

PROSIDING Seminar Nasional Bioteknologi VII Universitas Gadjah Mada

“Bioteknologi untuk Mitigasi Perubahan Iklim dan Pemanasan Global”

Yogyakarta, 23 Oktober 2021

Diselenggarakan oleh:

 UNIVERSITAS GADJAH MADA
SEKOLAH PASCASARJANA
PROGRAM STUDI BIOTEKNOLOGI

 UNIVERSITAS GADJAH MADA
PUSAT STUDI BIOTEKNOLOGI

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL BIOTEKNOLOGI VII UNIVERSITAS GADJAH MADA

Bioteknologi untuk Mitigasi Perubahan Iklim dan Pemanasan
Global

Program Studi Bioteknologi Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta, 23 Oktober 2021

KEYNOTE SPEAKERS

Prof. Siti Subandiyah

(Pusat Studi Bioteknologi, UGM)

Prof. Chi-Ying F. Huang

(National Yang Ming Chiao Tung University, Taiwan)

Prof. Michael Sauer

(Universität für Bodenkultur Wien, Austria)

Prof. Wilfried Schwab

(Technische Universität München, Germany)

Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

Jl. Teknik Utara, Kocoran, Sleman 55281,

Telp : 0274-544975, 555881, 564239

E-mail : sps@ugm.ac.id

<http://pasca.ugm.ac.id>

Pengembangan <i>Microbial Fungicide Remediation Agent</i> dari Lahan Tanaman Kentang untuk Menghambat Serangan Jamur Patogen <i>Phytophthora infestans</i> Dan Mengurangi Residu Fungisida Kimia	105
<i>Zellin Maylinda Rizki Islami, Maftuchah*, Erfan Dani Septia</i>	
Studi Jenis Kristaluria, Nilai <i>Blood Urea Nitrogen</i> dan Kreatinin Pada Kucing Penderita Obstruksi Uretra	127
<i>Heldiar Soedarmanto, Yanuartono, Alfarisa Nururrozi, Soedarmanto Indarjulianto*, Dhasia Ramandani</i>	
Penggunaan <i>Macaca fascicularis</i> Sebagai Hewan Model Pengembangan Vaksin Selama Kurun Waktu 2011-2021: <i>A Mini-Review</i>	137
<i>Rosyid Ridlo Al Hakim*, Erie Kolya Nasution, Siti Rukayah</i>	
Platform Yang Digunakan Dalam Pengembangan Vaksin COVID-19	148
<i>Khariri*, Fauzul Muna</i>	
Pemanfaatan Sel Punca Sebagai Alternatif Pengobatan Pada Infeksi COVID-19	168
<i>Ariyani Noviantari*, Khariri Khariri</i>	
Efek Variasi Pemupukan Terhadap Emisi Gas Rumah Kaca dan Hasil Padi Varietas Amfibi di Lahan Sawah Tadah Hujan	183
<i>Ika Ferry Yunianti*, Rina Kartikawati, Anggri Hervani</i>	
Use Of Dark Septate Endophyte (DSE) For True Shallot Seed (TSS) Germination	196
<i>Chotimatul Azmi*, Astiti Rahayu, Imas Rita Saadah, Astri Windia Wulandari, Juniarti P. Sahat, Hadis Jayanti, Dwi Ningsih Susilowati, Surono</i>	

Pengembangan *Microbial Fungicide Remediation Agent* dari Lahan Tanaman Kentang untuk Menghambat Serangan Jamur Patogen *Phytophthora infestans* dan Mengurangi Residu Fungisida Kimia

Zellin Maylinda Rizki Islami¹, Maftuchah^{1,2,*}, Erfan Dani Septia^{1,2}

¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian-Peternakan
Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, 65144, Indonesia

²Pusat Pengembangan Bioteknologi, Universitas Muhammadiyah
Malang, Malang 65144, Indonesia

*Email korespondensi: maftuchah@umm.ac.id

Abstrak

Tanaman kentang menjadi komoditas utama di Indonesia yang memiliki tingkat permintaan pasar cukup tinggi. Terdapat beberapa permasalahan dalam produksi umbi kentang, antara lain; tingkat serangan jamur patogen *Phytophthora infestans* dan intensitas aplikasi fungisida berlebihan yang meninggalkan residu kimia. Oleh karena itu, pengembangan *microbial fungicide remediation agent* dapat menjadi alternatif sebagai bioprotect tanaman dan agen bioremediator. Tujuan penelitian ialah mengetahui keanekaragaman serta potensi dari mikroba dari lahan tanaman kentang sebagai *microbial fungicide remediation agent*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Pusat Pengembangan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Malang dengan beberapa tahapan, yaitu eksplorasi jamur dari lahan tanaman kentang, identifikasi jamur, pengujian hipovirulen, pengujian postulat Koch, pengujian daya hambat, serta pengujian bioremediasi. Hasil eksplorasi menunjukkan terdapat beberapa jamur yang dapat resisten terhadap fungisida bahan aktif mankozeb dan dimetomorf. Total koloni jamur yang didapatkan pada eksplorasi tanah kentang sebanyak 247 koloni yang selanjutnya diseleksi menjadi 18 isolat jamur. Hasil hipovirulen menunjukkan 11% jamur yang hipovirulen terhadap kedua bahan tanam (subkultur kentang dan benih timun). Terdapat 92% isolat jamur yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *Phytophthora*

infestans pada pengujian daya hambat. Hasil analisis korelasi terhadap data berat kering jamur pada 3 jenis media menunjukkan angka 0,83 (fungisida sistemik) dan 0,80 (fungisida kontak) yang termasuk kategori sangat kuat.

Kata kunci: Tanaman kentang; jamur rizosfer; *Phytophthora infestans*; bioremediasi fungisida; bioprotect tanaman

Pendahuluan

Produksi kentang di Indonesia berdasarkan Badan Pusat Statistik menunjukkan angka 1,185 juta ton pada tahun 2018. Tetapi dikarenakan permintaan pasar yang cukup tinggi, maka perlu upaya peningkatan produksi. Upaya peningkatan produksi terhambat dikarenakan adanya serangan salah satu penyakit yang dapat menyebabkan kerusakan hingga 100% (Purwantisari *et al.* 2018), yaitu penyakit hawar daun yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora infestans*. Penanganan yang biasa dilakukan ialah penyemprotan fungisida, tetapi hal ini dapat menyebabkan resistensi jamur patogen terhadap suatu bahan kimia jika digunakan terus-menerus. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian (2016) mendapatkan data bahwa terdapat peningkatan jenis fungisida yang beredar di Indonesia pada tahun 2016 yang mencapai 674 jenis. Penggunaan fungisida yang berlebihan juga berdampak negatif terhadap seorang aplikator. Riset Ulva *et al.* (2019) mendapatkan data sebanyak 41% petani yang mengaplikasikan pestisida kimia memiliki gejala keracunan. Hal ini cukup untuk menjadi pertimbangan dalam pengembangan upaya lain yang dapat menurunkan tingkat serangan hawar daun serta mengurangi residu fungisida kimia yang berada di lahan pertanian.

Microbial fungicide remediation agent merupakan salah satu pengembangan konsep yang dirasa tepat untuk mengatasi permasalahan yang ada. Konsep ini memanfaatkan mikroba yang ada di sekitar perakaran yang memiliki potensi dalam menurunkan serangan jamur patogen dan menguraikan residu fungisida yang ada. Potensi mikroba salah satunya telah diteliti oleh Barus *et al.* (2017) yang mengungkapkan peranan mikroba

antara lain sebagai penyedia unsur hara dan fitohormon serta dapat menekan pertumbuhan jamur *P. infestans*. Pemanfaatan mikroba dirasa tepat sebagai bioremediasi atau teknologi menurunkan tingkat cemaran dengan aman (Mustikasari 2019).

Penelitian dilakukan untuk beberapa tujuan, antara lain (1) mendapatkan informasi mengenai kemampuan mikroba dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *P. infestans*, (2) mendapatkan informasi mengenai kemampuan mikroba yang dapat menurunkan residu fungisida kimia, dan (3) mengetahui keanekaragaman mikroba tanah yang dapat berperan sebagai microbial fungicide remediation agent.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Alat yang diperlukan antara lain tabung reaksi, alat tulis, timbangan, cawan petri, cawan petri kecil, gelas ukur, mikropipet, pipet tetes, plastik wrap, LAF, bunsen, spreader, pinset, cork borer, penggaris, pisau, dan oven

Bahan yang digunakan antara lain akuades steril, plastik klip, tip kuning, tip putih, tip biru, media PDA, media PDB, fungisida berbahan aktif mankozeb, fungisida berbahan aktif dimetomorf, mikroskop, methylene blue, kaca preparat, benih timun, subkultur kentang, alkohol 96%, alkohol 70%, larutan Clorox 2%, umbi kentang mini, dan kertas saring.

Metode

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Pusat Pengembangan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Malang selama 6 bulan. Terdapat beberapa metode yang dilakukan, antara lain

Eksplorasi Jamur dari Lahan Tanaman Kentang

Metode pengambilan sampel mengacu pada riset Tirtana *et al.* (2013) yang menggunakan metode sistematis yaitu dengan mengambil sampel tanah berdasarkan diagonal luasan lahan.

Sampel tanah diambil pada lahan pertanian yang ada di Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur, Indonesia. Tanah yang diambil berada di perakaran tanaman kentang dengan kedalaman sekitar 5-10 cm. Sampel tanah selanjutnya ditimbang sebanyak 1 gram dan dilakukan proses pengenceran. Taraf pengenceran yang digunakan untuk isolasi jamur ialah 10⁻⁵ dan 10⁻⁶. Hasil pengenceran selanjutnya ditanam sebanyak 100 µl pada media yang telah disiapkan di cawan petri. Media yang digunakan diberi perlakuan menjadi tiga jenis media, yaitu media PDA standar, media PDA + fungisida sistemik, dan media PDA + fungisida kontak. Media PDA dipilih karena mengandung sari kentang dan gula yang menjadi sumber makanan bagi jamur, sehingga pertumbuhan jamur akan lebih optimal (Mirani *et al.* 2016). Sampel diisolasi selama 7 hari pada suhu ruang dan selanjutnya diamati jumlah koloni pada masing-masing cawan.

Identifikasi jamur

Identifikasi dilakukan setelah jamur yang dipilih diperbanyak pada media PDA standar. Identifikasi meliputi makroskopis dan mikroskopis jamur yang ditemukan. Makroskopis yang diamati meliputi warna koloni, elevasi, tekstur serta tepi koloni, sedangkan mikroskopis yang diamati meliputi hifa yang bersekat atau tidak, bentuk sporangium, dan bentuk spora. Identifikasi jamur dilakukan menggunakan buku klasifikasi jamur yang disusun oleh Tsuneo Watanabe edisi kedua pada tahun 1937.

Pengujian hipovirulen

Pengujian dilakukan untuk mengetahui jamur yang didapatkan termasuk kategori patogen atau tidak terhadap tanaman. Metode yang digunakan mengacu pada penelitian Septia dan Parlindo (2019) yang dimodifikasi. Bahan tanam yang digunakan ialah benih timun dan subkultur kentang. Benih timun dicuci dengan alkohol 70% selama 1 menit, dilanjutkan dengan larutan Clorox 2% selama 30 detik dan kemudian dibilas dengan akuades sebanyak 3 kali. Benih timun yang telah dikeringkan

selanjutnya ditanamkecambahkan terlebih dahulu sekitar 3 hari. Persiapan suspensi jamur dilakukan dengan mengambil bagian koloni jamur sebanyak 1 plong dan ditumbuhkan pada media PDB selama 7 hari. Proses penanaman benih timun maupun subkultur kentang bersamaan dengan pemberian suspensi jamur sebanyak 100 µl ke dalam botol kultur yang berisi media PDA. Pengujian berlangsung selama 7 hari dengan suhu ruang dan dilakukan perhitungan sampel yang hidup pada akhir pengamatan menggunakan rumus yang dilakukan pada penelitian Septia dan Parlindo (2019), antara lain:

$$DSI = \frac{\sum N}{Z}$$

Keterangan:

DSI: *Disease Severity Index* (Indeks Keparahan Penyakit)

N: Nilai Tingkat Keparahan Penyakit masing-masing individu

Z: Jumlah Individu yang digunakan.

Nilai Tingkat Keparahan Penyakit:

0: Sehat dan tidak ada infeksi pada hipokotil, 1: Satu atau dua bercak coklat muda < 0,25 cm,

2: Bercak coklat muda < 0,5 cm dan area kebasahan < 10% pada hipokotil,

3: Bercak coklat muda sampai tua > 1,0 cm dan kemudian bergabung dengan bercak lainnya dan daerah kebasahan 10% < x < 100% pada hipokotil (daun belum layu dan hipokotil masih tegar dan putih,

4: Hipokotil bercak hitam, daun layu, dan bibit mati.

Pengujian Postulat Koch

Pengujian dilakukan untuk memastikan jamur patogen yang dimiliki tetap memiliki kemampuan dalam menginfeksi inangnya, hal ini dilihat dari gejala yang ditimbulkan. Proses pengujian postulat koch dengan menginokulasikan isolat kepada inang dan dilakukan reisolasi pada bagian yang menunjukkan gejala untuk mengetahui penyebab gejala (Firmansyah dan Alfarisi, 2016). Isolat *Phytophthora infestans* yang telah dimiliki peneliti diuji dengan merendamkan benih kentang pada suspensi jamur patogen selama 24 jam. Setelah perendaman benih dikeringkan dan diisolasi pada suhu ruang selama 3 hari.

Pengujian daya hambat

Metode dilakukan dengan menginokulasikan jamur patogen dengan jamur yang ditemukan dalam satu cawan yang diberikan jarak 3 cm dari tepi cawan dan antarjamur. Jamur diinokulasikan selama 7 hari dalam suhu ruang. Pengukuran diameter jamur dilakukan pada hari terakhir inokulasi untuk mengetahui kemampuan daya hambat dengan rumus yang diterapkan pada penelitian Putro et al.. (2014):

$$I = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Persentase daya hambat,

R1 = Jari-jari koloni jamur patogen mengarah ke tepi cawan petri,

R2 = Jari-jari koloni jamur patogen menuju isolat mikroba

Pengujian Bioremediasi

Pengujian bioremediasi dilakukan untuk mengetahui potensi jamur yang ditemukan dalam mengurai dan mengurangi tingkat residu fungisida kimia. Pengujian bioremediasi dilakukan dengan 2 tahapan, yaitu pada media padat dan media cair. Pengujian media padat dilakukan pada saat isolasi jamur tanah. Media isolasi diberikan perlakuan berupa penambahan fungisida untuk mengetahui jamur yang toleran terhadap bahan aktif fungisida.

Pengukuran pada media cair menggunakan metode penelitian yang dilakukan oleh Chanif *et al.* (2015) yang mengukur berat kering jamur setelah diinokulasikan pada media cair yang diberi perlakuan fungisida. Media yang digunakan terbagi menjadi 3 jenis media, yaitu media PDB standar, media PDB + Fungisida sistemik, dan media PDB + fungisida kontak. Media dimasukkan pada tabung reaksi sebanyak 10 ml yang selanjutnya ditambahkan isolat jamur dari media padat sebanyak 1 plong. Jamur diinokulasikan selama 14 hari dan dilakukan proses penyaringan jamur dengan kertas saring pada hari terakhir inokulasi. Hasil jamur yang telah disaring selanjutnya dikeringkan dengan oven selama 2 jam dan dilakukan penimbangan berat

kering jamur. Hasil berat kering jamur yang didapatkan selanjutnya dianalisis korelasi untuk mengetahui hubungan berat kering yang dihasilkan pada media standar dengan media perlakuan.

Pembahasan

Eksplorasi Jamur Rizosfer

Hasil eksplorasi jamur pada perakaran kentang menunjukkan adanya perbedaan jumlah jamur yang signifikan pada ketiga jenis media isolasi. Koloni jamur terendah ditemukan pada media PDA yang ditambahkan fungisida sistemik, sedangkan pada media PDA dengan fungisida kontak menunjukkan jumlah koloni yang lebih banyak. Hal ini menunjukkan adanya toleransi jamur rizosfer terhadap fungisida kontak berbahan aktif mankozeb dan tidak toleran terhadap fungisida sistemik dengan bahan aktif dimetomorf. Adanya toleransi jamur terhadap suatu bahan aktif fungisida menjadi awal yang baik dalam seleksi microbial fungicide remediation agent.

Fungisida sistemik merupakan fungisida yang dapat ditranslokasikan ke dalam jaringan tanaman (Yusuf 2018), sedangkan cara kerja fungisida kontak ialah dengan melapisi bagian luar tanaman untuk mencegah adanya infeksi awal patogen. Perbedaan cara kerja dari kedua fungisida yang digunakan menjadi salah satu indikator perbedaan jumlah koloni jamur yang tumbuh pada media isolasi. Sampel isolasi yang berasal dari tanah lebih toleran terhadap bahan aktif mankozeb. Hal ini diakibatkan karena fungisida kontak yang melapisi tanaman akan mengikuti arus air menuju ke permukaan tanah. Sedangkan fungisida sistemik yang dapat masuk ke dalam jaringan tanaman memiliki kemungkinan yang kecil untuk jatuh ke tanah. Sehingga jamur rizosfer yang ada di tanah tidak terbiasa dengan kehadiran bahan aktif dari fungisida sistemik.

Tabel 1. Jumlah koloni jamur hasil isolasi tanah tanaman kentang

Titik Pengambilan Sampel	Tingkat Pengenceran	Jumlah Koloni pada Media			Total Koloni
		PDA St	PDA Sis	PDA Kon	
K1	10-5	4	0	31	35
	10-6	28	1	22	51
K2	10-5	12	0	7	19
	10-6	3	0	7	10
K3	10-5	1	0	38	39
	10-6	0	0	4	4
K4	10-5	21	1	15	37
	10-6	0	0	7	7
K5	10-5	28	0	11	39
	10-6	0	0	6	6
Total:		97	2	148	247

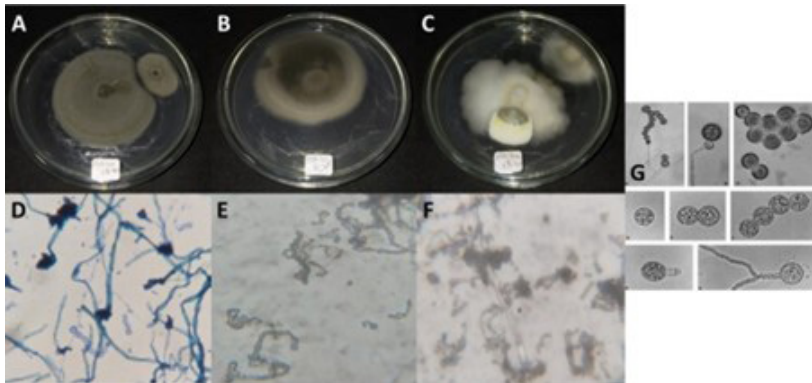
Keterangan: Jenis Media. PDA Sis: Media PDA yang ditambahkan Fungisida Sistemik berbahan aktif dimetomorf. PDA Kon: Media PDA yang ditambahkan Fungisida kontak berbahan aktif mankozeb. PDA St: Media PDA Standar tanpa penambahan apapun. Pengambilan Sampel: K1: Sampel Tanah Titik Ke-1. K2: Sampel Tanah Titik Ke-2. K3: Sampel Tanah Titik Ke-3. K4: Sampel Tanah Titik Ke-4. K5: Sampel Tanah Titik Ke-5. Taraf Pengenceran. 10-5: Pengenceran ke-5. 10-6: Pengenceran ke-6

Koloni jamur yang ditemukan sebanyak 247 koloni pada keseluruhan media, dimana terdapat beberapa koloni yang memiliki karakteristik yang sama. Jamur yang dipurifikasi/ dimurnikan ialah jamur yang ditemukan pada media perlakuan saja (media PDA + fungisida sistemik dan media PDA + fungisida kontak), sehingga jamur diseleksi menjadi 14 jamur. Kelompok jamur inilah yang selanjutnya akan diidentifikasi dan diberikan beberapa pengujian untuk mengetahui kemampuannya sebagai *microbial fungicide remediation agent*.

Identifikasi

Terdapat beberapa isolat jamur yang ditemukan memiliki genus yang sama dan sebagian tidak dapat diidentifikasi.

Phytium sp. (Isolat A) (Isolat B) (Isolat J)



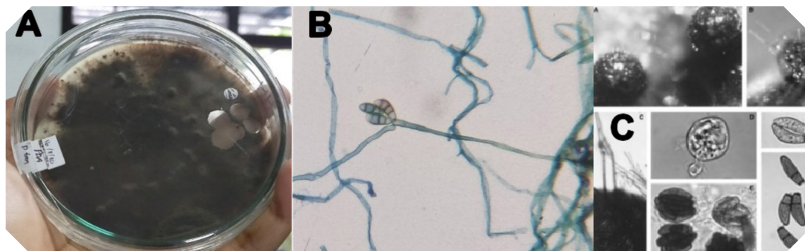
Gambar 1. Karakteristik jamur rizosfer. (A) akroskopis isolat A. (B) makroskopis isolat B. (C) makroskopis isolat J. (D) mikroskopis isolat A. (E) mikroskopis isolat B. (F) mikroskopis isolat J. (G) literatur mikroskopis jamur *Phytium* sp. (Watanabe 2000).

Ketiga isolat pada Gambar 1 menunjukkan perbedaan karakteristik pada morfologi jamur, akan tetapi pengamatan mikroskopis menunjukkan terdapat kesamaan dalam bentuk spora. Bentuk spora yang ditemukan sesuai dengan tipe spora jamur genus *Phytium* sp. Spora berbentuk bulat sempurna yang menyatu satu sama lain hingga membentuk rantai spora. Hifa yang terlihat jelas pada Gambar 1D dan 1F menunjukkan hifa yang tidak bersekat, sedangkan pada Gambar 1E tidak terlihat jelas bagian hifa jamur tersebut.

Morfologi yang ditemukan pada isolat A memiliki warna koloni hijau pucat pada seluruh permukaan koloni. Koloni isolat B memiliki warna koloni hijau pada bagian tengah dan putih pada bagian tepi. Isolat J memiliki karakteristik yang paling berbeda,

yaitu warna koloni putih yang dikombinasi dengan warna abu dan kuning pada bagian tengah.

Zopfiella sp. (Isolat C)

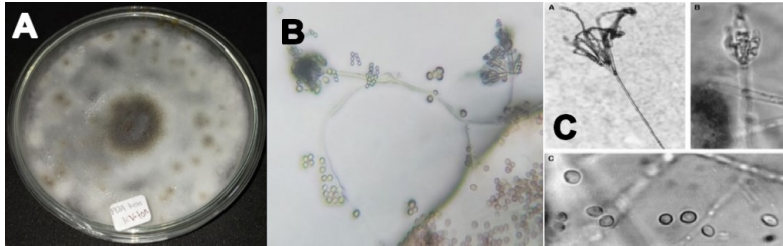


Gambar 2. (A) makroskopis jamur C dari tanah. (B) mikroskopis (perbesaran 40×) jamur C dari tanah. (C) literatur (Watanabe 2000)

Isolat C berwarna hitam dengan beberapa bagian berwarna abu-abu. Elevasi dari isolat termasuk dalam flat atau datar dengan terbentuknya sejenis bola-bola pada permukaan koloni jamur. Tepi isolat termasuk kategori filamentus dengan tekstur yang kasar. Pada pengamatan mikroskopis, terdapat konidia yang berbentuk lonjong dengan beberapa sekat. Ciri yang ditemukan pada isolat C menyerupai genus jamur *Zopfiella* sp.

Penicillium sp. (Isolat L)

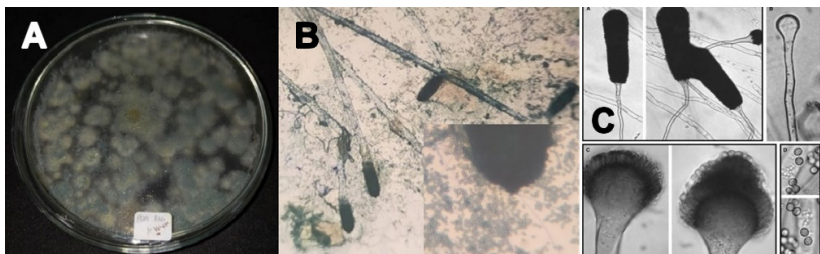
Isolat L merupakan salah satu isolat yang ditemukan dengan ciri-ciri morfologi berwarna coklat pada bagian tengah dan lapisan berwarna putih di bagian tepi. Hasil temuan pada penelitian Septia dan Parlindo (2019) mengungkapkan bahwa tekstur koloni *Penicillium* halus seperti kapas dan terdapat granula. Isolat ini memiliki elevasi yang flat atau datar dengan tekstur yang kasar. Isolat L memenuhi cawan dengan menyebar dalam beberapa koloni. Pada pengamatan mikroskop, ditemukan bentuk yang menyerupai sapu dengan bentuk konidia yang bulat pada ujung fialid. Ciri yang ditemukan mirip dengan jamur genus *Penicillium* sp.



Gambar 3. (A) makroskopis jamur L dari tanah. (B) mikroskopis (Perbesaran 40x) jamur L dari tanah. (C) Literatur (Watanabe 2000)

Aspergillus sp. (Isolat M)

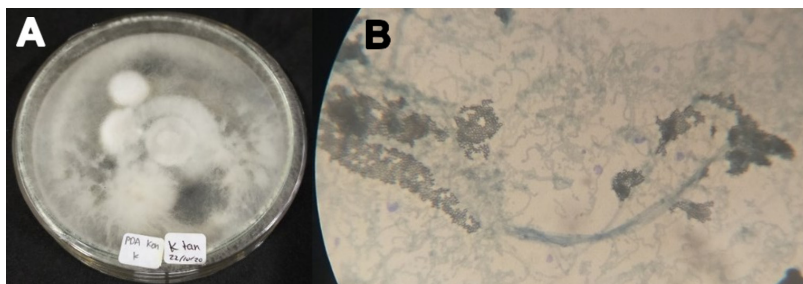
Isolat W tan memiliki morfologi atau penampakan luar dengan warna jamur bagian bawah berwarna putih dengan adanya tambahan serbuk berwarna hijau toska. Karakteristik yang sama juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan Septia dan Parlindo (2019) bahwa terdapat serbuk di atas koloni jamur. Pertumbuhan isolat M secara merata pada cawan tidak membentuk suatu koloni yang besar, tetapi menyebar dan tumbuh menjadi beberapa koloni-koloni kecil. Margin dari isolat M ialah *smooth* dengan elevasi yang *unbonated* serta tekstur koloni yang kasar. Hal ini dikarenakan adanya keberadaan dari serbuk kecil berwarna hijau toska.



Gambar 4. (A) makroskopis jamur M dari tanah. (B) mikroskopis (perbesaran 40x) jamur M dari tanah. (C) literatur (Watanabe 2000)

Pengamatan mikroskopis isolat M menunjukkan adanya kumpulan konidia hingga tampak pada mikroskop menghitam pada ujung konidiofor. Konidia yang ditemukan berbentuk bulat dan ada yang sedikit oval. Hal ini sesuai dengan yang dikatakan oleh Fajiah *et al.* (2019) yang menyebutkan bahwa bentuk konidia genus *Aspergillus* berbentuk bulat, semibulat, dan oval.

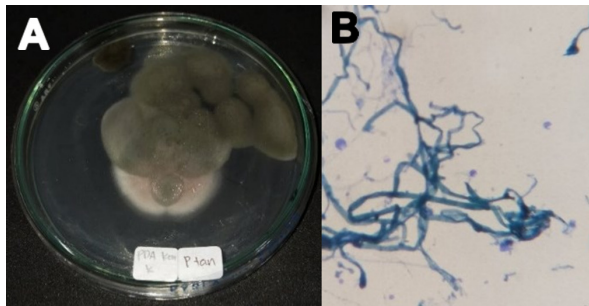
Isolat G (Tidak Teridentifikasi)



Gambar 5. (A) makroskopis jamur G dari tanah. (B) mikroskopis (perbesaran 40×) jamur G dari tanah.

Isolat G memiliki ciri-ciri koloni yang berwarna putih keunguan dengan margin yang berfilamen serta memiliki tekstur yang halus. Koloni memiliki elevasi yang unbonated dan menyebar ke seluruh cawan seperti pada gambar di atas. Segi mikroskopis yang ditemui tidak tampak ciri khusus yang terlalu jelas. Hanya ditemukan seperti gambar di atas dengan konidia yang berbentuk bulat. Sehingga susah untuk mengidentifikasi koloni jamur ini ke dalam suatu genus yang telah ditetapkan.

Isolat I (Tidak Teridentifikasi)



Gambar 6. (A) makroskopis jamur I dari tanah. (B) mikroskopis (perbesaran 40×) jamur I dari tanah

Isolat I merupakan isolat dengan ciri-ciri warna koloni berwarna abu kehitaman dengan elevasi convex serta memiliki tekstur koloni yang halus. Mikroskopis yang didapatkan berupa kumpulan dari beberapa hifa yang saling menyambung. Tidak terdapat ciri lain yang dapat ditemukan pada pengamatan mikroskopis. Sehingga penentuan kategori genus mengalami kesulitan.

Hasil Hipovirulen

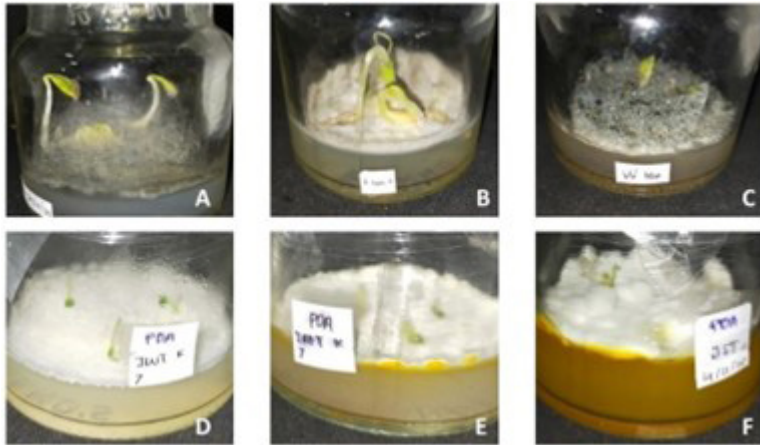
Pengujian hipovirulen dilakukan pada dua jenis bahan tanam, yaitu benih timun dan subkultur kentang. Benih timun merupakan salah satu sampel yang sensitif terhadap serangan patogen (Septia dan Parlindo 2019). Sedangkan subkultur kentang dipilih karena sampel isolasi tanah berasal dari lahan tanaman kentang. Sehingga dapat diketahui isolat jamur yang ditemukan pada perakaran tanah akan berbahaya bagi kentang atau tidak. Hasil pengujian hipovirulen tertera pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil pengujian hipovirulen isolat jamur hasil isolasi tanah dan jaringan tanaman kentang terhadap benih timun dan subkultur kentang

Kode	Kentang		Timun		Kode	Kentang		Timun	
	DSI	Ket	DSI	DSI		DSI	Ket	DSI	Ket
A Tan	2,6	V	1	H	O Tan	4	V	2,6	V
B Tan	1,3	H	4	V	P Tan	1,3	H	3	V
C Tan	4	V	1,3	H	R Tan	2,6	V	0	H
D Tan	1,3	H	0,3	H	S Tan	3,3	V	4	V
H Tan	2,6	V	4	V	T Tan	4	V	1	H
I Tan	2,6	V	3	V	V Tan	3	V	1,3	H
J Tan	4	V	4	V	W Tan	1	H	2,6	V
K Tan	1,6	H	1	H	AE Tan	4	V	4	V
M Tan	4	V	4	V	AF Tan	2,6	V	4	V
N Tan	4	V	4	V					

Keterangan. H (Hipovirulen), V (Virulen), dan DSI (Disease Severity Index / Indeks Keparahan Penyakit). Nilai DSI: 0: menunjukkan bahwa ketiga sampel benih yang diujikan tidak mengalami kerusakan sama sekali. 0,1-1: menunjukkan terdapat 1 sampel benih yang mengalami kerusakan. 1,1-2 menunjukkan terdapat 2 sampel benih yang diujikan mengalami kerusakan. 2,1-3 menunjukkan terdapat 3 sampel benih mengalami gejala kerusakan. 3,1-4 menunjukkan bahwa sampel menunjukkan gejala kematian.

Data yang didapatkan menunjukkan bahwa sebagian besar jamur termasuk kategori virulen atau menyerang tanaman. Virulensi jamur tidak merata pada kedua bahan tanam, terdapat jamur yang virulen terhadap salah satu bahan tanam saja. Seperti pada Gambar 7 yang menunjukkan berbagai respon bahan tanam terhadap keberadaan isolat jamur. Respon yang positif ditunjukkan oleh Gambar 7A dan 7D yang menunjukkan pertumbuhan jamur dan bahan tanam yang tidak saling mengganggu satu sama lain.

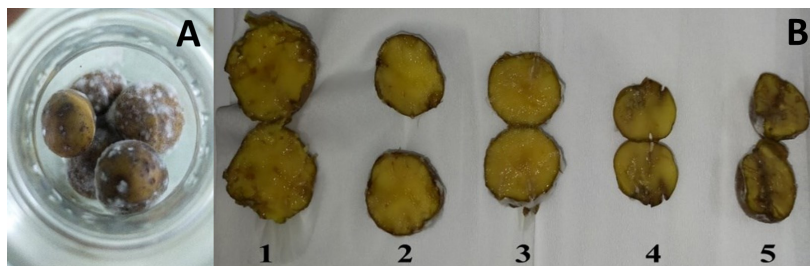


Gambar 7. Hasil hipovirulen. (A) Benih timun tumbuh baik. (B) benih timun memiliki bercak kecoklatan pada akar. (C) benih timun yang pertumbuhannya terhambat. (D) subkultur kentang tumbuh baik. (E) subkultur kentang dengan bercak kecoklatan. (F) subkultur kentang yang pertumbuhannya terhambat

Isolat jamur yang ditanam bersama dengan bahan tanam menunjukkan pertumbuhan yang optimal. Sebaran pertumbuhan jamur yang merata ke seluruh permukaan media dapat menyebabkan bahan tanam kesulitan untuk tumbuh dan berkembang. Seperti Gambar 7C dan 7F yang memperlihatkan adanya hambatan pertumbuhan bahan tanam akibat koloni jamur yang tebal dan padat. Terdapat gejala busuk dan bercak coklat pada bagian tanaman, baik pada timun (Gambar 7B) maupun pada subkultur kentang (Gambar 7E).

Postulat Koch

Pengujian postulat Koch ditujukan untuk mengetahui tingkat patogenisitas jamur patogen yang dimiliki. Isolat *Phytophthora infestans* yang dimiliki diujikan ke umbi kentang untuk mengetahui gejala yang ditimbulkan. Gejala yang ditimbulkan pada umbi kentang terlihat jelas pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Uji Postulat Koch. (A) umbi kentang pasca perendaman kultur cair *P. infestans* selama 5 jam yang kemudian ditiriskan dan dibiarkan selama 3 hari di suhu ruang. (B) gejala yang ditimbulkan pada umbi kentang setelah dipotong menjadi dua bagian. 1,2,3,4,5: sampel umbi kentang

Hasil yang didapatkan seperti pada Gambar 8 bahwa seluruh umbi menunjukkan gejala lunak dan basah pada umbi kentang. Sampel 5 merupakan sampel yang memiliki gejala paling parah ditandai dengan terbentuknya garis coklat yang membelah umbi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Brugman (2017) bahwa terbentuknya daerah coklat tua serta diikuti dengan kehadiran jamur berwarna putih menjadi salah satu gejala yang ditimbulkan oleh *Phytophthora infestans*.

Daya hambat

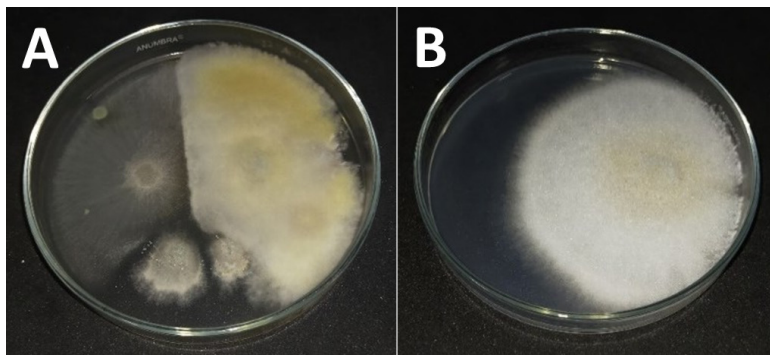
Pengujian daya hambat dilakukan untuk mengetahui potensi jamur yang ditemukan dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *P. infestans*. Hasil pengujian daya hambat tertera pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Hasil pengujian daya hambat bakteri dan jamur hasil isolasi tanah dan jaringan tanaman kentang terhadap isolat *P. Infestans*.

Isolat Jamur							
Kode	Nilai	Kode	Nilai	Kode	Nilai	Kode	Nilai
Isolat A	33%	Isolat E	0%	Isolat H	16%	Isolat M	50%
Isolat B	66%	Isolat F	50%	Isolat I	50%	Isolat N	50%
Isolat C	50%	Isolat G	16%	Isolat J	33%	Isolat O	50%
Isolat D	33%						

Keterangan: Kode Isolat. A tan: isolat bakteri atau jamur yang ditemukan pada hasil eksplorasi tanah. A Jar: bakteri A yang ditemukan pada hasil eksplorasi jaringan tanaman kentang. 1 Jar: jamur 1 yang ditemukan pada hasil eksplorasi jaringan tanaman kentang, dan seterusnya.

Hasil pengujian daya hambat pada Tabel 3 menunjukkan hampir seluruh jamur yang ditemukan dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *P. infestans*. Nilai hambatan tertinggi didapatkan oleh isolat B sebesar 66%, sedangkan hambatan terendah pada isolat E sebesar 0% atau tidak terjadi hambatan pertumbuhan jamur patogen.



Gambar 9. Hasil pengujian daya hambat isolat jamur dan bakteri. (A) penghambatan oleh jamur. (B) Kontrol

Seperti pada Gambar 9A menunjukkan jamur *P. infestans* yang ditumbuhkan bersama dengan jamur rizosfer membentuk garis lurus sebagai indikator terjadi hambatan pertumbuhan. Hal ini berbeda dengan Gambar 9B yang menunjukkan pertumbuhan kontrol jamur *P. infestans*.

Pengujian Remediasi

Pengujian remediasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan tumbuh dan berkembangnya jamur pada media berfungisida. Hal ini menjadi salah satu indikator kemampuan jamur dalam mengolah dan mendegradasi bahan aktif fungisida yang terkandung pada komposisi media. Pengujian remediasi dilakukan dengan melihat perbandingan berat kering jamur yang tumbuh pada tiga jenis media yang tertera pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Berat kering jamur setelah diinkubasi selama 14 hari pada tiga jenis media

No.	Kode	Berat Kering (gram)			Keterangan
		Kontrol	Sistemik	Kontak	
1.	A tan	0,151	0,174	0,136	BK Kontrol > BK Sistemik dan Kontak
2.	AE tan	0,038	0,027	0,017	
3.	AF tan	0,158	0,167	0,148	
4.	B tan	0,126	0,145	0,14	BK Sistemik dan Kontak > BK Kontrol
5.	C tan	0,052	0,035	0,036	BK Kontrol > BK Sistemik dan Kontak
6.	D tan	0,034	0,02	0,017	
7.	H tan	0,141	0,16	0,137	BK sistemik > BK Kontrol
8.	I tan	0,169	0,138	0,148	BK Kontrol > BK Sistemik dan Kontak
9.	J tan	0,029	0,054	0,034	BK Sistemik dan Kontak > BK Kontrol
10.	K tan	0,156	0,165	0,165	BK Sistemik dan Kontak > BK Kontrol
11.	O tan	0,037	0,051	0,02	BK sistemik > BK Kontrol
12.	P tan	0,141	0,163	0,125	
13.	R tan	0,124	0,143	0,15	BK Sistemik dan Kontak > BK Kontrol

14.	S tan	0,026	0,038	0,029	BK Sistemik dan Kontak > BK Kontrol
15.	T tan	0,027	0,028	0,015	BK sistemik > BK Kontrol
16.	V tan	0,157	0,215	0,148	
17.	W tan	0,178	0,19	0,121	
Korelasi			0,83	0,80	

Keterangan: Interpretasi Korelasi: A. 0,00 – 0,199: sangat lemah. B. 0,20-0,399: lemah. C. 0,40-0,599: sedang. D. 0,60-0,799: kuat. E. 0,8-1,0: kuat.

Berat kering jamur menjadi indikator pertumbuhan jamur pada suatu jenis media. Hasil yang didapatkan menunjukkan dapat digolongkan menjadi dua kategori, terdapat jamur yang memiliki berat kering kontrol lebih besar dibandingkan pada media lain serta berat kering pada media perlakuan yang lebih besar dibandingkan kontrol. Berat kering jamur yang lebih besar dibandingkan kontrol menunjukkan adanya peranan kandungan fungisida dalam media yang membantu pertumbuhan jamur. Hal ini menunjukkan bahwa jamur dapat memanfaatkan bahan aktif fungisida yang ada di dalam media untuk berkembang lebih optimal dibandingkan pada media kontrol.

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan hampir seluruh jamur yang ditemukan mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *P. infestans*, dengan nilai hambatan tertinggi sebesar 66%. Beberapa isolat jamur yang ditemukan juga mampu dalam memanfaatkan bahan kimia dari fungisida untuk tumbuh dan berkembang yang menjadi indikator dalam pengujian bioremediasi jamur. Selain itu, terdapat beberapa jamur yang memiliki kemampuan dalam hal menghambat jamur patogen *P. infestans* serta sebagai agen remediasi, salah satunya ialah Isolat G. Isolat G dapat berperan sebagai bioremediasi pada fungisida kontak maupun sistemik dan mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *P. infestans* sebesar 16%. Akan tetapi isolat G belum bisa diidentifikasi. Isolat jamur lainnya juga memiliki kemampuan yang sama, hanya saja tidak semua jamur memiliki kemampuan baik dalam menghambat

pertumbuhan jamur patogen *P. infestans* dan meremediasi bahan kimia dari fungisida sistemik maupun kontak.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak sponsor dalam mendanai penelitian ini hingga selesai. Penelitian ini didanai Oleh PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. dalam program Indofood Riset Nugraha pada tahun 2020.

Daftar Pustaka

- Barus S, Tarigan R, Hutabarat RC. 2017. Pengaruh pemberian tiga isolat *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan vegetatif dan produksi kentang var Granola. *Jurnal Agroteknosains*. 1(2): 124–129.
- BPS. 2018. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia. BPS Statistics Indonesia.
- Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian. 2016. Statistik Prasarana dan Sarana Pertanian 2011-2015. Direktorat Jendral Prasarana dan Sarana Kementan.
- Firmansyah, MA dan Alfarisi, MH. 2016. Uji patogenitas patogen hawar daun pada tanaman kayu Afrika (*Maesopsis eminii* Engl.) di persemaian permanen BPDAS Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 7(2): 115–124.
- Mustikasari D. 2019. Upaya konservasi tanaman akumulator untuk meminimal cemaran logam berat di lahan tambang timah, Pulau Bangka. *Jurnal Teknosains*. 13(2): 89–95.
- Mirani ED, Burhanuddin, Suryantini R. 2016. Uji pertumbuhan *Fusarium* sp. pembentuk Gubal Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) pada variasi media tumbuh dan suhu. *Jurnal Hutan Lestari*. 4(4): 446–452.
- Purwantisari S, Parman S, Sitepu H. 2018. Peningkatan pertumbuhan dan hasil panen kentang oleh aplikasi biofungisida Tricho Powder produk lokal Temanggung. *Jurnal Akademika Biologi*. 7(4): 28–31.

- Putro NS, Aini LQ, Abadi AL. 2014. Pengujian konsorsium mikroba antagonis untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah besar (*Capsicum annum* L.). Jurnal HPT. 2(4):44-53.
- Sekretaris Jenderal Kementerian Pertanian. 2018. Buku Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2018. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- Septia, ED dan Parlindo, F. 2019. Keanekaragaman dan sebaran mikroba endofit indigenus pada tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill). Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences. 3(1):1- 14.
- Tirtana Et al.. 2013. Eksplorasi jamur endofit pada tanaman kentang (*Solanum Tuberosum* L) serta potensi antagonismenya terhadap *P. Infestans* (Mont.) De Barry penyebab penyakit hawar daun secara in vitro. Jurnal HPT. 1(3):91-101.
- Ulva F, Rizyana NP, Rahmi A. 2019. Hubungan tingkat pengetahuan dengan gejala keracunan pestisida pada petani penyemprotan pestisida tanaman hortikultura di Kecamatan Lembah Gumanti Kabupaten Solok Tahun 2019. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi. 19(3):501-503.
- Watanabe T. 1937. Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species second edition. CRC Press. Boca Raton.
- Yusuf AM. 2018. Analisis resistensi *Phytophthora infestans* (patogen hawar daun kentang) terhadap fungisida di Kecamatan Kayu Aro Barat Kabupaten Kerinci Provinsi Jambi. Skripsi tesis. Universitas Mercu Buana Yogyakarta.
- Chanif I, Djauhari S, Aini LQ. 2015. Uji potensi jamur pelapuk putih dalam bioremediasi insektisida karbofuran. Jurnal HPT. 3(2):83-90.
- Faijah I, Purnawati A, Mujoko T. 2019. Eksplorasi dan identifikasi jamur endofit dari akar tanaman tomat. Seminar Nasional Dies Natalis UNS Tahun 2019.
- Brugman E, Purbajanti ED, Fuskhah E. 2017. Pengendalian penyakit hawar (*lateblight*) pada kentang (*Solanum tuberosum*

1.) melalui penerapan solarisasi tanah dan aplikasi agen hayati *Trichoderma harzianum*. Jurnal Agro Complex. 1(2):31-38.