

## EKSPLORASI JAMUR TANAH YANG BERPOTENSI SEBAGAI BIOREMEDIATOR FUNGISIDA BERBAHAN AKTIF PROPINEB PADA TANAMAN JERUK (*Citrus reticulata* L.)

Muhamad Ihsal Mahendra\*, Mintarto Martosudiro, Fery Abdul Choliq

Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran, Malang 65145, Indonesia

\*Penulis korespondensi : ihsal\_mahendra@student.ub.ac.id

### ABSTRACT

This research was conducted to obtain fungi on land contaminated with propineb fungicides that could adapt to various concentrations and potentially reduce the toxicity of propineb fungicides. The research was conducted in 3 stages. The first step was the exploration of fungi in propineb-contaminated soil and the second stage was the fungus adaptation test using a Completely Randomized Design with 4 replications. Observation parameters were the diameter of the fungus colony and the Relative Barrier Level (RBL). The third stage was the degradation test of propineb fungicide by fungi using 3 replications Completely Randomized Design with 9 treatments consisting 7 fungal isolate treatments, 1 positive control by addition of fungicides, and 1 negative control without addition of fungicides or fungi. Observation parameters are the diameter of *Colletotrichum capsici*. Fungi S2 (*Trichoderma* sp.) has the potential to be the greatest blocking agent compared to other fungi found since it is able to adapt and reduce the toxicity of propineb fungicide.

**Keywords :** Bioremediator, degradation, fungi, propineb, RBL

### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan jamur pada lahan jeruk yang tercemar fungisida propineb yang mampu beradaptasi pada berbagai konsentrasi dan berpotensi menurunkan toksisitas fungisida propineb. Penelitian dilakukan dengan 3 tahap. Tahap pertama yaitu eksplorasi jamur pada tanah tercemar fungisida propineb. Tahap kedua yaitu uji adaptasi jamur menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 kali ulangan. Parameter pengamatan yakni diameter koloni jamur dan Tingkat Hambatan Relatif (THR). Tahap ketiga yaitu uji degradasi fungisida propineb oleh jamur menggunakan Rancangan Acak Lengkap 3 kali ulangan dengan 9 perlakuan meliputi 7 perlakuan isolat jamur, 1 perlakuan kontrol positif dengan penambahan fungisida dan 1 perlakuan kontrol negatif tanpa penambahan fungisida maupun jamur. Parameter pengamatan yakni diameter *Colletotrichum capsici*. Jamur S2 (*Trichoderma* sp.) memiliki potensi sebagai agens bioremediasi yang baik dibandingkan dengan jamur lain yang ditemukan karena mampu beradaptasi dan mengurangi toksisitas fungisida berbahan aktif propineb.

**Kata kunci :** Bioremediator, degradasi, jamur, propineb, THR

### PENDAHULUAN

Pestisida merupakan kategori bahan kimia yang diformulasikan untuk membunuh, mengusir, atau menghentikan reproduksi hama. Berdasarkan organisme target, pestisida dibagi menjadi beberapa macam

seperti insektisida, fungisida, rodentisida, dan lainnya. Pestisida dapat ditemukan di sekitar lingkungan seperti tempat kerja, rumah, di dalam makanan, udara, air, maupun tanah (Gilden *et al.*, 2009). Pada lingkungan umum dampak penggunaan pestisida bisa menyebabkan terbunuhnya

organisme non-target karena terpapar secara langsung, sedangkan pada kasus pestisida yang persisten (bertahan lama), konsentrasi pestisida dalam tingkat rantai makanan akan menimbulkan biomagnifikasi (akumulasi polutan) (Djojsumarto, 2008). Pengamatan terhadap pengaplikasian fungisida propineb pada daun tanaman kentang, menunjukkan residu propineb dalam proporsi yang tinggi pada tanaman kentang (28,6% TRR). Para ahli berpendapat bahwa senyawa ini untuk sementara harus dimasukkan dalam resiko residu mengingat toksisitasnya yang tinggi (ADI: 0,0005 mg/kg bw per hari) (EFSA, 2016). Residu pestisida yang ada dapat dikurangi dengan metode bioremediasi, metode ini merupakan suatu penggunaan organisme dalam upaya penyehatan kembali lingkungan yang tercemar (Lumbanraja, 2014). Salah satu mikroorganisme yang telah tersedia berlimpah di alam yaitu jamur. Kebanyakan jamur merupakan organisme yang kuat dan umumnya lebih toleran terhadap konsentrasi tinggi bahan kimia pencemar daripada bakteri (Evans dan Hedger, 2001). Potensi jamur sebagai pendegradasi senyawa pestisida sangat penting sebagai upaya pencegahan residu pestisida berlebih. Selanjutnya, perlu dilakukan eksplorasi jamur yang dapat beradaptasi dan mendegradasi senyawa pestisida, salah satunya propineb di dalam tanah yang tercemar. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk tujuan mengetahui keanekaragaman jamur pada tanah yang memiliki potensi dalam mendegradasi fungisida propineb dan diharapkan mampu memberikan solusi untuk mengurangi residu yang ada pada lahan budidaya.

## METODE PENELITIAN

### Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diambil dari lahan tanaman jeruk dengan penggunaan fungisida berbahan aktif propineb yang berlokasi di Desa Selorejo, Kecamatan Dau. Metode pengambilan sampel tanah dilakukan dengan

metode zig-zag atau diagonal. Tanah diambil pada kedalaman kurang lebih 15 cm dengan menggunakan cetok pada 5 titik sampel (Kanti dan Latupapua, 2005). Sampel tanah kemudian dimasukkan ke dalam plastik berukuran 0,5 kg dan diberi label sesuai titik yang diambil.

### Isolasi Jamur pada Media Buatan

Sampel tanah yang diperoleh ditimbang seberat 10 gram dan dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer yang berisi 100 ml air murni steril. Kemudian, ditambahkan fungisida propineb sebanyak 0,2 g sesuai dengan konsentrasi yang dianjurkan, lalu diinkubasi di atas mesin kocok pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah itu, pengenceran bertingkat dilakukan dengan cara mengambil 1 ml suspensi dari tabung Erlenmeyer berisi isolat hasil pengocokan, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi air murni steril sebanyak 9 ml dan diencerkan dengan seri pengenceran  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  dan  $10^{-5}$ . Dari seri pengenceran tersebut diambil sebanyak 0,1 ml suspensi lalu diinokulasi pada media padat *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang telah ditambahkan antibiotik kloramfenikol (50 mg/L) pada cawan Petri dengan metode sebar dengan menggunakan batang L. Kemudian diinkubasi selama  $\pm 3$  hari pada suhu ruang. Dilakukan pengamatan karakter makroskopis koloni yang tumbuh pada media dan dipindah pada media baru hingga diperoleh isolat murni yang seragam (Ashliha dan Alami, 2014).

### Pemurnian Jamur

Pemurnian atau purifikasi dilakukan untuk mendapatkan isolat murni dengan memilih koloni yang tumbuh dominan dan memiliki karakteristik morfologi yang berbeda. Pemurnian dilakukan dengan mengambil koloni jamur kemudian ditanam pada media PDA baru menggunakan jarum Ose. Setelah dilakukan purifikasi, hasil purifikasi tersebut diinkubasi dan dijadikan kultur isolat jamur.

### **Pembuatan Kultur Isolat Jamur**

Kultur isolat jamur dibuat dengan menggunakan dua cara. Cara pertama yaitu dibiakkan pada media PDA baru yang lebih tebal agar penyimpanan lebih tahan lama. Hasil dari kultur isolat pertama digunakan untuk uji adaptasi. Kemudian cara kedua yaitu dengan cara dibiakkan ke media *Potato Dextrose Broth* (PDB) kemudian dikocok dengan mesin kocok lab selama 7 hari. Hasil dari kultur isolat cara kedua digunakan untuk uji degradasi secara *in vitro*.

### **Uji Adaptasi Jamur terhadap Fungisida Propineb**

Uji adaptasi menggunakan metode teknik makanan beracun (*poisoned food technique*) (Simanjuntak *et al.*, 2017). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan adaptasi jamur-jamur yang didapatkan dari hasil eksplorasi terhadap kondisi media tumbuh yang telah diracuni berbagai konsentrasi fungisida berbahan aktif propineb. Pada uji adaptasi jamur menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dilakukan pada konsentrasi fungisida 0 g/l (P1), 1 g/l (P2), 1,5 g/l (P3), 2 g/l (P4), 2,5 g/l (P5) dan 3 g/l (P6) dan diulang sebanyak 4 kali. Isolat jamur pada kultur isolat dimurnikan hingga didapatkan koloni tunggal kemudian diuji daya adaptasinya terhadap fungisida propineb sesuai konsentrasi. Media PDA kemudian ditambahkan hingga mencapai volume 100 ml pada labu Erlenmeyer dan diaduk. Media uji tersebut dituangkan pada cawan petri. Selanjutnya jamur diambil menggunakan jarum ose dan ditanam pada media PDA yang sudah diracuni, dan diukur panjang diameter pertumbuhannya. Jamur yang tumbuh pada berbagai konsentrasi, selanjutnya dilakukan uji kemampuan degradasinya.

### **Identifikasi Jamur**

Jamur dari hasil uji adaptasi kemudian diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi secara makroskopis

dengan mengamati koloni jamur pada cawan petri meliputi warna, bentuk, elevasi dan tekstur koloni. Sebelum melakukan identifikasi secara mikroskopis perlu dilakukan pembuatan preparat yang dilakukan dengan cara mengambil sedikit media PDA dan diletakkan pada kaca objek, lalu mengambil sedikit hifa jamur dan diletakkan diatas media PDA. Kemudian ditutupi menggunakan kaca penutup dan diinkubasi pada wadah steril yang lembab selama 3 hari untuk selanjutnya diamati secara mikroskopis yang didasarkan pada morfologi hifa, konidia, serta ciri-ciri spesifik lain. Identifikasi secara mikroskopis sampai klasifikasi tingkat genus. Pengamatan morfologi dilakukan dengan bantuan mikroskop yang kemudian dibandingkan dengan kunci identifikasi jamur pada buku *Illustrated Genera of Imperfect Fungi 4th Edition* karya Barnett dan Hunter (1998) hingga tingkat genus. Setelah diidentifikasi kemudian disimpan untuk menjadi stok kultur isolat.

### **Isolasi Jamur *Colletotrichum capsici***

Jamur *Colletotrichum capsici* digunakan sebagai parameter dari uji degradasi. Patogen tersebut merupakan salah satu jamur sasaran yang sensitif terhadap fungisida berbahan aktif propineb (Astuti *et al.*, 2014). Jamur diisolasi dari tanaman cabai yang bergejala dan dicuci dengan air, lalu dipotong dengan ukuran 1x1 cm dengan setengah sehat dan setengah sakit. Kemudian direndam dengan NaOCl 1%, alkohol 70%, air murni steril sebanyak dua kali dan masing-masing direndam selama 1 menit. Selanjutnya ditiriskan dengan tisu steril dan ditanam pada media PDA secara aseptik, lalu diinkubasi hingga koloni patogen tumbuh pada media. Selanjutnya uji patogenesitas yakni dengan menginokulasi jamur ke inang patogen yakni cabai. Cabai yang menunjukkan gejala yang sama selanjutnya diisolasi kembali untuk digunakan sebagai indikator dalam uji kemampuan jamur dalam mendegradasi fungisida berbahan aktif propineb secara *in vitro*.

### Uji Degradasi Fungisida Berbahan Aktif Propineb

Larutan kultur isolat jamur pada 7 sampel (S2, S4, S5, S6, S7, S9, dan S10) yang sudah dibuat dalam media PDB ditambahkan fungisida dengan konsentrasi anjuran yakni 2 g/l dan dikocok selama 10 hari (Nurhayati *et al.*, 2006). Tujuh sampel tersebut digunakan sebagai sampel yang terbaik dari uji adaptasi. Selanjutnya suspensi tersebut ditambahkan agar dan dituang dalam cawan Petri. Jamur *C. capsici* yang telah tumbuh ditanam di tengah cawan Petri. Jamur *C. capsici* sebagai indikasi adanya degradasi dari fungisida propineb. Kemudian diinkubasi selama 7 hari dan diamati diameter koloni. Pada uji degradasi ini menggunakan 2 kontrol yaitu kontrol positif dan kontrol negatif. Kontrol positif yaitu media PDB 100 ml ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 2 g/l tanpa adanya penambahan jamur. Kontrol negatif yaitu media PDB tanpa pemberian fungisida atau jamur. Rancangan yang digunakan adalah RAL dengan ulangan yang dilakukan sebanyak 3 kali.

### Parameter Pengamatan

**Diameter Koloni Jamur.** Pengukuran diameter koloni jamur dilakukan untuk mengetahui tingkat kemampuan tumbuh dan adaptasi jamur pada media beracun. Diameter koloni merupakan salah satu indikator dari pertumbuhan jamur. Pengukuran diameter koloni dilakukan pada uji adaptasi dan uji degradasi. Pada uji adaptasi dilakukan pengukuran diameter koloni jamur hasil eksplorasi, sedangkan uji degradasi dilakukan pengukuran diameter jamur patogen *C. capsici* yang dijadikan indikator penurunan toksisitas fungisida. Penghitungan diameter koloni dilakukan dengan cara membuat garis vertikal dan horizontal berpotongan tepat pada titik tengah koloni jamur pada cawan petri sesuai dengan rumus berikut menurut (Suseno *et al.*, 2015):

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

Keterangan:

D = diameter koloni jamur,

d1 = diameter vertikal koloni jamur yang diamati

d2 = diameter horizontal koloni jamur yang diamati.

### Tingkat Hambatan Relatif (THR).

Pengukuran tingkat hambatan relatif dilakukan untuk mengetahui tingkat sensitivitas jamur terhadap fungisida propineb pada berbagai konsentrasi. Menurut Kumar *et al.*, (2007) Tingkat sensitivitas isolat terhadap bahan aktif fungisida ditentukan berdasarkan nilai THR, yaitu THR > 90%, sangat sensitif (SS); 75% < THR ≤ 90%, sensitif (S); 60% < THR ≤ 75%, resisten sedang (RS); 40% < THR ≤ 60%, resisten (R); THR ≤ 40%, sangat resisten (SR). Setelah diperoleh hasil diameter koloni jamur kemudian akan didapatkan tingkat hambatan relatif fungisida terhadap jamur pada berbagai konsentrasi berdasarkan rumus sebagai berikut menurut Dalimunthe *et al.*, (2015) :

$$THR = \frac{dk - dp}{dk} \times 100\%$$

Keterangan:

THR = Tingkat hambatan relatif

dk = diameter koloni jamur pada kontrol

dp = diameter koloni jamur pada perlakuan

### Analisis Data

Data yang diperoleh dari uji adaptasi pestisida dan uji degradasi fungisida dianalisis menggunakan sidik ragam dengan Uji F taraf kesalahan 5% dan diolah menggunakan IBM SPSS *Statistics* 25. Jika hasil Uji F berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kesalahan 5% untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan.

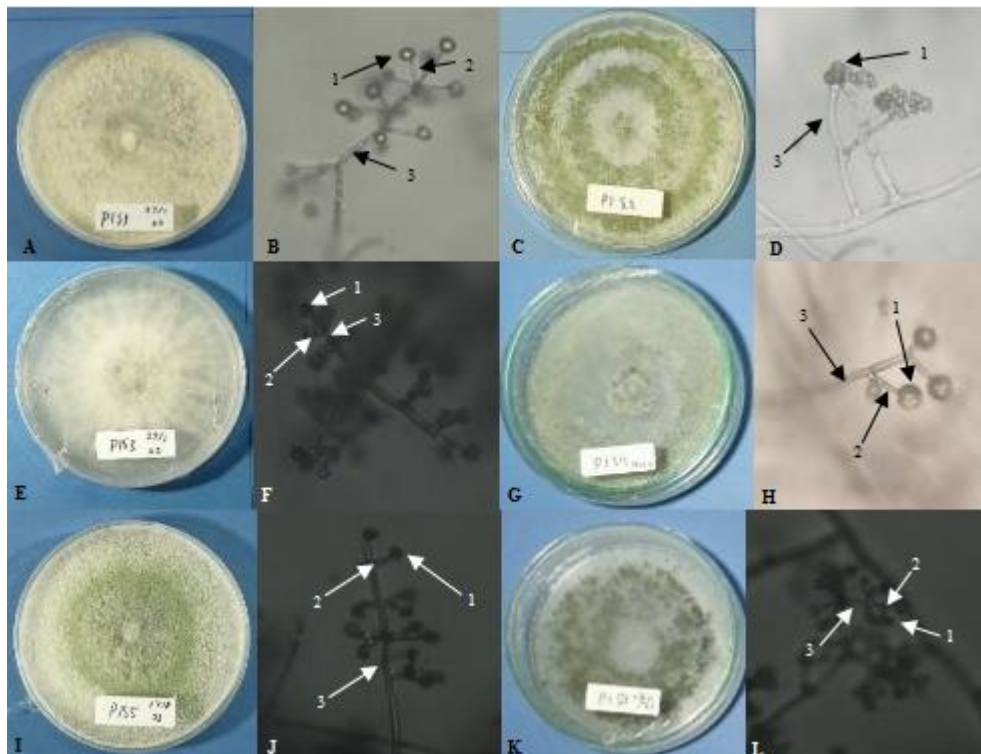
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Eksplorasi Jamur pada Tanah Tercemar Pestisida Fungisida Propineb

Hasil eksplorasi jamur yang dapat hidup pada tanah tercemar pestisida diperoleh sekitar 15 jenis jamur yang diperkirakan berasal dari jenis yang berbeda, kemudian setelah dilakukan uji adaptasi diperoleh 10 jamur yang dapat hidup di media PDA yang telah dicampur dengan fungisida propineb. Berikut merupakan hasil jamur yang telah diamati mampu beradaptasi dengan baik di beberapa dosis yang berbeda.

*Trichoderma* sp. (S1, S2, S3, S4, S5 dan S8). Pengamatan sampel jamur di PDA secara makroskopis menunjukkan pada sampel 1, 2, 3, 4, 5, dan 8 terlihat bahwa koloni jamur berwarna hijau muda hingga

hijau tua dengan bentuk melingkar di bagian tengah disertai batas yang jelas dan memiliki tepian putih, memiliki tekstur yang kasar pada konidia, bentuk koloni bundar dan elevasi timbul (Gambar 1). Pertumbuhan koloni memenuhi cawan pada 6-13 HSI. Hal ini sesuai berdasarkan Watanabe (2002) dan Domsch *et al.*, (1980) secara makroskopis warna koloni dari semua spesies tersebut diawali dengan warna putih, kemudian berkembang menjadi putih agak kehijauan, hijau muda, hijau dan hijau tua. Namun, pada sampel 1 koloni tetap berwarna putih sedikit kekuningan. Koloni yang bulat pada setiap sampel sesuai dengan pernyataan Rifai (1996) bahwa sebagian besar anggota dari genus *Trichoderma* membentuk koloni yang mempunyai warna yang berbeda dan membentuk koloni dengan zona lingkaran yang terlihat dalam cahaya.



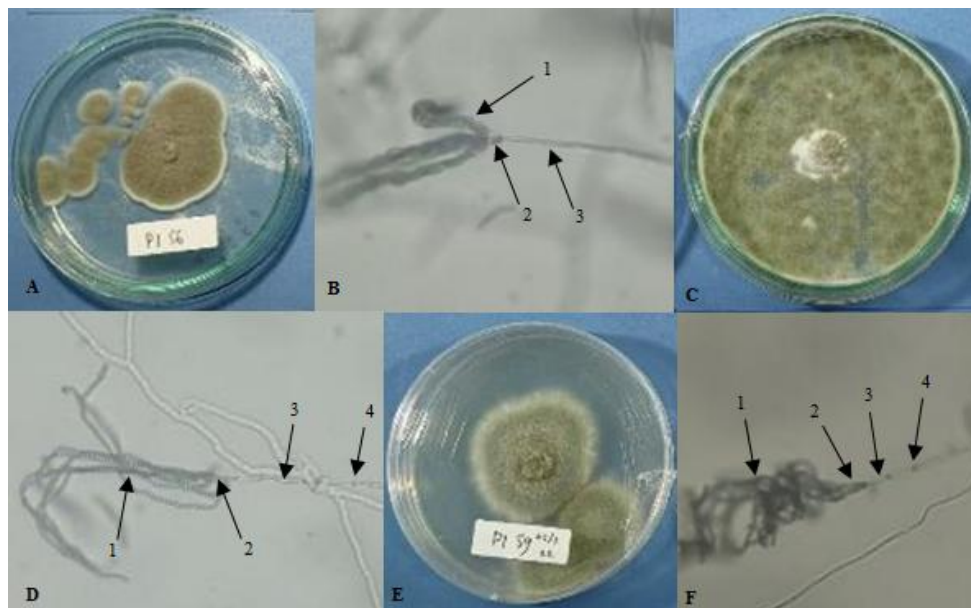
Gambar 1. Jamur *Trichoderma* sp., S1 umur 6 HSI pada media PDA (A. makroskopis, B. mikroskopis); S2 umur 7 HSI pada media PDA (C. makroskopis, D. mikroskopis); S3 umur 6 HSI pada media PDA (E. makroskopis, F. mikroskopis); S4 umur 6 HSI pada media PDA (G. makroskopis, H. mikroskopis); S5 umur 7 HSI pada media PDA (I. makroskopis, J. mikroskopis); S8 umur 13 HSI pada media PDA (K. makroskopis, L. mikroskopis); Keterangan: 1. Konidia, 2. Fialid, 3. Konidiofor

Pengamatan jamur secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa memiliki sekat dan banyak cabang yang membentuk sudut siku, konidiofor hialin, warna konidia agak kehijauan dan memiliki fialid. Hal ini dijelaskan berdasarkan Watanabe (2002) dan Domsch *et al.*, (1980) yang menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. mempunyai konidiofor bercabang menyerupai piramida yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan semakin ke ujung percabangan menjadi bertambah pendek. Fialid tampak langsing dan panjang terutama pada aspek dari cabang, konidia berbentuk semi bulat hingga oval. Konidia yang ber dinding halus, koloni mula-mula berwarna putih lalu menjadi kehijauan dan selanjutnya setelah dewasa miselium memiliki warna hijau kekuningan atau hijau tua terutama pada bagian yang menunjukkan banyak terdapat konidia. *Trichoderma* termasuk dalam kelas Sordariomycetes, ordo Hypocreales, dan famili Hypocreaceae (CABI, 2021).

***Penicillium* sp. (S6, S7 dan S9).**  
 Pengamatan sampel jamur di PDA secara makroskopis menunjukkan pada sampel 6, 7

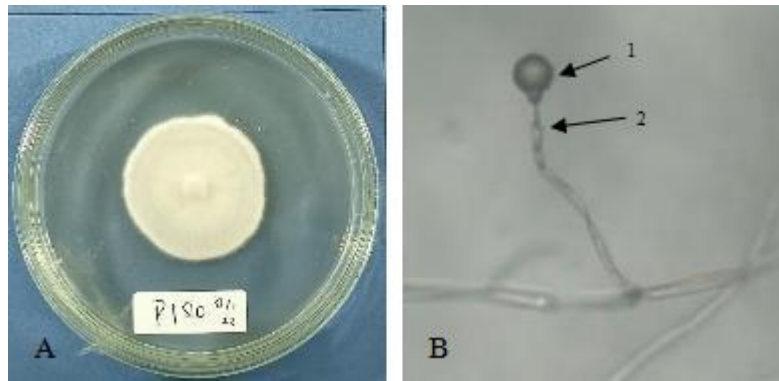
dan 9 koloni jamur berwarna hijau tua di tengah dan bagian pinggir berwarna putih. Bentuk koloni jamur yaitu bulat, tekstur halus, elevasi raised (meninggi), dan garis tepi melingkar menyeluruh (Gambar 2). Diameter koloni sampel 6 dan 9 saat berumur 7-8 HSI tumbuh mencapai 3,5 cm di media PDA, sedangkan pada sampel 7 diameter mencapai 1,5 cm pada 7 HSI dengan banyak koloni.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa berwarna hialin. Konidiofor tumbuh bercabang dan akan membentuk beberapa fialid di bagian ujung. Konidia berwarna hialin dan tumbuh di ujung fialid. Konidia berbentuk bulat dan membentuk rantai yang panjang. Menurut Barnett dan Hunter (1998) jamur *Penicillium* sp. memiliki konidiofor yang muncul dari miselium. Pada ujung konidiofor akan bercabang membentuk sekelompok fialid. Konidia hialin atau berwarna cerah. Sebagian besar konidia berbentuk bulat telur dan membentuk rantai panjang. *Penicillium* termasuk dalam kelas Eurotiomycetes, ordo Eurotiales, dan famili Trichocomaceae (CABI, 2019).



Gambar 2. Jamur *Penicillium* sp., S6 umur 7 HSI pada media PDA (A. makroskopis, B. mikroskopis); S7 umur 7 HSI pada media PDA (C. makroskopis, D. mikroskopis); S9 umur 8 HSI pada media PDA (E. makroskopis, F. mikroskopis); Keterangan : 1. Konidia, 2. Fialid, 3. Konidiofor, 4. Sekat





Gambar 3. Jamur *Humicola* sp. S10 umur 7 HSI pada media PDA (A. makroskopis, B. mikroskopis); Keterangan: 1. Konidia, 2. Konidiofor

***Humicola* sp. (S10).** Pengamatan jamur secara makroskopis pada S10 menunjukkan bahwa koloni jamur berwarna putih, memiliki tekstur yang halus seperti kapas bertumpuk, bentuk bulat, pola penyebaran menyebar ke samping dan ke atas elevasi timbul (Gambar 3). Pertumbuhan koloni mencapai 5 cm pada 7 HSI. Watanabe (2002) karakteristik jamur anggota genus *Humicola* memiliki koloni bagian atas berwarna abu-abu tua dan di bawah koloni berwarna coklat kehitaman.

Pengamatan jamur secara mikroskopis jamur tersebut memiliki konidia berbentuk bulat, percabangan konidiofor pendek dan tegak lurus. Hal ini sesuai dengan Barnett and Hunter (1998), konidiofor tegak lurus, bercabang pendek, konidia single apical, fialid bersel 1 meruncing ke atas menghasilkan konidia kecil berbentuk bulat. *Humicola* termasuk dalam kelas Sordariomycetes, ordo Sordariales, dan famili Chaetomiaceae (Traaen, 1914)

#### **Kemampuan Adaptasi Jamur terhadap Fungisida Propineb**

Hasil percobaan menunjukkan bahwa nilai THR pada setiap jamur menunjukkan hasil yang berbeda-beda terhadap beberapa perlakuan konsentrasi fungisida (Tabel 1). Semua jamur mampu tumbuh dan beradaptasi pada media beracun, walaupun dengan kemampuan tumbuh yang semakin menurun seiring meningkatkan konsentrasi fungisida. Nilai penghambatan oleh propineb pada

sampel 6 (*Penicillium* sp.), 7 (*Penicillium* sp.), 9 (*Penicillium* sp.) dan 10 (*Humicola* sp.) mencapai yang tertinggi dari hari ke-1 s/d hari ke-7, sedangkan nilai terendah ialah 0,65 pada sampel S10P5. Kemudian, pada sampel 4 (*Trichoderma* sp.) menunjukkan nilai penghambatan terendah dari hari ke-3 dan mencapai penghambatan paling rendah dan menyamai perlakuan kontrol pada hari ke-5 yaitu sebesar 0,00 pada setiap perlakuan dengan penambahan propineb.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa terdapat jamur yang mampu beradaptasi pada kondisi media yang teracuni fungisida propineb. Kemampuan adaptasi ini ditandai dengan pertumbuhan koloni jamur yang mampu tumbuh pada fungisida propineb di berbagai konsentrasi hingga diameter tertentu. Jamur yang masih mampu tumbuh pada lingkungan yang mengandung fungisida pada penelitian ini merupakan respon baik dari jamur terhadap keberadaan fungisida sehingga bisa beradaptasi di lingkungan yang mengandung fungisida propineb. Menurut Sulistinah *et al.*, (2011) sebagian kelompok jamur tertentu mempunyai respon positif terhadap kehadiran pestisida karena mampu memanfaatkan residu fungisida sebagai sumber karbon. Jamur akan sensitif ketika diawal terhadap keberadaan fungisida kemudian dapat menyesuaikan dengan cepat untuk melakukan metabolisme secara normal.

Jamur sampel 4 (*Trichoderma* sp.) memiliki tingkat hambatan relatif yang paling rendah dibanding jamur lainnya. Hal

Tabel 1. Hasil perhitungan tingkat hambatan relatif jamur

Perlakuan	Rerata Tingkat Hambatan Relatif (%) Pada Hari Ke-						
	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7
S1P1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S1P2	0,43 ab	0,33 ab	0,18 abcd	0,01 a	0,01 a	0,01 ab	0,01 a
S1P3	0,49 ab	0,44 abcdef	0,37 abcde	0,24 abcdef	0,18 abcdef	0,09 abc	0,03 a
S1P4	0,65 b	0,58 bcdef	0,44 bcdefghijklm	0,23 abcde	0,13 abcd	0,05 ab	0,00 a
S1P5	0,62 b	0,54 bcdef	0,43 bcdefghijklm	0,24 abcdef	0,16 abcdef	0,08 abc	0,01 a
S1P6	0,61 b	0,52 bcdef	0,41 abcdefghijklm	0,29 abcdef	0,21 abcdef	0,13 abcd	0,05 a
S2P1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S2P2	0,57 ab	0,32 ab	0,17 abcd	0,05 ab	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S2P3	0,52 ab	0,41 abcd	0,27 abcdefg	0,21 abcd	0,14 abcde	0,11 abc	0,11 abc
S2P4	0,77 b	0,64 bcdef	0,43 bcdefghijklm	0,27 abcdef	0,12 abcd	0,07 abc	0,02 a
S2P5	0,72 b	0,59 bcdef	0,48 bcdefghijklm	0,38 bcdefghij	0,23 abcdefg	0,13 abcd	0,01 a
S2P6	0,69 b	0,48 bcdef	0,39 abcdefghijklm	0,35 abcdefghi	0,29 abcdefg	0,19 abcde	0,15 abc
S3P1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S3P2	0,69 b	0,49 bcdef	0,28 abcdefghi	0,12 abc	0,04 abc	0,00 a	0,00 a
S3P3	0,70 b	0,55 bcdef	0,41 abcdefghijklm	0,26 abcdef	0,12 abcd	0,02 ab	0,00 a
S3P4	0,83 b	0,67 bcdef	0,45 bcdefghijklm	0,28 abcdef	0,17 abcdef	0,05 ab	0,03 a
S3P5	0,81 b	0,57 bcdef	0,37 abcdefghijklm	0,18 abc	0,05 abc	0,01 ab	0,00 a
S3P6	0,90 b	0,64 bcdef	0,51 bcdefghijklm	0,40 bcdefghijkl	0,31 bcdefgh	0,21 abcde	0,16 abc
S4P1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S4P2	0,55 ab	0,41 abcd	0,09 ab	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S4P3	0,63 b	0,51 bcdef	0,15 abc	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S4P4	0,66 b	0,54 bcdef	0,22 abcd	0,01 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S4P5	0,69 b	0,57 bcdef	0,23 abcde	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S4P6	0,74 b	0,61 bcdef	0,28 abcdefgh	0,05 ab	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S5P1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S5P2	0,65 b	0,39 abc	0,25 abcdef	0,15 abc	0,09 abc	0,07 abc	0,03 a
S5P3	0,65 b	0,43 abcde	0,32 abcdefghijk	0,16 abc	0,02 ab	0,01 a	0,00 a
S5P4	0,71 b	0,59 bcdef	0,44 bcdefghijklm	0,21 abcd	0,08 abc	0,02 ab	0,00 a
S5P5	0,76 b	0,58 bcdef	0,38 abcdefghijklm	0,20 abcd	0,11 abcd	0,07 abc	0,01 a
S5P6	0,73 b	0,59 bcdef	0,39 abcdefghijklm	0,27 abcdef	0,15 abcde	0,09 abc	0,05 a
S6P1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S6P2	0,50 ab	0,54 bcdef	0,48 bcdefghijklm	0,28 abcdef	0,25 abcdefg	0,17 abcd	0,15 abc



Tabel 1. Hasil perhitungan tingkat hambatan relatif jamur (lanjutan)

S6P3	0,50 ab	0,80 bcdef	0,54 cdefghijklm	0,35 abcdefgh	0,33 cdefghi	0,28 bcdef	0,24 abcd
S6P4	0,50 ab	0,85 cdef	0,74 jklm	0,58 fghijkl	0,42 efghijk	0,37 defgh	0,35 cdef
S6P5	0,50 ab	0,80 bcdef	0,56 cdefghijklm	0,41 cdefghijk	0,38 defghij	0,33 cdefg	0,32 bcde
S6P6	0,50 ab	0,85 cdef	0,59 defghijklm	0,56 efghijkl	0,42 fghijk	0,36 defgh	0,35 cdef
S7P1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S7P2	0,75 b	0,78 bcdef	0,66 defghijklm	0,69 jkl	0,58 ijkl	0,53 ghi	0,47 defg
S7P3	0,75 b	0,89 ef	0,80 m	0,66 hijkl	0,61 jkl	0,54 ghi	0,46 defg
S7P4	0,75 b	0,89 ef	0,69 ghijklm	0,73 kl	0,64 jkl	0,59 hi	0,47 defg
S7P5	0,75 b	0,89 ef	0,70 hijklm	0,72 kl	0,60 jkl	0,56 ghi	0,50 efg
S7P6	0,75 b	0,89 ef	0,79 lm	0,77 l	0,67 kl	0,62 hi	0,58 fg
S8P1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S8P2	0,63 b	0,45 abcdef	0,27 abcdefg	0,10 abc	0,01 a	0,01 a	0,01 a
S8P3	0,68 b	0,61 bcdef	0,41 abcdefghijklm	0,23 abcde	0,05 abc	0,00 a	0,00 a
S8P4	0,73 b	0,67 bcdef	0,53 cdefghijklm	0,30 abcdefg	0,08 abc	0,03 ab	0,01 a
S8P5	0,76 b	0,67 bcdef	0,55 cdefghijklm	0,35 abcdefghi	0,21 abcdef	0,09 abc	0,05 a
S8P6	0,71 b	0,65 bcdef	0,49 bcdefghijklm	0,34 abcdefgh	0,21 abcdef	0,12 abcd	0,08 ab
S9P1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S9P2	0,75 b	0,73 bcdef	0,66 fghijklm	0,58 fghijkl	0,56 hijkl	0,47 fghi	0,41 defg
S9P3	0,75 b	0,73 bcdef	0,65 efghijklm	0,55 defghijkl	0,50 ghijkl	0,44 efghi	0,40 defg
S9P4	0,75 b	0,89 ef	0,71 jklm	0,63 ghijkl	0,63 jkl	0,57 ghi	0,53 efg
S9P5	0,75 b	0,88 def	0,79 lm	0,73 kl	0,64 jkl	0,60 hi	0,56 efg
S9P6	0,75 b	0,89 ef	0,80 m	0,74 kl	0,72 l	0,63 i	0,62 g
S10P1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
S10P2	1,00 b	0,91 ef	0,76 lm	0,67 hijkl	0,65 jkl	0,64 i	0,64 g
S10P3	1,00 b	0,92 f	0,71 ijklm	0,69 jkl	0,62 jkl	0,63 i	0,61 g
S10P4	1,00 b	0,92 f	0,72 jklm	0,71 jkl	0,64 jkl	0,64 i	0,64 g
S10P5	1,00 b	0,92 f	0,74 jklm	0,72 kl	0,65 jkl	0,64 i	0,65 g
S10P6	1,00 b	0,92 f	0,76 lm	0,74 kl	0,65 jkl	0,62 hi	0,59 fg

Keterangan: Angka disertai huruf yang sama pada hari dan kolom yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan (DMRT 5%) pada masing-masing isolat jamur. S1 (*Trichoderma* sp.); S2 (*Trichoderma* sp.); S3 (*Trichoderma* sp.); S4 (*Trichoderma* sp.); S5 (*Trichoderma* sp.); S6 (*Penicillium* sp.); S7 (*Penicillium* sp.); S8 (*Trichoderma* sp.); S9 (*Penicillium* sp.); dan S10 (*Humicola* sp.). P1 = Kontrol/0 g/l; P2= 1 g/l; P3 = 1,5 g/l; P4 = 2 g/l; P5 = 2,5 g/l; P6 = 3 g/l.

tersebut menunjukkan bahwa jamur tersebut memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan yang sudah teracuni fungisida. Aimeur (2017) menyatakan bahwa sebagian besar spesies jamur yang berfilamen seperti *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., dan *Rhizopus* sp. menunjukkan variabilitas yang tinggi dan memiliki potensi beradaptasi dengan lingkungan ekstrem seperti adanya kandungan pestisida. Kemudian, hasil percobaan juga menunjukkan bahwa jamur pada sampel 1, 2, 3, 5 dan 8 diduga dari genus jamur yang sama (*Trichoderma* sp.), memiliki kemampuan yang sama dalam beradaptasi walaupun membutuhkan waktu yang cukup lama. Dengan demikian, bisa diketahui jika penggunaan bahan kimia secara luas dan terus-menerus dilakukan, jamur juga akan berkembang membentuk strain-strain baru yang tahan terhadap fungisida yang bersangkutan (Agrios, 2007).

#### **Kemampuan Jamur Mendegradasi Fungisida Propineb secara *In Vitro***

Pengujian kemampuan jamur dalam mendegradasi fungisida berbahan aktif propineb terdapat 9 perlakuan yaitu 7 perlakuan menggunakan jamur hasil eksplorasi dan 2 perlakuan menggunakan kontrol. Terdapat dua perlakuan kontrol yaitu kontrol positif (pemberian fungisida tanpa jamur eksplorasi) dan kontrol negatif (tanpa fungisida dan tanpa jamur eksplorasi). Pemilihan 7 isolat jamur tersebut karena

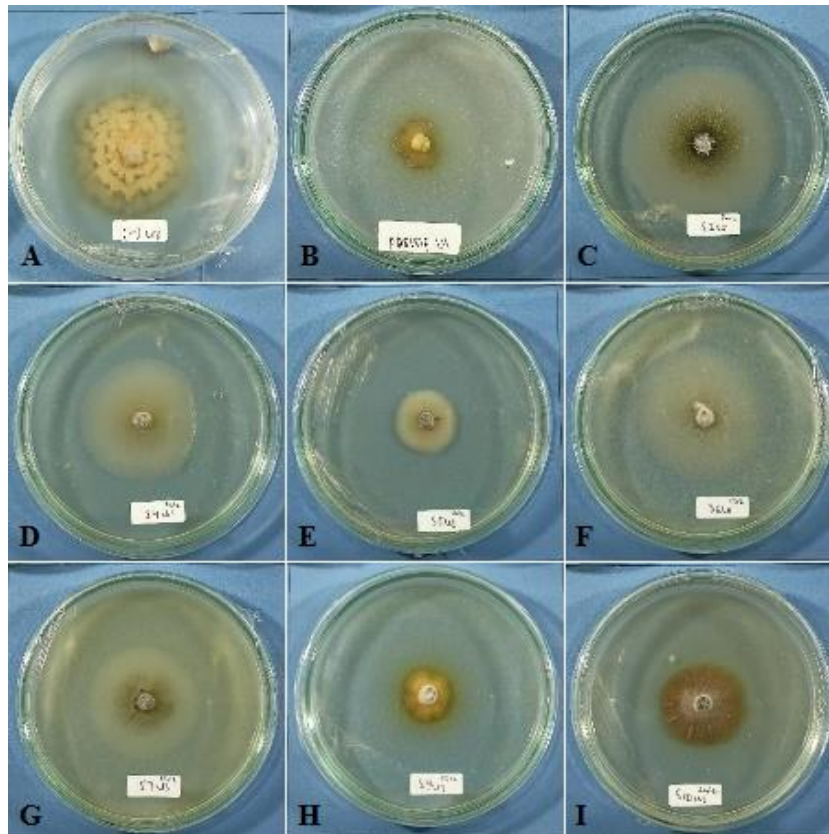
mewakili dari genus yang ditemukan dengan kemampuan terbaik saat uji adaptasi. Dari hasil uji menunjukkan bahwa diameter pertumbuhan jamur *C. capsici* berbeda-beda pada setiap perlakuan (Tabel 2). Dari hasil menunjukkan pada setiap perlakuan terdapat pengaruh nyata terhadap pertumbuhan *C. capsici* kecuali pada perlakuan S4 (*Trichoderma* sp.), S6 (*Penicillium* sp.) dan S7 (*Penicillium* sp.) tidak berpengaruh nyata.

Diameter *C. capsici* paling besar didapat pada media teracuni propineb yang telah ditambahkan perlakuan jamur eksplorasi sampel 2 (*Trichoderma* sp.) sebesar 6,37 cm, sedangkan diameter paling kecil diketahui pada perlakuan jamur S9 (*Penicillium* sp.) sebesar 1,83 cm. Melihat pertumbuhan rerata diameter *C. capsici* pada perlakuan positif sebesar 0,90, menunjukkan bahwa terjadi pengurangan hambatan pada cairan fungisida yang diaplikasikan jamur hasil eksplorasi. Diketahui pada perlakuan kontrol positif *C. capsici* sensitif terhadap fungisida propineb dengan nilai THR 81%, sedangkan pada media PDA dengan propineb yang dicampurkan jamur S2 (*Trichoderma* sp.) tidak terjadi penghambatan sehingga menjadikan *C. capsici* sangat resisten dan dapat bertahan hidup dengan baik pada media PDA. Hal tersebut juga terjadi pada sampel yang dicampurkan dengan isolat S6, S4, S7, dan S10, sedangkan S9 menjadi yang terendah karena hanya mampu menghambat sebesar 62% dan masih sensitif dalam menumbuhkan jamur *C. capsici* (Gambar 4).

Tabel 2. Rerata diameter pertumbuhan *Colletotrichum capsici* sebagai indikator uji degradasi

Perlakuan	Rerata diameter <i>C. capsici</i> pada umur 7 hsi (cm)	THR (%)	Kategori Sensitivitas
Kontrol Negatif	4,77e	0	Sangat Resisten
Kontrol Positif	0,90a	81	Sangat Sensitif
S2 ( <i>Trichoderma</i> sp.)	6,37f	0	Sangat Resisten
S4 ( <i>Trichoderma</i> sp.)	4,77e	0	Sangat Resisten
S5 ( <i>Trichoderma</i> sp.)	2,63c	45	Resisten
S6 ( <i>Penicillium</i> sp.)	5,05e	0	Sangat Resisten
S7 ( <i>Penicillium</i> sp.)	4,33e	9	Sangat Resisten
S9 ( <i>Penicillium</i> sp.)	1,83b	62	Resisten Sedang
S10 ( <i>Humicola</i> sp.)	3,40d	29	Sangat Resisten

Keterangan: Angka disertai huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan (DMRT 5%)



Gambar 4. Koloni jamur *C. capsici* pada uji degradasi fungisida propineb oleh beberapa jamur eksplorasi secara in vitro. A. Kontrol negatif, B. Kontrol positif, C. S2 (*Trichoderma* sp.), D. S4 (*Trichoderma* sp.), E. S5 (*Trichoderma* sp.), F. S6 (*Penicillium* sp.), G. S7 (*Penicillium* sp.), H. S9 (*Penicillium* sp.), I. S10 (*Humicola* sp.)

Hasil tersebut menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan yang baik dalam menghambat toksisitas fungisida berbahan aktif propineb. Hal ini sesuai dengan pendapat Sumita *et al.*, (2017) *Trichoderma* spp. telah dikenal untuk membantu dalam menginduksi toleransi biotik serta abiotik terhadap tanaman, sehingga banyak spesies *Trichoderma* dianalisis secara ekstensif untuk beragam kemampuan biokontrol, zat pertumbuhan tanaman, dan agen bioremediasi. Mengenai reaksi enzim, enzim selulase dapat dihasilkan oleh bakteri dan fungi yang berfungsi untuk menghidrolisis senyawa kompleks menjadi senyawa lain yang lebih kecil dan menjadi produk yang akan digunakan sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhan jamur (Rahayu *et al.*, 2014).

Menurut Sofida (2004), fungisida berbahan aktif Benomyl 50%, Metalaksil 25%, Mankozeb 80%, dan Propineb 70% dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. dan jamur patogen lainnya. Karlsson *et al.*, (2014) menyatakan fungisida yang digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman dapat berdampak buruk terhadap jamur bermanfaat. Walaupun demikian, beberapa jamur yang ditemukan dalam eksplorasi menunjukkan hasil yang baik dalam menghambat senyawa fungisida. Kemampuan tujuh sampel jamur yang diberikan fungisida Propineb, diduga karena jamur tersebut sudah beradaptasi dengan lingkungan yang menggunakan fungisida tersebut secara berulang-ulang dan berlebihan. Sehingga meningkatkan resistensi pada hampir setiap individu jamur (Deising *et al.*, 2008).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat 10 jamur yang diidentifikasi yaitu S1 (*Trichoderma* sp.), S2 (*Trichoderma* sp.), S3 (*Trichoderma* sp.), S3 (*Trichoderma* sp.), S4 (*Trichoderma* sp.), S5 (*Trichoderma* sp.), S7 (*Penicillium* sp.), S7 (*Penicillium* sp.), S8 (*Trichoderma* sp.), S9 (*Penicillium* sp.), S10 (*Humicola* sp.). Pada uji adaptasi ada 10 jamur yang mampu tumbuh dan beradaptasi dengan media yang sudah diberi fungisida propineb dengan hasil yang berbeda-beda, dengan jamur yang mampu beradaptasi dengan paling baik adalah jamur S4 (*Trichoderma* sp.). Kemudian, untuk jamur yang paling baik dalam menghambat toksisitas fungisida propineb ialah *Trichoderma* sp. isolat S2 yang menjadikan *C. capsici* sangat resisten terhadap media teracuni propineb, dibandingkan jamur *Penicillium* sp. isolat S9 yang masih membuat media teracuni sensitif untuk ditumbuhi *C. capsici*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2007. Plant Pathology. Elsevier Academic Press. California.
- Aimeur, N. 2017. Effet des pesticides sur la microflore des eaux dans la region du Nord-Est algerien. Biodegradation par les souches isolees. Departemen De Biologie. Universite Badji Mokhtar-Annaba. Aljazair.
- Ashliha, I. N., dan N. H. Alami. 2014. Karakterisasi Khamir dari Pulau Poteran Madura. Jurnal Sains dan Seni Pomits 3(2): 49–52.
- Astuti, Y. F., T. Maryono, J. Prasetyo, dan S. Ratih. 2014. Pengaruh Fungisida Propineb Terhadap Colletotrichum spp. Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Cabai Merah. J. Agrotek Tropika. 2(1): 144–148.
- Barnett, H. L., dan Hunter, B. B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. USA: Prentice-Hall, Inc.
- CABI. 2019. *Penicillium notatum* (storage rot of cereals). Diunduh dari <https://www.cabi.org/isc/datasheet/39564>. Pada tanggal 18 Mei 2022.
- CABI. 2021. *Trichoderma*. Diunduh dari <https://www.cabi.org/isc/datasheet/54461>. Pada tanggal 18 Mei 2022.
- Dalimunthe, R. P. I., Siregar, E. B. M., Anna, N. 2015. Respon *Cylindrocladium* sp. terhadap Fungisida Berbahan Aktif Mankozeb secara *In vitro*. Jurnal Peromena Forestry Science. 4(3): 1–11.
- Deising, H., B. S. Reinmann, dan S. F. Pascholati. 2008. Mechanisms and Significance of Fungicide Resistance. Jurnal Brazilian Microbiology. 39: 286 – 295.
- Djojosumarto, P. 2008. Pestisida dan Aplikasinya. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Domsch K. H., Gams W. dan Anderson T. H. 1980. Compendium of Soil Fungi. Volume 1. Academic Press. London.
- EFSA, 2016. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance propineb. EFSA Journal. 14(11):4605.
- Evans, C.S., dan Hedger, J.N., 2001, Degradation of Plant Cell Wall Polymers, dalam Gadd, G.M., (Ed.), Fungi in Bioremediation, Cambridge University Press, United Kingdom, 18.
- Gilden R. C., K. Huffling, dan B. Sattler. 2009. Pesticides and Health Risks. JOGNN. 39: 103–110.
- Kanti, A. dan Latupa, H. J. 2001. Identifikasi Keragaman Khamir yang Diisolasi dari Tanah Kebun Biologi Wamena, Papua. J. Biodiversitas. 7 (2) 105–108.
- Karlsson, Ida, H. Friberg, C. Steinberg, dan Paula Persson. 2014. Fungicide effect on Fungal Community Composition in the Wheat Phyllosphere. Jurnal Plos One. 9(11): 1 – 12.

- Kumar, A. S., N. P. E. Reddy, K. H. Reddy, M. C. Devi. 2007. Evaluation of fungicidal resistance among *Colletotrichum gloeosporioides* isolates causing mango anthracnose in agri export zone of Andhra Pradesh India. *Plant Pathol Bull.* 6(3):157–160.
- Lumbanraja, P. 2014. Mikroorganisme dalam Bioremediasi. Sekolah Pascasarjana. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Nurhayati, T., Ni'matuzahro, Surtiningsih, T. 2006. Biodegradasi Minyak Oleh *Rhodotorula* dan *Candida* Hasil Isolasi dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. *J. Berk. Penel. Hayati.* 12: 27–31.
- Rahayu, A. G., Y. Haryani, dan F. Puspita. 2014. Uji Aktivitas Selulolitik dari Tiga Isolat Bakteri *Bacillus* sp. Galur Lokal Riau. *JOM FMIPA.* 1(2): 319–326.
- Simanjuntak, D., Faizah, R, Prasetyo, A., dan Susanto, A. 2017. Keefektifan Fungisida terhadap Isolat Cendawan Terbawa Benih Kelapa Sawit. *J. Penelitian Kelapa Sawit.* 25 (1):47–58.
- Sofida, D. F. 2004. Uji Efektifitas Beberapa Fungisida untuk Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* (Schlecht.) f.sp *lycopersici* (Sacc.) synd.et hans) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sulistinah, N., S. Antonius, dan M. Rahmansyah. 2011. Pengaruh Residu Fungisida terhadap Pola Populasi Bakteri dan Fungi Tanah di Rumah kaca. *Jurnal Teknik Lingkungan.* 12 (1):43–53.
- Sumita P., H.B. Singh, D. R. Sarkar, R. S. Yadav, dan A. Rakshit. 2017. Toward an Integrated Resource Management: Harnessing *Trichoderma* for Sustainable Intensification in Agriculture. Dalam Singh, D. P., H. B. Singh, dan R. Prabha (Ed.). *Plant-Microbe Interactions in AgroEcological Perspectives.* Springer. Singapore.
- Suseno, S. M., Siregar, B. M., Batubara, R. 2015. Respon *Cylindrocladium* sp. terhadap Fungisida Berbahan Aktif Metiram secara *In vitro*. Staff Pengajar Program Studi Kehutanan, FP, USU, Medan.
- Traaen. 1914. *Humicola Classification.* Diunduh dari <https://www.gbif.org/species/2573531>. Pada tanggal 18 Mei 2022.
- Watanabe, T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured fungi and Key to Species (Second Edition).* CRC Press: London.