/PpUR and 50bp ladder; (1) negative control; (2) positive control; (3) isolate *P. philippinensis* from Lampung; (5) from South Sulawesi; (6) from North Sulawesi; and resolved on 1.2% agarose gels by primer (D) PsrUF/PsrUR and 100bp ladder; (1) negative control; (2) positive control; (3) isolate *P. sorghi* from Lampung; (4) from Makassar; (4) from NTT, and (5) from Malang].

mempunyai kemiripan dengan isolat *P. sorghi* asal USA yang sudah didepositkan di GenBank dengan nomor asesi HQ261790. DNA isolat yang teridentifikasi sebagai *P. philippinensis* menunjukkan kemiripan dengan daerah lestari ITS isolat *P. philippinensis* asal Filipina yang sudah didepositkan di Genbank dengan nomor asesi JF754978.

PEMBAHASAN

Spesies cendawan temuan mempunyai ciri yang sama disebutkan oleh Quimio (1981), bahwa salah satu ciri morfologi famili *Peronosporaceae* adalah konidiofor yang bercabang keluar dari jaringan inang disertai konidia yang dihasilkan secara tunggal di setiap ujung percabangan konidiofor terakhir serta konidia membentuk tabung kecambah ketika berkecambah.

Perbedaan dengan morfologi yang sudah diteliti sebelumnya terdapat pada bentuk dan ukuran konidia. Wakman (2006), Burhanuddin (2011), dan Hikmawati *et al.* (2011) menyebutkan bahwa konidia *P. maydis* berbentuk bulat, namun konidia yang ditemukan pada studi ini sesuai dengan yang disebutkan oleh White (2000) selain konidia berbentuk spherical (bulat) juga dijumpai berbentuk subspherical (agak bulat). Kisaran ukuran diameter cendawan temuan berkisar 12-23 x 25-44 μm sedikit lebih lebar dari ukuran studi sebelumnya sekitar 17-23 x 27-39 μm . Bentuk konidia isolat *P. maydis* asal Jawa telah dilaporkan oleh Bonde *et al.* (1992) adalah selalu globose/spherical ketika sudah masak.

Bentuk konidia *P. sorghi* menurut Hikmawati *et al.* (2011) adalah oval, sedangkan bentuk konidia pada studi ini adalah spherical (bulat). Menurut Bock and Jager (1998) dan White (2000), konidia *P. sorghi* berbentuk oval hingga spherical. Lebih lanjut disebutkan bahwa konidia *P. sorghi* berinding tebal dengan ukuran ketebalan berkisar 1.1-2.7 μm dan berdiameter lebih besar dari ukuran diameter peneliti lain yakni 25-31 x 36,9-42,9 μm . Morfologi konidia *P. sorghi* isolat Thailand oleh Bonde *et al.* (1992) dilaporkan berbentuk oval ketika sudah masak, namun berbeda dengan isolat dari Malaysia yang dilaporkan oleh Ahmad *et al.* (1994) yakni berbentuk suborbicular atau subspherical dengan diameter berkisar 15-28.9 x 15-26.9 μm .

Morfologi konidia *P. philippinensis* oleh beberapa peneliti dilaporkan berbentuk bulat telur memanjang hingga round cylindrical (White, 2000), atau bulat telur atau bulat lonjong dengan bagian atas yang membulat (Hikmawati *et al.* 2011). Identifikasi cendawan bulai di beberapa lokasi di Indonesia oleh Wakman (2006) menyebutkan bahwa bentuk konidia lonjong yang dijumpai di Lampung, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi utara adalah *P. philippinensis*. Namun demikian identifikasi tersebut tidak disertai dengan morfometri cendawan bulai.

Identifikasi cendawan bulai jagung berbasis morfologi sulit dilakukan. Oleh karena itu perlu konfirmasi menggunakan metode molekuler diantaranya PCR. Karakter molekuler antar 11 spesies penyebab bulai jagung dapat dibedakan menggunakan marka *Simple Sequences Repeat* (SSR) (Perumal *et al.* 2008). Penggunaan marka SSR tersebut di Indonesia digunakan untuk membedakan spesies *P. maydis*, *P. sorghi*, dan *P. philippinensis*. Identifikasi dan sebaran spesies bulai jagung pada studi ini sama dengan laporan oleh Muis *et al.* (2013) dan Lukman *et al.* (2013), yakni ada 3 spesies cendawan bulai pada jagung di Indonesia, yang masing-masing mempunyai sebaran lokasi yang berbeda. Tiga spesies tersebut adalah *P. maydis*, *P. sorghi*, dan *P. philippinensis*. Keragaman genetik menggunakan marka SSR menunjukkan bahwa spesies cendawan penyebab bulai di Indonesia berbeda-beda tergantung dari lokasi bulai berkembang. Daerah sebar dari hasil uji keragaman menggunakan marka SSR tidak berbeda dengan daerah sebar hasil identifikasi secara morfologi. Morfologi konidia yang bulat, membentuk kelompok tersendiri, dan diidentifikasi sebagai *P. maydis*, mengelompok di area Jawa dan Lampung. Konidia berbentuk oval diidentifikasi sebagai *P. sorghi* mengelompok di area Medan dan Aceh, namun konidia yang memanjang diidentifikasi sebagai *P. philippinensis*, mengelompok di area Gorontalo (Sulawesi). Pada studi ini, terdapat area tambahan diluar studi terdahulu, yakni NTT dan Papua. Spesies *P. maydis* dijumpai di kedua area tersebut namun *P. sorghi* hanya dijumpai di NTT.

Spesies *P. maydis* dikenal sebagai spesies asli Indonesia, karena dilaporkan sudah ada di Indonesia sejak 100 tahun lalu (Semangun 2008, CABI 2014). Oleh karena itu dikenal dengan nama umum *Java Downy Mildew*. Spesies asli ini di beberapa negara seperti USA dan China, dimasukkan dalam daftar OPT Karantina dan spesies yang berpotensi invasif (Huber *et al.*, 2002; Xu *et al.*, 2012).

Kedua spesies *Peronosclerospora* lain, yakni *P. sorghi* dan *P. philippinensis*, di Indonesia termasuk dalam daftar Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK) kategori A2, yang perlu dicegah tersebar luas di wilayah Indonesia. Kedua spesies OPTK tersebut dilaporkan hanya terdapat di wilayah terbatas dan berpotensi menimbulkan kejadian epidemik sangat parah di pertanaman jagung, seperti laporan terbaru oleh Kim *et al.* (2007). Daerah sebar *P. sorghi* tercatat di Sulawesi Selatan, Sumatera Utara, Jawa Barat dan Jawa Timur. Namun untuk *P. philippinensis* hanya tersebar di daerah Sulawesi (BKP, 2013). Oleh karena itu perlu regulasi karantina tumbuhan antar area untuk menghambat penyebaran kedua spesies ke wilayah bebas kedua OPTK tersebut melalui pembatasan lalu lintas benih jagung.

KESIMPULAN

Morfologi dan morfometri konidia dan konidiofor yang berasosiasi dengan gejala bulai di lapangan teridentifikasi sebagai *P. maydis*, *P. sorghi*, dan *P. philippinensis*. Spesies *P. maydis* mendominasi seluruh area yang disurvei. Namun demikian Kalimantan dan Papua masih terbebas dari *P. sorghi* dan *P. philippinensis*. Identifikasi terhadap ketiga spesies penyebab bulai telah di deskripsikan berdasarkan ketebalan dinding sel, bentuk, ukuran konidia, dan telah dituangkan dalam suatu kunci identifikasi. Konfirmasi lebih lanjut dengan metode PCR menggunakan primer spesifik yakni PmUF/PmUR, PsUF/PsUR, PsrUF/PsrUR, dan PpUF/PpUR, dapat direkomendasikan sebagai primer spesifik yang membedakan tiga spesies utama penyebab bulai jagung di Indonesia. Perlu penguatan sistem perkarantina antar area atau karantina domestik melalui pembatasan lalu lintas benih jagung ke area bebas *P. sorghi* dan *P. philippinensis*. Area bebas tersebut antara lain Papua, Maluku, NTB, dan Kalimantan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan kepada Badan SDM Kementerian Pertanian, Badan Karantina Pertanian,

BUTTMKP, BBKP Tanjung Priok, BBKP Soekarno-Hatta, BBKP Tanjung Perak, BKP (Balai Karantina Pertanian) Wilayah Tengah dan Timur, Balai Pengamatan Hama dan Penyakit Provinsi, dan PT. Biogen Scientific.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad IB, DO Lopez and AM Mahir. 1994. Biology of the Downy Mildew Pathogen of Corn in Malaysia. *Kasetsart Jurnal (Natural Science)* **28**, 483-488.
- Badan Karantina Pertanian [BKP]. 2013. Peraturan Menteri Pertanian tentang Daftar OPTK A1 dan A2 Berikut Penggolongannya, 239. Badan Karantina Pertanian, Jakarta.
- Bock CH and MJ Jager. 1996. Downy Mildew on Sorghum. *International Sorghum and Millets Newsletter* **37**, 33-51.
- Bonde MR, GL Peterson, RG Kenneth, HD Vermeulen, Sumartini and M Bustaman. 1992. Effect of Temperature on Conidial and Systemic Infection of Maize by *Peronosclerospora* species. *Phytopathology* **82**, 04-109.
- Burhanuddin. 2011a. Proses Sporulasi *Peronosclerospora philippinensis* pada Tanaman Jagung. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XX Komda Sul-Sel, Makassar 27 Mei 2010. Saenong S (Penyunting), 366-369. Bidang Publikasi dan Seminar ilmiah BALITSEREAL Maros.
- Burhanuddin. 2011b. Identifikasi Cendawan Penyebab Penyakit Bulai pada Jagung Di Pulau Jawa dan Madura. *Superman : Suara Perlindungan Tanaman* **1**, 21-26.
- CAB International [CABI]. 2014. Crop Protection Compendium. HYPERLINK "<http://www.cabi.org/cpc>"www.cabi.org/cpc. (Diunduh 03 Januari 2014).
- Fachrul MF. 2012. Metode Sampling Bioekologi, 198. Edisi ke-1. Bumi Aksara, Jakarta.
- Hikmawati, T Kuswinanti, dan MB Pabendon. 2011. Karakterisasi Morfologi *Peronosclerospora* spp., Penyebab Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung, dari beberapa Daerah di Indonesia. *Jurnal Fitomedika* **7**, 159-161.
- Huber DM, ME hugh-jones, MK Rust, SR Sheffield, D Simberloff, CR Taylor, N Gratz, J Mange and HD Thruston. 2002. Invasive Pest Species: Impact on Agricultural production, Natural Resources, and The Environment. *Council for Agricultural Science and Technology (CAST) Issue Paper* **20**, 1-17.
- Muis A, M Pabendon, N Nonci dan WBS Waskito. 2013. Keragaman Genetik Patogen Penyebab Bulai Berbasis Marka SSR. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* **32**, 139-147.
- Kim SK, NM Yoon, HJ Kim, YB Kim, N Chay, SM Kim, KS Oeun, P Bora, N Glaudino and L Fontes. 2007. Severe Epidemics of Downy Mildew (*Peronosclerospora sorghi*) on Maize in Cambodia, East Timor, and Vietnam. *Maize Genetics Cooperation Newsletter* **81**, 14. HYPERLINK "<http://www.cabi.org/cpc>"www.cabi.org/cpc. (Diunduh 03 Desember 2014).
- Lukman R, A Afudin and T Luberstedt. 2013. Unrevealing The Genetic Diversity of Maize Downy Mildew in Indonesia. *Journal of Plant Pathology and Microbiology* **4**, 162 doi: 10_4172/2157-7471.1000162.

- Perumal R, RE Padmavathi, Saradha, N Eun-Gyu, KR Umesh, KP Louis, NO Gary, GL Douglas and WM Clint. 2008.** Simple Sequence Repeat Markers Useful for Sorghum Downy Mildew (*Peronosclerospora sorghi*) and Related Species. *BMC Genetics*. HYPERLINK "<http://www.biomedcentral.com/1471-2156/9/77>" www.biomedcentral.com/1471-2156/9/77. (Diunduh 6 Desember 2012).
- Quimio TH. 1981.** Plant Pathogenic Fungi: Principles and Taxonomy (a syllabus for pp 224), 111. UP at Los Banos, Manila.
- Semangun H. 2008.** Penyakit-penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. 475. Edisi ke-2. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Shivas RG, MJ Ryley, S Telle and JR Liberato. 2013.** *Peronosclerospora australiensis* sp. novo, and *P. sargae* sp. novo, Two Newly Recognised Downy Mildew in Northern Australia, and Their Biosecurity Implications. *Australasian Plant Pathol.* doi:10.1007/s13333-4011-0097-x.
- Surtikanti. 2012.** Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung. Di dalam: Saenong S, editor. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XXI Komda Sul-Sel, Makassar 27 Desember 2011, Saenong S. (Penyunting), 41-48. Bidang Publikasi dan Seminar Ilmiah BALITSEREAL Maros.
- Ulloa M and RT Hanlin. 2000.** Illustrated Dictionary of Micology, 448. Edisi ke-1. APS Pr, New York.
- Wakman W. 2006.** Penyebab Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung, Tanaman Inang Lain, Daerah Sebaran, dan Pengendaliannya. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel. Makassar 23 Mei 2005. Saenong S. (Penyunting), 36-47. Bidang publikasi dan Seminar ilmiah BALITSEREAL Maros.
- White DG. 2000.** Compendium of Corn Diseases. Third Edition, 78. APS Press, Minnesota.
- Xu H, S Qiang, P Genovesi, H Ding, J Wu, L Meng, Z Han, J Miao, B Hu and J Guo. 2012.** An Inventory of Invasive Alien Species in China. *Neo Biota* 15, 1-26. doi:10.3897/neobiota.15.3575.