

Koleksi dan Karakterisasi Mikoparasit Asal Karat Putih Pada Krisan (*Collection and Characterization of Mycoparasite from Rust Disease On Chrysanthemum*)

Silvia Yusuf, E, Djatnika, I, dan Suhardi

Balai Penelitian Tanaman Hias, Jl. Raya Ciherang, Pacet Cianjur 43253

Email: evinugraha99@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 5 Februari 2014 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 27 Februari 2014

ABSTRAK. Penyakit karat yang disebabkan oleh *Puccinia horiana* merupakan penyakit yang paling penting pada tanaman krisan. Pengendalian penyakit menggunakan fungisida terbentur masalah timbulnya pencemaran lingkungan dan resistensi terhadap fungisida. Penggunaan varietas resisten terkendala dengan timbulnya ras fisiologi baru yang dapat mematahkan sifat resistensi tanaman. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian terpadu. Salah satu komponen pengendalian terpadu ialah pemanfaatan mikoparasit. Penelitian bertujuan mengumpulkan dan mengidentifikasi mikoparasit serta menyaring isolat yang efektif dalam menekan penyakit karat pada tanaman krisan. Percobaan dilakukan dari Bulan Januari sampai Desember 2011. Kegiatan penelitian meliputi : (a) survei dan (b) percobaan. Survei dilakukan di Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Bandung Barat, sedangkan percobaan dilakukan di Laboratorium dan Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Hias. Hasil penelitian menunjukkan: (1) ditemukan empat genus cendawan sebagai mikoparasit penyakit karat (*P. horiana*) pada tanaman krisan di Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Bandung, (2) dari 55 isolat mikoparasit, 92,7% merupakan genus *Cladosporium*. Selebihnya terdiri atas genus *Fusarium*, *Trichoderma*, dan *Penicillium*, dan (3) dari 20 isolat yang diuji efektivitasnya sebagai mikoparasit, hanya 11 isolat *Cladosporium* sp. yang mempunyai efektivitas > 50% dan sebagai pengendali hayati karat potensial. Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai acuan untuk mendapatkan biofungisida potensial untuk mengendalikan penyakit karat putih pada krisan.

Katakunci: Krisan; Penyakit karat; *Puccinia horiana*; Pengendalian; Mikoparasit

ABSTRACT. Rust disease caused by *Puccinia horiana* is the most important constrain on chrysanthemum production. Control measure using fungicide spraying facing the problems of environmental pollution and resistance of fungi against fungicide. Variety resistance, on the other hand, hampered by the breakdown of resistance because of the emergence of pathogen new races. One component of integrated disease management is the application of micoparasite i.e. a fungi which is able to parasitize other fungi, a pathogenic one. A study to collect, identify and screen the efficacy of micoparasite to rust disease on chrysanthemum was done using survey and experimental method from January to December 2011. Survey was executed at Cianjur and West Bandung Subdistrict, while experiment was done at Laboratory and under Glasshouse of IOCRI. The results indicate that: (1) four genus of micoparasitic fungi on rust disease (*P. horiana*) on chrysanthemum were found at Cianjur and West Bandung Subdistrict, (2) from 55 isolates of micoparasite collected, 92,7% were the genus of *Cladosporium*. The rest were consist of genus of *Fusarium*, *Trichoderma*, and *Penicillium*, and (3) from 20 isolates tested as micoparasite, 11 isolates of *Cladosporium* sp. had effectivity > 50% and performed significantly compared to control. Results of the research can be used as a reference to get a potential bio-fungicides to control white rust on chrysanthemum.

Keywords: Chrysanthemum; Rust disease; *Puccinia horiana*; Control; Micoparasite

Penyakit Karat putih (*white rust*) yang disebabkan oleh *Puccinia horiana* P. Henn merupakan penyakit paling penting pada tanaman krisan (*Dendranthema grandiflora* Pzvelev). Kehilangan hasil krisan oleh penyakit ini belum pernah dihitung secara tepat. Diperkirakan kehilangan yang terjadi karena penurunan kualitas dan nilai jual serta penundaan waktu panen mencapai 30%. Berdasarkan perhitungan biaya produksi, kontribusi biaya pengendalian penyakit ini mencapai 13% di Sindanglaya sampai 32% di Cihanjuang Rahayu (Sutater *et al.* 1993). Fungisida yang banyak digunakan ialah yang berbahan aktif propineb dan mankozeb.

Hasil penelitian Gore (2008) di Turki dan Ellis (2007) di Inggris mengungkapkan kehilangan hasil akibat infeksi *P. horiana* mencapai 80% hingga 100%.

Di Amerika Serikat, semua produk tanaman krisan dan kerabatnya yang berasal dari negara-negara yang terjangkau oleh penyakit karat putih dilarang masuk (USDA tanpa tahun), karena negara adidaya tersebut mengklaim bahwa penyakit karat yang pernah masuk pada tahun 1990 telah dieradikasi, sehingga di negara tersebut telah dinyatakan bebas karat putih.

Dalam praktek budidaya krisan, penggunaan pestisida umumnya dan fungisida khususnya merupakan teknik pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang tidak pernah ditinggalkan, terlepas dari ada tidaknya, tinggi rendahnya tingkat serangan, serta jenis OPT. Biaya penggunaan pestisida seolah premi yang harus dibayarkan sebagai jaminan produksi. Sementara sampai sekarang tidak satu pun pestisida yang terdaftar untuk pengendalian OPT pada tanaman krisan.

BAHAN DAN METODE

Menurut konsepsi pengendalian hama terpadu (PHT) penggunaan pestisida semestinya dilakukan terakhir apabila tidak ada cara lain, sedangkan pemberiannya harus secara bijaksana, yang meliputi tepat jenis, tepat sasaran, tepat dosis/konsentrasi, tepat interval, dan tidak mencemari lingkungan.

Salah satu komponen dalam PHT ialah pemanfaatan musuh alami dan musuh alami penyakit karat yang banyak dilaporkan ialah mikoparasit (hiperparasit). Wahyuno (2008) melaporkan bahwa penyakit karat pada tanaman kana (*Canna edulis*) yang disebabkan oleh *P. cannae* banyak yang terparasit oleh *Sphaerellopsis* sp. Parasit tersebut juga dijumpai di Tsukuba dan Ibaraki, Jepang (Tsukiboshi 2003). McRitchie (1996) melaporkan bahwa di Florida USA *S. filum* memarasitir *Kuehneola malvicola*, yaitu patogen penyebab penyakit karat pada tanaman hias yang tergolong pada genera *Alcea*, *Hibiscus*, dan *Malvaviscus*. Di Eropa *S. filum* juga merupakan mikoparasit pada penyakit karat tanaman willow (*Salix viminalis* dan *S. caprea*) yang disebabkan oleh *Melampsora*. Mikoparasit ini menjadi perhatian para peneliti sebagai agens hayati yang potensial untuk pengendalian karat pada tanaman penghasil energi terbarukan tersebut (EU Project QLRT 1999).

Pada tahun 1999, Kardin (komunikasi pribadi) menemukan sejenis cendawan yang tumbuh di atas permukaan pustul karat putih (*P. horiana*) pada tanaman krisan, yang diduga sebagai mikoparasit, namun identitasnya dan peranannya belum/tidak diketahui. Sebelumnya Sheta (1996) melaporkan bahwa 20% pustul penyakit karat pada krisan dari Brazil terparasit oleh *Cladosporium uredinicola* dan 10%-nya terparasit total (*completely covered*). Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa hifa hiperparasit masuk ke dalam teliospora *P. horiana* dan mematikannya. Di India *Cladosporium cladosporioides* ditemukan memarasit *Coleosporium plumeriae* penyebab karat pada *Plumeria alba* (Baiswar et al. 2008).

Pengendalian penyakit karat secara biologis, seperti pemanfaatan mikoparasit, perlu dikembangkan sebagai komplemen pengendalian penyakit karat yang telah ada, karena pengendalian dengan memanfaatkan mikroba diharapkan aman terhadap lingkungan dan biayanya lebih murah daripada menggunakan bahan kimia.

Penelitian ini bertujuan (1) mengumpulkan dan mengidentifikasi mikoparasit karat pada tanaman krisan dan (2) menyaring mikoparasit yang efektif menekan perkembangan penyakit karat pada tanaman krisan.

Dengan demikian, hipotesis penelitian ini ialah terdapat minimal satu isolat mikoparasit yang efektif terhadap penyakit karat (*P. horiana*) pada tanaman krisan.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada Bulan Januari sampai dengan Desember 2011. Pengumpulan isolat mikoparasit dilakukan di pertanaman krisan Jawa Barat (Cianjur dan Bandung Barat yang merupakan sentra penghasil krisan). Waktu pengumpulan isolat disesuaikan dengan masa puncak pertanaman/panen krisan, yaitu antara Bulan Agustus sampai dengan Oktober 2011. Isolasi dan uji efektivitas mikoparasit dikerjakan di Laboratorium Penyakit dan Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Hias (Balithi) Segunung (1.100 m dpl).

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah media tumbuh untuk mengisolasi mikoparasit (*potato dextrose agar* = PDA). Pertumbuhan bakteri kontaminan ditekan dengan asam laktat dan antibiotik streptomisin sulfat yang ditambahkan dalam media tumbuh. Uji efektivitas mikoparasit menggunakan daun krisan yang terinfeksi oleh *P. horiana* yang ditanam dalam polibag Φ 20 cm dan dipelihara di rumah kaca. Media tanam krisan yang digunakan berupa campuran tanah:pupuk kandang: kompos bambu (1 : 1 : 1 v/v/v). Media dipasteurisasi dengan uap air panas selama 3 jam. Pupuk buatan yang digunakan ialah NPK (15 : 15 : 15). Pestisida yang digunakan ialah abamectin (Agrimec 18 EC) untuk melindungi tanaman dari serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) lainnya.

Prosedur Kerja

Survei

Pengumpulan isolat mikoparasit dilakukan di Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Bandung Barat. Petani sampel ditentukan secara acak berdasarkan luasan lahan usaha tani krisan yang dikelola (*stratified random sampling*). Strata yang digunakan ialah luas rumah plastik usahatani krisan yaitu <100 m, 100 – 300 m, dan > 300 m². Tiap strata ditentukan lima petani krisan secara acak.

Sampel daun diambil dari tanaman di tiap bedengan dari pertanaman krisan milik petani yang telah ditentukan. Dari tiap bedeng (plot) ditentukan 2 – 3 (tiga) subplot yang terdiri atas 100 tanaman, sehingga subplot - subplot terletak zigzag di seluruh kebun. Dari tiap subplot ditentukan 10 tanaman (10%) secara sistematis, dan dari tiap tanaman diambil lima daun terbawah karena cenderung memiliki jumlah pustule karat terbanyak, sehingga kesempatan untuk mendapatkan mikoparasit akan lebih besar. Sampel-sampel daun dari tiap petani dijadikan satu dan dimasukkan ke dalam kantong kertas.

Level parasitasi dihitung berdasarkan persentase jumlah pustul yang terparasit dengan rumus:

$$P = a/b \times 100\%$$

a = Jumlah pustul terparasit

b = Jumlah pustul yang diperiksa.

Pustul yang diduga terparasit ditandai oleh adanya pertumbuhan hifa cendawan kehitam-hitaman atau kelabu kehijau-hijauan (Gambar 1a). Pustul yang tidak terparasit menunjukkan warna krem atau pink dan permukaannya tidak berambut (Gambar 1b).

Isolasi mikoparasit dilakukan dengan cara mengambil hifa cendawan yang tumbuh di atas pustul menggunakan jarum isolasi aseptik kemudian ditanam pada media PDA yang diberi asam laktat 5% atau antibiotik 100 ppm streptomisin sulfat. Pemurnian, perbanyakan dan penyimpanan dilakukan pada media yang sama. Penyimpanan dilakukan dalam tabung reaksi yang berisi 5 ml media padat yang dimiringkan.

Identifikasi dilakukan di laboratorium mikologi berdasarkan morfologi spora dan konidiofora menurut kunci determinasi Ellis (1971). Untuk konfirmasi identifikasi juga dilakukan di Pusat Penelitian Biologi, Bidang Mikrobiologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).

Sebagai data tambahan di tiap lokasi dicatat varietas yang ditanam oleh petani, fungisida yang digunakan (dosis dan interval), intensitas penyakit, dan informasi agronomis lainnya.

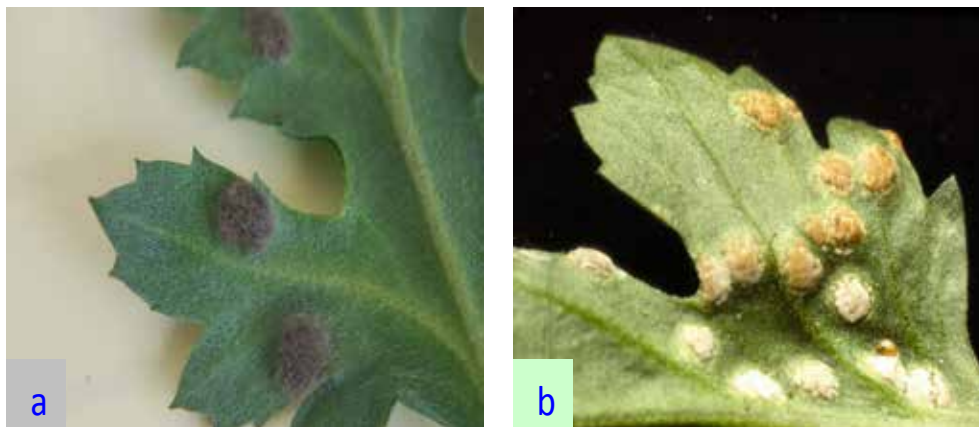
Pengujian Efektivitas Parasit

Tahap persiapan berupa penanaman krisan cv. Sakuntala dalam polibag Φ 20 cm di rumah kaca untuk memperoleh tanaman/daun yang bebas dari infeksi penyakit karat. Benih diperoleh dari Unit Produksi Benih Sumber (UPBS) Balithi. Tanaman dipelihara

di bawah kondisi hari panjang selama percobaan berlangsung. Kondisi hari panjang diperoleh dengan pencahayaan tambahan selama 4 jam pada malam hari secara siklik (dari jam 22:00 s/d jam 02:00 dini hari, 20 menit terang dan 20 menit gelap). Sumber cahaya tambahan ialah empat buah lampu pijar 75 watt yang ditempatkan 1,5 m di atas tanaman dengan jarak antarlampu 2 m. Tanaman disemprot dengan insektisida abamektin 2,0 ml/l, waktu penyemprotan berdasarkan hasil pemeriksaan hama.

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, penyiangan, pengendalian hama, dan pemincingan. Penyiraman dilakukan setiap hari yaitu sekitar jam 09:00 pagi dengan air secukupnya, pemupukan susulan berupa NPK (15 : 15 : 15) diberikan mulai umur 15 hari setelah tanam dan diulang tiap 15 hari sekali @ 5 g, penyiangan dilakukan sewaktu-waktu secara manual, pengendalian hama dilakukan berdasarkan pengamatan populasi OPT yang dilakukan tiap minggu, pemincingan pertama dilakukan 1 bulan setelah tanam, dan pemincingan selanjutnya dilakukan terhadap tunas yang tumbuh setelah memiliki tujuh daun.

Percobaan untuk mengetahui efektivitas isolat-isolat mikoparasit terhadap karat pada tanaman krisan dilakukan di laboratorium. Untuk maksud tersebut daun-daun krisan yang terinfeksi karat dipetik dan diinkubasikan dalam inkubator. Inkubator berupa stoples plastik (keler) dimana di dalamnya diberi penyangga (sarangan) yang diberi lubang-lubang. Di bawah penyangga diberi air agar ruangan di dalamnya tetap lembab, dan lingkungan percobaan diusahakan memiliki suhu pada kisaran 20–25°C dan kelembaban relatif >90%. Daun-daun sakit diletakkan di atas penyangga tersebut dengan sisi bawah daun menghadap ke atas. Suspensi spora kandidat mikoparasit (10^6 spora/ml) disemprotkan ke permukaan daun, sehingga daun basah. Sebagai kontrol daun sakit disemprot dengan



Gambar 1. Penyakit karat pada krisan (*Rust disease on chrysanthemum*) (*P. horiana*), (a) terparasit oleh cendawan (*Parasitized by Cladosporium spp.*) (b) sehat (*healthy*)

air bersih. Isolat dikatakan efektif apabila mampu menginfeksi >50% karat dibanding kontrol (tanpa disemprot dengan mikoparasit) berdasarkan jumlah pustul yang terparasit. Tiap isolat diuji efektivitasnya terhadap karat menggunakan lima daun tanaman krisan. Parameter yang diamati ialah persentase parasitasi. Rancangan percobaan yang digunakan ialah acak kelompok dengan 21 perlakuan dan lima ulangan terdiri atas mikoparasit dengan kode isolat (1) SGT, (2) SGP, (3) SGC, (4) SGF, (5) HNC, (6) Y3C, (7) D6C, (8) Y6C, (9) L1C, (10) SG1C, (11) Y4C, (12) EC, (13) AC, (14) DNC, (15) SC, (16) YTC, (17) UC, (18) DC, (19) EC, (20) EF, dan (21) kontrol. Data yang didapat dianalisis menggunakan program SAS 9.1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Survei

Kabupaten Cianjur. Sentra krisan di Kabupaten Cianjur ialah Kecamatan Sukaresmi yang meliputi Desa Kawung Luwuk 15,98 ha, Desa Pakuon 12, 61 ha, dan Desa Cikanyere 7,9 ha. Selain di Kecamatan Sukaresmi, krisan ditanam pula di Kecamatan Cugenang dengan luas 1,7 ha. Namun di kecamatan ini sistem tanamnya dilakukan tanpa naungan terus menerus, naungan dilakukan hanya pada saat tertentu, yaitu saat bunga krisan akan dipanen. Usaha tani krisan pada umumnya kurang dari 300 m².

Varietas krisan yang ditanam meliputi jenis standar yaitu Jaguar Merah, Putih Salju, Fiji Kuning, serta jenis spray Reagent (putih dan kuning), serta Resident. Varietas Balithi yang ditanam di antaranya ialah Puspita Nusantara (PN), Puspita Asri (PA) (jenis spray), dan Sakuntala (jenis standar). Pengendalian penyakit karat di antaranya dengan penyemprotan fungisida berbahan aktif propineb, mankozeb, dan trifloksistrobin + tebukonazol. Efisiensi dilakukan dengan menggunakan bibit yang dihasilkan sendiri.

Berdasarkan usahatani krisan dan sistem tanamnya, survei dan pengambilan sampel karat dilakukan di Desa Kawung Luwuk, Desa Pakuon, dan di Nyalindung Kecamatan Cugenang.

Kabupaten Bandung Barat. Sentra produksi krisan di Bandung Barat terletak di Kecamatan Cisarua (Desa Pasir Langu), Kecamatan Parongpong (Desa Cihanjuang), dan Kecamatan Lembang (Desa Sindangjaya Kulon). Luas area pertanaman krisan lebih kurang 33 ha.

Varietas yang ditanam di antaranya Cat Eye, Reagent (spray), Putih Salju, dan Fiji (standar). Pelaku usaha tanaman krisan di Bandung Barat menyebut semua krisan jenis spray sebagai *baby aster*; sedangkan

yang dimaksud dengan krisan ialah jenis standar. Pengendalian penyakit karat umumnya dilakukan menggunakan fungisida berbahan aktif piraklostrobin. Budidaya krisan di Bandung Barat dilakukan di bawah naungan plastik. Efisiensi biaya produksi ditempuh dengan penggunaan lampu pijar 15 watt untuk pengaturan periodisitas serta pembiaran tunas (ratoon) sebagai bahan tanam periode berikutnya.

Berdasarkan usahatani krisan dan sistem tanamnya, survei dan pengambilan sampel karat dilakukan di Desa Pasir Langu, Desa Cihanjuang, dan Desa Sindangjaya Kulon.

Intensitas Penyakit Karat dan Mikoparasit

Hasil pengamatan intensitas karat berkisar antara 10 hingga 100%. Variasi intensitas penyakit karat diduga berkaitan dengan umur tanaman, ketahanan varietas dan teknik budidaya tanaman. Tabel 1 merupakan ringkasan hasil pengamatan di kedua lokasi.

Luas rumah plastik yang digunakan dalam strata usahatani krisan tampaknya tidak besar pengaruhnya terhadap intensitas karat, walaupun rumah plastik dengan luasan >300 m² tampak menunjukkan intensitas karat tertinggi. Sampel daun krisan yang berasal dari Kabupaten Bandung Barat memiliki intensitas karat yang lebih tinggi dibanding sampel yang diperoleh di Kabupaten Cianjur.

Intensitas parasitasi karat oleh mikoparasit berkisar antara 1 hingga 80%. Intensitas parasitasi karat di Kabupaten Cianjur lebih banyak dibanding di Kabupaten Bandung Barat (Tabel 2) dengan jenis cendawan parasit yang lebih beragam.

Hasil uji Postulat Koch pada mikoparasit menunjukkan bahwa hampir seluruhnya positif. Identifikasi awal berdasarkan morfologi mengikuti kunci determinasi Ellis (1971) dengan mengamati beberapa karakter cendawan secara makroskopis dan mikroskopis. Karakter yang diamati secara makroskopis meliputi, warna dan permukaan koloni (granular, seperti tepung, menggunung, licin), tekstur, zonasi, daerah tumbuh, garis-garis radial dan konsentris, warna balik koloni (*reverse color*), dan tetes eksudat (*exudate drops*). Pengamatan secara mikroskopis meliputi, ada tidaknya septa pada hifa, pigmentasi hifa, *clamp connection*, bentuk dan ornamentasi spora (vegetatif dan generatif), bentuk dan ornamentasi tangkai spora, dan struktur reproduksi lainnya.

Cendawan mikoparasit yang diperoleh berjumlah 55 isolat yang terdiri atas empat genus cendawan yaitu *Cladosporium* spp. (92,7%), *Fusarium* spp. (3,6%), *Penicillium* spp. (1,8%), dan *Trichoderma* spp. (1,8%). *Cladosporium* spp. ditemukan di seluruh sampel daun, sedangkan *Penicillium* spp. dan *Trichoderma* spp. hanya ditemukan pada sampel daun di areal Kebun

Tabel 1. Rerata persentase intensitas dan level parasitasi karat pada tanaman krisan menurut luas lahan usaha tani (Mean value of rust disease intensity and parasitized rust on chrysanthemum according to the acreage of land cultivated)

Luasan (Acreage), m ²	Intensitas karat (Disease intensity), %	Level parasitasi (Rust parasitized), %
>300	65,00	43,99
100 - 300	46,67	33,49
<100	57,5	37,05

Tabel 2. Rerata persentase intensitas dan level parasitasi karat pada tanaman krisan menurut lokasi (Means value of rust disease intensity and parasitized rust according to location)

Kabupaten (District)	Intensitas karat (Disease intensity), %	Level parasitasi (Rust parasitized), %
Cianjur	50,38	40,30
Lembang	63,12	35,54

Percobaan Segunung (Balithi). *Fusarium* ditemukan di Kebun Percobaan Balithi dan Cihideung. Isolat *Fusarium* dari Balithi bersifat parasit terhadap karat tetapi menyebabkan daun menjadi busuk, sedangkan yang berasal dari Cihideung Lembang tidak patogenik. Karakteristik dari keempat cendawan mikoparasit ialah sebagai berikut.

***Cladosporium* spp.**

Secara makroskopis miselia tumbuh di permukaan (*superficial*) dan pada media (*immersed*). Koloni tampak seperti beludru kemudian berbubuk halus karena terbentuknya konidia yang lebat. Muka koloni berwarna abu-abu coklat tua kehitaman dan sebaliknya koloni berwarna coklat tua hingga hitam (Gambar 2a).

Secara mikroskopis hifa berseptata (*monocytic*) dan berwarna coklat hingga kehitaman (*dematiaceous*). Konidiofor terbentuk lateral atau terminal pada hifa berdiameter 3–5 µm dan panjang 200-400 µm. Konidiofor membengkak terminal/interkalar dengan perpanjangan yang membengkok (*geniculate*), pada ujung membawa ramokonidia dan konidia. Ramokonidia terdapat pada basis berseptata 1–2, berbentuk silindris dan berwarna coklat. Konidia berbentuk elips/silindris atau seperti lemon, berwarna coklat keemasan, berdinding halus hingga sedikit kasar (*verruculose*), memiliki tonjolan bekas duduk konidia dan berukuran 2–4 (-5) µm x 3–7 (-9) µm (Gambar 2b dan 2c).

***Penicillium* spp.**

Koloni *Penicillium* spp. yang dibiakkan pada media PDA berkembang dengan cepat. Awalnya koloni berwarna putih kemudian berubah menjadi hijau keabu-abuan. Permukaan koloni seperti beludru

dan bertepung. Miselium tumbuh di atas dan di dalam media (Gambar 3).

Hifa *Penicillium* spp. berseptata, konidiofor bercabang di ujungnya kemudian membentuk beberapa fialid, diujung bagian atas dari fialid terdapat untaian konidia. Konidia bersel satu dan berbentuk bulat (*globose*). Hifa, konidiofor, fialid, dan konidia tidak berwarna (hialin).

***Trichoderma* spp.**

Koloni cendawan berwarna hijau, permukaannya agak kasar, dan bertepung karena dipenuhi oleh konidia. Cendawan ini tumbuh melingkar seperti ada zona yang kosong. Pada akhirnya zona kosong dipenuhi oleh konidia. Miselium tumbuh di dalam dan permukaan media. Pertumbuhannya sangat cepat, sehingga dalam umur 4 hari sudah memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm.

Secara mikroskopis terlihat konidiofor tumbuh lurus ke atas, hialin, dan memiliki banyak cabang. fialid *single*, konidia hialin berbentuk bulat lonjong (*ovoid*) terbentuk dalam *cluster* kecil.

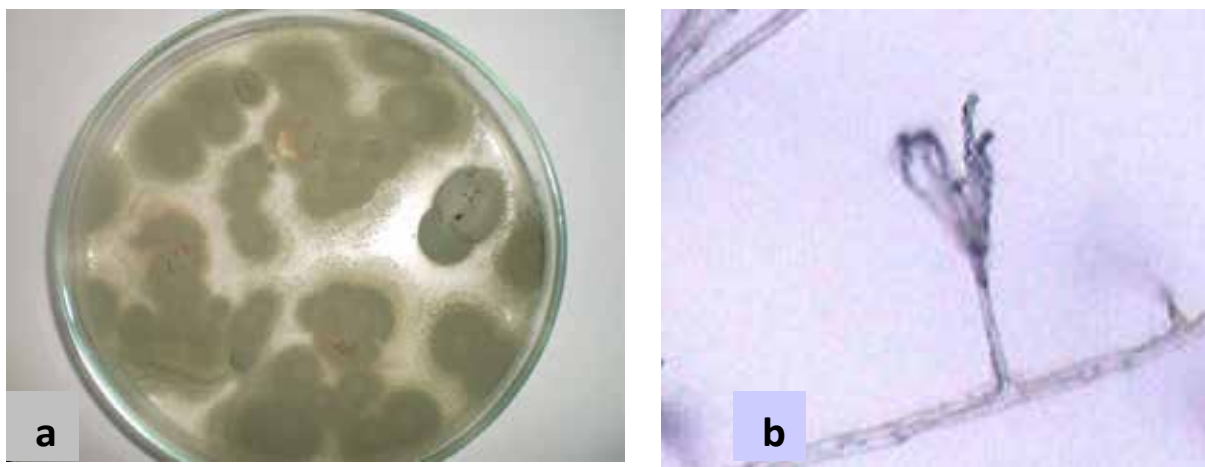
***Fusarium* spp.**

Pertumbuhan *Fusarium* diawali dengan munculnya miselium berwarna putih menyerupai kapas. Miselium tumbuh di permukaan dan di dalam media. Beberapa hari kemudian miselium di permukaan koloni menipis. Permukaan koloni menjadi halus dan rata, koloni berwarna ungu muda bercampur putih. Pertumbuhannya agak lambat.

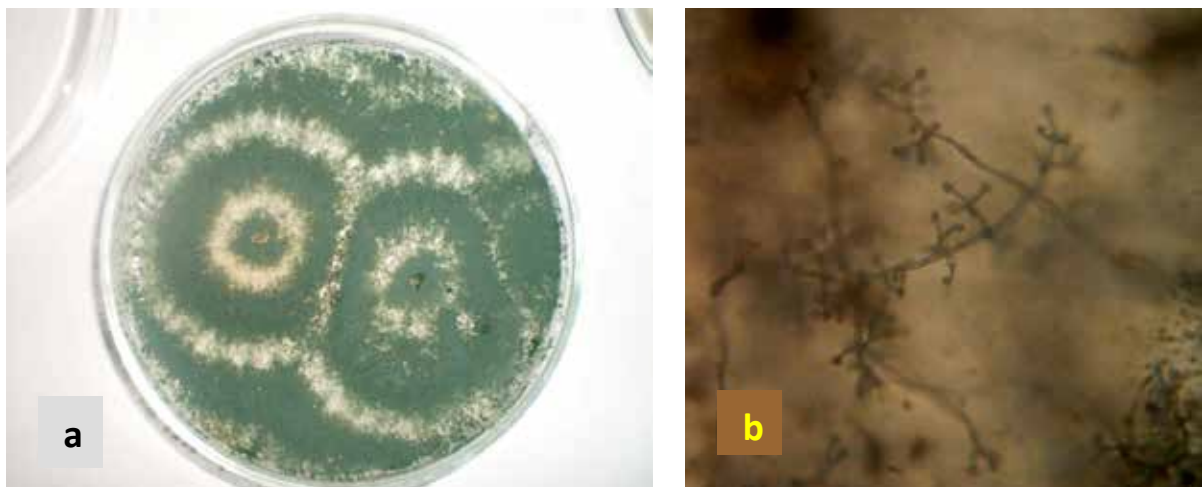
Konidia *Fusarium* tidak berwarna yang terdiri dari mikrokonidia dan makrokonidia. Produksi



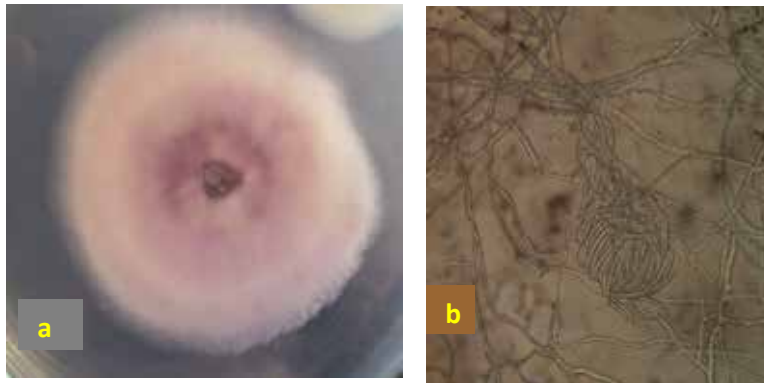
Gambar 2. *Cladosporium* spp., (a) koloni pada medium PDA (*Colony at PDA medium*), (b) konidia dan konidiofor (*conidia and conidiophore*), dan (c) struktur reproduksi seksual (*Sexual reproduction structure*) (perbesaran 40 x 10)



Gambar 3. *Penicillium* spp., (a) koloni pada medium PDA (*Colony at PDA medium*), (b) konidiofor dan konidia (*conidiophore and conidia*)



Gambar 4. *Trichoderma* spp., (a) koloni pada medium PDA (*Colony at PDA medium*), (b) filid dan konidia (*fialide and conidia*) *Trichoderma* spp.



Gambar 5. *Fusarium* spp., (a) koloni pada medium PDA (*Colony at PDA medium*), (b) kumpulan makrokonidia *Fusarium* spp. (*Colony of macroconidia Fusarium* spp.)

mikrokonidia sangat sedikit. Mikrokoidia satu sel berbentuk oval, makrokonidia 2-4 sel berbentuk kurva.

Efektivitas Mikoparasit

Pada umumnya cendawan yang disolasi dari tubuh buah (pustul) karat pada tanaman krisan ialah mikoparasit terhadap *P. horiana*. Dari 20 isolat mikoparasit hanya dua isolat yang menunjukkan parasitasi di bawah 50%. Dua isolat *Cladosporium* spp. (SGC dan EC) dan satu isolat *Fusarium* spp. (SGF) menunjukkan parasitasi sempurna yaitu 100%. Namun demikian, isolat *Fusarium* tidak dapat digunakan untuk mengendalikan karat karena dari hasil uji efektivitas, isolat tersebut menyebabkan busuk pada daun. Perlakuan *Trichoderma* spp. dan *Penicillium* spp. menunjukkan parasitasi yang cukup baik (Tabel 3).

Cladosporium spp. paling banyak ditemukan pada sampel karat krisan. Dari 55 isolat yang berhasil dikumpulkan 92,7%-nya ialah *Cladosporium* spp. dengan angka parasitasi terhadap karat berkisar antara 32–100%. Perbedaan efektivitas antarmikoparasit itu diduga karena beberapa faktor, di antaranya spesies yang berbeda, lingkungan, dan kultur teknis.

Efektivitas *Cladosporium* spp. bervariasi. Isolat EC, AC, SC, dan YTC efektivitasnya terhadap *P. horiana* tidak berbeda nyata dibanding kontrol, bahkan isolat EC efektivitasnya hanya 0,8% di bawah kontrol.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies cendawan tersebut ditemukan memarasit karat pada batang pinus, daun buncis, dan daun kangkung (Assante *et al.* 2004, Barros *et al.* 1999, Morica *et al.* 1999). Assante *et al.* (2004) yang mengamati cara kerja mikoparasit *Cladosporium tenuissimum* pada karat buncis *Uromyces appendiculatus* melalui mikroskop elektron, mendapati *C. tenuissimum* tumbuh mendekati spora karat dan melilit buluh kecambah. Penetrasi terjadi secara enzimatik dan mekanik melalui apresorium. Konidia *C. tenuissimum* dapat menekan perkembangan karat pada bibit pinus yang baru terinfeksi di bawah kondisi rumah kaca. Cendawan tersebut merupakan

mikoparasit agresif yang menghasilkan metabolit fungisida, dan dapat bertahan hidup dan berkembang biak dalam ekosistem hutan tanpa inang. Tampaknya *Cladosporium* merupakan agens yang menjanjikan untuk pengendalian biologis penyakit karat pada tanaman krisan

Perlakuan *Trichoderma* (SGT) yang isolatnya hanya ditemukan pada sampel karat daun krisan dari Segunung (Kabupaten Cianjur) memiliki nilai persentase parasitasi yang tinggi 85% dan berbeda nyata dibanding kontrol (Tabel 3), namun frekuensi insidensinya sangat rendah. *Trichoderma* spp. merupakan cendawan dekomposer di dalam tanah, dan beberapa spesies di antaranya dieksploitasi sebagai *agent biocontrol* untuk mengendalikan patogen tular tanah. Menurut Abeyasinghe (2009) beberapa isolat *Trichoderma* spp. mampu menginduksi resistensi tanaman secara sistemik terhadap patogen tanaman daun yang berbeda. Suspensi spora *T. harzianum* dengan kepadatan 10^8 konidia/ml yang digunakan untuk merendam benih buncis selama 5 menit mampu menurunkan pustul karat hingga 50%. Kalappanavar (2009) melaporkan bahwa cendawan tersebut menghambat pertumbuhan pustul karat pada daun gandum hingga 63%.

Dua isolat *Fusarium* spp. yang ditemukan di daerah Segunung (SGF) dan Lembang (Bandung Barat) (EF) mampu memparasit pustul karat masing-masing 100% dan 74% dan berbeda nyata dibanding kontrol. Di samping efektivitas parasitisme dan frekuensi yang rendah, isolat-isolat *Fusarium* spp. menimbulkan busuk daun krisan, sehingga penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi daya guna *Fusarium* spp. sebagai mikoparasit penyakit karat pada tanaman krisan dan penyakit pada tanaman inang lainnya. Umumnya *Fusarium* spp. merupakan patogen tanaman yang menyebabkan layu, tetapi beberapa spesies *Fusarium* spp. dilaporkan sebagai agens pengendali hayati. *Fusarium chlamidosporum* yang diisolasi dari pustul karat daun kapri dan *F. solani* dapat menghambat

Tabel 3. Pengujian efektivitas mikoparasit di laboratorium (*Effectivness of micoparasite isolates to rust at laboratory condition*)

Kode isolat (<i>Isolates code</i>)	Spesies	Parasitasi (<i>Parasitism</i>), %**)	Efektivitas vs kontrol (<i>Effectivity over control</i>), %
SGT	<i>Trichoderma</i> spp.	85,13 ab	50,00
SGP	<i>Penicillium</i> spp.	77,53 abc	42,40
SGC	<i>Cladosporium</i> spp.	96,70 a	61,57
SGF	<i>Fusarium</i> spp.*	100,00 a	64,87
HNC	<i>Cladosporium</i> spp.	89,51 a	54,38
Y3C	<i>Cladosporium</i> spp.	86,11 ab	50,98
D6C	<i>Cladosporium</i> spp.	92,78 a	57,65
Y6C	<i>Cladosporium</i> spp.	88,67 a	53,54
L1C	<i>Cladosporium</i> spp.	94,45 a	59,32
SG1C	<i>Cladosporium</i> spp.	100,00 a	64,87
Y4C	<i>Cladosporium</i> spp.	88,89 a	53,76
EC	<i>Cladosporium</i> spp.	32,02 e	-3,11
AC	<i>Cladosporium</i> spp.	47,44 de	11,91
DNC	<i>Cladosporium</i> spp.	71,05 abcd	35,92
SC	<i>Cladosporium</i> spp.	58,00 cde	25,87
YTC	<i>Cladosporium</i> spp.	54,67 cde	19,54
UC	<i>Cladosporium</i> spp.	92,67 a	57,54
DC	<i>Cladosporium</i> spp.	88,67 a	53,54
EC	<i>Cladosporium</i> spp.	100,00 a	64,87
EF	<i>Fusarium</i> spp.*	74,67 abc	39,54
Kontrol	-	35,13 e	0

*) diikuti dengan gejala busuk daun (*followed by leaf rot symptom*)

**) Angka rerata perlakuan yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan 5% (*Average values followed by the same letters indicates no significantly different according to 5% DMRT*)

perkecambahan urediospora *Puccinia arachidis*. Penghambatan masing-masing mencapai 7–38% dan 100% (Mathivanan & Murugesan 2000, Mathivanan 2000).

Parasitasi *P. horiana* oleh *Penicillium* spp. mencapai 77,53% dan secara nyata berbeda dibanding dengan kontrol. Dengan frekuensi insiden yang rendah tampaknya cendawan tersebut perlu diteliti lebih lanjut prefalensinya sebagai agens biokontrol terhadap penyakit karat pada krisan. *Penicillium* spp. menyebabkan degeneratif pada tabung kecambah uredospora *Puccinia recondita*, sehingga menghambat perkembangan pustul karat (Barna et al. 2008).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Ditemukan paling tidak empat genus cendawan sebagai mikoparasit penyakit karat (*P. horiana*) pada tanaman krisan di Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Bandung.
2. Dari 55 isolat mikoparasit, 92,7% merupakan genus *Cladosporium*. Selebihnya terdiri atas genus *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp., dan *Penicillium* spp.

3. Dari 20 isolat yang telah diuji efektivitasnya sebagai mikoparasit, hanya 11 isolat *Cladosporium* spp. mempunyai efektivitas > 50% dan signifikan sebagai mikoparasit dibanding kontrol.
4. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk menentukan daya guna dan hasil guna *Cladosporium* spp. sebagai agens biokontrol penyakit karat (*P. horiana*) pada tanaman krisan di lapangan.
5. Insidensi *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp., dan *Penicillium* spp. sebagai mikoparasit sangat rendah dan perlu penelitian lebih lanjut untuk menentukan prefalensi dan daya guna sebagai agens biokontrol penyakit karat pada tanaman krisan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Muhamad Ilyas, Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, LIPI yang telah membantu mengidentifikasi cendawan parasit.

PUSTAKA

1. Abeysinghe, S 2009, 'Systemic resistance induced by *Trichoderma harzianum* RU01 against *Uromyces appendiculatus* on *Phaseolus vulgaris*', *J. Nat. Sci.*, vol 37, no 3, pp. 203-7.
2. Assante, G, Maffi, D, Saracchi, M, Farina, G, Moricca, S & Ragazzi, A 2004, 'Histological studies on the mycoparasitism of *Cladosporium tenuissimum* on urediniospores of *Uromyces appendiculatus*', *Mycol. Res.*, vol. 108, no2, pp. 170-82.
3. Baiswar, P, Chandra, S & Kumar, R 2008, 'First report of rust caused by *Coleosporium plumeriae* on *Plumeria alba* in India', *Plant Pathol.*, vol. 57, no 4, pp. 787.
4. Barna, B, Leiter, E, Hegedus, N, Biró, T & Pócsi, I 2008, 'Effect of the *Penicillium chrysogenum* antifungal protein (PAF) on barley powdery mildew and wheat leaf rust pathogens', *J. Basic Microbiol.*, vol. 48, no. 6, pp. 516-20.
5. Barros, ST, Neiva, T, Sidney, O, Bastos, TG & Maia, LC 1999, 'Hyperparasitism of *Cladosporium uredinicola* over *Puccinia puta* on the host *Ipomoea fistulosa*', *Mycologist*, vol.13, no 1, pp 23-4.
6. Ellis, MB 1971, *Dematiaceous Hypomycetas*, CMI, Kew, Surrey, England.
7. Ellis, D 2007, *New pest concern in New England; Chrysanthemum White Rust. Integrated Pest Management*, Univ. Connecticut.
8. EU Project QLRT 1999, *Integrated, Non fungicidal control of melampsora rusts in biomass willow plantation*, Rothamsted Research, Harpenden, Herts, ALS 2 JQ, UK.
9. Gore, ME 2008, 'White rust outbreak on chrysanthemum caused by *Puccinia horiana* in Turkey', *Plant Pathol.* vol. 57, p. 786.
10. Kalappanavar, R, Patidar, K & Kulkarni, S 2008, 'Management strategies of leaf rust of wheat caused by *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. ex. Desm', *Karnataka J. Agric. Sci.*, vol. 2, no 1, pp 61-4.
11. Mathivanan, N 2000, 'Chitinase and B-1,3 glucanase of *Fusarium solani*: Effect of crude enzymes on *Puccinia arachidis*, groundnut rust', *J. Mycol. and Plant Pathol.*, vol. 30, no. 3, 327-30.
12. Mathivanan, N & Murugesan, K 2000, '*Fusarium chlamydosporum*, a potent biocontrol agent to groundnut rust, *Puccinia arachidis*', *J. Mycol. and Plant Path.*, vol. 107, no 3, pp. 225-34.
13. McRitchie, JJ 1996, 'Hibiscus Rust, *Kuehneola malvicola*', *Plant Pathol. Circular*, no. 378, p 12
14. Sheta, W 1996, 'Detection of *Cladosporium uredinicola* in pustule of Chrysanthemum white rust (*Puccinia horiana*)', *Plant Dis.*, vol. 80, p 599.
15. Sutater, T, Majawisastra, R & Komar, R 1993, 'Analisis usahatani bunga potong krisan', *Bul. Penel. Tan. Hias*, vol.1, no 1, hlm 73 -85.
16. USDA (tanpa tahun). *Chrysanthemum white rust (CWR) eradication protocol for nurseries containing plant infected with Puccinia horiana* Henn, diunduh 12 Desember 2011, <aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/cwr/downloads/cwrplan.pdf>.
17. Wahyuno, D 2008, 'Mengendalikan cendawan karat pada kana dengan mikoparasit', *WARTA Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, vol. 30, no. 2, hlm 13- 4.