

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

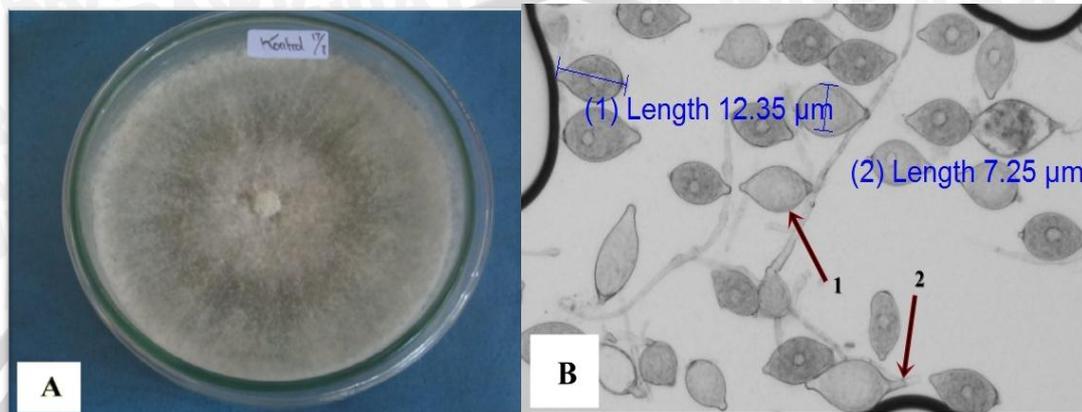
4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur *Phytophthora palmivora* Penyebab Busuk Buah Kakao

Hasil pengamatan isolasi patogen yang didapat dari buah kakao yang dengan gejala busuk buah didapatkan biakan murni jamur *P. palmivora* yang didapat pada media V8 juice dan media PDA. Pengamatan morfologi pada koloni jamur *P. palmivora* berumur 7 hari secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis kenampakan pada media PDA koloni berwarna putih seperti kapas. Koloni jamur *P. palmivora* membentuk lingkaran konsentris dengan bagian tepi yang tidak rata. Koloni *P. palmivora* pada hari ke-tujuh koloni mulai berwarna putih kekuningan baik pada permukaan maupun di bagian bawah cawan petri dengan pinggiran yang rata dan memenuhi cawan petri pada hari tersebut.

Pada pengamatan mikroskopis *P. palmivora* menunjukkan bahwa hifa tidak bersekat. Sporangisfor hialin dan tidak bersekat. Sporangium berbentuk seperti buah lemon yang ujungnya terdapat papila. Pada pengamatan yang dilakukan juga ditemukannya klamidospora yang berisi zoospora yang dihasilkan secara aseksual didalam kantung sporangium oleh jamur *P. palmivora*. Zoospora sendiri merupakan spora yang berfungsi sebagai alat gerak, dan pada keadaan yang menguntungkan untuk tumbuh yaitu pada keadaan lembab untuk menginfeksi buah kakao yang sehat. Sedangkan menurut Erwin dan Ribeiro (1996), *P. palmivora* memproduksi klamidospora berbentuk bulat, terminal dan beberapa interkalar, dengan cabang sporangiofor simple sympodial, caducous dengan pedisel berukuran 4-6 μm . Pedisel kategorikan sebagai pedisel yang pendek. Bervariasinya morfologi yang dimiliki oleh *P. palmivora* disebabkan oleh banyak faktor diantaranya kecukupan nutrisi, kondisi medium, inang, umur biakan, kelembaban dan cahaya

Menurut Stamps *et al.* (1990) Karakteristik koloni *P. palmivora* pada umumnya berbentuk bulat dengan pinggiran yang tidak rata dan berwarna putih. Terdapat empat bentuk sporangia ovoid, limoniform, obturbinate, dan obpyriform, panjang sporangium 40-62 μm dan lebar 28-43 μm , mempunyai papila, pedicel pendek, caducous, dan model percabangan simpel simpodia. Bentuk sporangia sangat beragam tergantung pada isolatnya, umumnya berbentuk elipsoid sampai

ke ovoid dan mempunyai papila yang menonjol. Sporangia *P. palmivora* adalah caducous dengan pedikel $< 5 \mu\text{m}$, dan sangat beragam dalam ukuran panjang dan lebar, berkisar antara 40-60 μm panjang, lebar 20-40 μm dan perbandingan panjang lebar 1,4-2,0 μm (Erwin dan Ribeiro, 1996).



Gambar 4. Jamur *P. palmivora* penyebab busuk buah kakao. A. Biakan murni *P. palmivora* pada media PDA umur 7 hari. B.(1) Sporangium (2) sporangiosfor *P. palmivora*.

4.2 Eksplorasi Jamur Endofit Pada Jaringan Tanaman Kakao

Eksplorasi dilakukan pada jaringan tanaman kakao yaitu pada bagian akar, batang, daun, dan buah kakao yang dalam keadaan sehat. Jaringan tanaman tersebut ditanam pada media PDA dan dilakukan inkubasi selama 7 hari. Setelah 7 hari isolasi jamur yang tumbuh dari dalam jaringan tanaman kakao dipisahkan sesuai dengan kenampakan warna koloni, dan diisolasi dimurnikan pada media PDA yang baru. Dari hasil isolasi dan identifikasi yang dilakukan eksplorasi jamur endofit pada tanaman kakao didapatkan biakan murni jamur endofit dengan jumlah 26 isolat jamur. Keanekaragaman jamur endofit yang diperoleh dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Keanekaragaman Jamur endofit yang diperoleh dari jaringan tanaman kakao

Jaringan Tanaman	Genus
Akar	<i>Cephalosporium</i> sp.1 Isolat EK 1 <i>Trichoderma</i> sp.2
Batang	<i>Fusarium</i> sp.1 <i>Fusarium</i> sp.2 <i>Cephalosporium</i> sp.3 Isolat EK 3 Isolat EK 4 Isolat EK 5 <i>Pestotolia</i> <i>Trichoderma</i> sp.3 Isolat EK 6
Daun	<i>Cephalosporium</i> sp.2 <i>Colletotrichum</i> sp.1 <i>Colletotrichum</i> sp.2 <i>Curvularia</i> sp. <i>Fusarium</i> sp.3 Isolat EK 2 Isolat EK 9 Isolat EK 10 <i>Trichoderma</i> sp.1 <i>Trichoderma</i> sp.4
Buah	<i>Fusarium</i> sp.4 <i>Gloessporium</i> sp. Isolat EK 7 Isolat EK 8

Berdasarkan tabel 1. diatas menunjukkan bahwa koloni jamur endofit pada jaringan akar tanaman kakao terdapat 3 isolat jamur, terdiri dari dua isolat jamur yang teridentifikasi yaitu *Cephalosporium* sp.1, dan *Trichoderma* sp.2, dan satu isolat jamur tidak teridentifikasi yang diberi nama isolat EK 1. Pada jaringan batang terdapat 9 isolat jamur, terdiri dari lima isolat jamur yang teridentifikasi yaitu *Fusarium* sp.1, *Fusarium* sp.2, *Cephalosporium* sp.3, *Pestotolia* sp., dan *Trichoderma* sp.3, dan tiga isolat jamur yang tidak teridentifikasi yang kemudian diberi nama Isolat EK 3, Isolat EK 4, dan isolat EK 5. Pada jaringan daun terdapat tujuh isolat jamur yang teridentifikasi, antara lain *Cephalosporium* sp.2, *Colletotrichum* sp.1, *Colletotrichum* sp.2, *Curvularia* sp, *Fusarium* sp.3, *trichoderma* sp.1, dan *Trichoderma* sp.4. Sedangkan tiga isolat tidak dapat

teridentifikasi yang kemudian diberi nama Isolat EK 2, Isolat EK 9, dan Isolat EK 10. Pada jaringan buah terdapat empat isolat jamur terdiri dari dua isolat jamur yang teridentifikasi yaitu *Fusarium* sp.4, dan *Gleosporium* sp, dan dua jamur yang tidak teridentifikasi yaitu Isolat EK 7, dan Isolat EK 8.

4.3 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Jaringan Tanaman Kakao

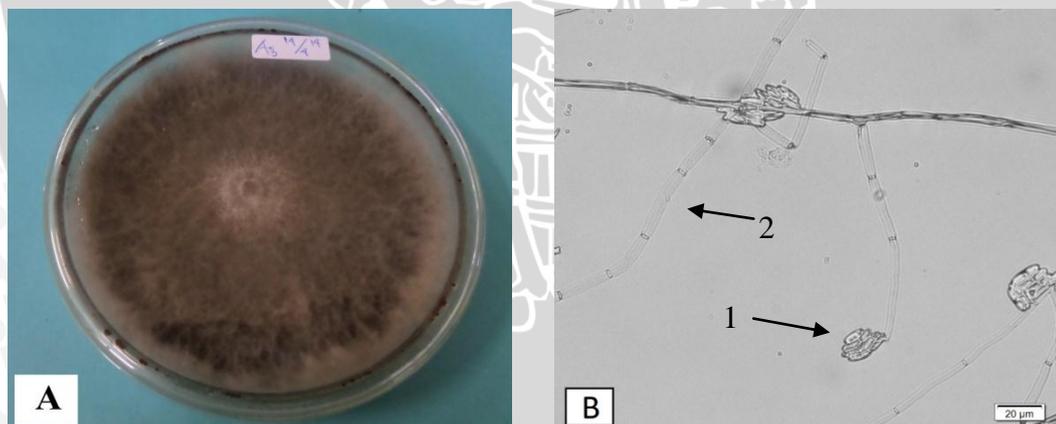
4.3.1 Isolat *Chepalosporium* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna hitam pudar dengan pertumbuhan awal koloni berwarna putih. Pertumbuhan koloni ini relatif cepat. Dalam waktu enam hari koloni telah tumbuh menyebar merata keseluruhan bagian cawan petri (Gambar 5A).

b. Mikroskopis

pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat konidia hialin dan berkumpul di ujung konidiofor (Gambar 5B). Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidia terbentuk diujung konidiofor dan berkelompok, terdiri 1 sel. Berdasarkan deskripsi secara makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Cephalosporium* sp.1.



Gambar 5. Jamur *Cephalosporium* sp. 1. A. biakan murni jamur *Cephalosporium* sp. 1 umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia (2) hifa.

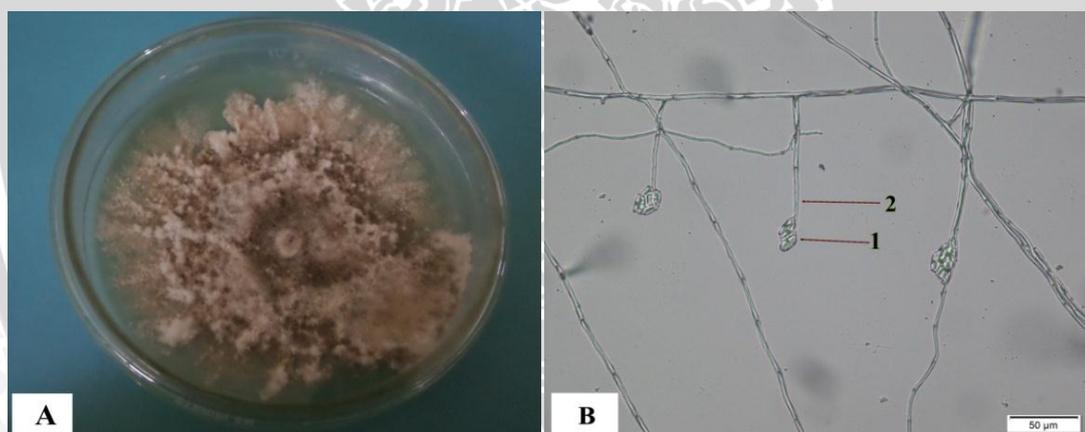
4.3.2 Isolat *Cephalosporium* sp. 2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan pertumbuhan koloni berwarna putih. Permukaan koloni berstruktur kasar dengan pertumbuhan yang sedikit lambat menyebar tidak beraturan dan memenuhi cawan petri dengan media PDA. Koloni tidak berbentuk konsentris. Dalam waktu 8 hari koloni baru berdiameter koloni mencapai 8 cm pada hari (Gambar 6A).

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa memanjang, bersekat, dan hialin. Konidia berkumpul di ujung konidiofor dan berwarna hialin (Gambar 6B). Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor ramping atau membengkak sederhana, konidia hialin terdiri 1 sel dan terbentuk diujung konidiofor, konidia berkelompok. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Cephalosporium* sp.2.



Gambar 6. Jamur *Cephalosporium* sp. 2. A. biakan murni jamur *Cephalosporium* sp. 2 umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor.

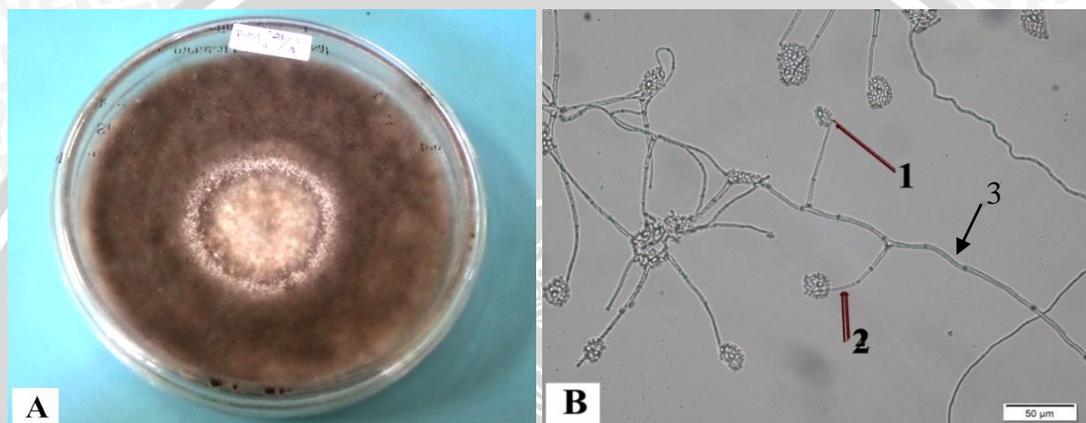
4.3.3 Isolat *Cephalosporium* sp. 3

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna hitam dengan pertumbuhan awal koloni berwarna putih. Terdapat lingkaran konsentris berwarna putih pada permukaan koloni. Permukaan koloni halus dengan pertumbuhan koloni ini relatif cepat. Dalam waktu empat hari koloni telah tumbuh menyebar menyebar rata keseluruh bagian cawan petri (Gambar 7A).

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa memanjang, bersekat, dan hialin. Konidiofor bersekat dan memanjang serta hialin. Konidia berkumpul di ujung konidiofor (Gambar 7B). Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor ramping atau membengkak sederhana, konidia hialin terdiri 1 sel dan terbentuk diujung konidiofor, konidia berkelompok. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Cephalosporium* 3.



Gambar 7. Jamur *Cephalosporium* sp. 3. A. biakan murni jamur *Cephalosporium* sp. 3 umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor, (3) hifa.

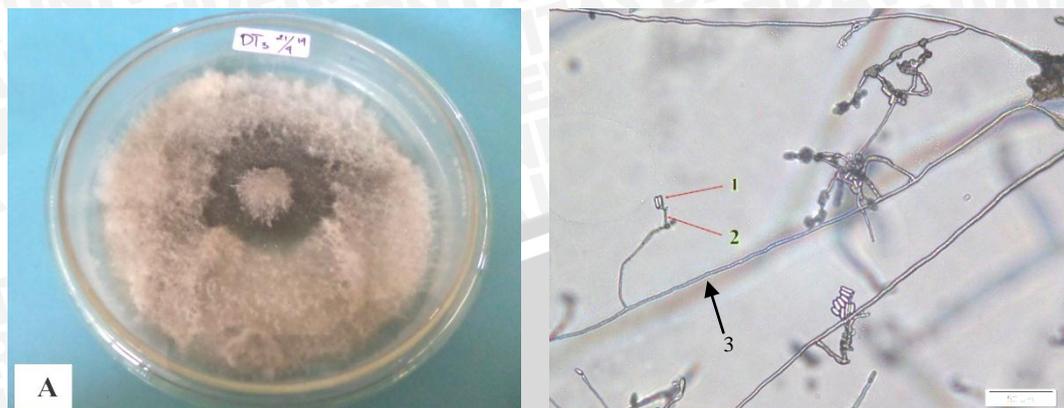
4.3.4 Isolat *Colletotrichum* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih. Permukaan koloni tebal sampai ke tepi dan permukaan koloni kasar. Warna dasar koloni putih. Pertumbuhan koloni sedikit lambat. Koloni menyebar ke seluruh permukaan cawan petri dengan media PDA pada hari ke-8.

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa hialin dan bercabang. Konidiofor panjang, hialin, bersekat. Konidia hialin berbentuk oval dengan ujung tumpul. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidia berbentuk seperti bantal dengan ujung tumpul, konidiofor sederhana memanjang, konidia hialin terdiri 1 sel. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Colletotrichum* sp.



Gambar 8. Jamur *Colletotrichum* sp. 1. A. biakan murni jamur *Colletotrichum* sp. 1 umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor, (3) hifa.

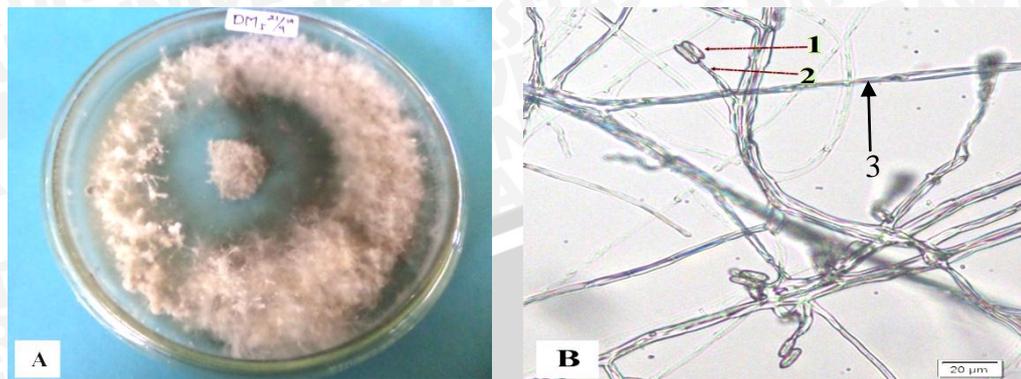
4.3.5 Isolat *Colletotrichum* sp. 2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih. Permukaan koloni tebal sampai ke tepi dan permukaan koloni kasar. Warna dasar koloni putih. Pertumbuhan koloni sedikit lambat. Pertumbuhan koloni menyebar ke seluruh permukaan cawan petri pada hari ke-9 (Gambar 9A).

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan (Gambar 9B) hifa hialin, panjang dan bercabang. Konidiofor panjang, hialin, bersekat, tunggal, tidak bercabang dan bersekat. Konidia hialin, berbentuk oval seperti bantal dengan ujung tumpul. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidia berbentuk seperti bantal dengan ujung tumpul, konidiofor sederhana memanjang, konidia hialin terdiri 1 sel. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Colletotrichum* sp. 2.



Gambar 9. Jamur *Colletotrichum* sp.2. A. biakan murni jamur *Colletotrichum* sp. 2 umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor, (3) hifa.

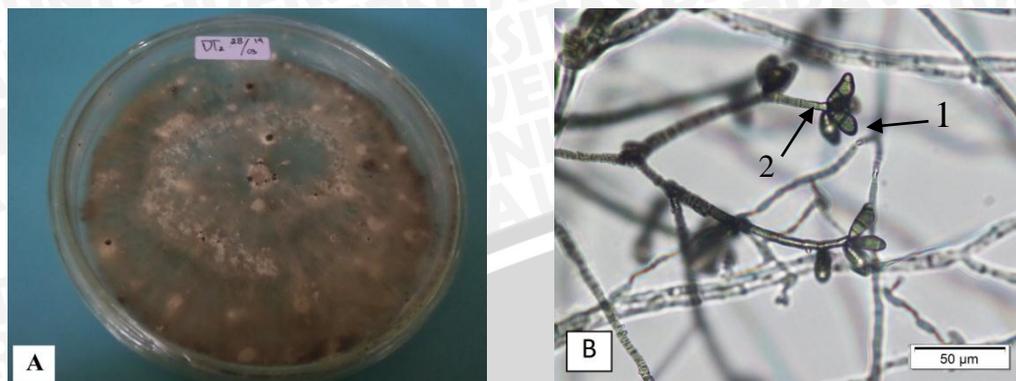
4.3.6 Isolat *Curvularia* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna coklat pudar dengan pertumbuhan awal koloni berwarna putih. Koloni mempunyai lingkaran konsentris akan tetapi tidak sempurna. Pertumbuhan koloni ini relatif cepat. Dalam waktu enam hari koloni telah tumbuh menyebar merata keseluruhan bagian cawan petri (Gambar 10A).

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan konidiofor berwarna coklat, lurus dan terdapat beberapa konidia. Konidia berwarna coklat bersepta 3-4, di septa ketiga agak mengembung dan membengkok (Gambar 10B). Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor berwarna coklat, sederhana. Konidia bersepta 3-5 sel dan membengkok pada sel ketiga. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopi jamur endofit ini adalah *Curvularia* sp.



Gambar 10. Jamur *Culvularia* sp. A. biakan murni jamur *Culvularia* sp. umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor.

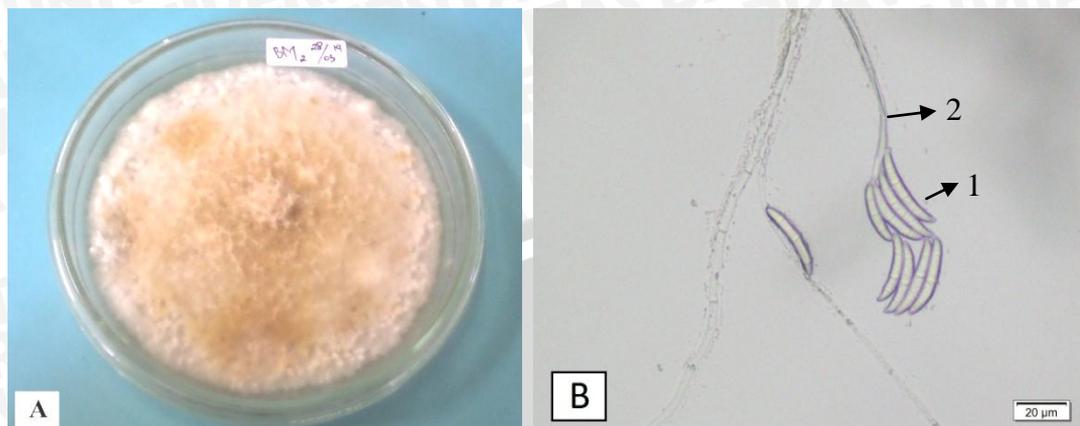
4.3.7 Isolat *Fusarium* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (Gambar 11A) menunjukkan koloni berwarna putih kapas. Pada awal pertumbuhan koloni menggunggung kemudian menyebar agak tebal, agak kasar dan tumbuh rata. Warna dasar koloni berwarna putih kekuningan. Pertumbuhan koloni agak cepat mencapai 5,6 dalam delapan hari. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan miselium *Fusarium* sp. seperti kapas pada biakan media, bagian dasar berwarna merah muda, ungu atau kuning.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa panjang, hialin dan bersekat. Konidiofor pendek, tidak bercabang dan hialin. Makrokonidia hialin berbentuk melengkung seperti bulan sabit (Gambar 11B). Gandjar dkk. (1999) menyebutkan makrokonidia berbentuk sabit, langsing dan runcing pada kedua ujungnya. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Fusarium* sp. 1.



Gambar 11. Jamur *Fusarium* sp. 1. A. biakan murni jamur *Fusarium* sp. 1 umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor.

4.3.8 Isolat *Fusarium* sp. 2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih pertumbuhan koloni menggunung dan tumbuh tidak beraturan ke tepi. Pertumbuhan koloni agak lambat dengan tepi berwarna putih tipis. Diameter koloni mencapai 9 cm pada hari ke-8 yang ditumbuhkan pada media PDA (Gambar 12A).

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa memanjang, bersekat, dan hialin. Konidiofor ramping, tegak, bersekat dan hialin. Makrokonidia hialin, bersekat 3 atau lebih, melengkung pada kedua ujung lancip seperti bulan sabit (Gambar 12B).

Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor bervariasi berbentuk ramping dan simpel, menggebung dan pendek, makrokonidia terdiri dari beberapa sel sedikit melengkung, berbentuk seperti perahu kano. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Fusarium* sp. 2.



Gambar 12. Jamur *Fusarium* sp. 2. A. biakan murni jamur *Fusarium* sp. 2 umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor, (3) hifa.

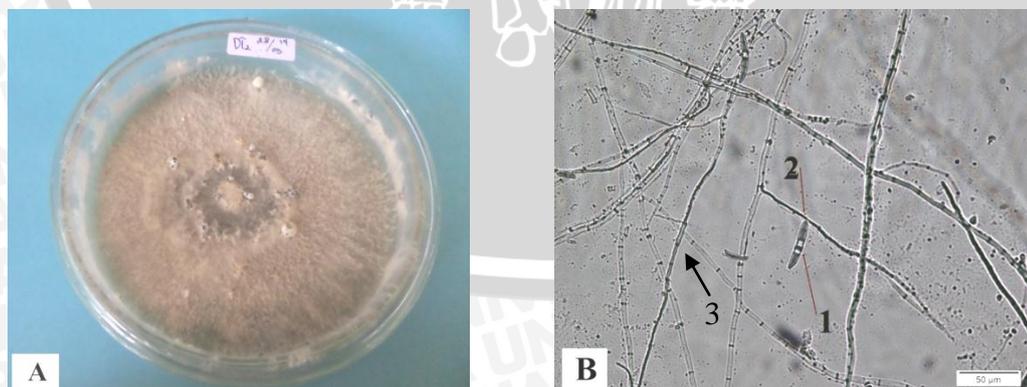
4.3.9 Isolat *Fusarium* sp. 3

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih kecoklatan. Pada awal pertumbuhan koloni berwarna putih tipis. Koloni tumbuh menyebar beraturan dengan permukaan bertekstur halus. koloni tumbuh cepat pada media PDA dengan diameter 9 cm pada hari ke-7 (Gambar 13A).

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa memanjang, hialin, dan bersekat. Konidiofor panjang, bercabang dan hialin. Makrokonidia bersekat dengan 2-3 sel dan berbentuk bulan sabit (Gambar 13B). Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor bervariasi berbentuk ramping dan simpel, menggebung dan pendek, makrokonidia terdiri dari beberapa sel sedikit melengkung, berbentuk seperti perahu kano. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Fusarium* sp. 3.



Gambar 13. Jamur *Fusarium* sp. 3. A. biakan murni jamur *Fusarium* sp. 2 umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor, (3) hifa.

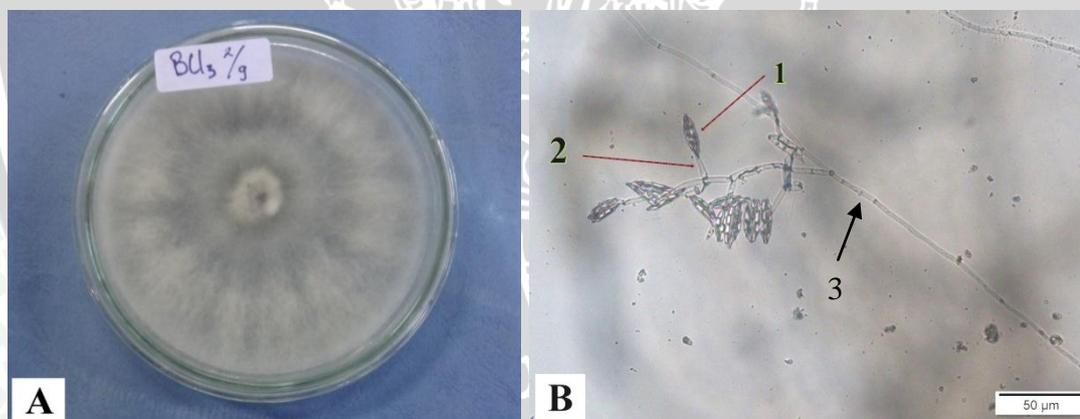
4.3.10 Isolat *Fusarium* sp. 4

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan awal pertumbuhan koloni berwarna putih. Permukaan koloni halus dengan warna putih di bagian tengah. Pertumbuhan koloni cepat pada media PDA dengan diameter telah mencapai 9cm pada hari ke-5. Warna dasar koloni berwarna putih dengan lingkaran konsentris yang kurang sempurna (Gambar 14A).

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa memanjang, bersekat, dan hialin, konidiofor bersekat, bercabang dan hialin. Konidia bersekat dan berbentuk seperti bulan sabit yang ujungnya runcing (Gambar 14B). Gandjar dkk. (1999) menyebutkan makrokonidia berbentuk sabit, langsing dan runcing pada kedua ujungnya. Barnett dan Hunter (1960) menyatakan konidiofor bervariasi berbentuk ramping dan simpel, menggembung dan pendek, makrokonidia terdiri dari beberapa sel sedikit melengkung, berbentuk seperti perahu kano. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit ini adalah *Fusarium* sp. 5.



Gambar 14. Jamur *Fusarium* sp. 4. A. biakan murni jamur *Fusarium* sp. 4 umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor, (3) hifa.

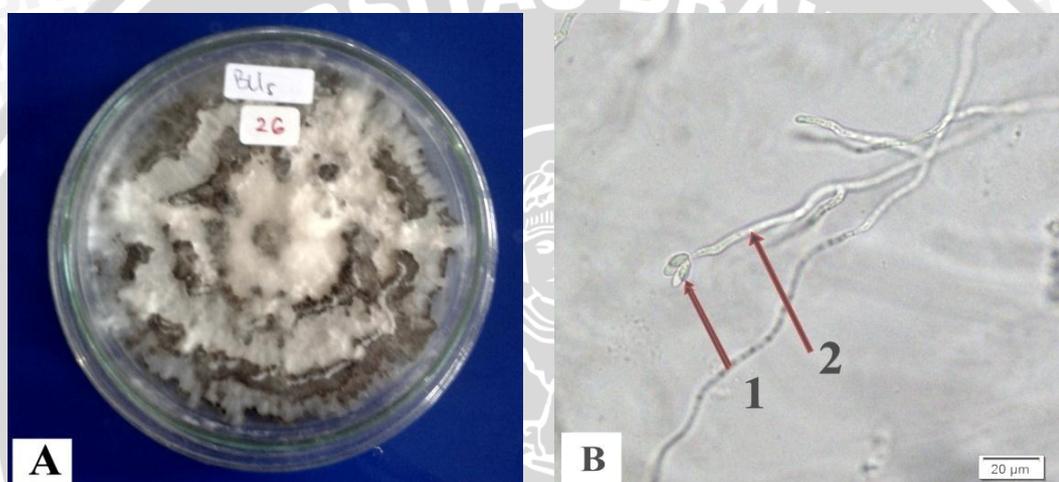
4.3.11 Isolat *Gloesporium* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih. Permukaan bertekstur agak kasar menyerupai kelopak bunga. Pertumbuhan koloni pada media selama tujuh hari agak lambat. Warna dasar koloni putih kehitaman dengan adanya lingkaran konsentris yang kurang sempurna (Gambar 15A).

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa memanjang, tidak bersekat dan hialin. Konidiofor agak panjang dengan konidia berada pada ujung konidiofor bersel 1 dan bentuk oval ramping (Gambar 15B). Hal ini sesuai dengan Barnet (1960) yang menyatakan bahwa ciri mikroskopis jamur *Gleosporium* sp. adalah konidiofor sederhana, panjang bervariasi. Konidia hialin satu sel, bulat, hingga oval. Terkadang bentuk bengkok (cekung). Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit tersebut, maka jamur endofit ini adalah *Gleosporium* sp.



Gambar 15. Jamur *Gleosporium* sp. A. biakan murni jamur *Gleosporium* sp. umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor.

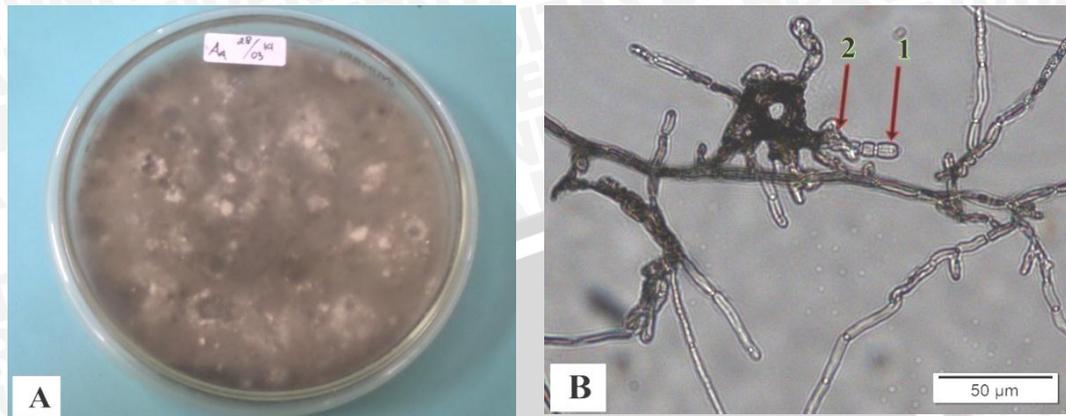
4.3.12 Isolat EK 1

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna abu-abu gelap. Permukaan koloni kasar dengan dasar koloni berwarna hitam. Diameter koloni 9 cm pada hari ke-6 mas inkubasi (Gambar 16A).

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat dan bercabang. Konidiofor pendek, hialin dan ramping. Konidia hialin, bentuk lonjong dengan ujung di konidiofor tumpul dan ujung atas oval (Gambar 16B).



Gambar 16. Isolat EK1. A. biakan murni jamur umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor.

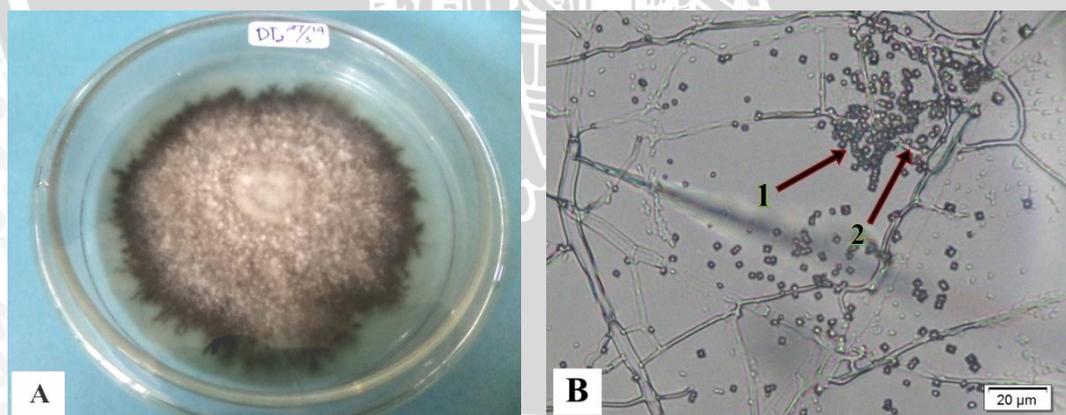
4.3.13 Isolat EK 2

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih kehitaman. Pola pertumbuhan koloni menyebar secara tidak merata. Pertumbuhan koloni lambat, dalam waktu 7 hari koloni berdiameter 7cm pada cawan petri (Gambar 17A).

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa ramping, tidak bersekat, dan hialin. Konidiofor bercabang. Konidia menyebar dan berbentuk seperti balok (Gambar 17B).



Gambar 17. Isolat EK2. A. biakan murni jamur umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor.

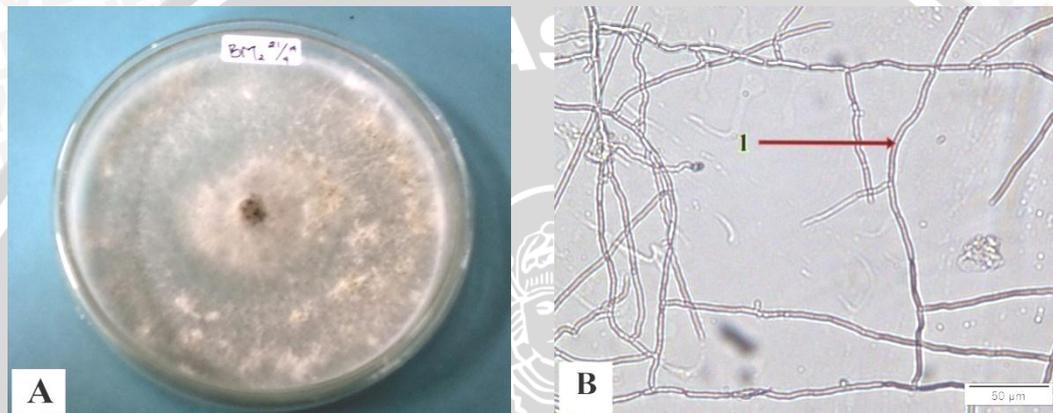
4.3.14 Isolat EK 3

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih seperti kapas berserat kasar. Dasar koloni berwarna putih. Pertumbuhan sangat cepat memenuhi cawan petri (Gambar 18A).

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa hialin, tidak bersekat dan bercabang. Konidia tidak muncul pada inkubasi selama 7 hari (Gambar 18B).



Gambar 18. Isolat EK 3. A. biakan murni jamur umur 7 hari pada media PDA. B. (1) hifa.

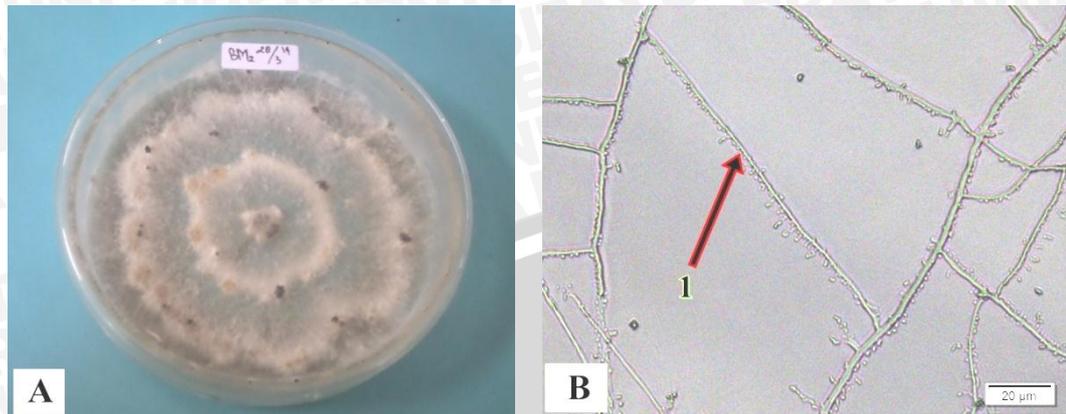
4.3.15 Isolat EK 4

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis pada awal pertumbuhan koloni berwarna putih. Koloni tumbuh menyebar beraturan dan membentuk lingkaran konsentris. Permukaan koloni bertekstur agak kasar. Warna dasar koloni berwarna putih. Diameter koloni 9 cm pada hari ke tujuh (Gambar 19A).

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa hialin, tidak bersekat dan bercabang. Konidia dan konidiofor tidak muncul pada inkubasi selama 7 hari (Gambar 19B).



Gambar 19. Isolat EK 4. A. biakan murni jamur umur 7 hari pada media PDA. B. (1) hifa.

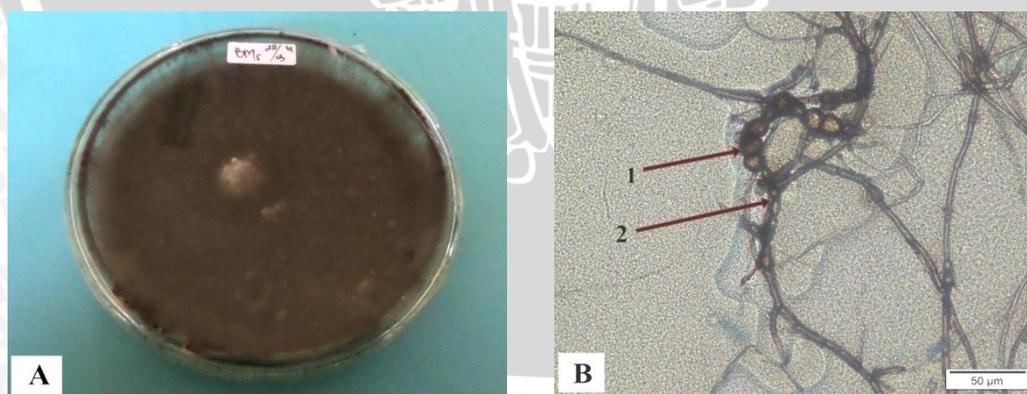
4.3.16 Isolat EK 5

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan pada awal koloni berwarna putih, setelah 3 hari masa inkubasi koloni berubah warna menjadi gelap. Warna dasar koloni hitam dan tidak memiliki lingkaran konsentris. Koloni mempunyai tekstur yang halus. diameter koloni sangat cepat, yaitu telah mencapai diameter 9 cm pada hari ke-6 masa inkubasi (Gambar 20A).

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa memanjang, bercabang, bersekat, dan hialin. Konidiofor berukuran pendek, konidia berbentuk rantai yang tidak beraturan (Gambar 20B).



Gambar 20. Isolat EK 5. A. biakan murni jamur umur 7 hari pada media PDA. B. (1) hifa.

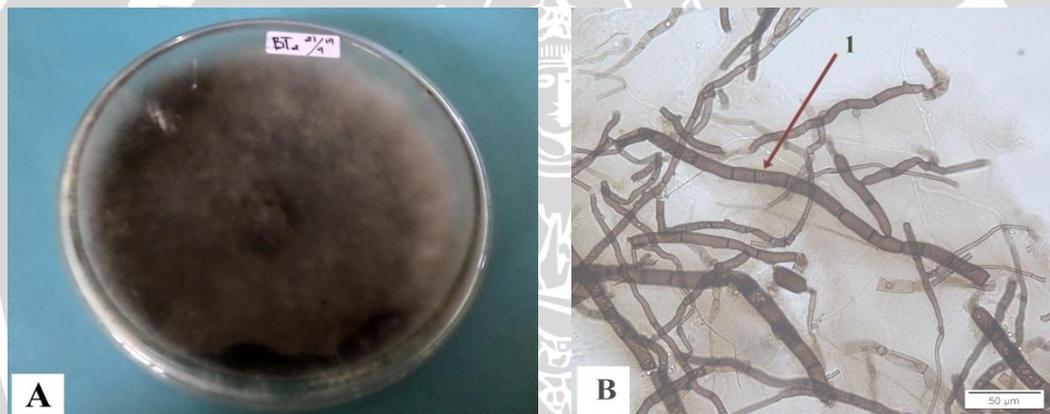
4.3.17 Isolat EK 6

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna abu-abu gelap, pada awalnya koloni berwarna putih dengan pertumbuhan yang cepat. Setelah tujuh hari mas inkubasi, koloni berubah warna menjadi abu-abu gelap dengan dasar koloni berwarna hitam. Koloni tumbuh menyebar ke seluruh permukaan pada media PDA dengan permukaan koloni berstekstur halus (Gambar 21A).

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa memanjang, bersekan dan berwarna cokelat gelap. Konidia tidak muncul hingga inkubasi selama 7 hari (Gambar 21B).



Gambar 21. Isolat EK 6. A. biakan murni jamur umur 7 hari pada media PDA. B. (1) hifa.

4.3.18 Isolat EK 7

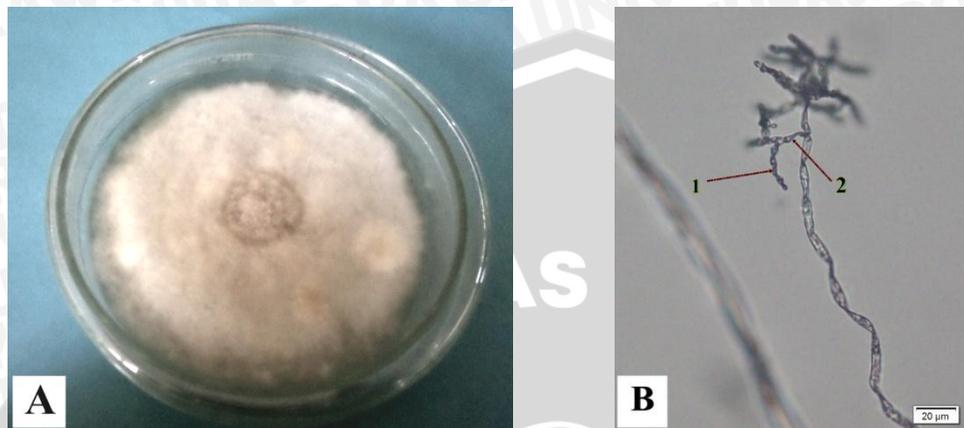
a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih kapas. Pola pertumbuhan menyebar rata. Permukaan koloni halus seperti kapas dan menggunung. Warna dasar koloni berwarna kuning. Pertumbuhan koloni relatif lambat, dapat memenuhi cawan petri diameter 9 cm dalam 9 hari (Gambar 22A).

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa memanjang, tidak bersekat, dan hialin. Konidiofor pendek dengan konidia berbentuk rantai yang tidak beraturan. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur

endofit tersebut, maka jamur endofit ini merupakan isolatEK 7 karena isolat tidak teridentifikasi (Gambar 22B).



Gambar 22. Isolat EK 7. A. biakan murni jamur umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia. (2) konidiofor

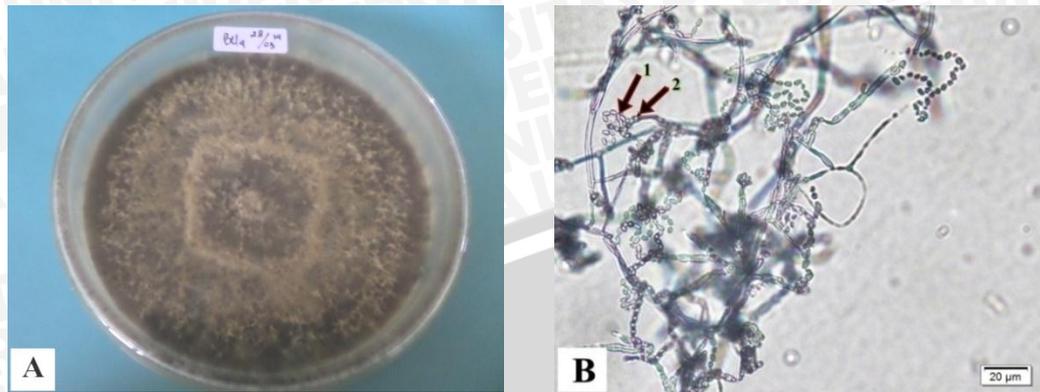
4.3.19 Isolat EK 8

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan Koloni tumbuh cepat pada media PDA. Diameter koloni mencapai 9 cm pada hari ke-4 inkubasi. Pada awal pertumbuhan koloni berwarna putih tipis berserabut. Setelah hari ke-7 inkubasi, koloni berwarna putih keabuan dan membentuk bercak-bercak gelap dengan dasar koloni berwarna hitam. Koloni jamur tumbuh menyebar beraturan dengan permukaan koloni bertekstur agak kasar (Gambar 23A).

b. Mikroskopis

pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa tidak bersekat dan hialin. Konidiofor pendek dan konidia berbentuk seperti rantai yang tidak beraturan. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit tersebut, maka jamur endofit ini merupakan isolatEK 7 karena isolat tidak teridentifikasi (Gambar 23B).



Gambar 23. Isolat EK 8. A. biakan murni jamur umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor.

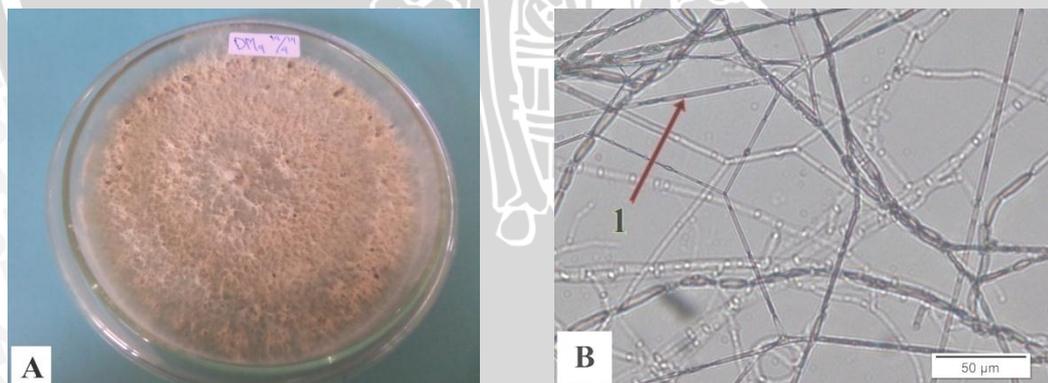
4.3.20 Isolat EK 9

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih kecoklatan. Pada awal pertumbuhan koloni berwarna putih tipis. Koloni tumbuh menyebar beraturan dengan permukaan bertekstur halus. Koloni tumbuh cepat pada media PDA dengan diameter 9 cm pada hari ke-7 (Gambar 24A).

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa hialin, tidak bersekat dan bercabang. Konidia dan konidiofor tidak muncul pada inkubasi selama 7 hari (Gambar 24B).



Gambar 24. Isolat EK 9. A. biakan murni jamur umur 7 hari pada media PDA. B. (1) hifa.

4.3.21 Isolat EK 10

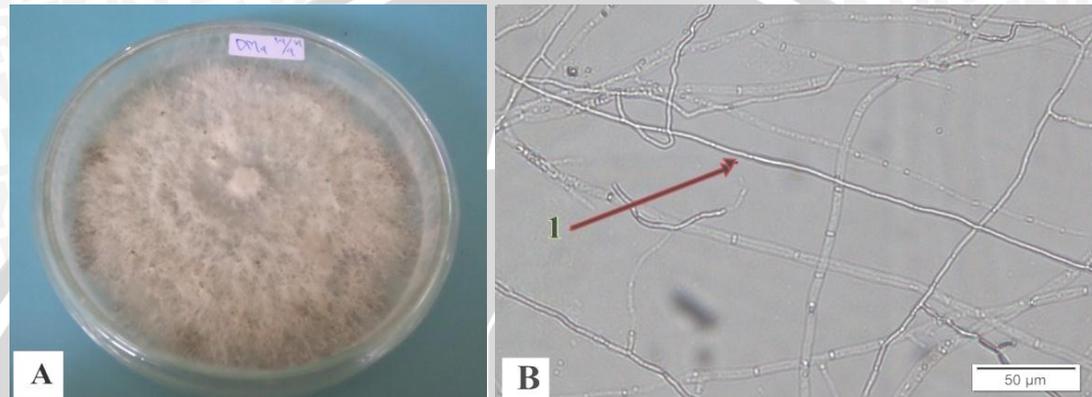
a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna putih kecoklatan. Pada awal pertumbuhan koloni berwarna putih tipis. Koloni tumbuh menyebar

beraturan dengan permukaan bertekstur halus. koloni tumbuh cepat pada media PDA dengan diameter 9 cm pada hari ke-7 (Gambar 25A)

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa hialin, tidak bersekat dan bercabang. Konidia dan konidiofor tidak muncul pada inkubasi selama 7 hari (Gambar 25B).



Gambar 25. Isolat EK 10. A. biakan murni jamur umur 7 hari pada media PDA. B. (1) hifa.

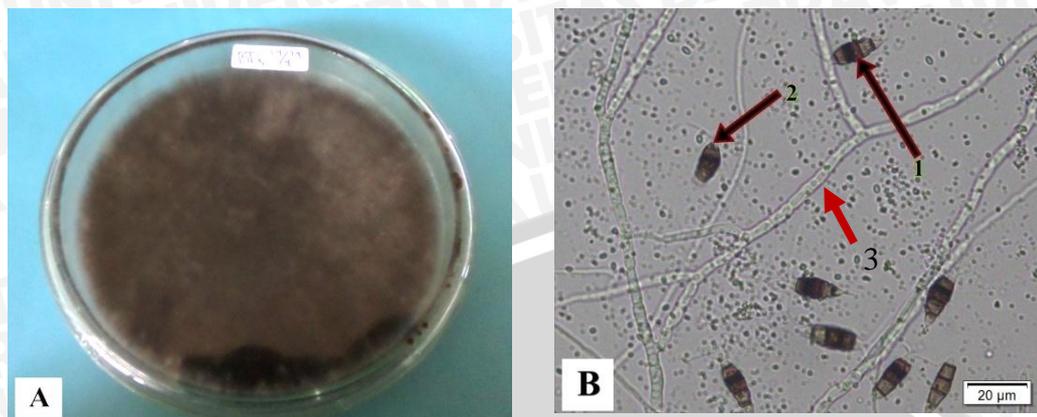
4.3.22 Isolat *Pestalotia* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis menunjukkan pada awal koloni berwarna putih, setelah 3 hari masa inkubasi koloni berubah warna menjadi gelap. Warna dasar koloni hitam dan tidak memiliki lingkaran konsentris. Koloni mempunyai tekstur yang halus. diameter koloni sangat cepat (Gambar 26A).

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa panjang, ramping, tidak bersekat dan hialin. Konidiofor pendek dan sederhana. Konidia berbentuk oval dan mempunyai 4-5 sel dengan 2-3 inti (Gambar 26B). Menurut Watanabe (2002) menjelaskan bahwa Spora massa pada pembiakan di media agar berwarna hitam konidiofor pendek, sederhana. Konidia berbentuk gelondong atau elips. Dalam konidia terdapat 4-5 sel dan biasanya mempunyai inti sel pada 2-3 sel.



Gambar 26. Jamur *Pestalotia* sp. . A. biakan murni jamur *Pestalotia* sp. umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor.

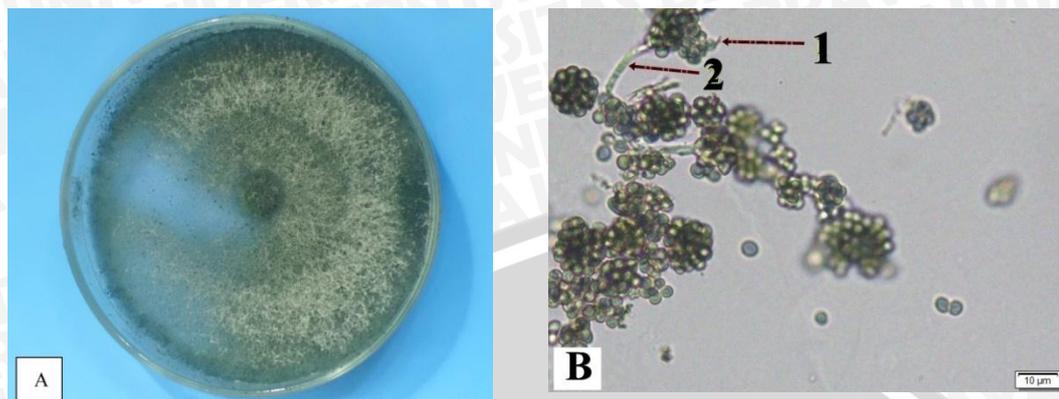
4.3.23 Isolat *Trichoderma* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan koloni tumbuh cepat pada media PDA. Hari ke-3 inkubasi, diameter koloni mencapai 9 cm. Pada awal pertumbuhan koloni tidak berwarna, kemudian berwarna putih dan berubah menjadi hijau tua dengan dasar koloni berwarna abu-abu. Permukaan koloni jamur bertekstur kasar. Koloni tumbuh menyebar beraturan dan membentuk lingkaran konsentris (Gambar 27A)

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, ramping, dan hialin. Konidiofor bercabang dan membentuk seperti pohon cemara. Memiliki fialid dengan konidia yang bergerombol diujungnya. Konidia berbentuk bulat dengan ukuran kecil-kecil (Gambar 27B). Menurut Gandjar, *et al.* (1999), yaitu konidiofor dapat bercabang menyerupai piramida. Fialid tampak langsing dan panjang. Konidia berbentuk semi bulat hingga oval pendek dan berdinding halus. Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis, jamur endofit tersebut adalah *Trichoderma* sp.



Gambar 27. Jamur *Trichoderma* sp. 1 . A. biakan murni jamur *Trichoderma* sp. 1. umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor.

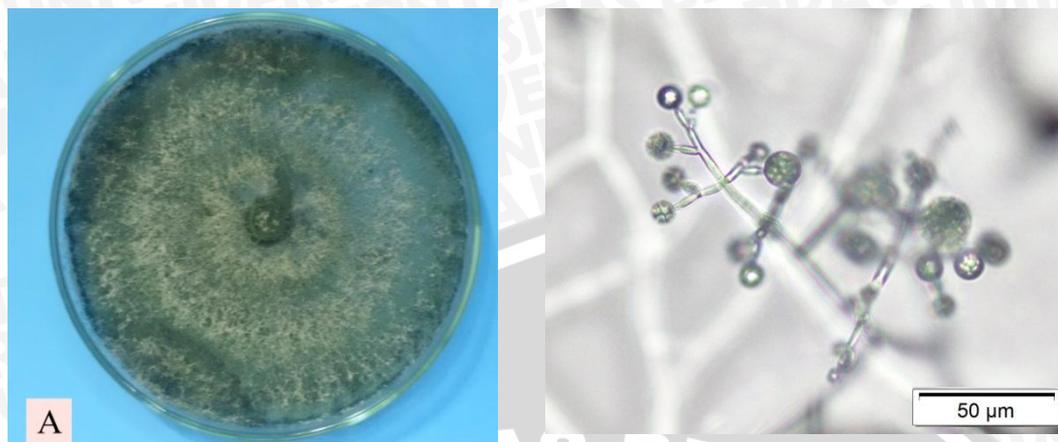
4.3.24 Isolat *Trichoderma* sp. 2

a. Makroskopis

Pada awal pertumbuhan koloni tidak berwarna, kemudian berwarna putih dan berubah menjadi hijau tua dengan dasar koloni berwarna abu-abu. Permukaan koloni jamur bertekstur kasar. Koloni tumbuh menyebar beraturan dan membentuk lingkaran konsentris. koloni tumbuh cepat pada media PDA. Hari ke-3 inkubasi, diameter koloni mencapai 9 cm (Gambar 28A).

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa panjang, bersekat dan fialid. Konidiofor bercabang sederhana dan konidia berbentuk oval (Gambar 28B). Gandjar dkk. (1999) menyebutkan koloni mencapai diameter lebih dari 5 cm dalam waktu 9 hari, semula berwarna hialain, kemudian menjadi putih kehijauan dan selanjutnya hijau redup terutama pada bagian yang menunjukkan banyak terdapat konidia. Konidiofor dapat bercabang menyerupai piramida, yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan ke arah ujung percabangan menjadi bertambah pendek. Konidia berbentuk semibulat hingga oval pendek, berukuran $(2,8-3,2) \times (2,5-2,8) \mu\text{m}$, dan derdinding halus.



Gambar 28. Jamur *Trichoderma* sp. 2. A. biakan murni jamur *Trichoderma* sp. 2. umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor

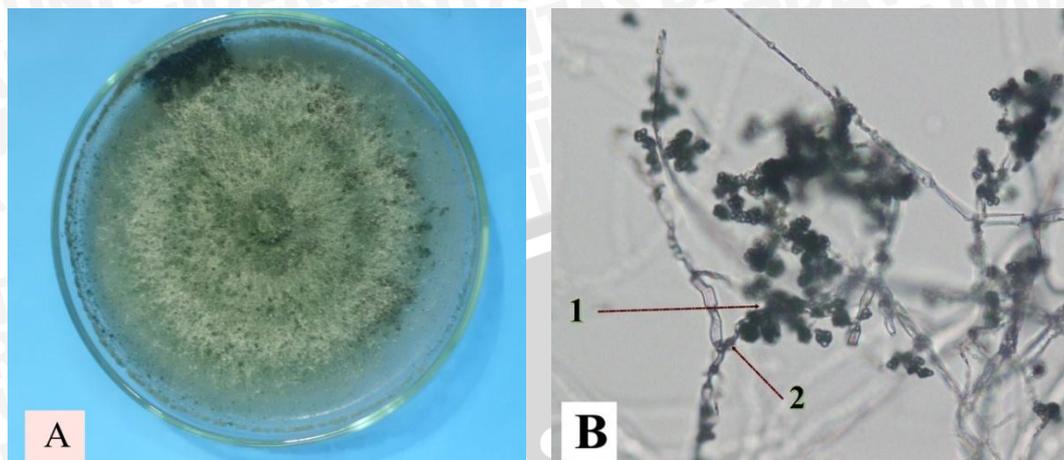
4.3.25 Isolat *Trichoderma* sp. 3

a. Makroskopis

Pada pengamatan secara makroskopis menunjukkan bahwa Pada awal pertumbuhan koloni tidak berwarna, kemudian berwarna putih dan berubah menjadi hijau tua dengan dasar koloni berwarna abu-abu kehijauan. Permukaan koloni jamur bertekstur kasar. Koloni tumbuh menyebar beraturan dan membentuk lingkaran konsentris. koloni tumbuh cepat pada media PDA. Hari ke-3 inkubasi, diameter koloni mencapai 9 cm (Gambar 29A).

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa panjang, bersekat dan fialid. Konidiofor bercabang sederhana dan konidia berbentuk oval (Gambar 29B). Gandjar dkk. (1999) menyebutkan koloni mencapai diameter lebih dari 5 cm dalam waktu 9 hari, semula berwarna hialain, kemudian menjadi putih kehijauan dan selanjutnya hijau redup terutama pada bagian yang menunjukkan banyak terdapat konidia. Konidiofor dapat bercabang menyerupai piramida, yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan ke arah ujung percabangan menjadi bertambah pendek. Konidia berbentuk semibulat hingga oval pendek, berukuran $(2,8-3,2) \times (2,5-2,8) \mu\text{m}$, dan derdinding halus.



Gambar 29. Jamur *Trichoderma* sp. 3. A. biakan murni jamur *Trichoderma* sp. 3. umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor.

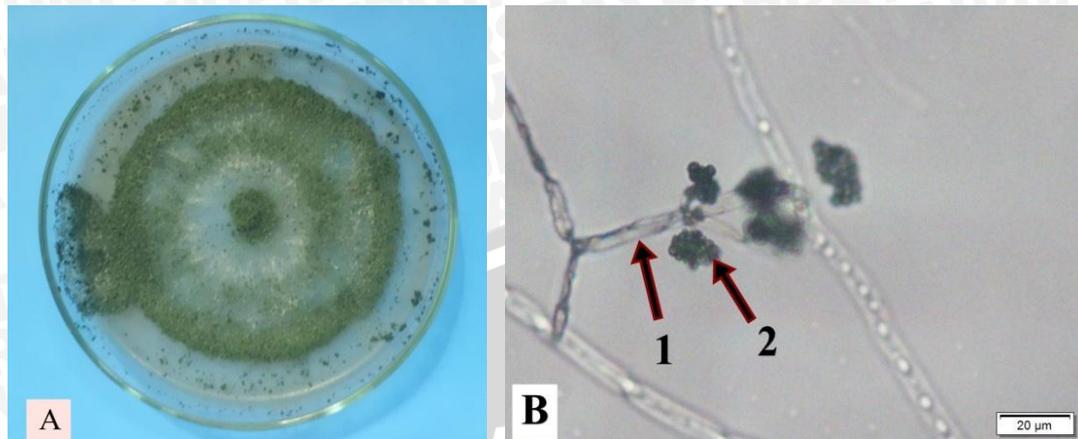
4.3.26 Isolat *Trichoderma* sp. 4

a. Makroskopis

Pada pengamatan secara makroskopis menunjukkan bahwa Pada awal pertumbuhan koloni tidak berwarna, kemudian berwarna putih dan berubah menjadi hijau tua dengan dasar koloni berwarna abu-abu kehijauan. Permukaan koloni jamur bertekstur kasar. Koloni tumbuh menyebar beraturan dan membentuk lingkaran konsentris. koloni tumbuh cepat pada media PDA. Hari ke-3 inkubasi, diameter koloni mencapai 9 cm pada cawan petri (Gambar 30A).

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa panjang, bersekat dan fialid. Konidiofor bercabang sederhana dan konidia berbentuk oval (Gambar 30B). Gandjar dkk. (1999) menyebutkan koloni mencapai diameter lebih dari 5 cm dalam waktu 9 hari, semula berwarna hialain, kemudian menjadi putih kehijauan dan selanjutnya hijau redup terutama pada bagian yang menunjukkan banyak terdapat konidia. Konidiofor dapat bercabang menyerupai piramida, yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan ke arah ujung percabangan menjadi bertambah pendek. Konidia berbentuk semibulat hingga oval pendek, berukuran $(2,8-3,2) \times (2,5-2,8) \mu\text{m}$, dan derdinding halus.



Gambar 30. Jamur *Trichoderma* sp. 4. A. biakan murni jamur *Trichoderma* sp. 4. umur 7 hari pada media PDA. B. (1) konidia, (2) konidiofor

4.4 Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap *Phytophthora palmivora* Butler

Pengujian antagonis isolat jamur endofit terhadap *P. palmivora* dilakukan dengan cara oposisi langsung dalam media PDA menggunakan cawan petri yang berukuran 9 cm. Pengamatan daya hambat isolat jamur endofit dilakukan mulai dari 1 hari setelah isolasi hingga 7 hari setelah inokulasi. Untuk mengetahui persentase hambatan yang terjadi dapat dihitung melalui selisih antara r_1 dengan r_2 yang kemudian dibagi dengan r_1 dan dikalikan 100%. Perlakuan uji antagonis menggunakan 26 perlakuan yang disesuaikan dengan isolat jamur endofit yang didapat dan diulang sebanyak 3 kali, hal ini bertujuan untuk memastikan potensi daya hambat dari isolat jamur endofit tersebut.

Dari data (tabel 3) dapat dilihat perbedaan presentase hambatan dari 26 isolat jamur endofit untuk menekan pertumbuhan jamur *P. palmivora*. Pada hari pertama hanya terlihat 2 jenis jamur yang sudah memulai untuk menekan pertumbuhan jamur *P. palmivora*. Jamur yang lain belum memperlihatkan potensi penghambatan terhadap jamur *P. palmivora*. Pada hari kedua pengamatan, penghambatan besar terjadi pada isolat EK1 yaitu sebesar 75,66%. Hal ini dikarenakan isolat EK1 tumbuh secara cepat dibandingkan dengan pertumbuhan *P. palmivora*.

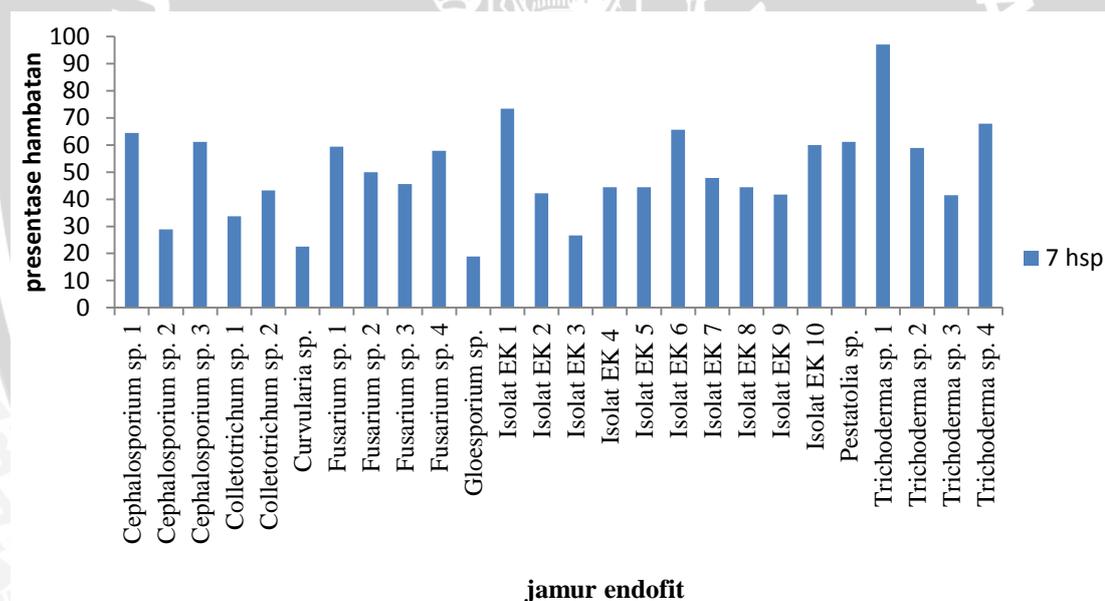
Tabel 2. Rerata persentase hambatan jamur endofit terhadap patogen *P. palmivora* selama 7 hari pengamatan

Jamur Endofit	Rerata Persentase Hambatan (%)						
	1 hsp	2 hsp	3 hsp	4 hsp	5 hsp	6 hsp	7 hsp
<i>Cephalosporium</i> sp. 1	0	3,70	47,93	63,33	64,46	64,46	64,46
<i>Cephalosporium</i> sp. 2	0	18,76	23,33	28,86	28,86	28,86	28,86
<i>Cephalosporium</i> sp. 3	0	67,26	68,93	69,96	61,10	61,10	61,10
<i>Colletotrichum</i> sp. 1	0	64,70	44,50	32,83	33,00	33,73	33,73
<i>Colletotrichum</i> sp. 2	0	24,10	31,33	45,53	43,30	43,30	43,30
<i>Curvularia</i> sp	0	16,73	22,70	25,10	22,53	22,53	22,53
<i>Fusarium</i> sp. 1	0	56,03	56,33	56,66	57,86	59,36	59,36
<i>Fusarium</i> sp. 2	0	31,66	53,83	51,10	50,00	50,00	50,00
<i>Fusarium</i> sp. 3	0	15,76	43,36	45,56	45,56	45,56	45,56
<i>Fusarium</i> sp. 4	0	14,86	53,96	57,80	57,80	57,80	57,80
<i>Gleosporium</i> sp.	0	4,73	16,00	21,10	21,10	18,90	18,90
Isolat EK 1	0	75,66	77,76	73,33	73,33	73,33	73,33
Isolat EK 2	0	48,83	52,13	48,90	43,33	42,23	42,23
Isolat EK 3	0	11,90	47,73	35,53	26,66	26,66	26,66
Isolat EK 4	0	13,76	41,26	48,86	45,53	44,43	44,43
Isolat EK 5	0	22,13	46,66	46,66	44,46	44,46	44,46
Isolat EK 6	11,1	41,10	64,76	65,56	65,56	65,56	65,56
Isolat EK 7	0	21,03	46,60	47,80	47,80	47,80	47,80
Isolat EK 8	0	22,56	33,93	46,66	46,66	45,56	44,46
Isolat EK 9	0	27,76	41,90	40,90	37,83	41,66	41,66
Isolat EK 10	0	44,40	49,23	51,96	53,50	60,00	60,00
<i>Pestotolia</i> sp.	0	20,96	63,70	62,20	61,10	61,10	61,10
<i>Trichoderma</i> sp. 1	0	50,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00
<i>Trichoderma</i> sp. 2	9,5	35,33	58,86	58,86	58,86	58,86	58,86
<i>Trichoderma</i> sp. 3	0	19,06	34,53	38,40	48,13	48,13	41,46
<i>Trichoderma</i> sp. 4	0	33,43	60,36	64,40	67,80	67,80	67,80

Pada hari ketiga pengamatan, isolat *Trichoderma* sp.1 mempunyai nilai presentase hambatan terbesar dibandingkan dengan isolat jamur yang lainnya. Penghambatan jamur tersebut mempunyai nilai sebesar 98% terhadap pertumbuhan jamur *P. palmivora*. Hingga hari terakhir pengamatan, yaitu hari ketujuh, isolat jamur *Trichoderma* sp.1 tetap memiliki nilai presentase penghambatan terbesar, yaitu sebesar 98%.

Pada isolat jamur endofit *Trichoderma* 1 menunjukkan nilai presentase hambatan 98%, hal ini disebabkan karena pertumbuhan jamur *P. palmivora* tidak dapat tumbuh karena isolat *Trichoderma* 1 telah memparasit jamur *P. palmivora* sehingga jamur tidak dapat tumbuh dan dapat dikatakan mati oleh penghambatan jamur *Trichoderma* sp. 1 tersebut. Menurut Purwantisari dan Hastuti (2009), menyatakan bahwa koloni *Trichoderma* sp. memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat dan mempunyai sifat antagonis yang tinggi terhadap jamur-jamur patogen tanaman budidaya. Sulistyowati *et al.* (2005) melaporkan bahwa jamur endofit *Trichoderma asperellum* yang diisolasi dari jaringan batang jeruk bertindak sebagai antagonis terhadap jamur *Phytophthora* spp. dan *Diplodia* spp.

Persentase penghambatan jamur endofit terhadap *P. palmivora* pada 7 hsi secara invitro dapat dilihat dalam gambar 31.



Gambar 31. Histogram rerata persentase hambatan jamur endofit terhadap *P. palmivora* pada 7 hsi

Berdasarkan diagram diatas meunjukkan presentase penghambatan oleh 26 isolat jamur endofit yang beragam, yaitu antara 18,90% - 98%. Terdapat 12 isolat jamur endofit yang dapat menghambat pertumbuhan *P. palmivora* dengan persentase lebih dari 50% jamur tersebut antara lain *Cephalosporium* sp. 1,

Fusarium sp. 1, *Fusarium* sp. 2, *Fusarium* sp. 4, *Fusarium* sp. 5, Isolat EK1, Isolat EK6, Isolat EK10, *Pestalotia* sp, *Trichoderma* sp.1, *Trichoderma* sp. 2, dan *Trichoderma* sp. 4. Selain itu terdapat 14 isolat jamur yang memiliki nilai hambatan yang kurang dari 50%, akan tetapi 14 isolat jamur tersebut dapat menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora* namun penghambatannya dapat dikatakan lambat.

Menurut Irmawan (2007) Jamur *Cephalosporium* sp. menghasilkan senyawa antibiotik sefalosporium yang menghambat sintesis dinding sel sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Sedangkan menurut Sudantha dan Abadi (2007), *Trichoderma* sp. dapat menghasilkan enzim β (1,3) glukanasase dan selulase sehingga mampu mendegradasi dinding sel patogen inang. Perbedaan besarnya nilai persentase hambatan jamur endofit terhadap *P. palmivora* yang paling signifikan terjadi pada hari terakhir pengamatan, yaitu 7 hsi. Oleh karena itu, rerata persentase hambatan oleh jamur endofit terhadap patogen *P. palmivora* pada 7 hsp disajikan pada Tabel 4.

Dari tabel analisis ragam presentase hambatan jamur endofit terhadap *P. palmivora* secara in vitro pada 7 hsi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata. Hasil uji duncan dengan taraf kebenaran 95% menunjukkan pengaruh beda nyata pada kontrol dan antar perlakuan. Pada perlakuan kontrol besarnya hambatan adalah 0% dikarenakan pada perlakuan kontrol tidak terdapat jamur endofit sebagai penghambat pertumbuhan *P. palmivora*. Dari isolat yang telah ditemukan nilai tertinggi ada pada perlakuan isolat *Trichoderma* sp.1 yang mampu menghambat pertumbuhan *P. palmivora* sebesar 98 %, dan yang selanjutnya ialah perlakuan endofit isolat EK1 dengan persentase hambatan sebesar 73,33 %. Isolat jamur lain yang persentase hambatan lebih dari 50% antara lain *Fusarium* sp.2, *Fusarium* sp.4 dan *Fusarium* sp.1 yaitu berturut-turut sebesar 50%, 57%, dan 59, 36%. Sedangkan perlakuan dengan isolat EK6 65,56%, isolat EK10 60%. Perlakuan dengan isolat *Cephalosporium* sp.3 dan *Cephalosporium* sp.1 yaitu berturut-turut sebesar 61,10% dan 64,46%. *Pestalotia* sp. sebesar 61,10% dan *Trichoderma* sp.2 dan *Trichoderma* sp.4 yaitu berturut-turut sebesar 58,86% dan 67,80%. Penghambatan terkecil yaitu perlakuan dengan isolat jamur *Culvularia*

sp. dan dengan perlakuan jamur *Gleosporium* sp. dengan nilai presentase berturut-turut ialah 22,53% dan 18,90%.

Tabel 3. Persentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan patogen *P. palmivora* secara *in vitro* pada 7 hsi.

Perlakuan endofit	Rerata persentase hambatan(%)
Kontrol	0 a
<i>Cephalosporium</i> sp. 1	64,46 jk
<i>Cephalosporium</i> sp. 2	28,86 bcd
<i>Cephalosporium</i> sp. 3	61,10 ijk
<i>Colletotrichum</i> sp. 1	33,73 bcde
<i>Colletotrichum</i> sp. 2	43,30 defgh
<i>Curvularia</i> sp.	22,53 b
<i>Fusarium</i> sp. 1	59,36 hijk
<i>Fusarium</i> sp. 2	50,00 efghij
<i>Fusarium</i> sp. 3	45,56 defghi
<i>Fusarium</i> sp. 4	57,80 fghijk
<i>Gleosporium</i> sp.	18,90 b
Isolat EK 1	73,33 k
Isolat EK 2	42,23 cdefg
Isolat EK 3	26,66 bc
Isolat EK 4	44,43 defghi
Isolat EK 5	44,46 defghi
Isolat EK 6	65,56 jk
Isolat EK 7	47,80 efghi
Isolat EK 8	44,46 defghi
Isolat EK 9	41,66 cdef
Isolat EK 10	60,00 hijk
<i>Pestotolia</i> sp.	61,10 ijk
<i>Trichoderma</i> sp. 1	98 k
<i>Trichoderma</i> sp. 2	58,86 ghijk
<i>Trichoderma</i> sp. 3	41,46 cdef
<i>Trichoderma</i> sp. 4	67,80 k

Dari data diatas menunjukkan bahwa 12 isolat jamur mempunyai daya hambat lebih dari 50% yaitu antara 50%-98% dengan mekanisme mikoparasit dan dengan cara kompetisi terhadap pertumbuhan jamur *P. palmivora*. Menurut Istikorini (2005) menyatakan bahwa jamur mampu menjadi agen antagonis yang baik untuk pengendalian hayati apabila jamur tersebut memiliki kemampuan dalam mengkolonisasi jaringan tanaman dan berkompetisi dengan mikroorganisme lain.