

JURNAL METAMORFOSA

Journal of Biological Sciences

ISSN: 2302-5697

<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR *Colletotrichum* spp. ISOLAT PCS PENYEBAB
PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA BUAH CABAI BESAR
(*Capsicum annuum* L.) DI BALI****ISOLATION AND IDENTIFICATION OF FUNGI *Colletotrichum* spp. ISOLATE PCS CAUSED
THE ANTHRACNOSE DESEASE OF CHILI FRUIT (*Capsicum annuum* L.) IN BALI****Sang Ketut Sudirga**

Laboratorium Biokimia, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Bali

Email: sangkets@yahoo.com

INTISARI

Telah dilakukan penelitian tentang isolasi dan identifikasi jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai besar (*Capsicum annuum* L.) di Bali. Jamur *Colletotrichum* spp. diisolasi dari buah cabai besar yang menunjukkan gejala penyakit antraknosa yang diambil dari 3 lokasi penanaman cabai besar di Bali yaitu Desa Apuan Kabupaten Tabanan (isolat APN), Desa Belok Sidan Kabupaten Badung (isolat BLS) dan Desa Pancasari Kabupaten Buleleng (isolat PCS). Untuk memastikan bahwa ketiga isolat jamur tersebut penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai besar dilakukan uji postulat Koch dan uji virulensi. Berdasarkan uji virulensi jamur isolat PCS paling virulen dibandingkan dengan isolat APN dan BLS, sehingga isolat PCS yang diidentifikasi lebih lanjut. Identifikasi jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS secara makroskopis dan mikroskopis dilakukan di Laboratorium Biopestisida Fakultas Pertanian Universitas Udayana Denpasar dengan cara mengamati bentuk koloni, warna koloni, kecepatan tumbuh, bentuk hifa, bentuk spora, dan ukuran spora. Sedangkan identifikasi jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS secara molekuler dilakukan di Jurusan Biologi Fakultas MIPA Institut Pertanian Bogor berdasarkan analisis gen 18S rRNA dengan menggunakan primer ITS1 dan ITS4. Analisis filogeni dilakukan dengan menggunakan program MEGA 6.0, metode *Maximum Parsimony* (MP) dengan *bootstrap* 1000x. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS merupakan jamur *Colletotrichum acutatum* karena satu klade dengan sekuen-sekuen jamur *C. acutatum* dengan dukungan 100% *Bootstrap Support* (BS).

Kata kunci: isolasi, identifikasi, isolat, filogeni, klade.

ABSTRACT

A research on the isolation and identification of fungi *Colletotrichum* spp. PCS isolate as the cause of anthracnose disease on chili fruit (*Capsicum annuum* L.) in Bali. Fungi *Colletotrichum* spp. isolated from large chilies anthracnose symptoms were taken from three locations of chili planting in Bali i.e. Apuan Village, Tabanan (isolates APN), Village Belok Sidan, Badung (isolates BLS) and Village Pancasari, Buleleng (isolates PCS). To ensure that these three isolates of the fungus caused anthracnose on chili fruit, tested Koch's postulates and virulence test were used. Based on fungal virulence test, isolates PCS was the most virulent isolates than APN and BLS isolates, therefore the PCS isolates was further identified. Macroscopic and microscopic identification of the fungus *Colletotrichum* spp. isolate PCS were conducted at the Laboratory of Biopesticides, Faculty of Agriculture, University of Udayana by observing the shape of the colony, colony color, growth rate,

hyphae structure, spore shape, and size of the spores. The identification of the fungus *Colletotrichum* spp. isolate PCS was carried out in the Department of Molecular Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Bogor Agricultural University based on the analysis of 18S rRNA genes by using ITS1 and ITS4 primers. Phylogeny analyzes were performed using the MEGA 6.0, maximum parsimony method (MP) with 1000x bootstrap. The results showed that the fungus *Colletotrichum* spp. isolate PCS was a fungal of *Colletotrichum acutatum* as a clade with sequences of fungus *C. acutatum* by 100% of Bootstrap Support (BS).

Keywords: isolation, identification, isolate, phylogeny, clades.

PENDAHULUAN

Tanaman cabai besar (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura di Bali yang sangat potensial untuk dikembangkan, karena mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dan potensi ekspor yang cukup besar. Rata-rata produktivitas cabai besar di Bali sekitar 7,14 ton/ha, produktivitas tersebut lebih rendah dari potensi produksi cabai sebesar 10 ton/ha (BPS, 2013). Rendahnya produktivitas cabai disebabkan oleh beberapa faktor, salah satu diantaranya adalah faktor hama dan penyakit. Penyakit antraknosa pada tanaman cabai merupakan penyakit yang paling sering ditemukan dan hampir selalu terjadi di setiap areal tanaman cabai. Penyakit antraknosa selain mengakibatkan penurunan hasil juga dapat merusak nilai estetika pada buah cabai. Penurunan hasil akibat penyakit antraknosa pada tanaman cabai besar dapat mencapai 50% atau lebih (Semangun, 2007). Penyakit antraknosa tersebut disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* spp. Menurut Suryaningsih *et al.* (1996), patogen antraknosa yang paling banyak dijumpai menyerang tanaman cabai di Indonesia adalah jamur *Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum gloeosporioides*. Hannden dan Black (1989) menyebutkan jenis jamur *Colletotrichum* yang umum menyebabkan penyakit antraknosa pada buah cabai terdiri atas empat spesies yaitu *C. gloeosporioides*, *C. capsici*, *C. acutatum*, dan *C. coccodes*. Menurut Kim *et al.* (1999), penyakit antraknosa pada tanaman cabai disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* yang terdiri atas lima spesies yaitu *C. gloeosporioides*, *C. capsici*, *C. acutatum*, *C. dematium*, dan *C. coccodes*.

Jamur *Colletotrichum* spp. merupakan jamur parasit fakultatif dari Ordo Melanconiales

dengan ciri-ciri konidia (spora) tersusun dalam aservulus (struktur aseksual pada jamur parasit). Jamur dari Genus *Colletotrichum* termasuk dalam Class Deuteromycetes yang merupakan fase anamorfik (bentuk aseksual), dan pada saat jamur tersebut dalam fase teleomorfik (bentuk seksual) masuk dalam Class Ascomycetes yang dikenal dengan jamur dalam Genus *Glomerella* (Alexopoulos *et al.*, 1996).

Jamur *Colletotrichum gloeosporioides* mempunyai bentuk spora silindris, ujung spora tumpul, ukuran spora 16,1 x 5,6 µm dengan kecepatan tumbuh 12,5 mm per hari. Jamur *Colletotrichum acutatum* mempunyai bentuk spora silindris, ujung spora meruncing, ukuran spora 16,1 x 5,3 µm dengan kecepatan tumbuh 6,8 mm per hari. Jamur *Colletotrichum coccodes* mempunyai bentuk spora silindris, ujung spora runcing, ukuran spora 14,9 x 4,2 µm dengan kecepatan tumbuh 8,4 mm per hari. Sedangkan jamur *Colletotrichum capsici* mempunyai bentuk spora seperti bulan sabit, ujung spora runcing, ukuran spora 24,3 x 4,4 µm dengan kecepatan tumbuh 9,8 mm per hari (AVRDC, 2010).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Isolasi dan identifikasi jamur *Colletotrichum* spp. secara makroskopik dan mikroskopik dilakukan di Laboratorium Biopestisida Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Sedangkan identifikasi jenis jamur *Colletotrichum* spp. melalui analisis gen 18S rDNA dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Bagian Bakteri Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Jamur *Colletotrichum* spp. diisolasi dari buah cabai besar yang menunjukkan

gejala penyakit antraknosa dari tanaman cabai yang dibudidayakan di tiga lokasi yaitu di Desa Pancasari, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng (isolat PCS); Desa Apuan Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan (isolat APN), dan Desa Belok Sidan Kecamatan Petang, Kabupaten Badung (isolat BLS). Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2013.

Isolasi Jamur *Colletotrichum* spp.

Buah cabai besar yang menunjukkan gejala penyakit antraknosa dibersihkan dengan air mengalir dilanjutkan dengan air steril kemudian dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm pada bagian buah dengan gejala penyakit dan bagian sehat kemudian ditaruh pada media PDA pada cawan Petri. Jamur yang tumbuh kemudian diisolasi dan dimurnikan serta diidentifikasi secara morfologi dengan mengamati bentuk spora dan hifanya. Untuk memastikan bahwa jamur yang diisolasi dan dimurnikan tersebut penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai besar maka dilakukan uji Postulat Koch. Isolat jamur kemudian dipelihara pada media PDA miring dan siap digunakan untuk pengujian selanjutnya. Ada tiga isolat *Colletotrichum* spp. yang diperoleh pada kegiatan isolasi ini yaitu isolat APN, BLS dan PCS. Isolat PCS merupakan isolat yang paling virulen terhadap buah cabai besar, sehingga isolat ini diidentifikasi lebih lanjut.

Identifikasi Jamur *Colletotrichum* spp. Isolat PCS

Kultur murni isolat jamur PCS diidentifikasi secara makroskopik dan mikroskopik berdasarkan karakteristik morfologi dan pigmentasi pada media PDA menggunakan kunci identifikasi dari Pit dan Hocking (1997). Identifikasi jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS secara molekuler untuk mengetahui spesies jamur dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Bagian Bakteri Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Identifikasi molekuler jamur dilakukan berdasarkan analisis gen 18S rRNA (Photita *et al.*, 2005).

Ekstraksi DNA

Jamur isolat PCS ditumbuhkan pada media PDA selama 3 hari pada suhu ruang (\pm

28°C). DNA genom *Colletotrichum* spp. isolat PCS diekstraksi dengan cara mengambil hifa pada bagian tepi dari koloni jamur, kemudian diletakkan pada botol sentrifuse dan disuspensikan dengan 100 μ l *PrepMan Ultra reagen* (*PrepMan Ultra Protocol, Applied Biosystem, USA*). Sampel kemudian divortek selama 30 detik dan selanjutnya diletakkan pada blok panas suhu 95-100°C selama 10 menit dan ditaruh pada suhu ruang selama 2 menit. Sampel disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 2 menit dan pelet diambil sebagai ekstrak DNA dan digunakan untuk analisis selanjutnya (Cano *et al.*, 2004).

Amplifikasi DNA dengan PCR

Gen 18S rRNA diamplifikasi dengan PCR menggunakan primer *Internal Transkript Spacer* (ITS) 1 (5-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3) dan ITS 4 (5-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3). Reaksi berlangsung dengan menggunakan alat *Takara PCR thermal cycler Personal* (Takara Bio, Otsu, Japan) dengan Ex Tag (Takara Bio, Otsu, Japan) dengan kondisi *pre-denaturation* 94°C (4 menit) diikuti dengan 35 *cycles* dari denaturasi 94°C (35 detik), *annealing* 52°C (55 detik), *elongation* 72°C (2 menit) dan *post elongation* 72°C selama 10 menit (Nishizawa *et al.*, 2010).

Sekuensing ITS region dan computer analysis sekuen DNA

Sekuen nukleotida ditentukan dengan menggunakan *BigDye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction Kit* (*Applied Biosystems, Foster City, CA, USA*) sesuai dengan panduan dari alat tersebut dan dengan *PE Applied Biosystems Automated DNA Sequencer* (model 3130xl, *Applied Biosystems*). Sekuen DNA *double helix* diassembling dan dianalisis menggunakan *Genetyx* (versi 11.0) dan *Genetyx-ATSQ* (versi 4.0) *software* (*Genetyx, Tokyo, Japan*), secara berturutan dan dibandingkan dengan sekuen DNA yang sama yang diambil dari DDBJ/EMBL/GenBank melalui NCBI BLAST program (Thompson *et al.*, 1997).

Analisis filogeni dilakukan dengan menggunakan program MEGA 6.0 (Kumar *et al.*, 2001), metode *Maximum Parsimony* (MP) dengan *bootstrap* 1000x, dengan langkah-langkah sebagai berikut: (1). Mencari similaritas

antar sekuen. Data sekuen yang disimpan dalam *notepad* dalam format FASTA, dianalisis dengan menggunakan fasilitas *Blast-WU* yang tersedia secara *online* dalam situs www.ebi.ac.uk/Clustalw. (2). Membuat pohon filogeni dengan program MEGA. Data hasil pengolahan menggunakan fasilitas *ClustalW* selanjutnya akan dipakai sebagai data dasar untuk membuat pohon filogeni menggunakan fasilitas data MEGA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Patogen Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai Besar

Jamur *Colletotrichum* spp. ditemukan berasosiasi dengan buah cabai besar yang menunjukkan gejala penyakit antraknosa pada tiga lokasi penanaman cabai besar di Bali yaitu di Desa Pancasari Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng, Desa Apuan Kecamatan Baturiti Kabupaten Tabanan, Desa Belok Sidan Kecamatan Petang Kabupaten Badung. Ada tiga isolat jamur *Colletotrichum* spp. diperoleh pada penelitian ini yaitu isolat PCS, APN dan BLS. Berdasarkan uji postulat Koch terbukti bahwa ketiga isolat tersebut bisa menimbulkan gejala penyakit antraknosa pada buah cabai besar seperti disajikan pada Gambar 1.

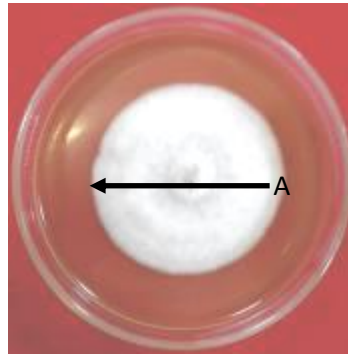


Gambar 1. Foto gejala penyakit antraknosa pada buah cabai yang diinokulasikan dengan tiga isolat *Colletotrichum* spp. 7 hari setelah inokulasi.

Keterangan: A = kontrol, B = diinokulasi dengan isolat APN, C = diinokulasi dengan isolat BLS, dan D = diinokulasi dengan isolat PCS

Isolat PCS memiliki patogenitas lebih tinggi dibandingkan dengan jamur isolat APN dan isolat BLS berdasarkan kecepatan munculnya gejala penyakit dan luas permukaan buah cabai yang menunjukkan gejala antraknosa, sehingga isolat PCS diidentifikasi lebih lanjut. Gejala antraknosa muncul sekitar 2-3 hari setelah inokulasi dengan isolat PCS, sedangkan untuk isolat APN dan BLS gejala antraknosa muncul setelah 4-5 hari inokulasi. Luas permukaan buah

cabai yang menunjukkan gejala antraknosa setelah 7 hari inokulasi dengan isolat PCS seluas 50-60%, sedangkan untuk buah yang diinokulasi dengan isolat APN dan BLS luas permukaan buah cabai yang menunjukkan gejala antraknosa bervariasi antara 30-50% dari luas total permukaan buah cabai. Isolat murni jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Foto koloni biakan murni jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS umur 7 hari setelah inokulasi pada media PDA (A = miselium jamur)

Identifikasi Makroskopik dan Mikroskopik Jamur *Colletotrichum* spp.

Isolat PCS

Hasil identifikasi secara makroskopis menunjukkan bahwa jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS dalam media PDA menghasilkan banyak miselium, koloni berwarna putih abu-abu, sebalik koloni berwarna coklat kehitaman, pertumbuhannya lambat (3-6 mm dalam 24 jam), dan pada kultur yang sudah tua (lebih dari 15

hari) muncul noda-noda hitam pada permukaan koloni.

Pengamatan ciri mikroskopik jamur seperti ukuran, bentuk, septa dan warna dari spora pada media PDA diamati di bawah mikroskop cahaya dengan pembesaran 400x. Jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS mempunyai bentuk spora silindris dengan panjang 7-14 µm dan lebar 3-5 µm, spora tidak bersepta dengan warna *hyaline*. Miselium jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS bersepta dan bercabang seperti tampak pada Gambar 3.



Gambar 3. Karakteristik mikroskopi jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS
Keterangan: A = spora bentuk bulat silindris, 1 = spora tidak bersepta, B = bentuk hifa, 2 = hifa bersepta, 3 = hifa bercabang (mikroskop Ayumi pembesaran 400x)

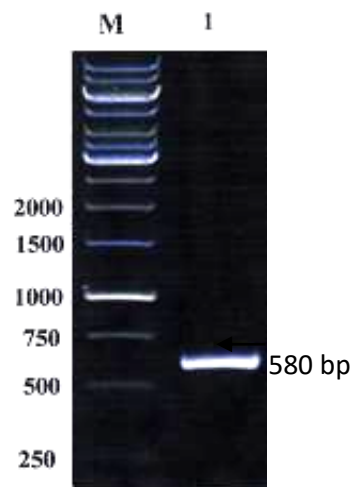
Smith dan Black (1990) melaporkan bahwa morfologi dan karakteristik jamur *Colletotrichum* yang diisolasi dari tanaman strawberry menunjukkan respon yang berbeda ketika diinokulasikan pada media PDA, seperti jamur *C. fragariae* memiliki bentuk spora gelondong, warna koloni hitam abu-abu, *C. gloeosporioides* bentuk spora silindris, warna koloni abu-abu dan *C. acutatum* bentuk spora

silindris, warna koloni putih abu-abu sampai coklat kehitaman. Menurut Dickman (1993), ciri-ciri umum jamur dari Genus *Colletotrichum* yaitu memiliki hifa bersekat dan bercabang serta menghasilkan konidia yang transparan dan memanjang dengan ujung membulat atau meruncing panjangnya antara 10-16 µm dan lebarnya 5-7 µm dengan massa konidia berwarna hitam.

Identifikasi Jamur *Colletotrichum* spp. Isolat PCS secara Molekuler

Identifikasi jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS dilakukan secara molekuler berdasarkan analisis genetika dengan menggunakan primer daerah *internal transcribed spacer* (ITS) yang terdiri atas primer ITS 1 dan primer ITS 4 serta gen 18S rRNA (Nishizawa *et al.*, 2010). Amplifikasi PCR dari DNA *Colletotrichum* spp. isolat PCS menggunakan

primer ITS1 (F: 5'-GGAAGTAAA AGTCGTAACAAGG-3') dan ITS4 (R: 5'-TCCTCCGCTTATTG ATATGC-3') dan menghasilkan fragmen DNA dengan ukuran 580 bp (Gambar 4). Fragmen DNA yang dihasilkan selanjutnya dipurifikasi dan disekuensing untuk mengidentifikasi spesies jamur berdasarkan kemiripan dengan spesies jamur lainnya yang telah teridentifikasi.



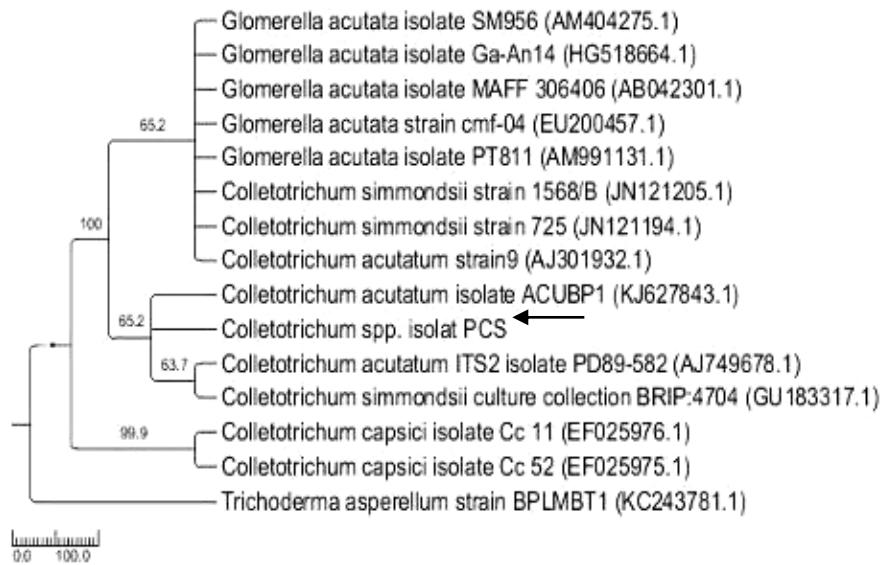
Gambar 4. Amplifikasi PCR dari gen 18S rRNA dengan primer ITS1 dan ITS4. Keterangan: M = marker 1 Kb ladder (fermentas), 1 = hasil PCR dari jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS

Tabel 1. Perbandingan persentase kemiripan gen 18S rRNA jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS dengan beberapa sekuen DNA di *Genbank* menggunakan program BLAST

Isolat	Similarity (%)	Accession
<i>Colletotrichum acutatum</i> isolat ACUBP1	100	KJ627843.1
<i>Colletotrichum acutatum</i> ITS2 isolat PD89-582	99	AJ749678.1
<i>Colletotrichum simmondsii</i> kultur BRIP:4704	99	GU183317.1
<i>Colletotrichum acutatum</i> strain9	99	AJ301932.1
<i>Colletotrichum simmondsii</i> strain 725	99	JN121194.1
<i>Colletotrichum simmondsii</i> strain 1568/B	99	JN121205.1
<i>Glomerella acutata</i> isolat PT811	99	AM991131.1
<i>Glomerella acutata</i> strain cmf-04	99	EU200457.1
<i>Glomerella acutata</i> isolat MAFF 306406	99	AB042301.1
<i>Glomerella acutata</i> isolat SM956	99	AM404275.1

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS mempunyai kekerabatan yang dekat dengan *Colletotrichum acutatum* isolat ACUBP1, *Colletotrichum acutatum* ITS2 isolat PD89-582, *Colletotrichum simmondsii* kultur BRIP:4704,

Colletotrichum acutatum strain9, *Colletotrichum simmondsii* strain 725, *Colletotrichum simmondsii* strain 1568/B, *Glomerella acutata* isolat PT811, *Glomerella acutata* strain cmf-04, *Glomerella acutata* isolat MAFF 306406, dan *Glomerella acutata* isolat SM956.



Gambar 5. Pohon filogeni yang dibangun dari sekuen ITS dari *library Genbank* jamur *Colletotrichum* sp. yang telah dikarakterisasi. Nilai *bootstrap* sebesar 100%

Hasil analisis menggunakan metode *Maximum Parsimony* dengan 1000 kali ulangan *Bootstrap* menunjukkan bahwa jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS adalah jamur *Colletotrichum acutatum*, karena satu klade dengan sekuen-sekuen jamur *C. acutatum* dengan dukungan 100% *Bootstrap Support* (BS). Menurut Shivas dan Tan (2009), jamur *Colletotrichum simmondsii* merupakan sinonim dari jamur *Colletotrichum acutatum* untuk pertama kalinya dideskripsi di Australia yang menyebabkan penyakit antraknosa pada tanaman alpokat, pepaya dan strawberi. Sedangkan menurut Wharton dan Uribeondo (2004), jamur *Glomerella acutata* merupakan fase telemorfik (seksual) dari jamur *Colletotrichum acutatum*. Jamur dari Genus *Colletotrichum* masuk dalam *Class* Deuteromycetes apabila jamur tersebut dalam fase anamorfik (bentuk aseksual), dan pada saat jamur tersebut dalam fase telemorfik (bentuk seksual) masuk dalam *Class* Ascomycetes yang dikenal dengan jamur Genus *Glomerella* (Alexopoulos *et al.*, 1996). Photita *et*

al. (2005) melaporkan bahwa jamur *Colletotrichum acutatum* merupakan fase anamorfik (aseksual) dari jamur *Glomerella acutata*. Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS penyebab penyakit antraknosa pada buah tanaman cabai besar di Bali adalah jamur *Colletotrichum acutatum*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS memiliki sifat lebih virulen dibandingkan dengan *Colletotrichum* spp. isolat BLS dan APN. Setelah dilakukan identifikasi baik secara morfologi dan molekuler jamur *Colletotrichum* spp. isolat PCS adalah jamur *Colletotrichum acutatum*.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui jenis jamur *Colletotrichum* spp. dari isolat yang lain baik secara morfologi maupun molekuler.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Dewa Ngurah Suprpta, M.Sc selaku Promotor dan Kepala Laboratorium Biopestisida Fakultas Pertanian Universitas Udayana atas bimbingan dan fasilitas yang telah berikan selama peneliti mengadakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C.W., Mimms, and Blackwell. 1996. *Introductory Mycology*, Fourth Edition. New York. John Willey & Sons, INC.
- AVRDC. 2010. Characterization of *Colletotrichum* spp. Causing Pepper Anthracnose and Development of Resistant Pepper Lines. The World Vegetable Center. Asian Seed Congress. Available at : [www.apsaseed.org/.../3 AVRDC search updat](http://www.apsaseed.org/.../3_AVRDC_search_updat).
- Badan Pusat Statistik. 2013. Luas Panen Produksi dan Produktivitas Cabai Tahun Tahun 2012. <http://www.bps.go.id/html>.
- Cano, J., J. Guarro, and J. Gene. 2004. Molecular and morphological identification of *Colletotrichum* species of clinical interest (American Society for Microbiology). *Journal of Clinical Microbiology* 42:2450-2454.
- Dickman, M.W. 1993. *The Fungi*. Academic Press. New York.
- Hannden and Black. 1989. *Several Colletotrichum Species Cause Anthracnose on Pepper Fruit*. AVRDC (The World Vegetable Center) Asian Seed Congress. Available at : [www.apsaseed.org/.../3_AVRDC_Research Update](http://www.apsaseed.org/.../3_AVRDC_Research_Update).
- Kim, B.S., H.K. Park, and W.S. Lee. 1999. Resistance to anthracnose (*Colletotrichum* spp.) in pepper. *Phytoparasitica* 32(2):184-188.
- Kumar, S., K. Tamura, L.B. Jakobsen, and M. Nei. 2001. *Molecular Evolutionary Genetics Analysis* version 3.1. Pennsylvania State Univ: Inst of Molecular Evolutionary Genetics.
- Nishizawa, T., M. Zhaorigetu, Y. Komatsuzaki, N. Sato, Kaneko and H. Ohta. 2010. Molecular characterization of fungal communities in non-tilled, cover-cropped upland rice field soils. *Journal of Microbes and Environment* 25(3):204–210.
- Photita, W., P.W.J. Taylor, R. Ford, K.D. Hyde and S. Lumyong. 2005. Morphological and molecular characterization of *Colletotrichum* species from herbaceous plants in Thailand. *Journal of Fungal Diversity* 18:117-133.
- Pitt, J. and I.A. Hocking. 1997. *Fungi and Food Spoilage*. Blackie Academic and Profesional press.London.
- Semangun, H. 2007. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Shivas, R.G. and Y.P. Tan. 2009. A taxonomic re-assessment of *Colletotrichum acutatum*, introducing *C.fioriniae* comb.et stat.nov. and *C. Simmondsii* sp. nov. *Journal of Fungal Diversity* 39:111-122.
- Smith, B.J. and L.L. Black. 1990. Morphological, cultural, and pathogenic variation among *Colletotrichum* species isolated from strawberry. *Journal of Plant Disease* 74(1):69-76.
- Suryaningsih, E., R. Sutarya and A.S. Duriat. 1996. *Penyakit Tanaman Cabai Merah dan Pengendaliannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Thompson, J.D., T.J. Gibson, F. Plewniak, F. Jeanmougin, and D.G. Higgins. 1997. The clustal_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tool. *Nucleic Acids Research* 25(24): 4876-4884.
- Wharton, P.S. and J.D. Uribeondo. 2004. The biology of *Colletotrichum acutatum*. *Journal of Anales del Jardin Botanico de Madrid* 61(1):3-22.