

Eksplorasi Kapang Antagonis terhadap *Phytophthora* spp. Patogen pada Tanaman Apel

Meisarina Nugrahani^{1)*}, Suharjono¹⁾, Otto Endarto²⁾

¹⁾Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

²⁾Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika (Balitjestro), Kota

Diterima tanggal 21 Maret 2012, direvisi tanggal 9 April 2012

ABSTRAK

Serangan *Phytophthora* spp. telah menyebabkan produksi tanaman apel turun hingga 90 %. Beberapa spesies kapang antagonis diketahui dapat menghambat pertumbuhan *Phytophthora* patogen pada tanaman apel. Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi dan mempelajari potensi isolat kapang antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Phytophthora* spp. patogen tanaman apel. Kapang *Phytophthora* diisolasi dengan metode umpan menggunakan buah apel sedangkan kapang antagonis diisolasi dengan metode seri pengenceran dari sampel tanah perkebunan apel. Uji penghambatan kapang antagonis terhadap *Phytophthora* dilakukan dengan *dual culture method*. Isolat kapang antagonis dan *Phytophthora* diidentifikasi berdasarkan karakter fenotip. Hasil penelitian menunjukkan enam spesies kapang yaitu *Trichoderma* sp.1, *Trichoderma* sp.4, *Trichoderma* sp.6, *Aspergillus* sp.2, *Aspergillus* sp.3 dan *Penicillium* sp.1 sebagai antagonis terhadap *Phytophthora* patogen pada tanaman apel. Kapang *Trichoderma* sp.6 memiliki potensi penghambatan tertinggi sebesar 62,95 % sedangkan *Penicillium* sp.1 memiliki potensi penghambatan terendah sebesar 28,82 % terhadap pertumbuhan *Phytophthora*.

Kata kunci: antagonis, apel, kapang, *Phytophthora* sp.

ABSTRACT

The attack of *Phytophthora* spp. caused the decrease of apple crops production up to 90 %. Some antagonist mold species are able to inhibit the growth of *Phytophthora* pathogens on apple crops. The objectives of this research were to identify and to study the potency of antagonist mold for inhibit the growth of *Phytophthora* spp. pathogens on apple crops. The *Phytophthora* spp. were isolated using baiting method with apple fruit while antagonist molds were isolated by dilution method from soil sample of apple plantation. The inhibition assay of antagonist molds against *Phytophthora* was carried out by dual culture method. The isolated both of *Phytophthora* spp. and antagonist mold isolates were identified based on phenotype characters. The research result showed six molds namely *Trichoderma* sp.1, *Trichoderma* sp.4, *Trichoderma* sp.6, *Aspergillus* sp.2, *Aspergillus* sp.3 and *Penicillium* sp.1 which were antagonist on the *Phytophthora* pathogens on apple crops. Among the antagonist mold species, *Trichoderma* sp.6 had the highest inhibitory potency (62.95 %) while *Penicillium* sp.1 had the lowest inhibitory potency (28.82 %) against the growth of *Phytophthora*.

Key word: antagonist, apple, mold, *Phytophthora* sp

PENDAHULUAN

Buah apel merupakan komoditas andalan

*Corresponding author :
E-mail: calistus@ub.ac.id

bahkan dijadikan sebagai simbol Kota Batu. Menurut Biro Pusat Statistik dan Bappeda [1] jumlah tanaman apel mencapai 3.107.159 pohon dengan produksi 1.085.471 kuintal per tahun. Peningkatan produktivitas tanaman apel dilakukan untuk meningkatkan pangsa pasar produk buah lokal guna membatasi impor buah

apel. Namun usaha peningkatan produksi buah apel terkendala oleh adanya serangan *Phytophthora*. Menurut Drent & Guest [2]*Phytophthora* sp.adalah kapang yang dapat menyebabkan penyakit seperti busuk akar, kanker, busuk tunas, luka pada batang, busukbuah, dan hawar daun pada tanaman. Kapang *Phytophthora* sp. memiliki kemampuan yang tinggi dalam merusak jaringan tanaman yangmenyebabkan produksi tanaman turun hingga90 % dari total produksi dalam waktu yang singkat.

Pengendalian *Phytophthora* sp. hingga saat ini terutama dilakukan dengan menggunakan fungisida sistemik [3]. Fungisida sistemik yang umum digunakan untuk membasmi *Phytophthora* adalah *benthiavalicarb-isopropyl*[4], *phosphonate*[5] serta *phenylamide* (PAFs) yang terdiri dari *metalaxyl (ridomil)*, *oxadixyl (sandofan)*, *benalaxyl (balben)* dan *ofurace (patafol)*[6]. Pemakaian fungisida sistemik secara terus-menerus dan tidak sesuai dengan dosis dapat menyebabkan timbulnya strain-strain *Phytophthora* baru yang resisten terhadap fungisida. Selain itu, pemakaian fungisida sistemik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan serta matinya organisme non target. Oleh karena itu, alternatif metode dengan menggunakan agen hayati diperlukan untuk mengendalikan dan menghambat pertumbuhan *Phytophthora* sp.

Agen hayati yang dapat digunakan untuk melawan *Phytophthora* sp. pada tanaman apel adalah kapang antagonis. Kapang antagonis dapat diisolasi dari tanah lokal di sekitar tanaman apel yang terserang *Phytophthora*. Selain murah dan ramah lingkungan, penggunaan kapang antagonis diharapkan lebih efektif dalam mengendalikan dan menghambat pertumbuhan *Phytophthora* sp. sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman apel dan kesehatan lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk identifikasi dan uji potensi kapang antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Phytophthora* spp. patogen tanaman apel.

METODE PENELITIAN

Isolasi dan identifikasi kapang.

Phytophthora spp. diisolasi dari sampel tanah di sekitar tanaman apel yang terserang penyakit berdasarkan metode umpan (*baiting method*) menurut dengan menggunakan buah apel segar [7]. Buah apel sehat dibersihkan dengan air mengalir dan permukaan kulit buah didesinfeksi dengan ethanol 70 %. Buah diiris dengan silet steril sehingga membentuk sobekan mirip bangun prisma dengan panjang ± 2 cm, lebar ± 1 cm dan kedalaman $\pm 0,5$ cm. Sampel tanah dari kebun apel disisipkan ke dalam sobekan tersebut. Bagian bawah buah ditusuk dengan jarum enten steril pada lima titik yang berbeda. Buah diletakkan pada suspensi tanah tersebut dan diinkubasi pada suhu ruang selama 5-7 hari.

Buah yang menunjukkan gejala busuk dan berwarna kecoklatan dibuat sayatan tipis 5×5 mm² pada bagian permukaan kulit yang busuk dan disterilisasi dengan larutan NaOCl 1 % selama 30 detik [8]. Sayatan tersebut dicuci dengan akuades steril tiga kali kemudian diinokulasi dalam cawan petri berisi medium *V8 Juice Agar* (komposisi per liter mengandung 200 ml *V8 juice*, 3 g CaCO₃ dan 15 g Bacto Agar) yang ditambah dengan 30 mg/L *streptomycin*. Biakan diinkubasi pada suhu 25 °C selama 48 jam.

Kapang yang berpotensi sebagai antagonis diisolasi dari sampel tanah di sekitar tanaman apel yang terserang *Phytophthora*. Sampel diambil sebanyak 25 g dan disuspensikan ke dalam 225 ml larutan garam fisiologis 0,85 % kemudian dibuat seri pengenceran sampai 10⁻⁴. Suspensi sampel pada setiap tingkat pengenceran diambil 0,1 ml dan diinokulasikan secara *pour plate* ke dalam cawan petri steril kemudian medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang mengandung 30 mg/L streptomycin dituang ke dalam cawan petri tersebut [5]. Biakan diinkubasi pada suhu 25 °C selama 48 jam.

Koloni kapang *Phytophthora* spp. Diisolasi dan disubkultur dalam medium *V8*

Juice Agar sedangkan kapang antagonis diisolasi dan disubkultur dalam medium PDA. Setiap isolat kapang dimurnikan menurut Funder [9] yaitu dengan cara suspensi spora kapang digores pada permukaan media agar dan diinkubasi pada suhu 25 °C selama 10-18 jam. Satu kecambah spora diisolasi dan ditumbuhkan dalam medium agar untuk mendapatkan isolat murni monospora.

Phytophthora sp. dan kapang antagonis diidentifikasi berdasarkan pengamatan morfologi secara makroskopis dan mikroskopis [8], [10]. Karakter morfologi koloni isolat yang diamati secara makroskopis meliputi bentuk, tepi, permukaan dan warna koloni. Karakter kapang yang diamatisecaramikroskopis meliputi struktur hifa, badan pembentuk spora, bentuk konidia, konidiosfor, metula, phialid, vesikula dan warna. Bagian-bagian kapang yang diamati secara mikroskopis tersebut dilakukan pewarnaan menggunakan *lactophenol cotton blue* (LCB) dan membuat *slide* kultur [11].

Seluruh karakter isolat *Phytophthora* dan kapang antagonis dianalisis secara numerik menggunakan program CLAD 97 untuk menentukan klaster berdasarkan nilai similaritas karakter fenotip. *Aspergillus niger* digunakan sebagai acuan terhadap isolat kapang antagonis. Data karakter fenotip dengan program *microsoft excel* yang bertanda positif (+) diubah menjadi angka 1, sedangkan yang bertanda negatif (-) diubah menjadi angka 0. Pengklasteran isolat-isolat untuk menunjukkan nilai similaritasnya menggunakan algoritma *average linkage* (UPGMA: *Unweight Pair Group Methode with Average*). Nilai similaritas antarisolat berdasarkan karakter-karakter yang dimiliki ditentukan dengan metode *Simple Matching Methode* (SSM) menurut Rumus 1 [12].

$$SS_M = \frac{(a + d)}{(a + b + c + d)} \times 100\% \quad (1)$$

a = jumlah karakter yang (+) untuk kedua strain; b = jumlah karakter yang (+) untuk strain pertama dan (-) untuk strain kedua; c = jumlah karakter yang (-) untuk strain

yang pertama dan (+) untuk strain yang kedua; d = jumlah karakter yang (-) untuk kedua strain.

Uji potensi kapang antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Phytophthora* spp. Uji potensi penghambatan isolat kapang antagonis terhadap isolat kapang *Phytophthora* dilakukan dengan menggunakan *dual culture method*[13]. Percobaan ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan pada percobaan tersebut adalah jenis isolat kapang antagonis dan jenis isolat *Phytophthora*. Isolat *Phytophthora* ditumbuhkan pada medium *V8 Juice Agar*, sedangkan isolat kapang yang berpotensi sebagai antagonis ditumbuhkan pada medium PDA. Biakan diinkubasi selama empat hari pada suhu 25 °C. Kapang antagonis maupun *Phytophthora* dicuplik dari bagian tepi masing-masing koloni dengan menggunakan *cork bor* yang berdiameter empat milimeter. Cuplikan masing-masing isolat tersebut kemudian diinokulasikan pada medium *V8 Juice Agar* dengan jarak tiga sentimeter pada cawan petri. Biakan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 25 °C. Persentase penghambatan pertumbuhan *Phytophthora* sp oleh kapang antagonis dihitung dengan menggunakan Rumus 2 menurut Yeh & Sinclair [14].

$$P = \frac{R_2 - R_1}{R_2} \times 100\% \quad (2)$$

P = persentase penghambatan kapang antagonis terhadap *Phytophthora* sp.; R₁ = jarak pertumbuhan *Phytophthora* yang mendekati antagonis; R₂ = jarak pertumbuhan *Phytophthora* yang menjauhi antagonis.

Data persentase penghambatan kapang antagonis terhadap pertumbuhan *Phytophthora* dilakukan analisis varians yang dilanjutkan dengan uji *Games howell* pada selang kepercayaan 95 %. Analisis statistik data tersebut dilakukan menggunakan program SPSS versi 16.

Mekanisme penghambatan pertumbuhan *Phytophthora* oleh kapang antagonis diuji secara *in vitro*[5]. Irisan medium *V8 Juice Agar* dengan ukuran ± 5x5mm² diletakkan pada gelas obyek steril. Isolat *Phytophthora*

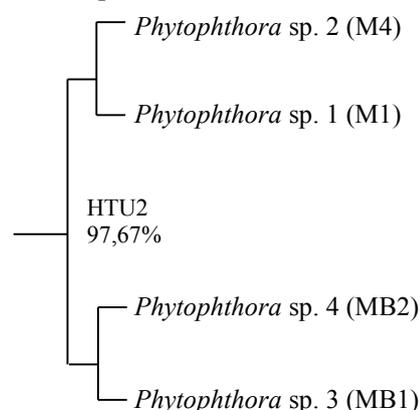
yang berumur empat hari setelah inokulasi pada bagian tepi koloni dicuplik dengan menggunakan jarum enten kemudian diinokulasikan pada satu sisi dari irisan medium *V8 Juice agar*. Kapang antagonis dengan umur empat hari setelah inokulasi dicuplik dengan menggunakan jarum enten kemudian diinokulasikan pada sisi lain irisan medium *V8 Juice agar*. Irisan medium agar yang telah diinokulasi dengan kedua kapang tersebut ditutup dengan gelas penutup. Biakan diinkubasikan pada suhu 25 °C selama 1-5 hari dalam cawan petri steril. Biakan yang tumbuh diamati struktur hifa, sporangium dan adanya senyawa yang dihasilkan oleh kapang antagonis dengan menggunakan mikroskop Olympus CX21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapang *Phytophthora* spp. dan kapang antagonis. Isolat *Phytophthora* patogen tanaman apel yang berhasil diisolasi adalah M1, M4, MB1 dan MB2. Isolat-isolat tersebut memiliki karakter koloni berbentuk bulat dengan tepi rata memenuhi cawan petri dan permukaan koloni berfilamen. Koloni pada bagian atas dan bawah berwarna putih. Elevasi koloni rata dengan permukaan medium agar (tipis) dan memiliki tekstur yang lengket jika dicuplik menggunakan jarum enten. Koloni *Phytophthora* dapat tumbuh pada medium *V8 Juice Agar* (V8A), *Carrot Agar* (CA) dan *Potatoes Dextrose Agar* (PDA). Sporangium *Phytophthora* berbentuk bulat, tunggal dan berpapila dengan ukuran yang bervariasi. Sporangiofor tidak bercabang dan berdinding halus serta lebarnya 2,5-5 µm. Hifa *Phytophthora* memiliki sekat dan bercabang. Hifa tersebut berdinding halus dan tipis serta lebarnya 5-7,5 µm. Klamidosfor berbentuk bulat hingga oval dan terletak pada bagian interkalar dengan diameter 15 µm.

Keempat isolat *Phytophthora* spp. memiliki nilai similaritas fenotip 96,61 % (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa keempat isolat tersebut merupakan anggota dari genus yang sama. Isolat-isolat

Phytophthora tersebut dibedakan berdasarkan bentuk klamidosfor. Klamidosfor isolat M1 dan M4 berbentuk bulat, sedangkan klamidosfor isolat MB1 dan MB2 berbentuk bulat dan oval. Isolat M1 memiliki kesamaan karakter fenotip dengan isolat M4 sebesar 97,67 %. Perbedaan kedua isolat tersebut yaitu sebagian miselia isolat M1 tumbuh tegak lurus terhadap permukaan medium agar sedangkan isolat M4 memiliki miselia yang tumbuh mendatar di permukaan medium.



Gambar 1 Dendrogram yang menunjukkan similaritas antara empat isolat anggota Genus *Phytophthora* didasarkan atas analisis SS_M dan algoritma UPGMA

Isolat *Phytophthora* MB2 dan MB1 memiliki nilai similaritas karakter fenotip sebesar 100 %. Kedua isolat tersebut memiliki karakter yang sama, yaitu bentuk koloni bulat, koloni bagian atas dan bawah berwarna putih. Koloni memiliki elevasi rata dengan permukaan medium agar (tipis), memiliki tekstur yang lengket dan tidak ditemukan struktur reproduksi pada kedua isolat tersebut. Koloni dapat tumbuh pada medium *V8 Juice Agar*, *Carrot Agar* dan *Potatoes Dextrose Agar*. Sporangium *Phytophthora* MB2 dan MB1 berbentuk bulat, tunggal dan memiliki papila. Sporangium berdinding tipis, halus dan berpigmen biru tua. Sporangiofor tidak bercabang. Hifa memiliki sekat yang jelas dan bercabang. Hifa tersebut berdinding halus dan berpigmen biru tua. Klamidosfor berbentuk bulat atau oval. Klamidosfor tersebut berdinding tipis dan halus serta terletak pada bagian interkalar. Adanya kesamaan karakter

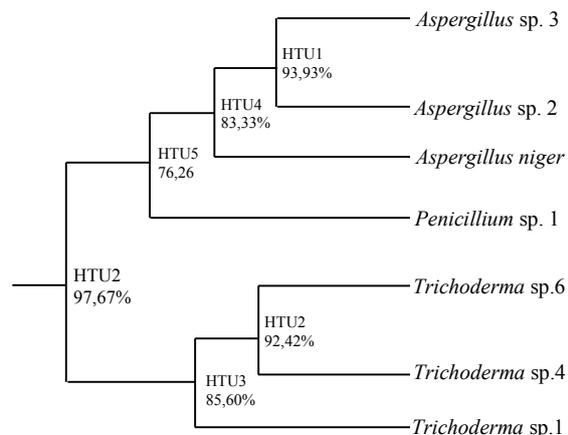
antara kedua isolat *Phytophthora* tersebut menunjukkan bahwa kedua isolat MB2 dan MB1 termasuk ke dalam satu spesies yang sama.

Ditemukan enam isolat kapang (*Trichoderma* sp.1, *Trichoderma* sp.4, *Trichoderma* sp.6, *Aspergillus* sp.2, *Aspergillus* sp.3, dan *Penicillium* sp.1) yang bersifat antagonis terhadap *Phytophthora* diantara 20 isolat kapang hasil isolasi dari sampel tanah. Nilai similaritas karakter fenotip dari keenam isolat kapang antagonis dengan isolat kapang acuan adalah 58,02 % (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa isolat-isolat tersebut merupakan anggota dari genus yang berbeda, yaitu Genus *Aspergillus* (sp.1, sp.2, dan *A. niger*), *Trichoderma* (sp.1, sp.4, dan sp.6), dan *Penicillium*.

Aspergillus sp.2 dan *Aspergillus* sp.3 memiliki nilai similaritas karakter fenotip sebesar 93,93 %. Karakter fenotip yang membedakan kedua isolat tersebut yaitu *Aspergillus* sp.3 memiliki bentuk vesikula *subglobuse* dan berwarna hialin, sedangkan *Aspergillus* sp.2 memiliki bentuk vesikula *subglobuse* hingga oval dan berwarna hijau kekuningan. Kedua isolat tersebut memiliki similaritas karakter fenotip sebesar 83,33 % dengan *Aspergillus niger*. *Aspergillus niger* berbeda dengan *Aspergillus* sp.2 dan *Aspergillus* sp.3 karena memiliki pigmen konidia berwarna coklat kehitaman, sedangkan kedua isolat konidianya berwarna hijau. Dinding konidia *A. niger* ber dinding kasar, struktur phialid *biseriate*, vesikula berbentuk *globuse*, sedangkan kedua isolat tidak memiliki karakter tersebut. *Penicillium* sp.1 memiliki similaritas karakter fenotip sebesar 76,26 % dengan isolat-isolat anggota Genus *Aspergillus*. Hal ini menunjukkan bahwa *Penicillium* sp.1 anggota genus yang berbeda dengan Genus *Aspergillus*.

Trichoderma sp.6 dan *Trichoderma* sp.4 memiliki nilai similaritas karakter fenotip sebesar 92,42 %. Karakter fenotip *Trichoderma* sp.4 yang membedakan dengan *Trichoderma* sp.6 yaitu memiliki garis radial pada bagian bawah koloni dan hifa berpigmen biru tua, sedangkan *Trichoderma* sp.6

memiliki karakter sebaliknya. *Trichoderma* sp.1 memiliki similaritas karakter fenotip sebesar 85,60 % dengan kedua isolat *Trichoderma* tersebut. *Trichoderma* sp.1 dibedakan dengan kedua isolat *Trichoderma* karena memiliki konidia berbentuk elips dan hifa yang bersekat tebal, sedangkan kedua isolat *Trichoderma* memiliki konidia berbentuk elips dan bulat serta hifa yang bersekat tipis.

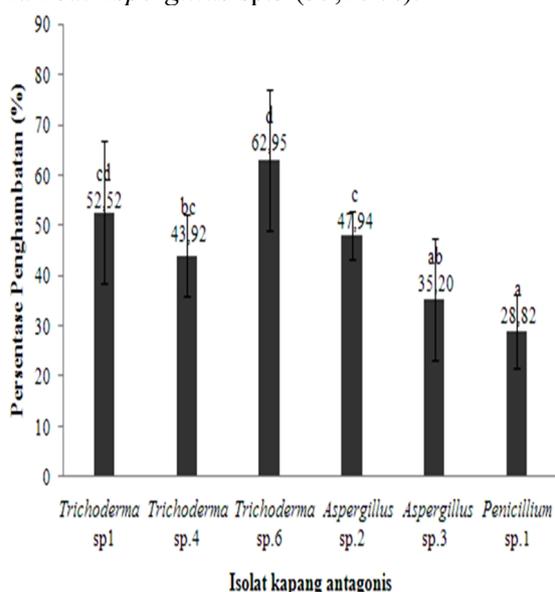


Gambar 2. Dendrogram yang menunjukkan similaritas antara tujuh isolat kapang antagonis *Phytophthora* didasarkan atas analisis SS_M dan algoritma UPGMA

Potensi kapang antagonis dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kapang antagonis yang sama tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) pada persentase penghambatan terhadap keempat isolat *Phytophthora*. Hal ini kemungkinan disebabkan keempat isolat *Phytophthora* spp. memiliki kekerabatan yang dekat yang ditunjukkan nilai similaritas karakter fenotip > 96 %, sehingga responnya relatif sama terhadap kapang antagonis. Persentase penghambatan pertumbuhan *Phytophthora* berbeda secara signifikan ($p < 0,05$) oleh perlakuan isolat kapang antagonis yang berbeda (Gambar 3). Isolat kapang *Phytophthora* memiliki respon yang berbeda terhadap setiap jenis kapang antagonis terutama yang berbeda spesies atau genus.

Rata-rata persentase penghambatan pertumbuhan *Phytophthora* sp. yang terkecil

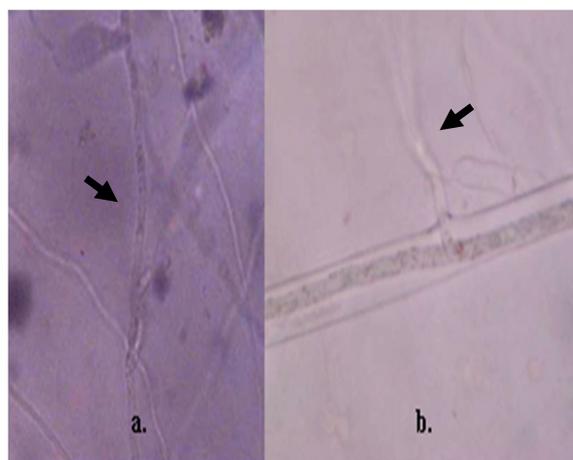
adalah 28,82 % oleh *Penicillium* sp.1, sedangkan yang terbesar 62,95 % oleh *Trichoderma* sp.6. Dalam genus yang sama, perbedaan isolat kapang antagonis juga menyebabkan perbedaan persentase penghambatan pertumbuhan *Phytophthora* sp. Pada Genus *Trichoderma*, isolat *Trichoderma* sp.6 memiliki daya penghambatan sebesar 62,95 % tidak berbeda dengan isolat *Trichoderma* sp.1 (52,52 %) tetapi berbeda dengan isolat *Trichoderma* sp.4 (43,92 %), sedangkan isolat *Trichoderma* sp.1 dan *Trichoderma* sp.4 tidak berbeda daya hambatnya. Isolat *Aspergillus* sp.2 memiliki daya hambat sebesar 47,94 % terhadap pertumbuhan *Phytophthora* sp. yang tidak berbeda nyata dengan *Trichoderma* sp.1 dan sp.4, tetapi lebih besar dibandingkan daya hambat *Aspergillus* sp.3 (35,20 %).



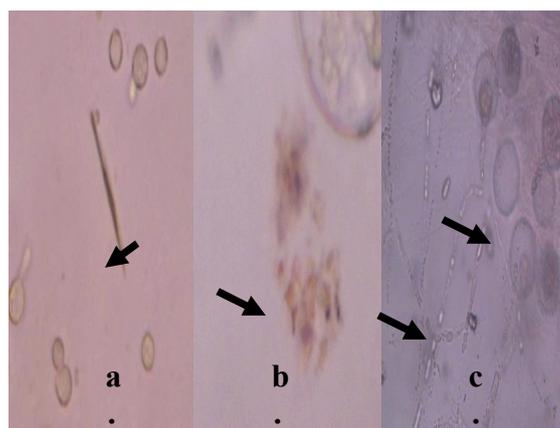
Gambar 3. Rata-rata persentase penghambatan pertumbuhan *Phytophthora* sp. oleh berbagai isolat kapang antagonis

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. menghambat pertumbuhan *Phytophthora* melalui mekanisme mikoparasit (Gambar 4) dan antibiosis (Gambar 5). Mekanisme mikoparasit melibatkan kontak langsung dan penetrasi hifa *Trichoderma* ke dalam hifa *Phytophthora* sp. Menurut Singh dan Islam [15] kapang *Trichoderma* spp. mampu

memparasit dan menyebabkan hifa *Phytophthora* spp. lisis karena menghasilkan enzim terutama kitinase dan glukonase. *Trichoderma harzianum* menghasilkan enzim ekstraselular β -1,3-glukanasedan kitinase yang dapat mendegradasi dinding sel kapang patogen untuk menyerang dan menghancurkan propagul patogen yang ada di sekitarnya [16].

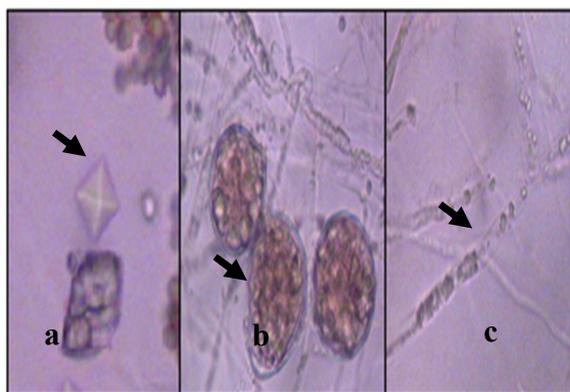


Gambar 4. Mekanisme mikoparasit hifa *Trichoderma* sp. pada hifa *Phytophthora* sp.
a. pelingkaran hifa *Phytophthora* sp. oleh *Trichoderma* sp.1;
b. penetrasi hifa *Trichoderma* sp.6 ke dalam hifa *Phytophthora* (perbesaran 400x)



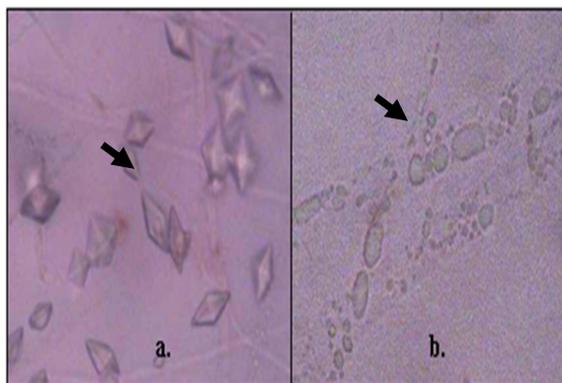
Gambar 5. Mekanisme antibiosis *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp.
a. senyawa berbentuk jamur dihasilkan oleh *Trichoderma* sp.6 setelah inkubasi dua hari;
b. senyawa dihasilkan oleh *Trichoderma* sp. setelah inkubasi dua hari;
c. hifa dan sporangium *Phytophthora* sp. lisis setelah inkubasi tiga hari (perbesaran 400x).

Trichoderma sp. dapat melawan *Phytophthora* sp. dengan memproduksi senyawa yang bersifat toksik, seperti enzim, senyawa volatil dan non-volatil serta antibiotik. Antibiotik yang dihasilkan oleh *Trichoderma* sp. antara lain *2-phenyl-ethanol*, *tyrosol*, *6-penthyl- α -pyrone* dan *sorbicillin*[17].



Gambar 6. Mekanisme antibiosis *Aspergillus* sp. terhadap *Phytophthora* sp.

- kristal yang dihasilkan *Aspergillus* sp.
- sporangium *Phytophthora* rusak setelah inkubasi lima hari;
- hifa *Phytophthora* lisis setelah inkubasi lima hari (perbesaran 400x)



Gambar 7. Mekanisme antibiosis *Penicillium* sp. terhadap *Phytophthora* sp.

- kristal yang dihasilkan *Penicillium* sp.;
- hifa *Phytophthora* sp. lisis (perbesaran 400x)

Aspergillus sp. dan *Penicillium* sp. menghambat pertumbuhan *Phytophthora* sp. dengan mekanisme antibiosis (Gambar 6 dan 7). Mekanisme ini diketahui dengan dihasilkannya senyawa berbentuk kristal di sekitar miselium kedua kapang antagonis

tersebut. Senyawa ini kemungkinan bersifat toksik dan litik yang dapat melisiskan hifa dan merusak struktur sporangium *Phytophthora*. Hal ini didukung oleh hasil pengamatan secara makroskopis yang menunjukkan adanya zona bening atau zona hambat di sekitar koloni *Aspergillus* dan *Penicillium*. Hasil serupa dilaporkan Noveriza dan Quimino [17] yang menyatakan bahwa *Aspergillus* sp. menyebabkan hifa patogen tumbuh secara abnormal. *Aspergillus* sp. menghasilkan beberapa antibiotik seperti *nominine*, *aflavinines*, *paspalinine* dan *aspernomine*[17]. Yuleli [16] menyebutkan bahwa *Penicillium notatum* dan *Penicillium crisogenum* menghasilkan antibiotik yang bekerja seperti pestisida sehingga sistem perakaran tanaman terlindung dari infeksi mikroba yang bersifat patogen. *Penicillium* menghasilkan senyawa toksik *citrinin*($\text{CH}_{13}\text{H}_{14}\text{O}_5$) yang berbentuk kristal. Selain itu, *Penicillium* sp. juga menghasilkan metabolit sekunder berupa *griseofulvin* yang dapat mengurangi infeksi tanaman oleh beberapa mikroba tanah.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ditemukan enam isolat kapang yaitu *Trichoderma* 3 isolat, *Aspergillus* 2 isolat, dan *Penicillium* 1 isolat. Isolat *Penicillium* sp.1 memiliki rata-rata persentase penghambatan terendah (28,82 %) sedangkan *Trichoderma* sp.6 memiliki rata-rata persentase penghambatan tertinggi (62,95 %) terhadap pertumbuhan isolat kapang *Phytophthora* dibandingkan isolat kapang antagonis lain (*Trichoderma* sp.1, *Trichoderma* sp.4, *Aspergillus* sp.2, dan *Aspergillus* sp.3).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana dengan baik karena bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur DGHE-IU I-MHERE yang menyetujui dan mendanai penelitian ini, serta Penanggung jawab I-MHERE Jurusan Biologi dan I-MHERE Universitas Brawijaya serta

LPPM Universitas Brawijaya yang membantu administrasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triwiratno, A. (2008), *Koleksi Varietas Baru Apel Dari Negara Belanda*, Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika (Balitjestro), Batu.
- [2] Drenth dan D. I. Guest (2004), Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia, *ACIAR Monograph*, No. 114.
- [3] Hartman, J., J. Beale dan P. Bachi (2008), *Root and Collar Rots of Tree Fruits*, Plant Pathol Fact Sheet. University of Kentucky, UK.
- [4] Miyake, Y., J. Sakai, M. Shibata, N. Yonekura, I. Miura, K. Kumakura dan K. Nagayama (2005), Fungicidal Activity of Benthiavalicarb-isopropyl against *Phytophthora infestans* and Its Controlling Activity Against Late Blight Disease, *J. Pestic. Sci.*, 30 (4): 390-396.
- [5] Aryantha, I. N .P. dan D. I. Guest (2006), Mycoparasitic and Antagonistic Inhibition on *Phytophthora cinnamomi*, *Plant Pathol. J.*, 5 (3): 291-298.
- [6] Gisi, U. dan Y. Cohen (1996), Resistance to Phenylamide Fungicides: A Case Study with *Phytophthora infestans* Involving Mating Type and Race Structure, *Ann. Rev. Phytopathol*, 34: 549-72.
- [7] Muryati, L. Octriana, D. Emilda, P.J. Santoso dan D. Sunarwati (2009), Effect Of Organic Fertilizers On Susceptibility Of Potted Durian Seedlings To *Phytophthora* Diseases, *J. Fruit and Ornamental Plant Research*, 17(1): 67-77.
- [8] Kwon, J. H., H. J. Jee, S. S. Shen dan Y. S. Chae (2007), *Phytophthora* Rot of Broad Bean (*Vicia faba*) Caused by *Phytophthora nicotianae* in Korea, *Plant Pathol. J.*, 23(1) : 31-33.
- [9] Funder, S. (1953), *Practical Mycology: Manual For Identification of Fungi*, Hafner Publishing Company, New York.
- [10] Koneman, E. R., G. D. Roberts dan S. A. Wright (1978), *Practical Laboratory Mycology*, Preston Street, USA.
- [11] Harris, J. L. (1986), Modified Method for Fungal Slide Culture, *Clinical Microbiol.* 24 (3): 460-461.
- [12] Suharjo (2008), *Keanegaraman dan Potensi Pseudomonas Strain Indigenous Pendegradasi Surfaktan Anionik di Ekosistem Sungai Tercemar Detergen*, Disertasi, Fakultas Biologi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [13] Mpika, J., I. B. Kébél, A. E. Issali, F. K. N'Guessan, S. Druzhinina, M. Komon-Zélazowska, C. P. Kubicek dan S. Aké. (2009), Antagonist Potential of *Trichoderma* Indigenous Isolates for Biological Control of *Phytophthora Palmivora* The Causative Agent of Black Pod Disease on Cocoa (*Theobroma Cacao* L.) in Côte d'Ivoire, *African J. Biotechnol.*, 8 (20): 5280-5293.
- [14] Suharjo, T. H. Kurniati, Soejono dan S. Dewi (2004), Uji Antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. terhadap *Fusarium* Penyebab Penyakit Layu pada Beberapa Jenis Tanaman Pisang di Kebun Raya Purwodadi secara in-vitro, *Biota IX*, (2): 119-124.
- [15] Singh, A. dan M.N. Islam (2010), In Vitro Evaluation of *Trichoderma* spp. Against *Phytophthora nicotianae*, *Int. J. Expt. Agric.*, 1(1): 20-25.
- [16] Yuleli (2009), *Penggunaan Beberapa Jenis Fungi Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Karet (Hevea Brasiliensis) di Tanah Gambut*, Tesis, Program Studi Biologi, Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [17] Noveriza, R. dan T. H. Quimio (2004), Soil Mycoflora of Black Pepper Rhizosphere In The Philippine And Their In Vitro Antagonism Against *Phytophthora capsici* L. *Indonesian J., Agric. Sci.*, 5(1) 2004:1-10.