I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman dapat berperan sebagai inang dari mikroorganisme yang menguntungkan dalam jumlah besar. Mikroorganisme menguntungkan tersebut lebih dikenal dengan istilah endofit (Bacon dan White, 2000). Istilah endofit pertama kali diperkenalkan oleh de Bary (1886). Endofit merupakan mikroorganisme yang terdapat pada jaringan tanaman inang sehat tanpa menimbulkan gejala penyakit untuk seluruh atau sebagian siklus hidup mereka (Petrini, 1991). Jamur endoft yang berada di dalam jaringan tanaman merupakan mikroorganisme yang masih belum tereksplorasi keberadaannya. Diperkirakan terdapat paling tidak satu juta spesies jamur endofit (Bharathidasan dan Panneerselvam, 2011). Endofit berkoloni di dalam jaringan tanaman pada bagian bawah lapisan epidermal sel, tanpa menyebabkan kerugian nyata atau gejala infeksi pada inang, hidup di dalam ruang interselular jaringan dan nampaknya endofit dapat menembus sel yang hidup (Strobel, 2003). Jamur endofit tetap tidak menimbulkan gejala infeksi atau kerugian pada tanaman selama bertahun-tahun, namun dapat menjadi parasit ketika tanaman inang berada pada kondisi tertekan (Limsuwan *et al*., 2009).

Saat ini jamur endofit mendapat perhatian yang lebih, setelah ditemukan kegunaan dari endofit untuk melindungi tanaman inang dari serangan organisme pengganggu tanaman seperti hama maupun patogen. Senyawa bioaktif alami dihasilkan oleh jamur endofit pada tanaman dan potensinya dapat digunakan di bidang pertanian, farmasi dan industri makanan. Jamur endofit dapat memproduksi senyawa racun alkaloid untuk mengurangi serangan serangga dan verteberata yang berperan sebagai hama (Zhao *et al.,* 2010). Pengaplikasian pestisida dari daun kecubung yang memiliki bahan aktif alkaloid dapat merangsang kelenjar endokrin untuk menghasilkan hormon ekdison yang mengakibatkan terjadinya kegagalan metamorfosis pada hama *Plutella xylostella* (Sukorini, 2003). Mekanisme endofit untuk mengendalikan patogen yang menyerang tanaman inang, yaitu meningkatkan kemampuan tanaman inang untuk menghasilkan senyawa *phytoalexins* atau kemampuan dari endofit itu sendiri

untuk menghasilkan fumigan atau agens antimikroba lain (Selim, *et al.,* 2012). Hampir sebagian besar dari spesies tanaman yang berjumlah 400.000 mengandung satu atau lebih organisme endofit (Choedon, *et al*., 2006). Namun, hingga saat ini hanya sedikit tanaman yang telah diteliti dengan ekstensif mengenai keanekaragaman endofit dan potensi endofit tersebut dalam menghasilkan bioaktif metabolit sekunder tanaman, untuk digunakan sebagai obat-obatan dan agens hayati (Zhao *et al.,* 2010). Hal ini menyebabkan ketersediaan informasi mengenai strain jamur endofit masih sedikit, sehingga menunjukkan prosentase nilai ekonomi jamur endofit yang kecil, sedangkan pengaplikasian jamur endofit penting di dalam bidang industri farmasi maupun pertanian. Oleh karena itu, kesempatan untuk menemukan strain baru dan mengarahkan pengendalian hama dan penyakit melalui produk-produk alami dari mikroorganisme endofit yang berkoloni pada tanaman masih besar (Bacon dan White, 2000).

Citrus sp. secara umum dikenal dengan nama jeruk termasuk ke dalam kelompok tanaman angiospermae. Tanaman ini dapat dibudidayakan melalui metode konvensional dan pemuliaan tanaman. Secara umum teknik pemuliaan yang digunakan adalah dengan menyilangkan tanaman melalui polen pada kepala putik. Namun dengan adanya faktor genetik alami sehingga menyebabkan tanaman *incompatible* atau tidak dapat disilangkan, maka digunakan teknik fusiprotoplas, yaitu teknik menyilangkan tanaman melalui sel somatik. Untuk mengetahui karakter tanaman jeruk hasil fusiprotoplas maka perlu diuji ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit. Perakitan tanaman jeruk melalui proses fusiprotoplas dengan tetua Satsuma Mandarin dan Siam Madu telah dilakukan oleh Martasari (2009). Ketahanan tanaman jeruk fusiprotoplas tersebut, telah diuji terhadap infeksi jamur *Botriodiplodia theobromae*, kemudian dikelompokkan kedalam tiga katagori yaitu tahan, moderat, dan rentan (Ragayatsu, 2012). Ketahanan terhadap serangan patogen ini, diduga disebabkan karena metabolit sekunder yang dikeluarkan oleh tanaman yang berasosiasi dengan jamur endofit (Adler *et al.,* 2001; Zhao *et al*., 2010; Erdogan *et al*., 2012; Maknickiene *et al*., 2013; Faeth dan Saari, 2011). Endofit dapat menghasilkan bioaktif metabolit dalam jumlah banyak, yang terlibat di dalam hubungan antara endofit dan inang

(Strobel, 2003; Rekha *et al*., 2013) serta endofit berpotensi untuk menghasilkan produk alami yang digunakan dalam bidang industri farmasi maupun pertanian (Bacon dan White, 2000).

Untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh keanekaragaman jamur endofit terhadap tingkat ketahanan tanaman oleh serangan patogen, maka perlu dilakukan suatu penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu jamur endofit apa saja yang terdapat di jaringan daun, ranting dan akar tanaman jeruk fusiprotoplas ?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh keanekaragaman jamur endofit pada jaringan tanaman jeruk fusiprotoplas, terhadap ketahanan tanaman oleh serangan jamur *B. theobromae*.

1.4 Hipotesis

Penelitian ini menduga bahwa keanekaragaman jamur endofit pada jaringan tanaman jeruk fusiprotoplas, berpengaruh terhadap tingkat ketahanan tanaman oleh serangan jamur *B. theobromae*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai pengaruh keanekaragaman jamur endofit terhadap ketahanan tanaman oleh serangan patogen.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Jamur Endofit

Mikroorganisme endofit adalah mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inangnya (Arnold *et al.,* 2003). Hubungan antara mikroba endofit dan tumbuhan inangnya merupakan suatu bentuk hubungan simbiosis mutualisme, yaitu sebuah bentuk hubungan yang saling menguntungkan. Mikroba endofit dapat memperoleh nutrisi untuk melengkapi siklus hidupnya dari tumbuhan inangnya, sebailknya tumbuhan inang memperoleh proteksi terhadap patogen tumbuhan dari senyawa yang dihasilkan mikroba endofit (Clay, 1988). Selain memiliki hubungan simbiosis mutualisme, jamur endofit asosiasi jamur endofit bervariasi, yaitu netral dan komensalisme Mikroorganisme endofit merupakan asosiasi antara mikroorganisme dengan jaringan tanaman. Mikroba endofit terdiri atas bakteri dan jamur, namun yang pailng banyak ditemukan adalah dari golongan jamur (Prihatiningtyas, 2006). Jamur endofit adalah jamur yang tidak menimbulkan gejala infeksi terhadap tanaman yang sehat, berada di dalam tanaman tersebut dan hubungannya dengan tanaman bisa dikatakan sebagai simbiosis mutualisme (Evans, 1988). Jamur endofit menginfeksi tumbuhan sehat dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim serta antibiotik (Clay, 1988).

2.2 Keanekaragaman Endofit Dalam Jaringan Inang

Kemampuan bertahan hidup dengan tingkat kompetisi yang tinggi menyebabkan tanaman beradaptasi terhadap perubahan-perubahan yang terjadi. Hal ini menyebabkan tanaman menghasilkan senyawa-senyawa yang unik secara biologi dan strukturnya. Keanekaragaman yang tinggi menyebabkan endofit juga menghasilkan produk alami aktif yang lebih banyak (Strobel *et al.,* 2003). Endofit di daerah tropis dengan jumlah yang tinggi menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang aktif dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan endofit tanaman-tanaman yang ada di daerah subtropis (Choedon, *et al*., 2006). Jamur endofit telah ditemukan pada berbagai varietas inang di seluruh dunia

termasuk pada pohon, semak, rumput-rumputan, lumut, tumbuhan paku dan lumut kerak (Clay, 1988).

2.2 Manfaat dan Ekologi Jamur Endofit

Jamur endofit diketahui dapat menghasilkan enzim, antibiotik, dan metabolit sekunder termasuk senyawa anti kanker taksol. Senyawa ini dapat diisolasi dari jamur *Pestaliopsis microsporus* yang berasosiasi dengan tanaman *Taxus wallachiana* (Zhao *et al.,* 2010) . Enzim yang dihasilkan jamur endofit antara lain sellulase, esterase, peroksidase, lipase, silase, dan amilase. Silase dapat dihasilkan oleh *Fusarium*, sedangkan *Fusicoccum* diketahui mampu menghasilkan enzim glukosidase (Anindyawati, 2003). Jamur endofit umumnya bersimbiosis mutualisme dengan tanaman inangnya, jamur ini memberi manfaat kepada tanaman inang antara lain berupa peningkatan laju pertumbuhan, serangan hama, penyakit dan kekeringan (Ilyas , 2006). Mikroorganisme endofit menghasilkan metabolit sekunder, senyawa tersebut merupakan senyawa antibiotik yang mampu melindungi tanaman dari serangan hama, patogen penyebab penyakit tanaman (Strobel *et al.,* 2003).

Jamur endofit masuk ke dalam jaringan tanaman terutama melalui akar dan bagian tanaman lain yang terpapar udara luar. Bagian tersebut misalnya bunga, batang, dan kotiledon. Secara khusus, jamur masuk ke jaringan melalui jaringan yang berkecambah, akar, stomata, maupun jaringan yang rusak (Kudau dan Balcon, 2007). Jamur endofit hidup pada pembuluh xylem dan hanya akan keluar sebagai patogen jika inang sudah dalam keadaan tertekan dan mendekati kematian (Herre *et al.,* 2007). Jamur endofit tidak menimbulkan gejala penyakit pada tanaman ataupun menimbulkan infeksi, karena jamur endofit masuk melalui lubang-lubang alami tanpa perlu adanya pelukaan. Jamur endofit juga tidak menyerang jaringan dan meskipun jamur ini berada pada pembuluh xylem jamur endofit mencapainya melalui luka atau melalui jaringan muda atau ujung akar yang aktif membelah. Kolonisasi jamur endofit dalam pembuluh korteks sama sekali tidak mengakibatkan kerugian pada tanaman yang sehat.

2.4 Mekanisme Endofit dalam Melindungi Inang

Pada saat inisiasi komunitas endofit ke dalam tanaman inang, maka endofit tersebut dapat merubah respon inang terhadap faktor eksternal seperi inokulasi penyakit. Mikroorganisme endofit dapat menghambat serangan patogen melalui respon antagonis baik secara langsung maupun tidak langsung. Kapasitas mikroorganisme endofit *Methylobacterium spp*. untuk menginduksi ketahanan tanaman, tergantung pada kultivar tanaman, patogen dan kepadatan dari inokulum *Methylobacterium spp.* tersebut (Ardanov *et al.,* 2012). Secara umum, mikrooganisme endofit didefinisikan sebagai koloni mikrooganisme pada tanaman yang tidak membahayakan inang, dan beberapa dari endofit tersebut mampu membangun hubungan mutualistik pada inang dengan cara mendukung pertumbuhan tanaman (Yang *et al.,* 2009). Setiap jaringan tanaman mengandung komunitas mikroorganisme endofit (Rosenblutch *et al.,* 2006).

Mekanisme jamur endofit dalam melindungi inangnya terdiri dari dua cara, yaitu mekanisme langsung dan tidak langsung (Aneja dan Gianfagna 2001). Mekanisme secara langsung didefinisikan sebagai, jamur endofit mengeluarkan suatu senyawa kimia sebagai akibat dari adanya serangan patogen pada tanaman inang. Sehingga senyawa kimia tersebut menjadi senyawa ekstrinsik bagi tanaman. Mekanisme secara tidak langsung yaitu, jamur endofit merangsang tanaman untuk menghasilkan senyawa pertahanan terhadap patogen, sehingga senyawa tersebut merupakan senyawa intrinsik bagi tanaman.

2.5 Ketahanan Tanaman Terhadap Penyakit

Ketahanan tanaman terhadap infeksi adalah kemampuan tumbuhan yang bersifat antagonis terhadap patogen, sehingga patogen tidak berpengaruh terhadap tumbuhan. Hal ini disebabkan karena tumbuhan mempunyai rintangan-rintangan mekanis dan kimiawi yang dapat mencegah infeksi (Sastrahidayat, 1990). Ketahanan tanaman dikendalikan secara genetik oleh adanya satu atau banyak gen ketahanan dalam tanaman yang merupakan ketahanan sejati. Pada ketahanan sejati, inang dan patogen tidak kompatibel satu sama lain yang disebabkan tidak adanya pengenalan kimia antara inang dan patogen ataupun karena tanaman inang

dapat mempertahankan diri melawan patogen melalui mekanisme pertahanan sebelum atau sesudah infeksi patogen.

Perbedaan tingkat ketahanan terhadap patogen diantara varietas tanaman dapat disebabkan oleh adanya gen ketahanan yang berbeda ataupun adanya jumlah gen ketahanan yang berbeda dalam setiap varietas tanaman. Besarnya pengaruh gen terhadap ketahanan individu tanaman bervariasi pada pentingnya fungsi yang dikendalikan oleh gen tersebut. Suatu varietas tanaman mempunyai satu atau lebih gen ketahanan untuk melawan setiap jenis patogen yang memungkinkan tanaman menjadi tahan (Abadi, 2003).

2.6 Sistem Ketahanan Berimbas

Tanaman memiliki serangkaian sistem pertahanan yang dapat dengan aktif terekspresi sebagai tanggapan terhadap tekanan faktor biotik (patogen dan parasit). Pemilihan waktu dari respon ketahanan ini, sangat penting untuk menanggulangi adanya proses nekrotik yang diakibatkan oleh serangan patogen tersebut. Bila mekanisme pertahanan terpicu oleh rangsangan akibat infeksi patogen, maka penyakit dapat dikurangi (Devendra *et al.,* 2007).

Ketahanan berimbas merupakan suatu kondisi dimana tanaman meningkatkan kapasitas bertahan ketika terjadi rangsangan dari patogen atau herbivora. *Systemic acquired resistance* (SAR) dan *induced systemic resistance* (ISR) merupakan dua bentuk dari sistem ketahanan berimbas dimana pertahanan tanaman disiapkan akibat adanya infeksi atau perlakuan yang mengakibatkan tanaman menjadi tahan melawan serangan selanjutnya dari patogen atau herbivora. Keadaan ini sangat efektif bagi tanaman dalam mempertahankan diri melawan patogen dengan spektrum luas.

Tanaman menggunakan pola pengenalan reseptor untuk mengenali tanda-tanda keberadaan mikrobia. Pengenalan ini memicu timbulnya reaksi imun. Reseptor tanaman pertama yang mengenali keberadaan mikrobia telah diidentifikasi pada padi (Song *et al.,* 1995) dan Arabidopsis (Gomez *et al.,* 2000). Tanaman juga membawa reseptor imun yang mengenali berbagai sinyal yang dikeluarkan patogen. Hal tersebut meliputi kelas protein NBS-LRR. SAR sangat penting bagi tanaman untuk bertahan dari penyakit, maupun untuk pemulihan dari

penyakit setelah penyakit tersebut menyerang. SAR dapat diinduksi dari berbagai macam patogen, terutama patogen yang menyebabkan penyakit. SAR berasosiasi dengan gen dalam skala luas, sehingga dinamakan PR atau *pathogenesis-related.* Aktivasi SAR membutuhkan akumulasi dari asam salicylic (SA).

SAR dapat terpicu akibat terjadinya paparan mikroba virulen, avirulen dan nonpatogen pada tanaman. SAR bergantung pada tanaman dan adanya serangan patogen. Sejumlah waktu diperlukan untuk membentuk SAR dimana akumulasi dari *pathogenesis-related proteins* (kitinase dan glukanase), dan asam salicylic terjadi. Tidak seperti SAR, ISR tidak terlibat dalam akumulasi *pathogenesis-related proteins* atau asam salicylic, namun bergantung pada jalur yang diregulasi oleh ethylen dan asam jasmonic. (Devendra *et al.*, 2007).

2.7 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Jeruk

Jeruk merupakan Famili Rutaceae yang dapat diklasifikasikan oleh Spiegel-Roy dan Goldschmidt (1996) ke dalam

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Rutales
Famili : Rutaceae
Genus : *Citrus*
Spesies : *Citrus* sp.

Jeruk termasuk kelas Dicotyledoneae (berkeping dua), yang memiliki ciri-ciri, dapat hidup bertahun-tahun, perakarannya dalam, mempunyai akar tunggang dan akar serabut, dapat dikembangbiakkan melalui vegetatif dan generatif, mahkota daun bulat, dan kerimbunan sedang. Buah jeruk manis berukuran besar, tangkainya kuat. Bentuknya bulat, bulat lonjong, atau bulat rata (papak) dengan bagian dasar bulat, ujungnya bulat atau papak, bergaris tengah 4-12 cm. buah yang masak berwarna oranye, kuning, atau hijau kekuningan, berbau sedikit harum, agak halus, tidak berbulu, kusam, dan sedikit mengilat. Kulit buah tebalnya 0,3 – 0,5 cm, dari tepi berwarna kuning atau oranye tua dan makin ke dalam berwarna putih kekuningan sampai putih, berdaging, dan kuat melekat pada

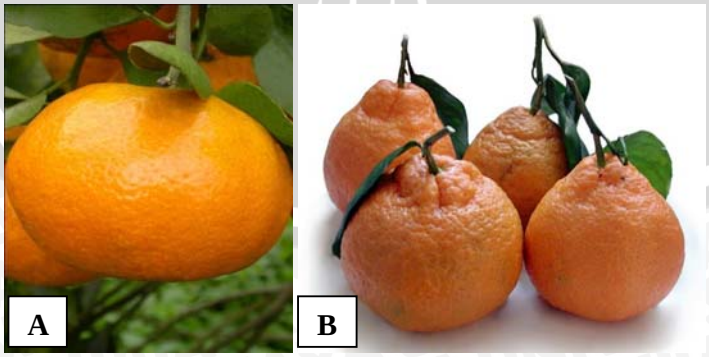
dinding buah. Di dalam kulit buah ada segmen (bagian buah) yang jumlahnya 8-13 buah mengelilingi sumbu yang kuat. Setiap segmen mempunyai kulit tipis, kuat, putih transparan (jernih), dan melekat satu sama lain dengan kuat. Di dalam segmen-segmen terdapat daging (pulp) yang berwarna kuning, oranye kekuningan, atau kemerahan. Pulp itu terdiri dari gelembung kecil yang kedua ujungnya runcing atau tumpul, berisi cairan, dan letaknya bebas. Kelopak buah berbentuk seperti bintang dengan 3-6 segmen berbentuk segitiga, bergaris tengah 1-1,5 cm (Stenis *et al*., 1947).

2.8 Deskripsi Jeruk Siam Madu (*Citrus nobilis*)

Jeruk Siam Madu tinggi (Gambar 1A) merupakan jeruk lokal Indonesia yang mempunyai keunggulan kadar air banyak, rasa buah manis dan segar, kandungan vitamin C yang cukup tinggi (Chaerani *et al.,* 2012). Jenis jeruk ini mempunyai bagian yang tidak dikonsumsi paling tinggi di antara jenis lainnya (Sukarmin dan Ihsan, 2008). Kelemahan dari jeruk ini adalah peka terhadap hama dan penyakit serta cekaman lingkungan, selain itu jeruk ini juga memiliki biji yang relatif banyak, kulit buah tipis sehingga agak sulit dilepas, serta warna yang tidak begitu menarik (Martasari dan Hardiyanto, 2003).

2.9 Deskripsi Jeruk Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu*)

Jeruk Satsuma merupakan jeruk introduksi yang termasuk tipe Mandarin dengan sifat partenokarpi yang tinggi (*seedless*) secara alami, mudah dikupas (*easy peeling*) dan memiliki warna yang menarik *(pigmented*) tetapi memiliki rasa yang kurang manis (Spiegel-Roy and Goldschimidt, 1996) (Gambar 1B).



Gambar 1. Jeruk Satsuma Madu (*Citrus nobilis*) (A), Jeruk Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu*) (B).

2.10 Teknik Fusiprotoplas

Pada hibridisasi somatik (fusiprotoplas) tidak terjadi pembelahan reduksi sebagaimana halnya pada hibridisasi seksual. Dengan demikian pada hibridisasi somatik yang dihasilkan adalah tanaman allotetraploid, bukan tanaman diploid. Pada hibridisasi seksual, sitoplasma berasal dari tetua betina karena tepung sari hampir tidak membawa sitoplasma (pewarisan sifat sitoplasma/maternal). Sedangkan pada fusiprotoplas, kedua tetua membawa sitoplasma hampir sama banyaknya ke dalam hibrida. Manipulasi genetik lewat fusi sitoplasma selanjutnya dapat dikembangkan untuk memungkinkan teradinya fusi antara protoplas tanpa inti yang disebut tanaman sibrida (Makmur, 1992).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Bioteknologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan April - Juni 2013.

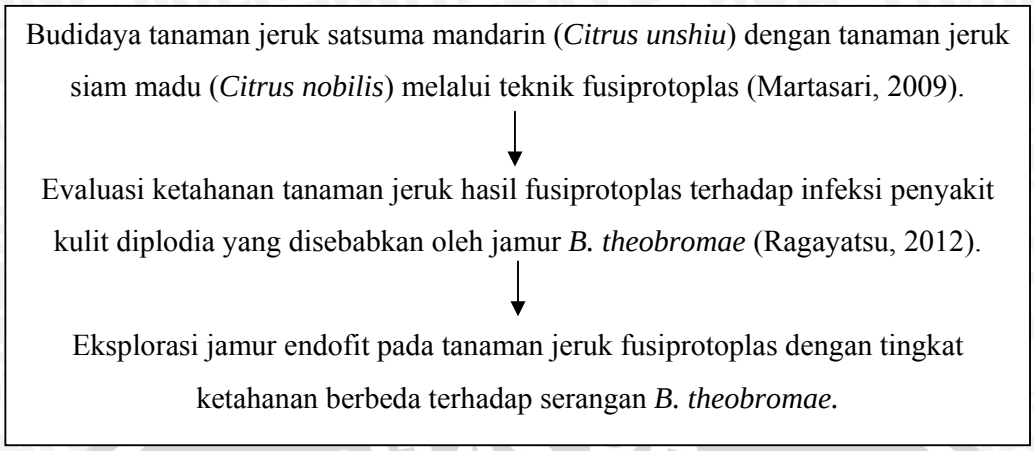
3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas (cawan petri, gelas ukur, *beaker glass*, *object glass*, *cover glass*, dan *erlenmeyer*), *aluminium foil*, *tissue*, plastik *wrapping*, kapas, neraca analitik, pH meter, autoklaf, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), inkubator, peralatan diseksi (pinset, jaarum *ose*, gunting dan *skalpel*), stirer, *handsprayer*, bunsen, *microscope compound* dan buku identifikasi jamur Barnett (1969) serta Gandjar *et al.,* (1999).

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah daun, ranting, dan akar jeruk fusiprotoplas dari dua tetua yaitu Satsuma Mandarin dan Siam Madu yang telah diuji ketahanan terhadap patogen *B. theobromaee* dari Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika dengan kenampakan fisiologis sehat, aquadest steril, spirtus, desinfektan (alkohol 70%), dan NaOCl 4%, 5%. Media dasar yang digunakan untuk menumbuhkan isolat jamur endofit adalah media *Potato Dextrose Agar* (PDA : ekstrak kentang 250 gr; dextrose 20 gr; agar 20 gr; Tetracyclin 125 mg; dan aquadest 1 liter).

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksplorasi dan komparasi. Eksplorasi jamur endofit dilakukan pada daun, ranting dan akar tanaman, kemudian dilakukan identifikasi terhadap jamur endofit yang telah diperoleh. Metode komparasi dilakukan dengan membandingkan keanekaragaman jamur endofit pada setiap contoh tanaman dengan tingkat ketahanan yang berbeda terhadap patogen *B. theobromaee*. Alur penelitian ini, disajikan pada gambar (2).



Gambar 2. Alur Penelitian

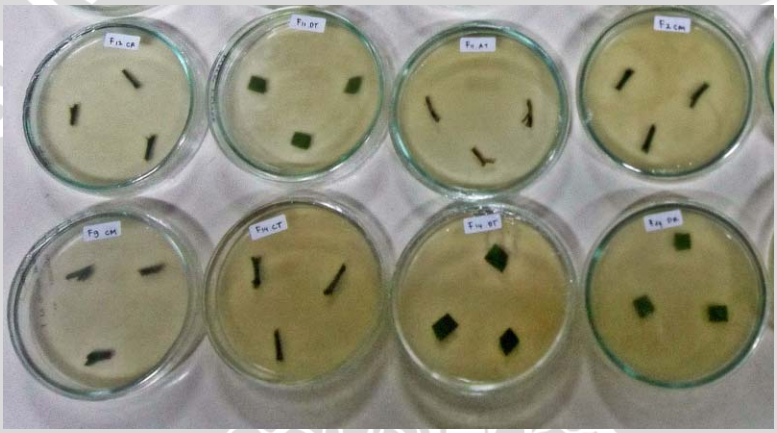
Bagian tanaman yang diambil untuk proses eksplorasi berada dalam kondisi sehat, serta tidak menunjukkan adanya gejala infeksi dari penyakit. Contoh daun yang diambil merupakan daun yang sudah dewasa, sedangkan ranting dipilih secara acak dari beberapa bagian tanaman yang berbeda. Daun dan ranting yang diambil terletak 75 cm dari permukaan tanah. Sedangkan akar yang akan dieksplorasi, diambil pada kedalaman 15-20 cm dari permukaan tanah dengan panjang 15 cm dari pangkal batang dan diameter akar berkisar 0.5 - 1,5 cm. Contoh bagian tanaman yang akan dieksplorasi jamur endofit, diletakkan di dalam kantong plastik steril dan dibawa ke laboratorium untuk segera diisolasi.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Isolasi Jamur Endofit

Isolasi jamur endofit (Gambar 3), pada daun dilaksanakan berdasarkan metode yang dideskripsikan oleh Maksum *et al*., (2011) dengan modifikasi. Daun dicuci di bawah air mengalir selama 5 – 8 menit, kemudian dikering anginkan. Daun direndam di dalam alkohol 70% selama 1 menit, 4% larutan NaOCl selama 4 menit, alkohol 70% selama 30 detik dan aquades steril selama 3 menit sebanyak 3 kali, air aquades steril pada bilasan terkahir diambil dan ditanam ke media PDA yang berfungsi sebagai kontrol. Selanjutnya daun dikering anginkan pada *tissue* steril. Setelah dilakukan sterilisasi permukaan, selanjutnya daun dipotong menjadi fragmen kecil dengan luas 1 cm^2 dalam kondisi aseptis menggunakan *scalpel* steril. Potongan daun kemudian diletakkan ke dalam cawan petri yang berisi media PDA, diinkubasi pada suhu 25 ˚C selama 25 hari.

Metode yang digunakan untuk isolasi jamur endofit pada bagian akar dilakukan berdasarkan metode yang diuraikan oleh Vijay *et al*., (2009) dengan modifikasi yaitu akar dicuci pada air mengalir selama 10 menit sebelum sterilisasi permukaan. Sterilisasi permukaan dilakukan dengan merendam akar pada alkohol 70% selama 1 menit, 5% larutan NaOCl selama 5 menit, alkohol 70% selama 30 detik dan aquadesh steril selama 3 menit sebanyak 3 kali, air aquades steril pada bilasan terkahir diambil dan ditanam ke media PDA yang berfungsi sebagai kontrol. Selanjutnya akar dan batang, dikering anginkan pada *tissue* steril. Akar dipotong menjadi beberapa segmen dengan panjang berkisar 1 - 1,5 cm. Potongan akar selanjutnya diletakkan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 25 hari.



Gambar 3. Isolasi Jamur Endofit Tanaman Jeruk Fusiprotoplas

3.4.2 Pemurnian

Pemurnian dilakukan pada setiap koloni jamur yang dianggap berbeda berdasarkan morfologi makroskopis meliputi warna dan bentuk koloni. Masing-masing jamur tersebut diambil dengan jarum *ose*, kemudian ditumbuhkan lagi pada cawan petri yang berisi PDA.

3.4.3 Pembuatan preparat jamur

Tahapan untuk pembuatan preparat jamur yaitu menyiapkan *object glass*, *cover glass*, dan *tissue*, jamur yang telah diisolasi pada media PDA diambil dengan jarum ose dan ditutup dengan menggunakan *cover glass*. Preparat diletakkan pada wadah yang telah dialasi *tissue* lembab dan inkubasi selama 2-3 hari.

3.4.4 Identifikasi

Isolat jamur endofit yang telah dimurnikan, kemudian dilakukan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis yang selanjutnya diidentifikasi berdasarkan panduan identifikasi, Barnett (1969) serta Gandjar *et al.*, 1999. Pengamatan makroskopis meliputi warna koloni, bentuk koloni, tekstur koloni dan pertumbuhan koloni. Sedangkan pengamatan secara makroskopis antara lain, hifa bersekat atau tidak bersekat, warna hifa (gelap atau hialin transparan), warna konidia (gelap atau hialin transparan), dan bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan).

3.5 Analisa Data

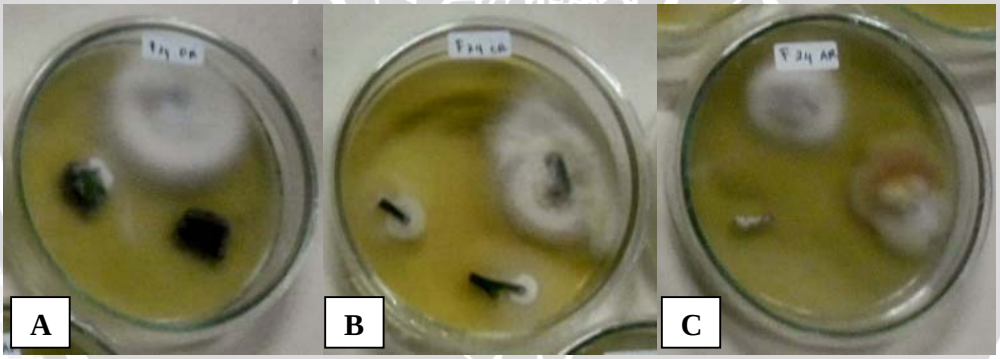
Pada penelitian ini, analisa data dilakukan secara deskriptif, yaitu mengeksplorasi jamur endofit dari jaringan daun, ranting dan akar tanaman jeruk fusiprotoplas dengan tingkat ketahanan berbeda terhadap *B. theobromae*. Analisa deskriptif dilakukan dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sehingga diperoleh kesimpulan yang mendukung hipotesis.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Eksplorasi Jamur Endofit pada Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Tahan, Moderat, dan Rentan

Eksplorasi jamur endofit dilakukan pada tanaman jeruk fusiprotoplas dengan tiga tingkat ketahananan yang berbeda terhadap patogen *B. theobromae*. Masing-masing kategori ketahanan tanaman ditetapkan 5 contoh yang akan dieksplorasi endofitnya pada bagian jaringan daun, ranting, dan akar. Jeruk fusiprotoplas kategori tahan yang dieksplorasi adalah F1, F7, F11, F14, dan F15, kategori moderat adalah F2, F8, F9, F21, dan F27 sedangkan kategori rentan adalah F3, F12, F16, F22, dan F24.

Endofit yang diisolasi dari jaringan tanaman ditumbuhkan pada media PDA kemudian diinkubasi selama 1 minggu dengan suhu berkisar 23-24ºC hingga muncul koloni endofit pada tepi atau bagian atas jaringan daun (gambar 4A) ranting (gambar 4B) dan akar (gambar 4C). Jamur endofit yang tumbuh dimurnikan di media PDA yang baru. Koloni murni endofit diidentifikasi untuk mengetahui genus dari jamur endofit tersebut.



Gambar 4. Koloni Endofit Pada Jaringan Daun (A) , Ranting (B), dan Akar (C) Umur 1 Minggu

4.2 Keanekaragaman Jamur Endofit pada Jaringan Daun, Ranting, dan Akar Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Tahan

Hasil eksplorasi jamur endofit pada tanaman jeruk fusiprotoplas tahan diperoleh koloni jamur endofit dari jaringan daun, ranting dan akar dengan jumlah total 30 isolat. Tingkat keanekaragaman jamur endofit tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Keanekaragaman Jamur Endofit pada Jaringan Daun, Ranting, dan Akar Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Tahan

Jaringan Tanaman	Spesies Jamur Endofit	Jumlah Koloni
Daun	1. Jamur *Microsporium* sp. 1	1
	2. Jamur *Fusarium* sp. 1	1
	3. Jamur *Cephalosporium* sp. 1	1
	4. Jamur *Acremonium* sp. 1	1
	5. Jamur *Fusarium* sp. 2	1
	6. Jamur *Zygodesmus* sp.	1
	7. Jamur *Colletotrichum* sp. 1	1
	8. Jamur *Colletotrichum* sp. 2	1
	9. Jamur *Curvularia* sp. 1	1
	10. Jamur *Botryosporium* sp.	1
	11. Jamur *Colletotrichum* sp. 3	1
	12. Jamur *Fusarium* sp. 3	1
	13. Jamur *Colletotrichum* sp. 4	1
Total Jamur Endofit di Jaringan Daun		13
Ranting	1. Jamur *Nigrospora* sp. 1	1
	2. Jamur *Nigrospora* sp. 2	1
	3. Jamur *Colletotrichum* sp. 5	1
	4. Jamur *Fusarium* sp. 4	1
	5. Jamur *Mucor* sp.	1
	6. Jamur *Botrytis* sp. 1	1
	7. Jamur *Cylindrophora* sp. 1	1
	8. Jamur *Fusarium* sp. 5	1
Total Jamur Endofit di Jaringan Ranting		8
Akar	1. Jamur *Fusarium* sp. 6	1
	2. Jamur *Acremonium* sp. 2	1
	3. Jamur *Fusarium* sp. 7	1
	4. Jamur *Colletotrichum* sp. 6	1
	5. Jamur *Cephalosporium* sp. 2	1
	6. Jamur *Fusarium* sp. 8	1
	7. Jamur *Nigrospora* sp. 3	1
	8. Jamur *Verticillium* sp. 1	1
	9. Jamur *Verticillium* sp. 2	1
Total Jamur Endofit di Jaringan Akar		9
Total Jamur Endofit Pada Tanaman Jeruk Fusi Tahan		30

4.3 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Tahan

4.3.1 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Jaringan Daun Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Tahan

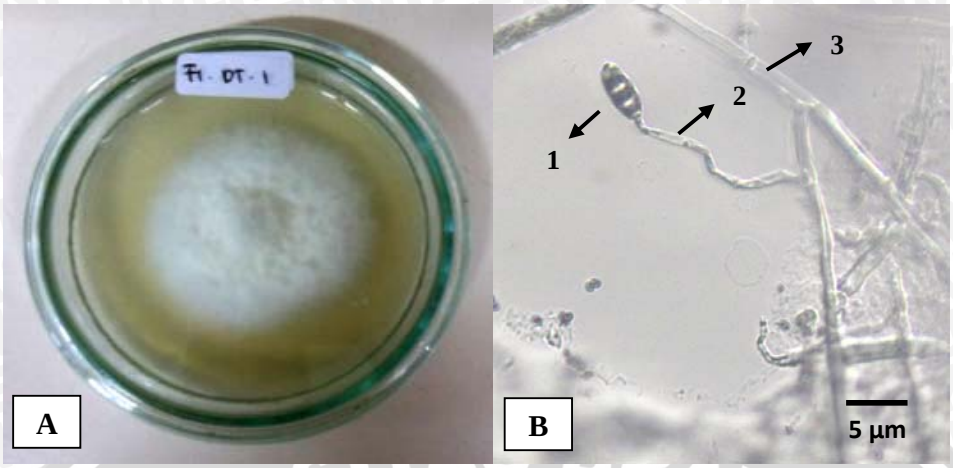
1. Jamur *Microsporum* sp. 1

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 5A), menunjukkan pada awal pertumbuhannya, jamur ini memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur tebal serta halus, kemudian pola pertumbuhan melingkar konsentris. Pada saat koloni berumur 6 hari masa inkubasi menunjukkan bahwa koloni tetap berwarna putih, namun tekstur menjadi lebih tebal sehingga pada bagian tengah koloni menggunung namun pada bagian sisi terluar koloni memiliki tekstur yang tipis. Ketika koloni berumur 9 hari, koloni pada bagian tengah berwarna putih dengan tekstur tebal menggunung dan halus, kemudian dikelilingi oleh koloni yang bertekstur tipis dan halus.

b. Mikroskopis

Pada pengamatan mikroskopis (gambar 5B), jamur memiliki miselium yang bersekat dan tumbuh lurus, konidia berbentuk silindris, agak lonjong, bersekat 2 hingga 4, dengan warna terang pada bagian ujung atas, diikuti dengan warna gelap. Konidiofor memanjang, hialin dan tidak bersekat. Hifa jamur hialin, memanjang dan bersekat. Berdasarkan morfologi tersebut maka jamur ini termasuk dalam genus *Microsporum*. Hal ini didukung oleh keterangan Barnet (1969), yang menerangkan bahwa jamur *Microsporum* sp. mempunyai ciri-ciri koloni berwarna putih pada kultur, konidiofor hialin, agak panjang dan ramping, konidia memiliki beberapa sel.



Gambar 5. Jamur *Microsporum* sp.1. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

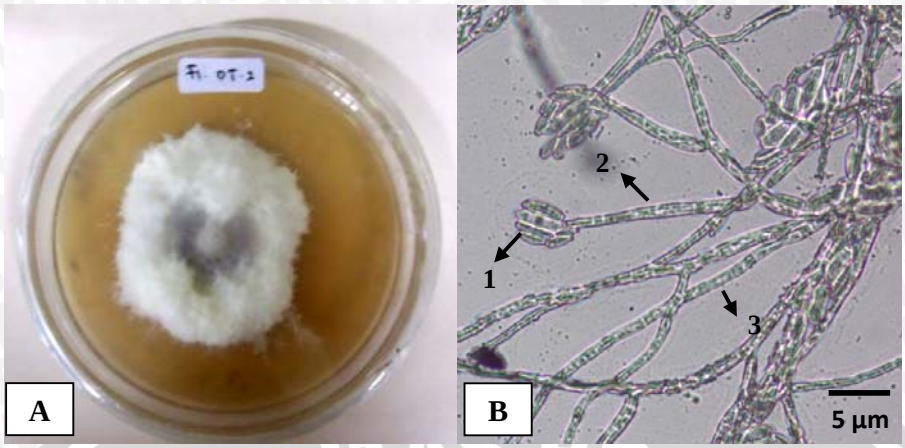
2. Jamur *Fusarium* sp. 1

a. Makroskopis

Hasil pengamatan secara makroskopis (gambar 6A), menunjukkan bahwa, ketika koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi memiliki koloni yang berwarna putih dan bertekstur tebal serta halus dengan pola pertumbuhan melingkar namun tidak konsentris. Ketika koloni berumur 6 hari masa inkubasi, bagian tengah koloni membentuk cekungan dan warna berubah menjadi ungu, disekitar koloni yang berwarna ungu tersebut dikelilingi oleh koloni berwarna putih. Ketika koloni jamur berumur 9 hari warna, tekstur dan pola pertumbuhan jamur tidak berubah.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 6B), menunjukkan bahwa hifa yang dimiliki jamur tersebut hialin dan bersekat. Konidiofor panjang dan bersekat. Makrokonidia membengkok pada bagian dorsal sehingga menyerupai bulan sabit, dan memiliki septa 3 - 4. Berdasarkan morfologi tersebut, dapat diketahui bahwa jamur ini masuk ke dalam genus *Fusarium.* Barnet (1969) mendeskripsikan *Fusarium* dengan konidia hialin, dalam jumlah yang banyak, dan terikat menjadi satu karena adanya senyawa gelatin. Makrokonidia memiliki beberapa sel dan membengkok, berbentuk seperti perahu. konidiofor jamur tersebut beragam, antara lain panjang dan berranting.



Gambar 6. Jamur *Fusarium* sp. 1. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

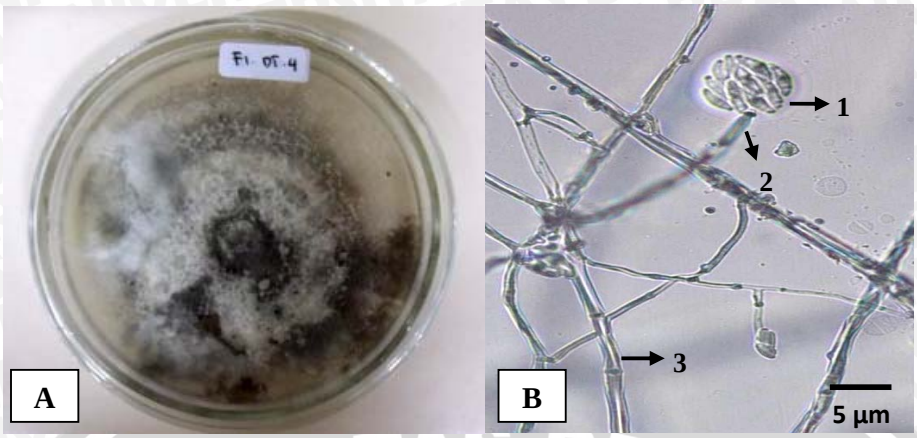
3. Jamur *Cephalosporium* sp. 1

a. Makroskopis

Dari hasil pengamatan makroskopis (gambar 7A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan, koloni berwarna putih, dengan tekstur tipis dan halus, tumbuh membentuk pola melingkar konsentris. Pada umur 4 hari masa inkubasi bagian tengah koloni menebal dan berwarna putih agak abu-abu, dikelilingi dengan koloni yang berwarna putih agak cokelat dan membentuk pola lingkaran serta tekstur koloni menjadi tebal dan menggunung. Pada umur 7 hari masa inkubasi, koloni bagian terluar memiliki koloni yang berwarna abu-abu. Ketika koloni berumur 11 hari, koloni memiliki 3 lapisan warna, yaitu koloni paling dalam adalah abu-abu, kemudian putih agak cokelat, dan bagian terluar adalah abu-abu agak hitam dengan pola melingkar konsentris. Tekstur koloni berubah menjadi tebal dan agak kasar.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 7B), terhadap jamur tersebut, menunjukkan bahwa konidiofor ramping. Konidia hialin, memiliki 1 sel, konidia berada dalam jumlah banyak pada bagian ujung konidiofor, memiliki kenampakan hifa yang bersekat. Berdasarkan deskripsi jamur secara mikroskopis tersebut, maka jamur ini dimasukkan kedalam genus *Cephalosporium*. Barnet (1969) menyebutkan bahwa ciri-ciri morfologi dari *Cephalosporium* adalah konidiofor berbentuk ramping atau menggembung, konidia 1 sel, hialin.



Gambar 7. Jamur *Cephalosporium* sp. 1. A. Biakan murni umur 12 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

4. Jamur *Acremonium* sp. 1

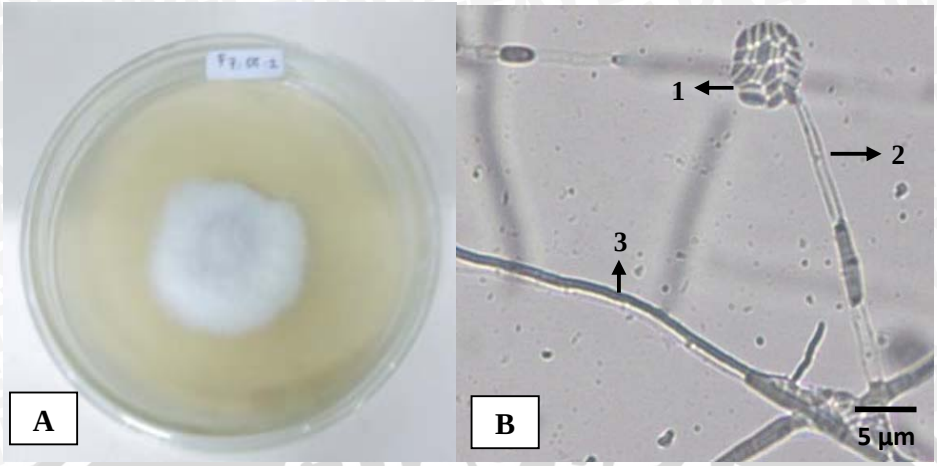
a. Makroskopis

Dari hasil pengamatan makroskopis (gambar 8A), menunjukkan bahwa, ketika koloni jamur berumur 2 hari masa inkubasi memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur agak tebal dan halus. Tekstur pada bagian tengah koloni berubah menjadi agak menggunung ketika koloni berumur 5 hari. Pola pertumbuhan dari koloni ini adalah melingkar konsentris.

Berdasarkan Gandjar *et al*., (1999) menyatakan bahwa kenampakan koloni seperti kapas, dan berwarna putih hingga merah muda, tingkat pertumbuhan koloni *Acremonium* agak lambat. Tekstur koloni kompak, datar atau berlipat, dan kadang-kadang menonjol di bagian tengah dan mirip seperti beludru atau seperti kapas. Warna koloni putih, abu-abu pucat atau merah muda pucat di permukaan. Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis tersebut dan didukung oleh literatur maka jamur ini merupakan jamur *Acremonium* sp.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 8B), menunjukkan bahwa konidia bersel satu tampak bergerombol membentuk suatu kepala yang berlendir, agak simetris, berbentuk elips yang memanjang hingga bulat, dan berwarna hialin. Konidiofor ramping. Hifa bersekat dan hialin. Fries (1809), menjelaskan bahwa jamur *Acremonium* sp. memiliki hifa hialin, konidia biasanya muncul berkelompok, seperti bola atau jarang seperti rantai rapuh.



Gambar 8. Jamur *Acremonium* sp. 1. A. Biakan murni umur 7 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

5. Jamur *Fusarium* sp. 2

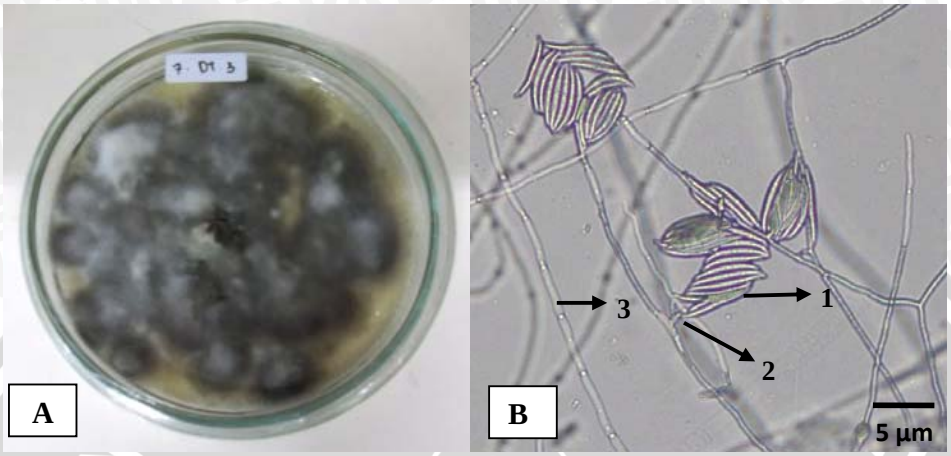
a. Makroskopis

Pada pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 9A), menunjukkan bahwa pada saat awal pertumbuhan, koloni jamur berwarna putih tumbuh dengan tekstur tebal dan menggumpal. Koloni pada bagian tengah koloni berubah menjadi agak abu-abu ketika koloni berumur 4 hari. Pada saat koloni berumur 6 hari masa inkubasi, pola pertumbuhan dari koloni ini menyebar tidak rata pada permukaan media PDA. Koloni tebal berwarna abu-abu berubah menjadi abu-abu agak hitam, serta membentuk gumpalan-gumpalan rapat dan bertekstur halus. Ketika koloni berumur 9 hari, warna dari koloni pada koloni tersebut didominasi oleh warna hitam, namun terdapat beberapa gumpalan koloni yang berwarna putih agak abu-abu.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis (gambar 9B), nampak hifa tumbuh memanjang, hialin dan bersekat. Konidiofor hialin, pendek, dapat berranting dapat tidak dan membawa monifialid. Makrokonidia terdapat dalam jumlah banyak sekali, memiliki 3 - 4 sekat, berbentuk ovoid-elips, dan sedikit membengkok, meruncing pada kedua ujungnya. Berdasarkan kondisi mikroskopis tersebut, dapat disimpulkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Fusarium*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ellis (2012), yaitu spesies *Fusarium* biasanya menghasilkan makro dan mikrokonidia dari fialid yang ramping. Makrokonidia

hialin, bersel tiga atau lebih, fusiform hingga berbentuk seperti sabit, Mikrokonidia bersel 1 hingga 2, hialin, pyriform, fusiform hingga bulat telur, lurus atau melengkung.



Gambar 9. Jamur *Fusarium* sp. 2. A. Biakan murni umur 12 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

6. Jamur *Zygodesmus* sp.

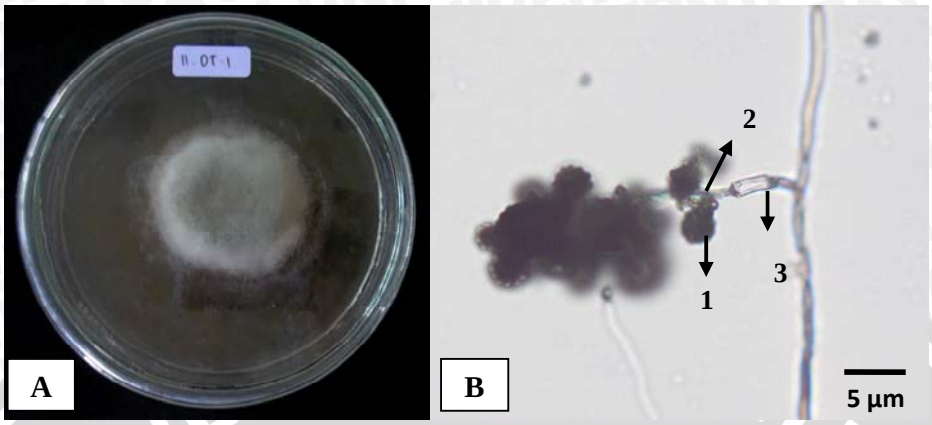
a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 10A), dapat diketahui bahwa pada awal pertumbuhan koloni berwarna putih agak abu-abu bertekstur tipis dan halus. Ketika koloni tersebut berumur 4 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni berwarna abu-abu jelas kemudian dikelilingi dengan pertumbuhan koloni yang berwarna putih. Pola pertumbuhan dari koloni jamur ini adalah melingkar konsentris. Pada saat koloni berumur 6 hari masa inkubasi, tekstur koloni berubah menjadi semakin tebal dan permukaan koloni menjadi agak tidak rata.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan mikroskopis (gambar 10B), menunjukkan bahwa konidiofor yang dimiliki jamur ini pendek, hialin. Konidia berwarna hitam, berbentuk bulat serta terdapat tonjolan kecil yang bergerigi, dan memiliki 1 sel. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, maka jamur ini dimasukkan ke dalam genus *Zygodesmus*. Hal ini sesuai deskrispsi yang diuraikan oleh Barnet (1969) yang menyatakan bahwa genus *Zygodesmus* memiliki konidiofor pendek, sederhana,

hialin. Sedangkan konidianya memiliki 1 sel, berwarna gelap berbentuk bulat dan berduri.



Gambar 10. Jamur *Zygodesmus* sp. A. Biakan murni umur 7 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

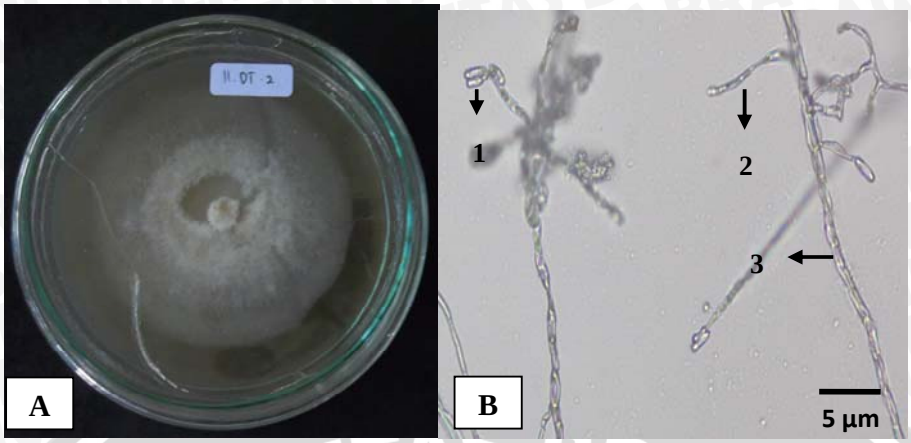
7. Jamur *Colletotrichum* sp. 1

a. Makroskopis

Hasil pengamatan makroskopis (gambar 11A), menunjukkan bahwa ketika koloni berumur 2 hari masa inkubasi, koloni berwarna putih transparan dengan tekstur tipis dan permukaannya agak kasar. Ketika koloni berumur 5 hari masa inkubasi terlihat pola pertumbuhan dari koloni yang membentuk lingkaran konsentris. Koloni berubah teksturnya menjadi agak menggumpal.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 11B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan bersekat, konidiofor panjang dan ramping, kemudian bersekat. Konidia berbentuk silindris dengan ujung yang tumpul, hialin dan tanpa sekat. Berdasarkan kondisi mikroskopis tersebut dapat disimpulkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 11. Jamur *Colletotrichum* sp. 1. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

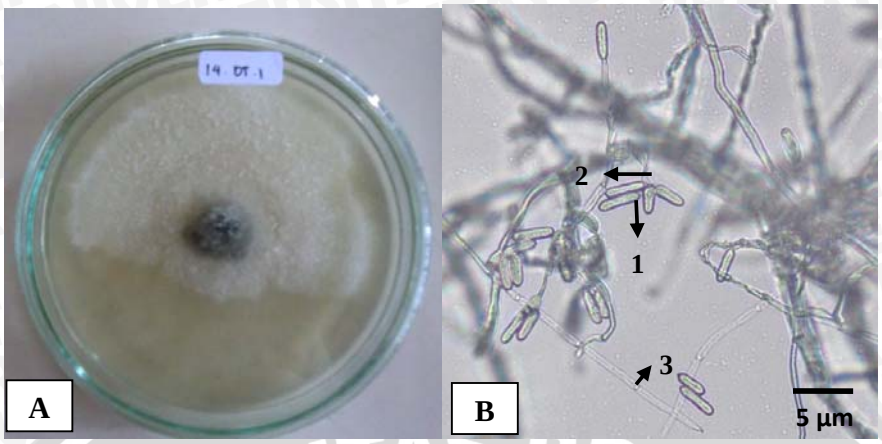
8. Jamur *Colletotrichum* sp. 2

a. Makroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 12A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan, koloni jamur berwarna abu-abu agak putih dengan tekstur tebal, dan agak kasar. Ketika koloni jamur berumur 4 hari masa inkubasi, pada bagian pusat koloni teksturnya menjadi lebih tebal kemudian menggumpal, kemudian terdapat koloni yang berwarna putih transparan dengan tekstur tipis dan halus yang mengililingi koloni pada bagian tengah koloni tersebut. Pola pertumbuhan koloni membentuk setengah lingkaran, menyebar tidak merata pada permukaan media. Pada saat koloni berumur 8 hari masa inkubasi, tekstur koloni pada koloni bagian luar berubah menjadi agak kasar, namun tetap tipis.

b. Mikroskopis

Pada pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 12B), yaitu konidiofor hialin, dan jarang bersekat. Konidia tumbuh di ujung konidiofor. Konidia juga berwarna hialin, berbentuk bulat lonjong dengan kedua ujungnya ujung tumpul. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, dapat disimpulkan bahwa jamur ini adalah *Colletotrichum*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Muthumary (2008) bahwa koloni *Colletotrichum* hialin, bersekat dan berranting. Konidia hialin, satu sel, berbentuk silindris tegas dengan ujung tumpul.



Gambar 12. Jamur *Colletotrichum* sp. 2. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

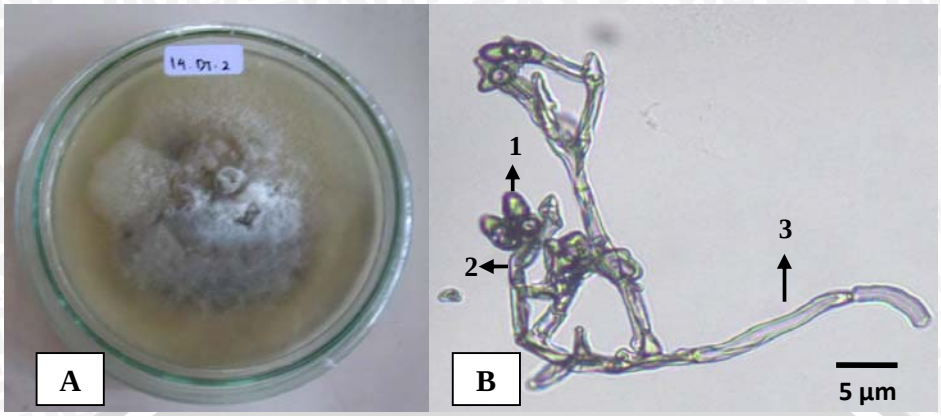
9. Jamur *Curvularia* sp. 1

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan makroskopis (gambar 13A), menunjukkan bahwa pada saat koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi berwarna putih agak abu-abu dengan tekstur yang agak tebal dan agak kasar, pola pertumbuhan melingkar tidak konsentris. Ketika koloni jamur berumur 6 hari masa inkubasi tekstur permukaan koloni kasar dan tidak rata. Pada bagian tengah koloni cekung kedalam, sedangkan pada bagian luar koloni agak tebal dan membentuk gumpalan. Pada saat koloni berumur 9 hari masa inkubasi, terdapat 3 warna pada koloni. Koloni bagian tengah berwarna putih agak abu-abu, kemudian dikelilingi oleh koloni yang berwarna putih, sedangkan koloni pada bagian luar koloni berwarna abu-abu.

b. Mikrokopis

Hasil pengamatan mikroskopis (gambar 13B), menunjukkan bahwa terjadi pembengkakan sel sentral dan nampak konidia yang melengkung. Berdasarkan kriteria jamur tersebut dan dibandingkan dengan hasil pengamatan secara mikroskopis maka jamur endofit ini merupakan jamur *Curvularia* sp. Berdasarkan deskripsi mikroskopis yang diuraikan Boedijn (1933), jamur *Curvularia* sp. mempunyai ciri-ciri hifa bersekat, dan konidiofor berwarna coklat. Konidiofor tunggal atau berranting, berwarna coklat. Sekat melintang dan membagi konidia masing-masing menjadi beberapa sel. Sel sentral biasanya lebih gelap dan lebih besar dibandingkan dengan sel lainnya dalam konidia.



Gambar 13. Jamur *Curvularia* sp. 1. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

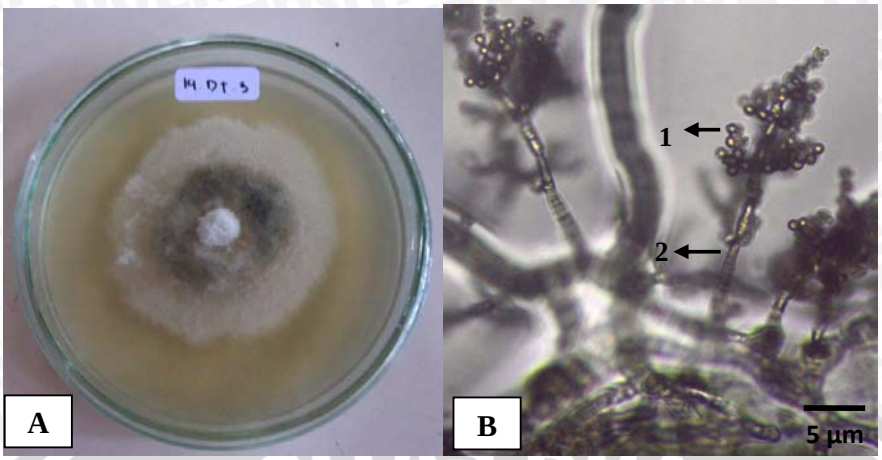
10. Jamur *Botryosporium* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 14A), menunjukkan bahwa pada saat awal pertumbuhan koloni jamur berwarna putih dengan tekstur tebal, menggumpal dan agak kasar, dengan pola pertumbuhan jamur yang melingkar konsentris. Pada saat koloni jamur berumur 5 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni dikelilingi oleh koloni yang berwarna agak abu-abu dengan tekstur tebal dan agak kasar. Ketika koloni jamur berumur 9 hari masa inkubasi, pola pertumbuhan jamur tersebut membentuk lingkaran konsentris yang terdiri dari tiga lapis koloni. Koloni pada bagian tengah berwarna putih dengan tekstur kasar dan menggumpal, kemudian diikuti dengan pertumbuhan koloni yang berwarna abu-abu dengan tekstur agak kasar dan agak menggumpal, sedangkan koloni pada bagian terluar koloni berwarna putih transparan dengan tekstur tipis dan agak kasar.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (gambar 14B), menunjukkan bahwa, jamur memiliki konidiofor panjang, tegak, ramping, dan hialin. Konidiofor menghasilkan beberapa ranting. Ranting tersebut menghasilkan dua atau lebih ranting sekunder, yang membesar pada bagian ujung atas dan menghasilkan konidia. Konidia tersebut hialin dan memiliki satu sel berbentuk bulat. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini masuk ke dalam genus *Botryosporium*.



Gambar 14. Jamur *Botryosporium* sp. 1. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor

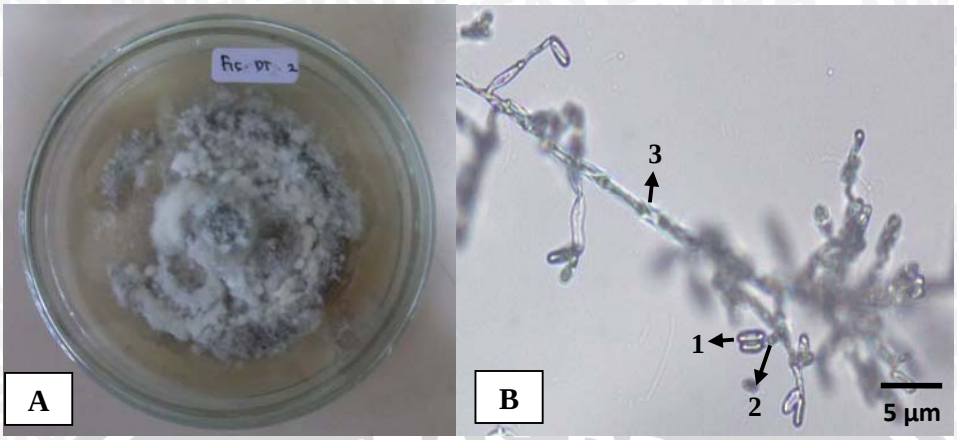
11. Jamur *Colletotrichum* sp. 3

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis (gambar 15A), yang dilakukan pada koloni jamur, menunjukkan koloni pada awal pertumbuhan berwarna putih agak abu-abu, dengan tekstur tebal agak menggumpal. Pada hari ke 5 setelah masa inkubasi, pola pertumbuhan dari koloni jamur ini menunjukkan pola melingkar tidak simetris. Koloni pada bagian tengah menjadi lebih tebal berwarna abu-abu dan koloni pada bagian tepi koloni berwarna putih, dengan tekstur tebal dan agak kasar. Pada umur 9 hari, koloni hampir memenuhi cawan petri, jamur tumbuh membentuk lingkaran tidak konsentris, semakin tebal dengan permukaan koloni yang tidak rata dan kasar serta warna pada bagian tepi berubah yang pada awalnya putih menjadi abu-abu.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 15B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan tidak bersekat. Konidiofor berbentuk ramping dan memiliki 1 sekat. Pada ujung konidiofor terbentuk konidia yang bergerombol 1 hingga 2 konidia. Konidia tersebut berbentuk silindris dan tumpul pada kedua ujungnya, kemudian konidia hialin dan tidak memiliki sekat. Berdasarkan pengamatan mikroskopis tersebut, maka dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 15. Jamur *Colletotrichum* sp. 3. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

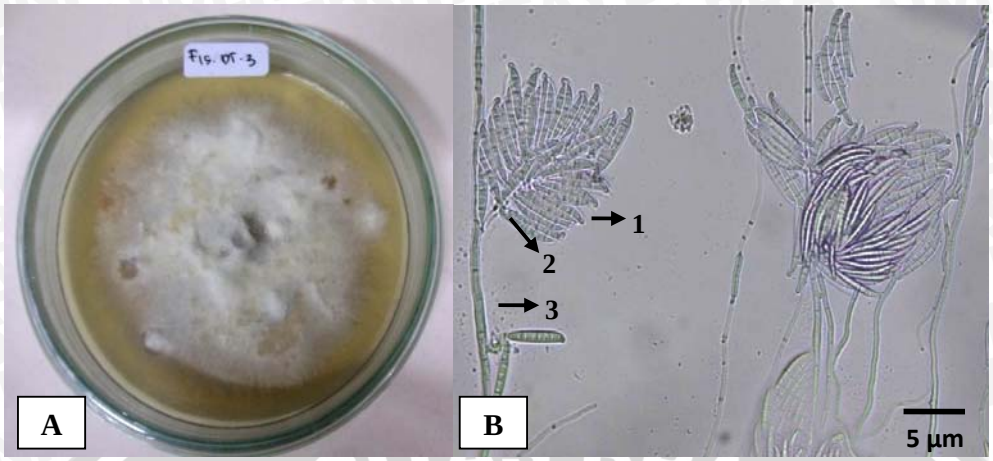
12. Jamur *Fusarium* sp. 3

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 16A), pada koloni jamur yang berumur 3 hari masa inkubasi, menunjukkan bahwa koloni jamur berwarna putih dengan tekstur halus dan tipis, serta membentuk pola lingkaran konsentris. Ketika koloni berumur 5 hari tekstur koloni pada bagian tengah koloni berubah menjadi tebal, tidak rata dan berwarna agak ungu. Pola pertumbuhan koloni tersebut melingkar tidak konsentris. Pada umur 9 hari, secara keseluruhan tekstur dari koloni jamur tersebut tidak rata, koloni pada bagian tengah koloni tebal membentuk gumpalan berwarna ungu, sedangkan pada bagian tepi koloni berwarna putih bertekstur halus dan tipis.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 16B), menunjukkan bahwa, hifa dari jamur ini hialin dan bersekat. Konidiofor tidak berranting dan membawa fialid. Makrokonidia memiliki 4 – 6 sekat, terbentuk pada fialid, dan terdapat dalam jumlah banyak sekali, memiliki bentuk silindris dan sedikit membengkok pada kedua ujungnya, sehingga makrokonidia menyerupai bentuk bulan sabit. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Fusarium*.



Gambar 16. Jamur *Fusarium* sp. 3. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Fialid, (3) Konidiofor

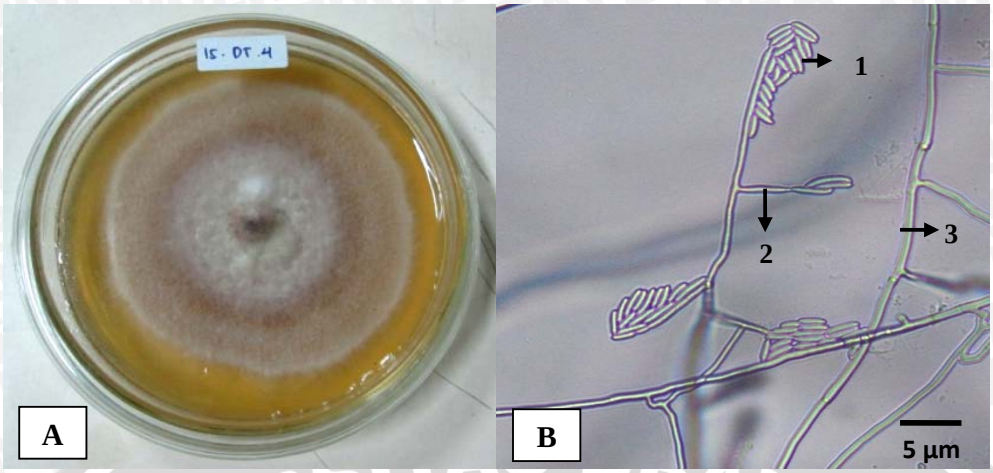
13. Jamur *Colletotrichum* sp 4

a. Makroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 17A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan koloni jamur, memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur tipis dan halus. Pada saat koloni berumur 5 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni yang semula bertekstur tipis dan halus berubah menjadi agak tebal dan kasar dan rapat, kemudian diikuti dengan pertumbuhan koloni yang berwarna putih transparan dengan tekstur tipis dan agak kasar dan agak rapat. Pola pertumbuhan dari koloni ini membentuk lingkaran yang konsentris. Ketika koloni berumur 9 hari, terdapat empat lapisan warna koloni pada koloni. Koloni pada bagian tengah koloni berwarna coklat kemudian dikelilingi oleh pertumbuhan koloni yang berwarna putih menyerupai kapas dengan tekstur tebal, rapat dan agak kasar, dilanjutkan dengan pertumbuhan koloni yang berwarna putih transparan dengan tekstur halus, tipis agak renggang. Koloni pada bagian terluar dari koloni berwarna putih, bertekstur tipis, agak kasar dan agak rapat.

b. Mikroskopis

Pengamtan mikroskopis (gambar 17B), menunjukkan bahwa hifa jamur tersebut hialin dan bersekat. Konidiofor hialin dan tidak berranting, pada ujung konidiofor terdapat fialid, yang diikuti dengan pertumbuhan mikrokonidia yang tidak bersekat dan berbentuk agak runcing pada baigan ujungnya. Berdasarkan deskripsi tersebut maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Colletotrichum*.



Gambar 17. Jamur *Colletotrichum* sp. 4 A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

4.3.2 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Jaringan Ranting Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Tahan

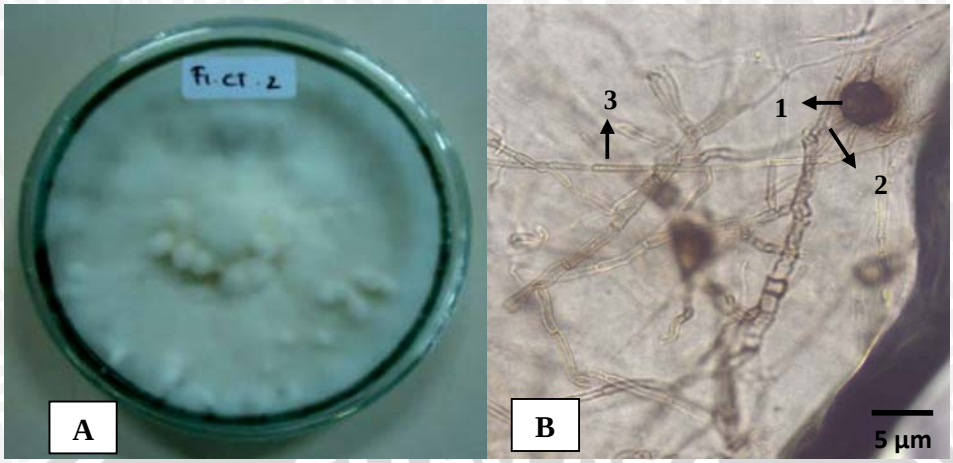
1. *Nigrospora* sp. 1

a. Makroskopis

Dari hasil pengamatan makroskopis (gambar 18A), menunjukkan bahwa pada saat koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi berwarna putih, bertekstur halus serta menggumpal. Pada saat koloni berumur 7 hari masa inkubasi koloni pada bagian tengah koloni menjadi lebih tebal dan membentuk gumpalan, kemudian dikelilingi oleh koloni yang bertekstur halus dan tipis. Pola pertumbuhan dari koloni ini, melingkar tidak konsentris. Ketika koloni jamur berumur 9 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni berubah warna menjadi agak kuning, dan terdapat koloni yang menggumpal dan menyebar di atas permukaan koloni yang tipis.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 18B), menunjukkan bahwa Jamur endofit ini memiliki ciri-ciri hifa hialin bersepta, konidiofor hialin atau sedikit berpigmen, dan konidia yang nampak jelas. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Nigrospora*.



Gambar 18. Jamur *Nigrospora* sp. 1. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

2. Jamur *Nigrospora* sp. 2

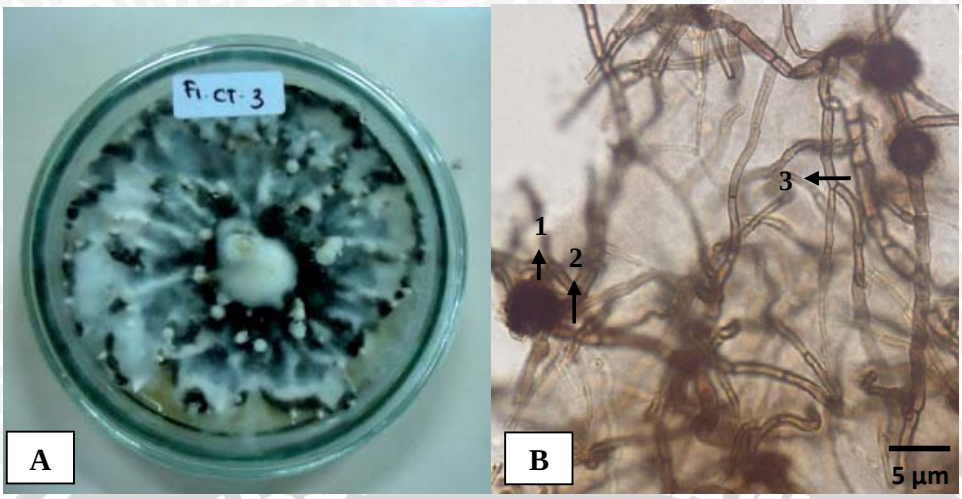
a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 19A), menunjukkan bahwa ketika koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi berwarna putih seperti kapas, dengan tekstur tebal serta menggumpal. Ketika koloni berumur 6 hari masa inkubasi pola pertumbuhannya adalah melingkar konsentris, pada bagian tengah koloni menggunung, kemudian diikuti dengan pertumbuhan koloni yang bertekstur tipis dan halus, yang mengelilingi bagian tengah koloni tersebut. Pada saat koloni jamur berumur 9 hari masa inkubasi, bagian tengah koloni berwarna putih, kemudian dikelilingi oleh koloni yang berwarna agak hitam, permukaan jamur ini bertekstur kasar.

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis (gambar 19B), menunjukkan bahwa hifa memanjang, hialin, bersekat, berdinding tebal dan berranting. Konidiofor berukuran lebih kecil daripada hifa jamur, hialin, bersekat dan pada bagian tertentu konidiofor terdapat konidia berbentuk bulat, berwarna hitam bergerombol atau s*ingle*. Hasil pengamatan mikroskopis tersebut, menunjukkan bahwa jamur ini masuk ke dalam genus *Nigrospora.*

Berdasarkan Barnet (1969), menyebutkan bahwa jamur *Nigrospora* bila diamati secara mikroskopis mempunyai ciri-ciri konidiofor pendek, sel agak menggembung, berwarna gelap, konidia berwarna hitam, terdiri dari 1 sel, berbentuk bulat hingga agak rata.



Gambar 19. Jamur *Nigrospora* sp. 2. A. Biakan murni umur 12 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

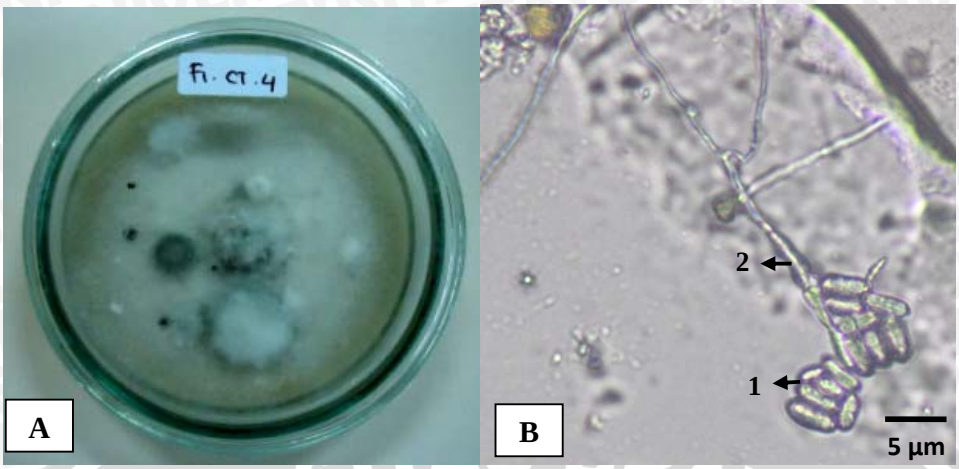
3. Jamur *Colletrotichum* sp. 5

a. Makroskopis

Hasil pengamatan makroskopis (gambar 20A), menunjukkan bahwa koloni jamur pada saat awal pengamatan berwarna putih transparan, dan bertekstur tipis dan halus serta menyebar pada permukaan media. Ketika koloni berumur 5 hari masa inkubasi, pada bagian tengah koloni berwarna agak hijau kemudian teksturnya tebal dan menggunung, namun pada bagian terluar koloni memiliki tekstur yang halus dan tipis. Pada saat koloni berumur 9 hari masa inkubasi, pertumbuhan koloni membentuk lingkaran konsentris, warna pada bagian tengah koloni hijau, dengan tekstur agak kasar dan menggunung, kemudian dikelilingi oleh koloni yang berwarna putih dengan tekstur halus dan tipis, namun terdapat beberapa koloni yang menggumpal di atas permukaan koloni tipis tersebut.

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis (gambar 20B), menunjukkan bahwa koloni hialin, jarang terdapat sekat dan mempunyai perrantingan. Konidiofor hialin. Konidia hialin, tidak bersekat, memanjang lonjong dengan kedua ujungnya tumpul. Konidia berjejer diujung konidiofor sebanyak 4-6 konidia.



Gambar 20. Jamur *Colletrotichum* sp. 5. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor

4. *Fusarium* sp. 4

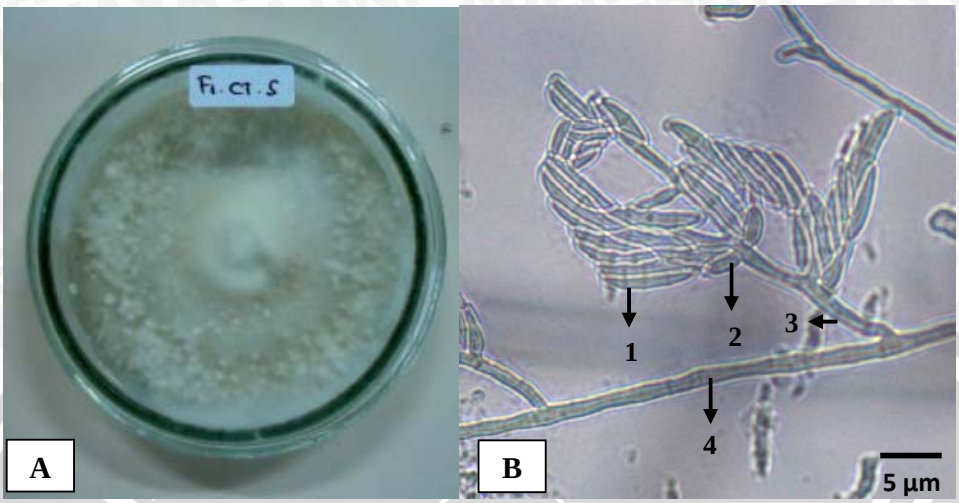
a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 21A), menunjukkan bahwa pada saat koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi berwarna putih, dengan tekstur tipis dan halus. Ketika koloni berumur 6 hari masa inkubasi pada bagian tengah koloni berwarna putih agak kuning, dengan tekstur yang tebal dan agak cekung kedalam. Kemudian dikelilingi oleh koloni yang berwarna putih dengan tekstur tipis dan halus. Pada saat koloni berumur 9 hari, terdapat 3 lapisan koloni pada koloni, bagian terdalam dari koloni berwarna agak kuning, degan tekstur tebal, tipis, dan agak cekung, kemudian dikelilingi oleh koloni yang berwarna putih dengan tekstur tipis, sedangkan pada bagian terluar dari koloni berwarna putih agak kuning dengan tekstur agak menggumpal, tidak rata dan kasar.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 21B), menunjukkan bahwa konidiofor memiliki perrantingan dan masing-masing perrantingan tersebut membawa monofialid. Masing-masing monofialid tersebut kemudian membentuk makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia memiliki sekat sebanyak 3 – 4, sedangkan mikrokonidia memiliki sekat sebanyak 0 – 2 sekat. Bentuk dari makrokonidia menyerupai bulan sabit, yaitu meruncing pada bagian ujung atas maupun bawah, sedangkan mikrokonidia berbentuk silindris.

Berdasarkan deskripsi tersebut, dapat diketahui bahwa jamur ini merupakan bagian dari genus *Fusarium.*



Gambar 21. Jamur *Fusarium* sp. 4. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Fialid, (3) Konidiofor, (4) Hifa

5. Jamur *Mucor* sp.

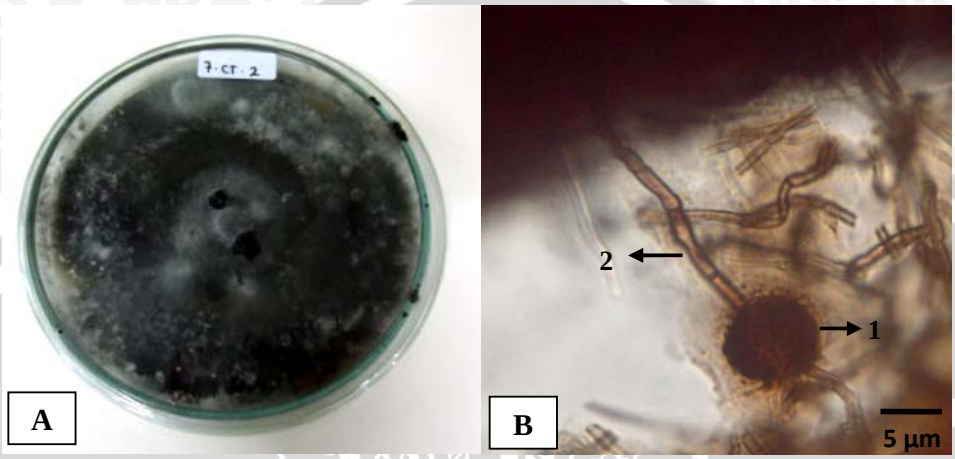
a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis (gambar 22A), menunjukkan bahwa ketika koloni berumur 2 hari, koloni pada bagian tengah koloni berwarna abu-abu dengan tekstur halus dan tipis serta memiliki pola pertumbuhan lingkaran konsentris. Koloni berubah menjadi abu-abu agak hitam dengan tekstur tebal namun tetap halus pada saat koloni berumur 4 hari. Pertumbuhan koloni jamur dapat dikatakan cepat, ketika berumur 5 hari koloni memiliki diameter 6 cm, warna koloni pada bagian tepi yang semula berwarna abu-abu agak hitam berubah menjadi hitam namun memiliki tekstur dan pola pertumbuhan yang tidak berubah. Pada umur 9 hari setelah inkubasi koloni memenuhi cawan petri, koloni pada bagian tepi koloni berwarna hitam pekat sedangkan pada bagian tengah tetap berwarna abu-abu agak hitam. Tekstur koloni berubah menjadi kasar, dan tidak rata, namun tetap dengan pola pertumbuhan yang sama.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 22B), menunjukkan bahwa konidiofor hialin dan memanjang bersekat. konidium berbentuk bulat, berwarna hitam gelap, tidak bersekat dan terletak diujung

konidiofor. Dari ciri-ciri morfologi jamur tersebut, dapat disimpulkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus Mucor. Rubert (1972), menyatakan bahwa *Mucor* mempunyai konidia bulat, seperti silinder, konidia pear atau pemukul bola, dengan konidiofor tegak, sederhana atau berranting, hialin, abu-abu atau kecoklatan.



Gambar 22. Jamur *Mucor* sp. A. Biakan murni umur 12 hari, B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

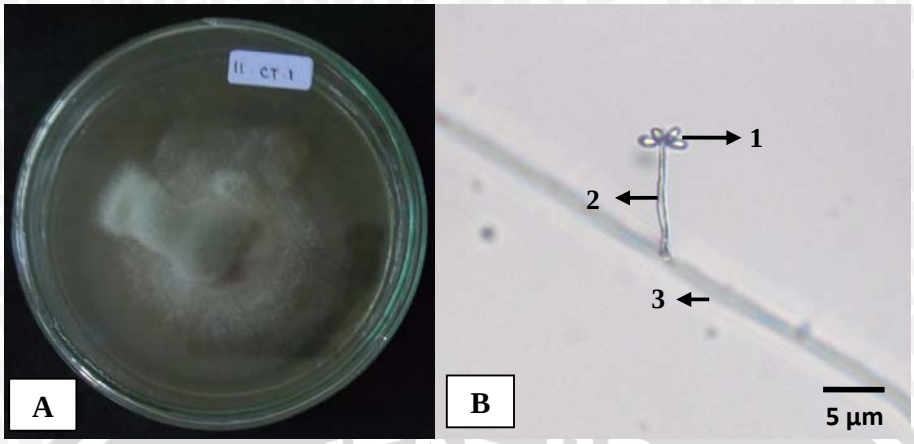
6. Jamur *Cylindrophora* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 23A), ketika koloni berumur 3 hari masa inkubasi, menunjukkan bahwa jamur ini memiliki koloni yang berwarna putih agak abu-abu dengan tekstur halus dan tebal. Pertumbuhan dari koloni ini menunjukkan pola yang melingkar tidak konsentris. Ketika koloniberumur 6 hari, tekstur koloni menjadi semakin tebal dan warna abu-abu menjadi semakin jelas.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 23B), menunjukkan bahwa konidiofor dari jamur ini tumbuh tegak dan hialin. Pada ujung konidiofor terdapat konidia yang berbentuk elips, bergerombol menyerupai kelpoak bunga dengan 1 sel. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa koloni jamur ini merupakan genus *Cylindrophora.* Barnet (1969) menyatakan bahwa *Cylindrophora* memiliki konidiofor yang tegak, mucul dari hifanya. Konidia hialin, memiliki 1 sel berbentuk elips dan terletak dalam kelompok.



Gambar 23. Jamur *Cylindrophora* sp. 1. A. Biakan murni umur 9 hari, B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

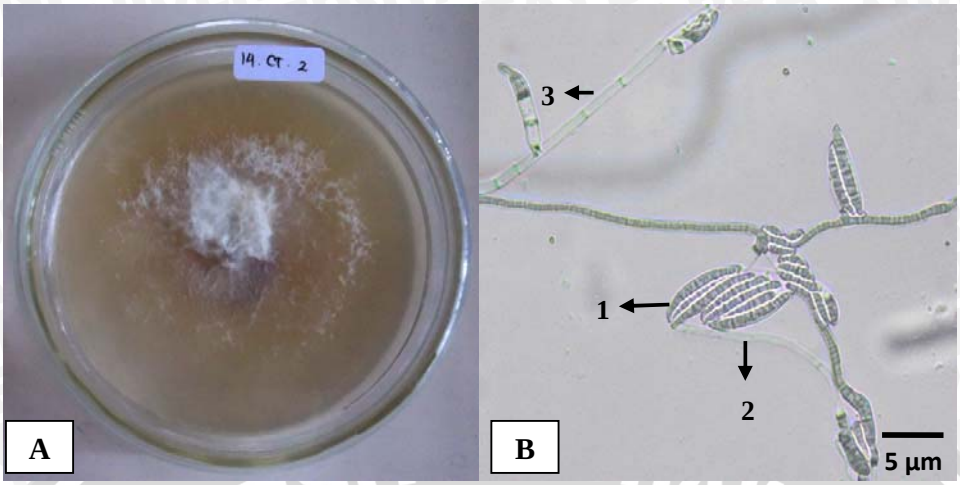
7. Jamur *Fusarium* sp. 5

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 24A), yang dilakukan, menunjukkan bahwa ketika koloni berumur 3 hari masa inkubasi, memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur tebal, agak kasar. Pada saat koloni berumur 6 hari masa inkubasi, koloni menunjukkan tipe pertumbuhan yang menyebar membentuk lingkaran tidak konsentris pada permukaan media. Koloni pada bagian tengah koloni yang semula bertekstur agak kasar menjadi kasar dan tebal serta membentuk sedikit cekungan-cekungan. Ketika koloni berumur 9 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni dikelilingi oleh pertumbuhan koloni yang berwarna ungu dengan tekstur tipis dan agak kasar. Sedangkan koloni pada bagian terluar koloni tumbuh menyebar dan berwarna putih transparan dengan tekstur tipis dan kasar.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan mikroskopis (gambar 24B), menunjukkan bahwa, hifa dari jamur ini adalah hialin dan bersekat. Konidiofor lurus, hialin. Makrokonidia memiliki 4 – 6 sekat berbentuk seperti bulan sabit, hialin. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, dapat diketahui bahwa jamur ini merupakan genus *Fusarium.*



Gambar 24. Jamur *Fusarium* sp. 5. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

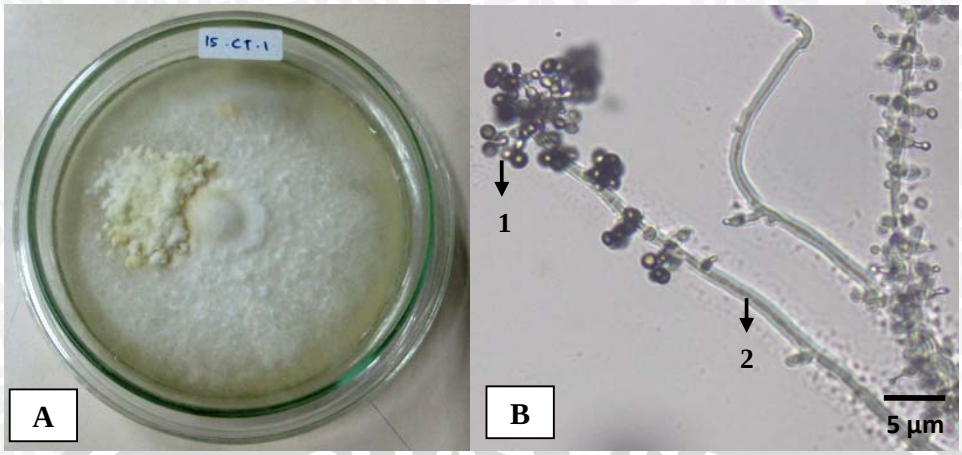
8. Jamur *Botrytis* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 25A), yang dilakukan ketika koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi menunjukkan bahwa koloni yang tumbuh berwarna putih, memiliki tekstur yang tebal dan halus, dengan pola pertumbuhan membentuk lingkaran konsentris. Pada saat koloni berumur 6 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni menggunung, warna koloni pada bagian tengah berubah menjadi agak kekuningan, dan membentuk seperti kelopak bunga. Ketika koloni berumur 9 hari, koloni pada bagian terluar dari koloni berwarna putih memiliki tekstur yang tipis, tidak rata, dan agak kasar.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan mikroskopis (gambar 25B), dapat diketahui bahwa konidiofor panjang, ramping dan berranting. Pada bagian apikal membesar atau melingkar membentuk sekelompok konidia. Konidia tersebut hialin atau berwarna hitam ketika dalam jumlah yang banyak, bersel satu dan berbentuk bulat. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Botrytis.*



Gambar 25. Jamur *Botrytis* sp. 1 . A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor

4.3.3 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Jaringan Akar Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Tahan

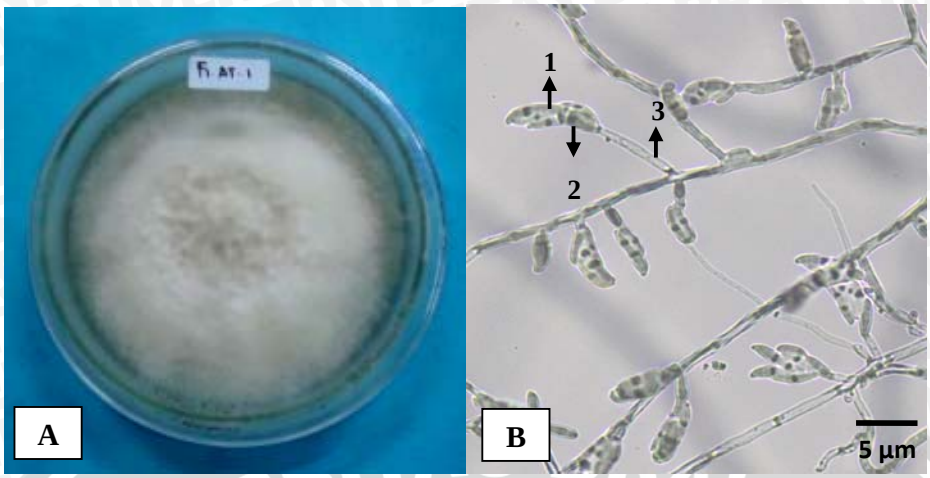
1. Jamur *Fusarium* sp. 6

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 26A), menunjukkan bahwa koloni pada koloni jamur yang berumur 3 hari masa inkubasi berwarna putih bertekstur halus dan tipis. Ketika koloni jamur berumur 6 hari masa inkubasi tekstur koloni pada bagian tengah berubah menjadi agak kasar, rapat dan membentuk cekungan, warna berubah menjadi agak kekuningan. Kemudian dikelilingi oleh pertumbuhan koloni yang berwarna putih menyerupai kapas dan bertekstur halus agak tebal. Pola pertumbuhan dari koloni jamur tersebut adalah melingkar konsentris.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (gambar 26B), yang dilakukan pada jamur ini, yaitu memiliki hifa yang hialian, dan bersekat serta mempunyai banyak perrantingan. Koidiofor hialin dan bersekat. Makrokonidia hialin, memiliki 3 – 4 sekat, berbentuk memanjang dengan kedua ujung lancip seperti bulan sabit. Berdasarkan uraian tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Fusarium.*



Gambar 26. Jamur *Fusarium* sp. 6. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Fialid, (3) Hifa

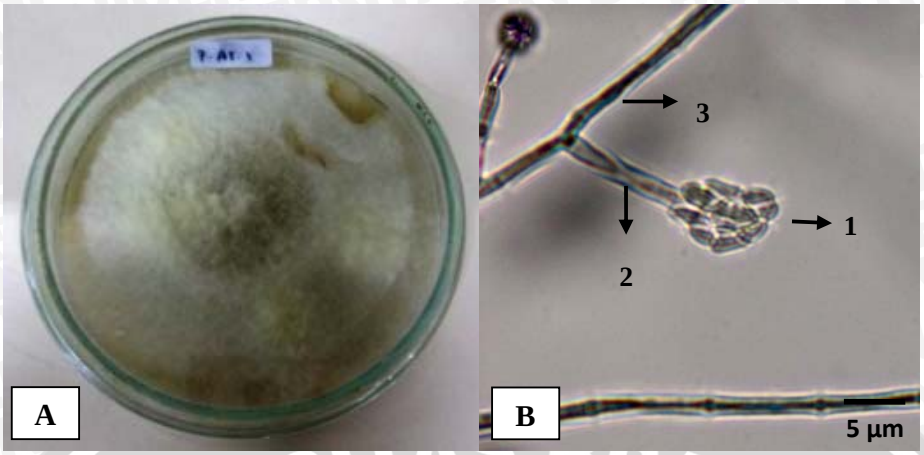
2. Jamur *Acremonium* sp. 2

a. Makroskopis

Pada awal pengamatan menunjukkan bahwa kondisi makroskopis (gambar 27A), jamur tersebut memiliki koloni yang berwarna abu-abu dengan tekstur kasar dan agak tebal, tumbuh membentuk lingkaran konsentris. Pada umur 4 hari masa inkubasi koloni jamur pada bagian tepi berubah warna menjadi abu-abu agak kuning, dan tumbuh menjadi lebih tebal. Pada umur 6 hari koloni pada koloni terluar tumbuh dengan warna putih dan bertekstur agak tebal dan agak kasar. Ketika koloni jamur berumur 9 hari, koloni pada bagian terluar dari koloni yang semula berwarna putih, berubah warna menjadi agak kuning. Secara keseluruhan tekstur dari koloni jamur ini adalah tebal, rapat dan agak kasar.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 27B), menunjukkan bahwa konidiofor berranting, dan hialin. Fialid terbentuk pada konidiofor. Konidia hialin, bersel satu, nampak bergerombol, membentuk suatu rangkaian yang agak simetris, berbentuk elips dan memanjang hingga bulat. Berdasarkan data mikroskopis tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Acremonium*.



Gambar 27. Jamur *Acremonium* sp. 2. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

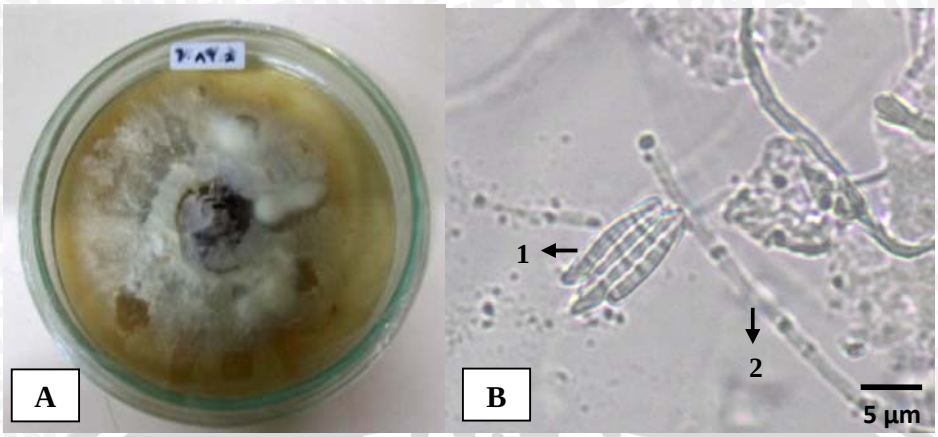
3. Jamur *Fusarium* sp. 7

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 28A), ketika koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi, menunjukkan bahwa koloni pada awalnya berwarna putih transparan bertekstur tebal agak kasar. Koloni pada bagian tengah koloni berubah menjadi agak ungu ketika koloni berumur 5 hari. Pola pertumbuhan dari koloni ini adalah melingkar tidak konsentris. Pada bagian terluar dari koloni, koloninya berwarna putih transparan dengan tekstur tipis dan kasar. Ketika koloni berumur 8 hari masa inkubasi, terdapat koloni yang tumbuh menggumpal pada bagian tepi koloni. Koloni yang menggumpal tersebut berwarna putih dan kuning. Secara keseluruhan, tekstur dari koloni jamur ini adalah agak kasar dan tidak rata.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 28B), menunjukkan bahwa hifa berbentuk menyerupai tabung silinder, ramping dan memiliki banyak sekat. Makrokonidia hialin, berbentuk silindris dan meruncing serta agak membengkok pada kedua ujungnya. Makrokonidia memiliki 3 – 4 sekat. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Fusarium*.



Gambar 28. Jamur *Fusarium* sp. 7. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Hifa.

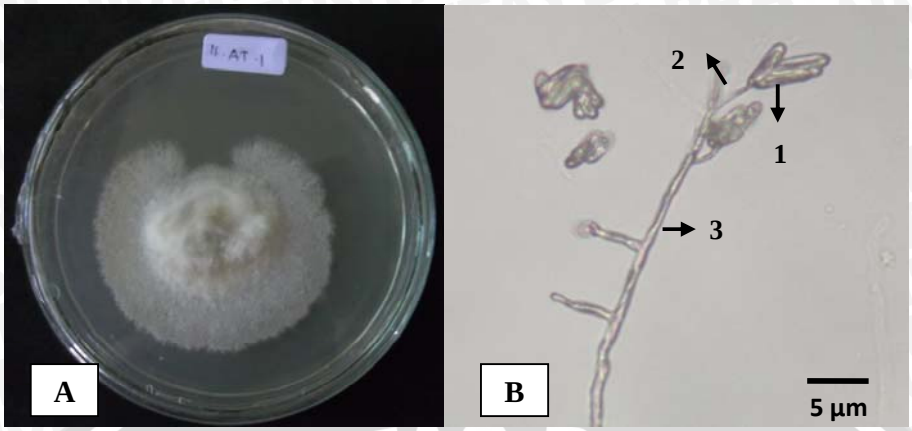
4. Jamur *Colletotrichum* sp. 6

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 29A), pada saat awal pertumbuhan koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih transparan, bertekstur tebal dan halus. Ketika koloni berumur 4 hari masa inkubasi, nampak bahwa bagian tengah koloni berubah teksturnya menjadi menggumpal dengan permukaan yang tidak rata. Pertumbuhan koloni menunjukkan pola yang melingkar konsentris. Paa saat koloni berumur 9 hari, koloni pada bagian tengah koloni menjadi semakin tebal, namun pada bagian terluar koloni koloninya bertekstur tipis.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 29B), menunjukkan bahwa hifa ramping dan sedikit memiliki sekat. Konidiofor hialin, pendek, dan tidak bersekat. Konidia hialin, tidak bersekat, serta berbentuk silindris dan pada bagian ujungnya tumpul. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, maka jamur ini masuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 29. Jamur *Colletotrichum* sp. 6 A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

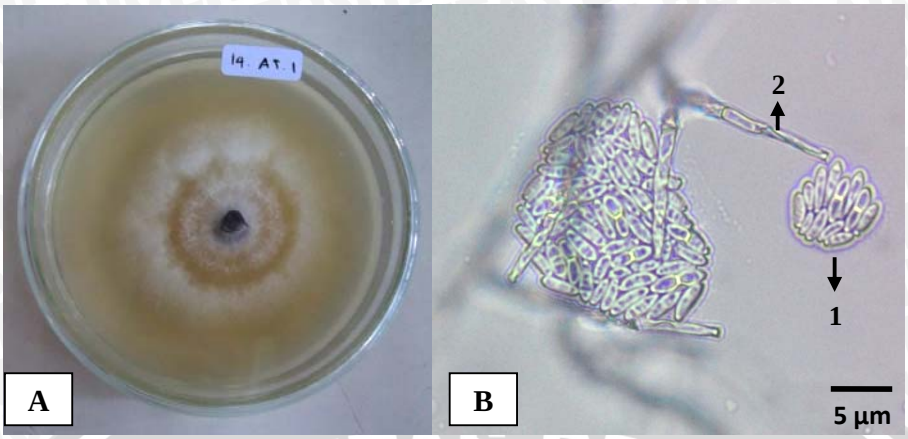
5. Jamur *Cephalosporium* sp. 2

a. Makroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 30A), menunjukkan bahwa pada saat koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi memiliki koloni yang berwarna putih transparan dan bertekstur tipis dan halus. Ketika koloni berumur 6 hari masa inkubasi, koloni menunjukkan pertumbuhan yang membentuk lingkaran konsentris. Koloni pada bagian tengah koloni yang semula berwarna putih transparan berubah menjadi hitam, kemudian dikelilingi oleh pertumbuhan koloni berwarna putih transparan dengan tekstur tipis dan halus, sedangkan koloni pada bagian terluar dari koloni berwarna putih menyerupai kapas.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan mikroskopis (gambar 30B), menunjukkan bahwa konidiofor berbentuk ramping atau menggembung, dan memiliki sekat. Konidia hialin, tumbuh bergerombol pada ujung atas konidiofor, dan memiliki 1 sel. Berdasarkan ciri-ciri morfologi tersebut, menunjukkan bahwa jamur ini berasal dari genus *Cephalosporium*.



Gambar 30. Jamur *Cephalosporium* sp. 2. A. Biakan murni umur 7 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

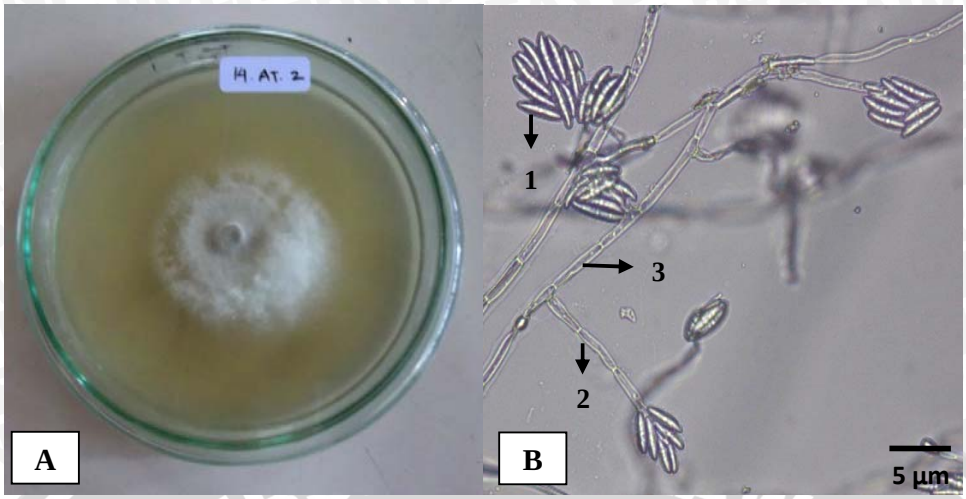
6. Jamur *Fusarium* sp. 8

a. Makroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 31A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan, koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur halus dan tipis. Ketika koloni tersebut berumur 4 hari menunjukkan pola pertumbuhan yang melingkar konsentris. Pada saat koloni berumur 6 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tepi koloni mengalami perubahan tekstur menjadi tebal dan hampir membentuk gumpalan. Tekstur permukaan dari koloni jamur tersebut tebal, agak kasar dan tidak rata.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan mikroskopis (gambar 31B), menunjukkan bahwa hifa tumbuh memanjang, hialin dan bersekat. Konidiofor hialin, pendek, dapat berranting dapat tidak dan membawa monifialid. Makrokonidia terdapat dalam jumlah banyak sekali, memiliki 3 - 4 sekat, berbentuk ovoid-elips, dan sedikit membengkok, meruncing pada kedua ujungnya. Berdasarkan kondisi mikroskopis tersebut, dapat disimpulkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Fusarium*.



Gambar 31. Jamur *Fusarium* sp. 8. A. Biakan murni umur 7 hari. B. (1) Mikrokonidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

7. Jamur *Nigrospora* sp. 3

a. Makroskopis

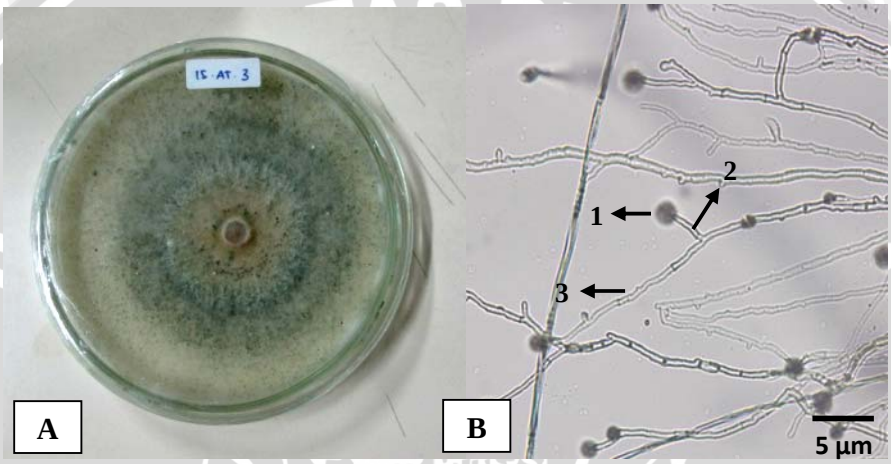
Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 32A), menunjukkan bahwa, ketika koloni jamur berada pada awal pertumbuh, memiliki koloni yang berwarna putih agak hijau dengan tekstur tipis dan halus. Pola pertumbuhan koloni jamur tersebut adalah melingkar konsentris. Ketika koloni berumur 5 hari masa inkubasi, warna hijau pada koloni di bagian tengah koloni menjadi semakin jelas, kemudian diikuti dengan pertumbuhan koloni yang berwarna hijau agak putih dengan tekstur yang kasar dan agak tebal. Pada saat koloni berumur 7 hari, koloni terluar dari koloni berwarna hijau agak coklat, dengan tekstur tipis dan halus. Ketika koloni berumur 9 hari, terdapat empat lapisan koloni pada koloni jamur tersebut yang tumbuh membentuk lingkaran konsentris. Koloni pada bagian tengah koloni berwarna hijau tua agak putih dengan tekstur tebal dan kasar, kemudian diikuti pertumbuhan koloni yang berwarna coklat agak hijau dengan tekstur tipis dan halus, dilanjutkan dengan pertumbuhan koloni yang berwarna hijau muda dengan tekstur kasar dan agak sedikit menggumpal. Koloni pada bagian terluar koloni berwarna coklat agak kehijauan dengan tekstur tipis dan agak kasar.

b. Mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis (gambar 32B), menunjukkan bahwa hifa jamur tumbuh memanjang, bersekat, hialin dan berranting banyak. Konidiofor

jamur berwarna gelap, tidak bersekat, pendek dan pada ujung tumbuh konidia berwarna hitam, berbentuk bulat ada yang berwarna hitam dan ada juga yang berwarna coklat kehitaman.

Berasarkan uraian Zimmerman (1902) Jamur tersebut masuk ke dalam genus *Nigrospora* yang mempunyai ciri-ciri hifa hialin bersepta, konidiofor hialin atau sedikit berpigmen, dan konidia yang nampak jelas. Sel-sel conidiogenous pada konidiofor yang menggembung. Konidium tunggal di ujung konidiofor. Konidia berwarna hitam, soliter, uniseluler, agak pipih horisontal.



Gambar 32. Jamur *Nigrospora* sp. 3. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

8. Jamur *Verticillium* sp. 1

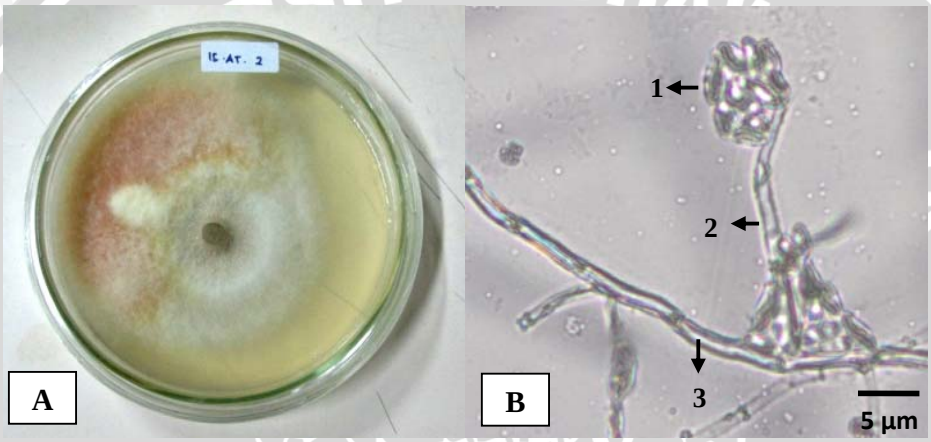
a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 33A), pada saat koloni berumur 2 hari, koloni pada koloni berwarna coklat agak putih, dengan tekstur tipis dan halus. Pola pertumbuhan dari koloni ini adalah konsentris melingkar. Ketika koloni berumur 4 hari masa inkubasi, pertumbuhan koloni menyebar ke arah kiri pada permukaan media dan koloni memiliki 2 warna, yaitu pada bagian tengah adalah coklat agak putih dengan tekstur halus dan tipis, kemudian pada bagian terluar koloni berwarna putih. Pada hari ke 6 masa inkubasi, koloni pada bagian terluar koloni yang berwarna putih berubah warna menjadi kuning dan tekstur dari keseluruhan koloni berubah menjadi tebal namun tetap halus. Ketika koloni berumur 9 hari masa inkubasi koloni pada bagian terluar koloni sebelah kiri

berwarna oranye sedangkan pada sebelah kanan berwarna putih. Pertumbuhan dari koloni jamur ini menjadi berpola melingkar tidak konsentris.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 33B), menunjukkan bahwa jamur ini memiliki hifa ramping, bersekat dan hialin. Konidiofor hialin, berranting dan bersekat. Konidia terbentuk dalam jumlah banyak pada ujung atas konidiofor membentuk gerombolan dan memiliki 1 sel. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini dimasukkan ke dalam genus *Verticillium*.



Gambar 33. Jamur *Verticillium* sp. 1. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

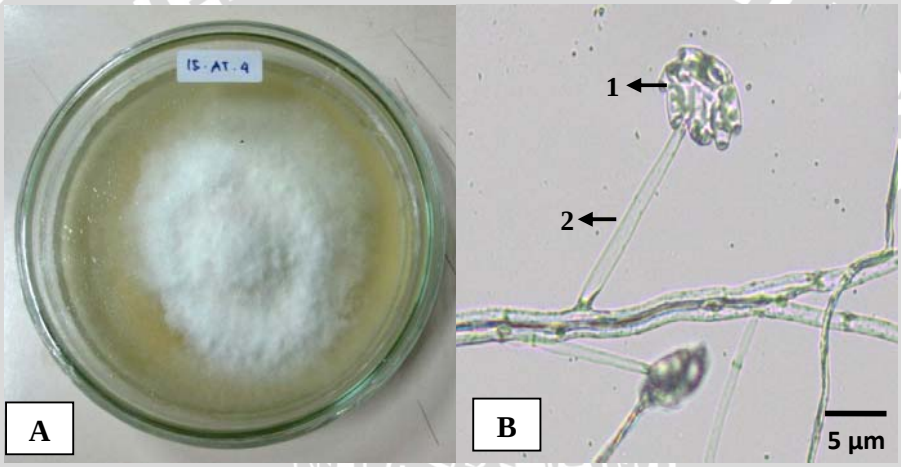
9. Jamur *Verticillium* sp. 2

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan makroskopis (gambar 34A), yang dilakukan ketika koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi menunjukkan bahwa koloni yang tumbuh berwarna putih, memiliki tekstur yang tipis dan halus, dengan pola pertumbuhan membentuk lingkaran tidak konsentris. Pada saat koloni berumur 6 hari masa inkubasi, warna koloni pada bagian tengah berubah menjadi agak kekuningan. Kemudian tekstur dari koloni ini berubah menjadi tebal dan agak kasar. Koloni pada bagian tengah agak cekung kedalam. Ketika koloni berumur 9 hari, warna kuning pada bagian tengah koloni menjadi lebih menyebar, namun pada bagian tepi koloni berwarna putih.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan mikroskopis (gambar 34B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan bersekat. Konidiofor ramping, hialin dan tidak bersekat. Konidia bergerombol membentuk semacam kepala yang berlendir, berbentuk elips dan memiliki 1 sel. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini dimasukkan ke dalam genus *Verticillium*. Hal tersebut sesuai dengan uraian yang dinyatakan oleh Barnet (1969), yaitu *Verticillium* memiliki konidiofor yang ramping dan berranting. Konidia berbentuk ovoid hingga elips, hialin, memiliki 1 sel, tumbuh sendiri atau pada kelompok kecil pada ujung konidiofor, kemudian jamur ini dapat menyebabkan layu vaskular pada tanaman tingkat tinggi.



Gambar 34. Jamur *Verticillium* sp. 2. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor

4.4 Keanekaragaman Jamur Endofit pada Jaringan Daun, Ranting, dan Akar Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Moderat

Hasil eksplorasi jamur endofit pada tanaman jeruk fusiprotoplas kategori moderat diperoleh koloni jamur endofit dari jaringan daun, ranting dan akar dengan jumlah total 31 isolat. Tingkat keanekaragaman jamur endofit tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Keanekaragaman Jamur Endofit pada Jaringan Daun, Ranting, dan Akar Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Moderat

Jaringan Tanaman	Spesies Jamur Endofit	Jumlah Koloni
Daun	1. Jamur *Colletotrichum* sp. 7	1
	2. Jamur *Mastigosporium* sp. 1	1
	3. Jamur *Cephalosporium* sp. 3	1
	4. Jamur *Acremonium* sp. 3	1
	5. Jamur *Acremonium* sp. 4	1
	6. Jamur *Acremonium* sp. 5	1
	7. Jamur *Curvularia* sp. 2	1
	8. Jamur *Humicola* sp.	1
	9. Jamur *Colletotrichum* sp. 8	1
	10. Jamur *Colletotrichum* sp. 9	1
	11. Jamur *Colletotrichum* sp. 10	1
	12. Jamur *Verticillium* sp. 3	1
Total Jamur Endofit di Jaringan Daun		12
Ranting	1. Jamur *Colletotrichum* sp. 11	1
	2. Jamur *Colletotrichum* sp. 12	1
	3. Jamur *Trichocladium* sp. 1	1
	4. Jamur *Trichocladium* sp. 2	1
	5. Jamur *Fusarium* sp. 9	1
	6. Jamur *Colletotrichum* sp. 13	1
	7. Jamur *Fusarium* sp. 10	1
	8. Jamur *Cephalosporium* sp. 4	1
	9. Jamur *Cylindrophora* sp. 2	1
Total Jamur Endofit di Jaringan Ranting		9
Akar	1. Jamur *Cephalosporium* sp. 5	1
	2. Jamur *Cephalosporium* sp. 6	1
	3. Jamur *Fusarium* sp. 11	1
	4. Jamur *Fusarium* sp. 12	1
	5. Jamur *Fusarium* sp. 13	1
	6. Jamur *Acremonium* sp. 6	1
	7. Jamur *Verticillium* sp. 4	1
	8. Jamur *Fusarium* sp. 14	1
	9. Jamur *Fusarium* sp. 15	1
	10. Jamur *Nigrospora* sp. 4	1
Total Jamur Endofit di Jaringan Akar		10
Total Jamur Endofit Pada Tanaman Jeruk Fusi Moderat		31

4.5 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Moderat

4.5.1 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Jaringan Daun Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Moderat

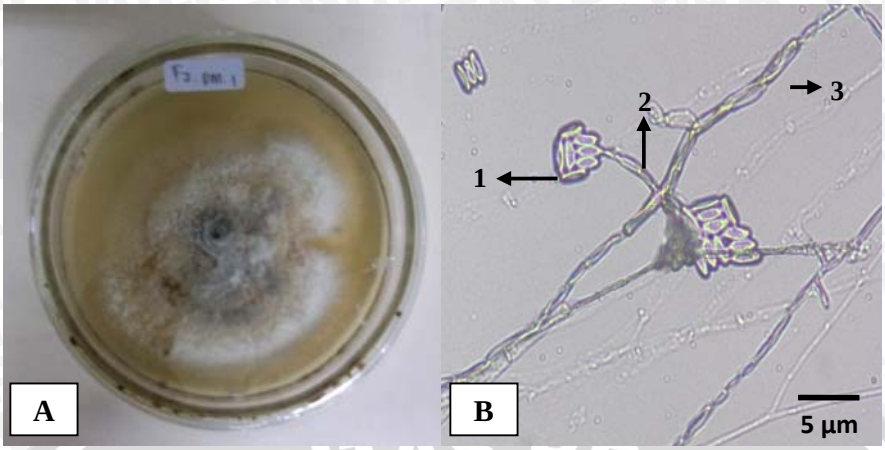
1. Jamur *Colletotrichum* sp. 7

a. Makroskopis

Pada awal pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 35A), menunjukkan bahwa kondisi makroskopis jamur tersebut memiliki koloni yang berwarna abu-abu dengan tekstur kasar dan agak tebal membentuk lingkaran konsentris. Pada umur 4 hari koloni jamur pada bagian tepi berubah warna menjadi agak putih, dan semakin menebal. Pada umur 6 hari koloni terluar dari jamur berubah warna menjadi agak kuning dan menunjukkkan pola pertumbuhan yang tidak beraturan. Pada hari ke 9 setelah inkubasi koloni bagian tengah dari jamur tersebut berwarna abu-abu dan dikelilingi oleh koloni yang berwarna kuning. Pada bagian koloni terluar berwarna putih dengan pola pertumbuhan tidak merata.

b. Mikroskopis

Pengamtan mikroskopis (gambar 35B), menunjukkan bahwa hifa jamur tersebut hialin dan bersekat. Konidiofor hialin, bersekat dan tidak berranting, pada ujung konidiofor tumbuh konidia yang bergerombol membentuk 4 – 7 konidia yang bersel 1. Bentuk dari konidia tersebut silindris menggembung pada bagian tengah, dengan bagian ujungnya agak merucing. Berdasarkan deskripsi tersebut maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Colletotrichum*.



Gambar 35. Jamur *Colletotrichum* sp. 7. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

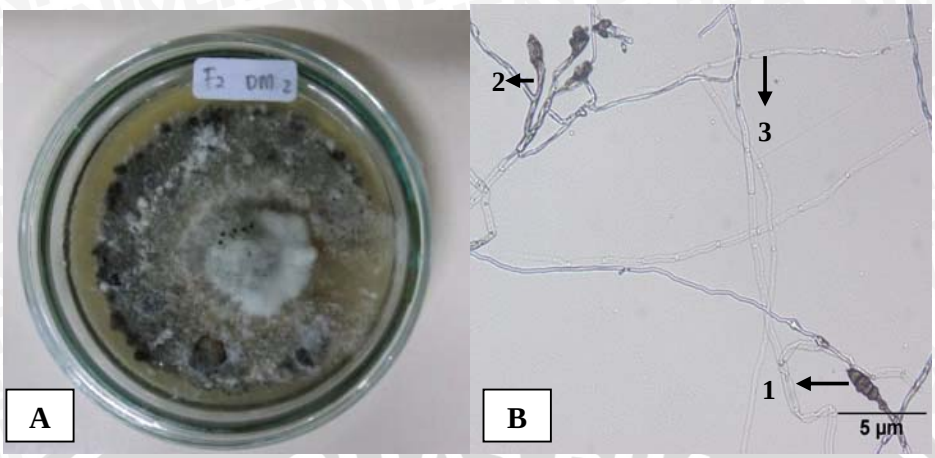
2. Jamur *Mastigosporium* sp. 1

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 36A), jamur yaitu koloni pada awal pertumbuhan berwarna putih, dengan tekstur halus dan tipis serta pola pertumbuhan melingkar konsentris. Pada hari ke 4 setelah masa inkubasi, koloni pada bagian tengah menebal berwarna putih dan koloni pada bagian tepi berubah warna menjadi abu-abu dengan tekstur tebal dan agak kasar, namun memiliki pola pertumbuhan yang sama. Pada umur 9 hari, koloni hampir memenuhi cawan petri, jamur tumbuh membentuk lingkaran tidak konsentris, semakin tebal dengan permukaan koloni yang tidak rata dan kasar serta warna pada bagian tepi berubah menjadi agak hitam.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis (gambar 36B), terlihat bahwa jamur memiliki hifa hialin, memanjang dan bersekat. Selain itu nampak konidia jamur berbentuk silindris agak lonjong bersekat 2 hingga 4 dengan warna terang hingga gelap. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka jamur ini termasuk ke dalam genus *Mastigosporium*. Hal tersebut, sesuai dengan Barnet (1969), yang menerangkan bahwa jamur *Mastigosporium* sp mempunyai ciri-ciri konidiofor hialin, pendek dan bersel satu. Konidia berbentuk silindris dengan jumlah sel 4 atau lebih. Konidia ada yang berekor dan tidak.



Gambar 36. Jamur *Mastigosporium* sp. 1. A. Biakan murni umur 12 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

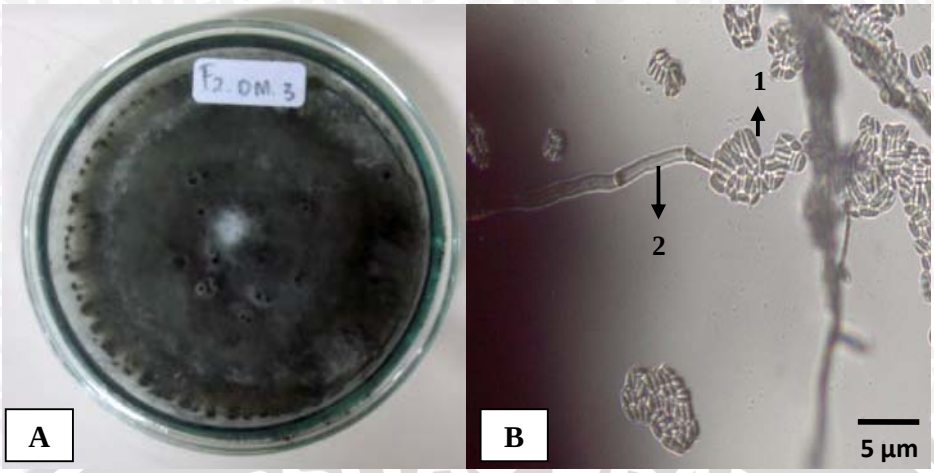
3. Jamur *Cephalosporium* sp. 3

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis (gambar 37A), menunjukkan bahwa ketika koloni berumur 2 hari, koloni berwarna putih dengan tekstur halus dan tipis serta memiliki pola pertumbuhan lingkaran konsentris. Pertumbuhan koloni jamur dapat dikatakan cepat, ketika berumur 5 hari koloni memiliki diameter 6 cm, warna koloni pada bagian tepi berubah menjadi abu-abu namun memiliki tekstur dan pola pertumbuhan yang tidak berubah. Pada umur 9 hari setelah inkubasi koloni koloni memenuhi cawan petri, berwarna hitam pekat sedangkan pada bagian tengah tetap berwarna putih. Tekstur koloni berubah menjadi kasar, dan tebal dengan pola pertumbuhan yang sama.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 37B), terlihat bahwa jamur memiliki konidiofor yang bersekat, panjang dan hialin. Pada ujung konidiofor terdapat konidia yang membentuk gerombolan dan memiliki 1 sel. Berdasarkan ciri-ciri mikroskopis tersebut, maka dapat diketahui bahwa jamur ini merupakan genus *Cephalosporium*. Berdasarkan uraian yang dinyatakan oleh Barnet (1969) menyatakan bahwa *Cephalosporium* memiliki konidiofor yang ramping dan sederhana, konidia hialin, 1 sel, diproduksi dengan banyak dan bergerombol pada bagian ujung atas konidiofor.



Gambar 37. Jamur *Cephalosporium* sp. 3. A. Biakan murni umur 12 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor

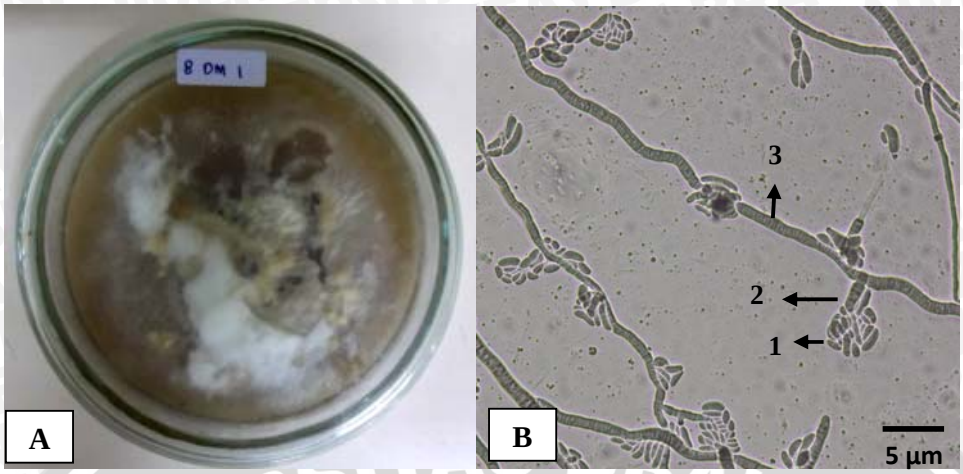
4. Jamur *Acremonium* sp. 3

a. Makroskopis

Hasil pengamatan makroskopis (gambar 38A), menunjukkan bahwa pada umur 2 hari setelah masa inkubsi koloni pada koloni berwarna putih memiliki tekstur tipis dan halus. Pada pengamatan umur 5 hari setelah inkubasi koloni berwarna agak kekuningan dan pola pertumbuhan koloni tersebut tidak beraturan, pada bagaian tengah koloni menebal namun tekstur tetap halus. Ketika koloni berumur 9 hari penebalan tidak terjadi hanya pada bagian tengah namun pada seluruh koloni, tekstur koloni menjadi agak kasar, dan pada bagian tengah koloni, koloninya berwarna agak abu-abu.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 38B), menunjukkan bahwa hifa yang dimiliki jamur ini bersekat. Konidiofor pendek dan agak menggembung. Konidia berbentuk silindris pendek, bergerombol di ujung konidiofor. Hasil dari pengamatan mikroskopis tersebut, menunjukkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Acremonium.*



Gambar 38. Jamur *Acremonium* sp. 3. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

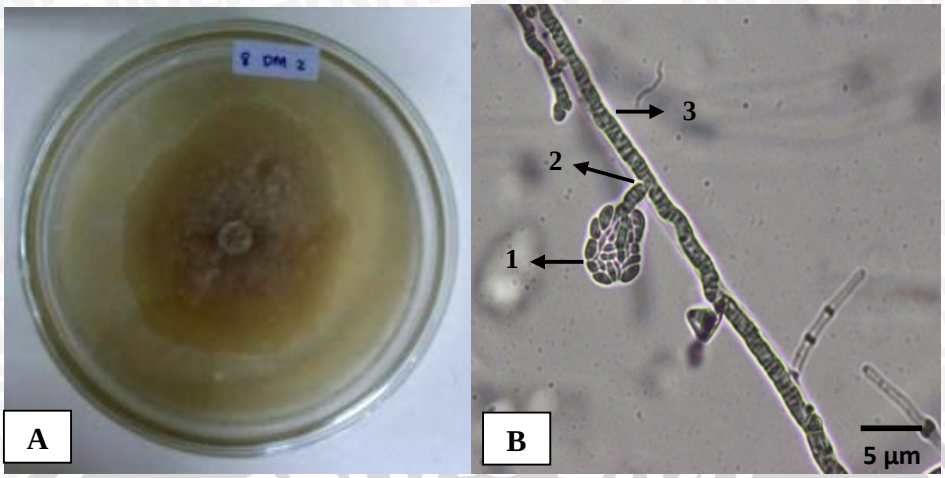
5. Jamur *Acremonium* sp. 4

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 39A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan koloni jamur, koloninya berwarna putih agak buram dengan tekstur tipis dan kasar. Pertumbuhan koloni membentuk lingkaran konsentris. Koloni pada bagian tengah koloni berwarna putih, kemudian dikelilingi oleh koloni yang berwarna putih agak coklat, sedangkan koloni pada bagian terluar dari koloni berwarna putih. Pada hari ke 9 setelah masa inkubasi koloni sudah memenuhi cawan petri, tekstur bagian terluar tipis dan halus, sedangkan pada bagian dalam koloni memiliki tekstur yang kasar dan agak tebal serta memiliki pola pertumbuhan yang sama pada saat awal pertumban.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan mikroskopis (gambar 39B), menunjukkan bahwa hifa bersekat, dan hialin. Konidiofor yang dimiliki jamur tersebut hialin, pendek, bersekat dan tidak berranting. Konidia tumbuh bergerombol pada ujung konidiofor. Bentuk konidia elips dan memiliki 1 sel. Berdasarkan hal tersebut, maka koloni jamur ini dapat dikelompokkan ke dalam genus *Acremonium*.



Gambar 39. Jamur *Acremonium* sp. 4. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

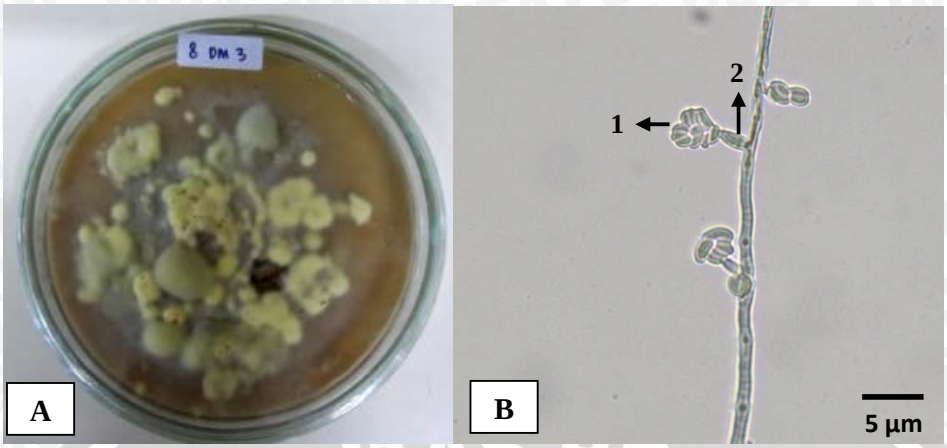
6. Jamur *Acremonium* sp. 5

a. Makroskopis

Pada saat awal pengamatan koloni (gambar 40A), jamur, memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur tipis dan halus serta pola pertumbuhan melingkar. Pada hari ke 5 setelah masa inkubasi, muncul koloni yang agak menebal dan membentuk gumpalan berwarna kuning dengan tekstur halus. Pada hari ke 12 setelah masa inkubasi, gumpalan tersebut semakin banyak dan menyebar ke seluruh permukaan koloni. Pola pertumbuhan koloni menjadi tidak beraturan.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 40B), menunjukkan bahwa konidiofor dari jamur ini pendek, tidak berranting, dan tidak bersekat. Konidia yang dimilliki jamur tersebut bergerombol membentuk suatu kepala, berbentuk elips hingga silindris pendek, berwarna hialin dan tidak terdapat khlamidospora. Berdasarkan ciri-ciri mikroskopis tersebut dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Acremonium.*



Gambar 40. Jamur *Acremonium* sp. 5. A. Biakan murni umur 12 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor

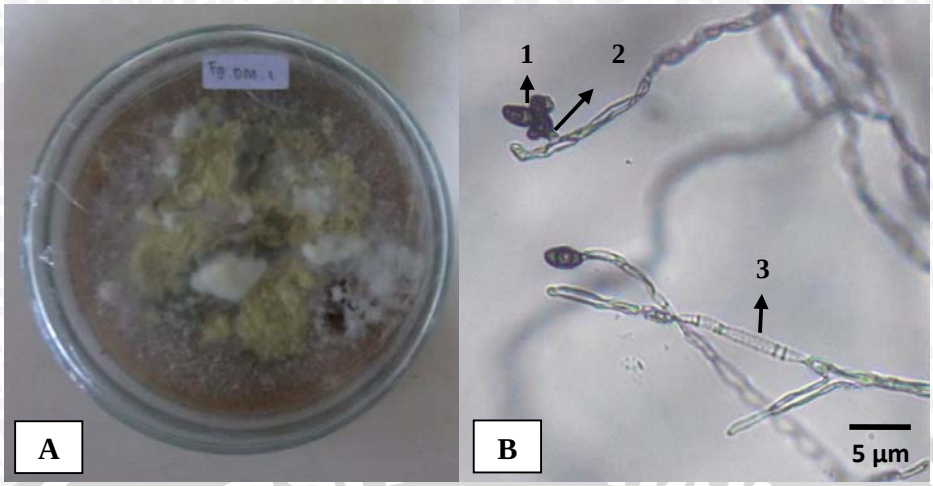
7. Jamur *Curvularia* sp. 2

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 41A), menunjukkan bahwa pada saat koloni berumur 3 hari masa inkubasi koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih bertekstur halus dan agak menggumpal. Pola pertumbuhan dari koloni ini membentuk lingkaran tidak konsentris. Ketika koloni berumur hari masa inkubasi, terlihat bahwa koloni mulai mengalami perubahan warna menjadi kuning agak hijau dan tekstur juga berubah menjadi tebal dan permukaan menjadi koloni menjadi tidak rata karena terdapat koloni yang menggumpal.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan makroskopis (gambar 41B), menunjukkan bahwa konidiofor berbentuk tunggal dan membengkok, berwarna agak coklat dan ke arah apeks memucat. Konidia memiliki 3 sekat dan membengkok pada bagian sel yang paling lebar. Berdasarkan deskripsi secara mikroskopis ini, maka dapat diketahui bahwa jamur tersebut masuk ke dalam genus *Curvularia.*



Gambar 41. Jamur *Curvularia* sp. 2. A. Biakan murni umur 10 hari. B. (1) konidia, (2) konidiofor, (3) Hifa.

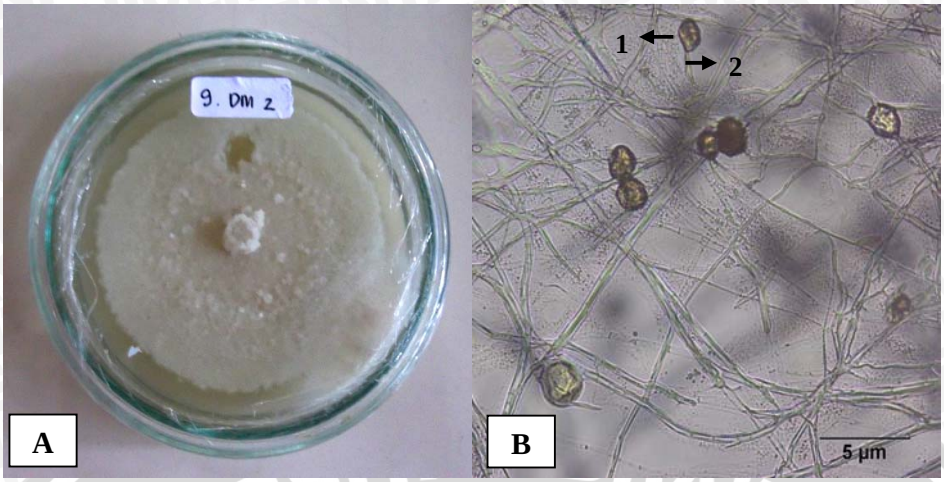
8. Jamur *Humicola* sp.

a. Makroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 42A), menunjukkan bahwa pada saat awal pertumbuhan, koloni memiliki koloni berwarna putih transparan, bertekstur tipis dan halus. Ketika koloni berumur 4 hari masa inkubasi, terlihat bahwa pola pertumbuhan dari koloni adalah melingkar konsentris. Pada saat koloni berumur 7 hari, mulai terjadi perubahan pada tekstur koloni yaitu menjadi agak kasar, karena terdapat beberapa koloni yang membentuk gumpalan. Saat koloni berumur 9 hari, warna koloni tidak berubah, yaitu tetap putih transparan.

b. Mikroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 42B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan bersekat. Konidiofor tegak, lurus dan pendek. Konidia berbentuk bulat, tunggal dan berwarna agak coklat bersel 1. Menurut deskripsi tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Humicola*. Hal ini didukung oleh pernyataan Barnet (1969), yaitu *Humicola* memiliki ciri-ciri konidiofor yang tegak, lurus dan kadang-kadang bersekat sederhana atau dengan beberapa ranting dan berwarna coklat. Konidia tunggal berbentuk bulat, berwarna coklat dan bersel 1.



Gambar 42. Jamur *Humicola* sp. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

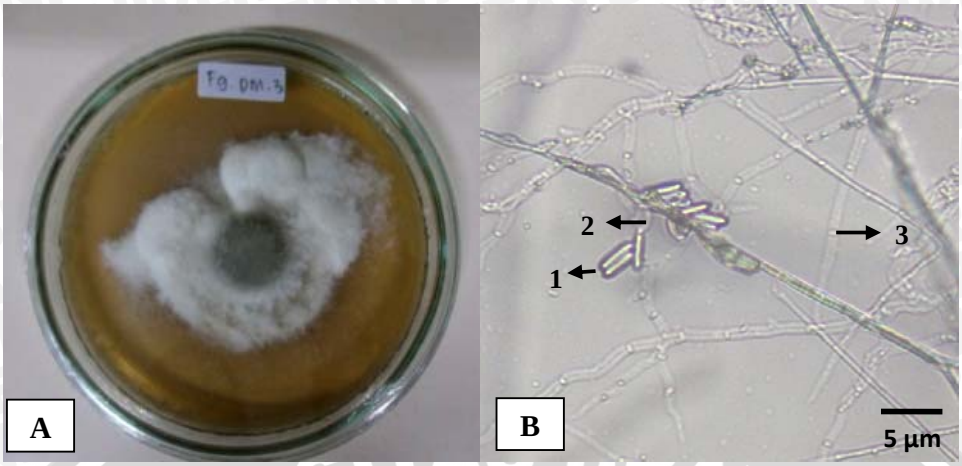
9. Jamur *Colletrotichum* sp. 8

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 43A), ketika koloni berumur 3 hari masa inkubasi, koloni memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur tipis dan halus, tumbuh membentuk pola melingkar tidak konsentris. Pada umur 6 hari koloni pada bagian tengah koloni berubah tekstur menjadi tebel dan warna juga berubah menjadi abu-abu dan dikelilingi oleh koloni berwarna putih yang membentuk pola tidak beraturan bertekstur tebal dan halus. Pada umur 9 hari tekstur koloni berubah menjadi tebal namun tetap halus dengan pola koloni yang tidak beraturan.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 43B), menunjukkan bahwa koloni jamur ini memiliki hifa yang hialin dan bersekat. Konidiofor hialin,bersekat, agak membengkok, pendek dan tidak berranting. Pada ujung konidiofor terdapat konidia yang berbentuk silindris dengan kedua ujungnya yang tumpul. Konidia tersebut memiliki 1 sel dan hialin. Berdasarkan kondisi mikroskopis ini, maka dapat diketahui bahwa koloni jamur tersebut merupakan jamur dari genus *Colletrotichum.*



Gambar 43. Jamur *Colletrotichum* sp. 8. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

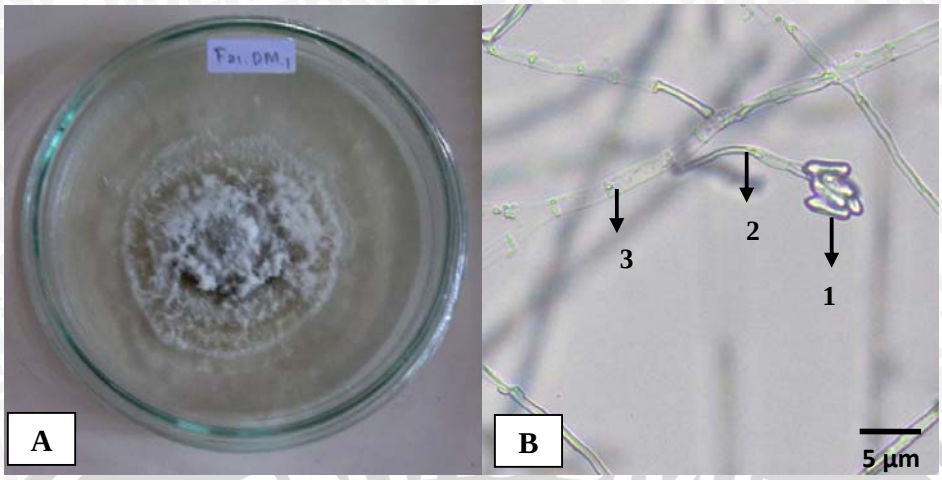
10. Jamur *Colletrotichum* sp. 9

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan makroskopis (gambar 44A), yang dilakukan pada awal pertumbuhan jamur, terlihat bahwa koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih, dengan tekstur tipis dan halus. Pada hari ke 4, tekstur koloni menjadi tebal, rapat dan agak kasar dengan pola pertumbuhan koloni jamur konsentris, membentuk lingkaran secara beraturan dan agak bergelombang dimana pada tengah koloni nampak agak mengembang ke atas. Pada umur 7 hari masa inkubasi, nampak bahwa koloni pada bagian tengah koloni berwarna putih ke abu-abuan, sedangkan pada bagian terluar koloni berwarna putih. Ketika koloni berumur 9 hari warna abu-abu pada tengah koloni semakin jelas dan semakin melebar ke tepi koloni.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 44B), menunjukkan bahwa koloni jamur ini memiliki hifa hialin dan bersekat. Konidiofor hialin,bersekat, agak membengkok, pendek dan tidak berranting. Pada ujung konidiofor terdapat konidia yang berbentuk silindris dengan kedua ujungnya yang tumpul. Konidia tersebut memiliki 1 sel dan hialin, berkumpul pada ujung konidiofor dengan jumlah 3 - 5 konidia. Berdasarkan kondisi mikroskopis ini, maka dapat diketahui bahwa koloni jamur tersebut merupakan jamur dari genus *Colletrotichum.*



Gambar 44. Jamur *Colletrotichum* sp. 9. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

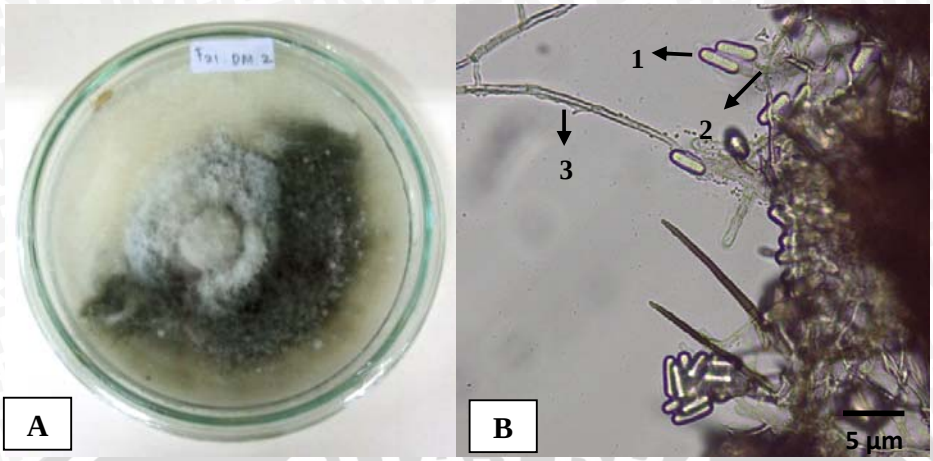
11. Jamur *Colletrotichum* sp. 10

a. Makroskopis

Dari hasil pengamatan makroskopis (gambar 45A), menunjukkan bahwa pada umur 2 hari masa inkubasi, koloni berwarna putih, dengan tekstur tipis dan halus, tumbuh membentuk pola melingkar konsentris. Pada umur 4 hari masa inkubasi bagian tengah koloni menebal dan berwarna putih agak abu-abu, dikelilingi dengan koloni yang memiliki koloni berwarna putih dan membentuk pola lingkaran serta tekstur koloni menjadi tebal dan mengembang. Pada umur 7 hari masa inkubasi, koloni bagian terluar memiliki koloni yang berwarna abu-abu. Ketika koloni berumur 9 hari, koloni memiliki 3 lapisan warna, yaitu koloni paling dalam adalah putih agak abu-abu, kemudian putih, dan bagian terluar adalah hitam dengan pola melingkar konsentris. Tekstur koloni berubah menjadi tebal dan agak kasar.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 45B), menunjukkan bahwa koloni jamur ini memiliki hifa yang hialin dan bersekat. Konidiofor hialin, pendek dan tidak berranting. Pada ujung konidiofor terdapat kumpulan konidia yang bergerombol berbentuk silindris dengan kedua ujungnya yang tumpul. Konidia tersebut memiliki 1 sel dan hialin. Ciri-ciri mikroskopis ini, menunjukkan bahwa koloni jamur tersebut merupakan jamur dari genus *Colletrotichum.*



Gambar 45. Jamur *Colletrotichum* sp. 10. A. Biakan murni umur 10 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

12. Jamur *Verticillium* sp. 3

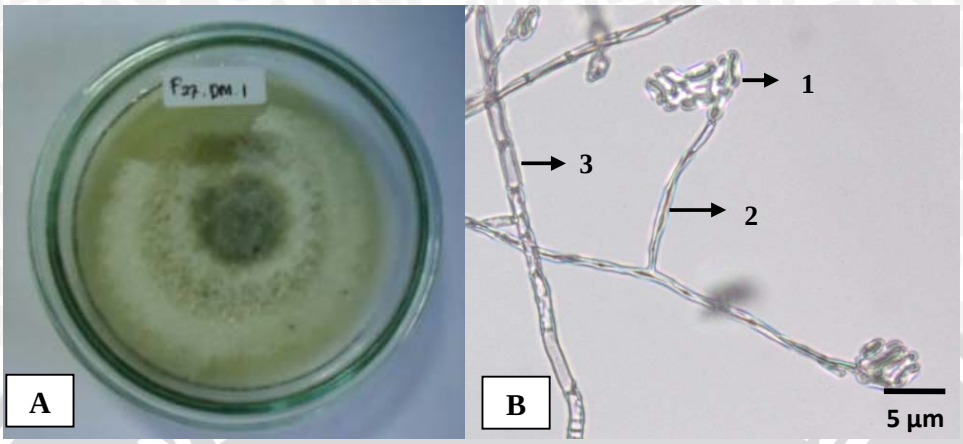
a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 46A), menunjukkan bahwa pada hari ke 3 masa inkubasi, koloni jamur memiliki warna putih agak abu-abu dengan tekstur tebal dan halus dengan pola pertumbuhan lingkaran konsentris. Pada hari ke 5 masa inkubasi, bagian pusat dari koloni yang berwarna abu-abu dikelilingi oleh koloni yang berwarna putih kemudian diikuti dengan pertumbuhan koloni yang berwarna hijau. Koloni yang berwarna putih dan hijau tersebut bertekstur tipis dan agak kasar. Ketika koloni jamur berumur 9 hari, pertumbuhannya menunjukkan pola lingkaran konsentris, dan terdapat 3 warna pada koloni tersebut. Pada bagian tengah koloni berwarna abu-abu dan bertekstur tebal dan halus, kemudian diikuti dengan pertumbuhan koloni yang berwarna putih bertekstur tipis dan agak kasar, dan pertumbuhan koloni yang berwarna hijau dengan tekstur yang sama. Selanjutnya pada bagian terluar dari koloni berwarna putih bertekstur tipis dan halus.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 46B), menunjukkan bahwa koloni jamur ini memiliki hifa hialin dan bersekat. Konidiofor berbentuk ramping, bersekat dan panjang serta berranting. Pada bagian ujung atas konidiofor terdapat konidia yang berbentuk elips bersel 1

bergerombol membentuk kelompok. Hasil pengamatan makrsoskopis terebut menunjukkan bahwa koloni jamur ini masuk ke dalam genus *Verticillium*.



Gambar 46. Jamur *Verticillium* sp. 3. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

4.5.2 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Jaringan Ranting Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Moderat

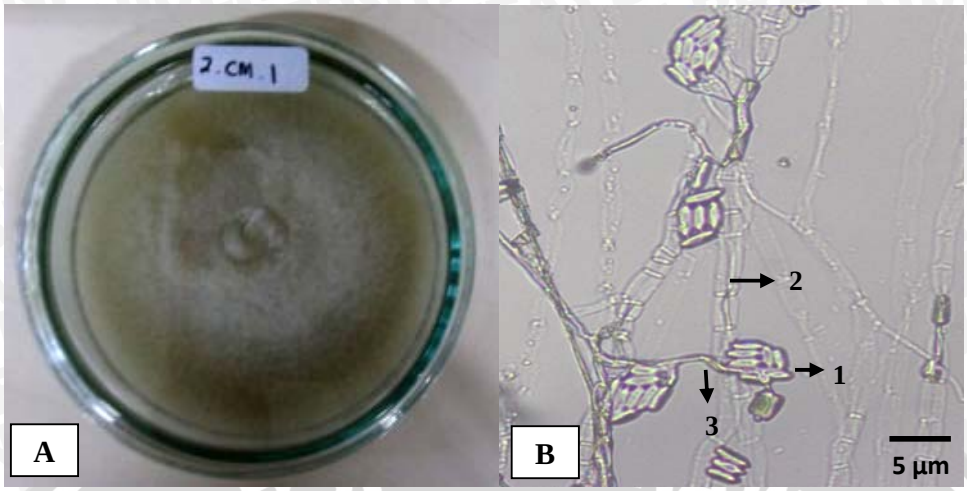
1. Jamur *Colletotrichum* sp. 11

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 47A), jamur menunjukkan bahwa pada awal petumbuhan koloni berwarna putih, tekstur halus dan tipis. Koloni koloni tumbuh dengan cepat membentuk lingkaran yang konsentris. Pada hari ke 4 tekstur permukaan koloni jamur berubah menjadi agak kasar, agak tebal dan pada bagian pusat koloni berbentuk agak cekung. Pada umur 9 hari setelah inkubasi, diameter koloni mencapai 9 cm dan tidak mengalami perubahan warna, tekstur dan pola pertumbuhan.

b. Mikroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 47B), menunjukkan bahwa konidiofor berbentuk ramping, agak pendek dan agak membengkok seta bersekat. Konidia yang tumbuh membentuk gerombolan di ujung konidiofor. Konidia tersebut satu sel dan berbentuk elips, serta hialin. Berdasarkan kondisi mikroskopis tersebut, dapat disimpulkan bahwa jamur tersebut masuk kedalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 47. Jamur *Colletotrichum* sp. 11. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Mikrokonidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

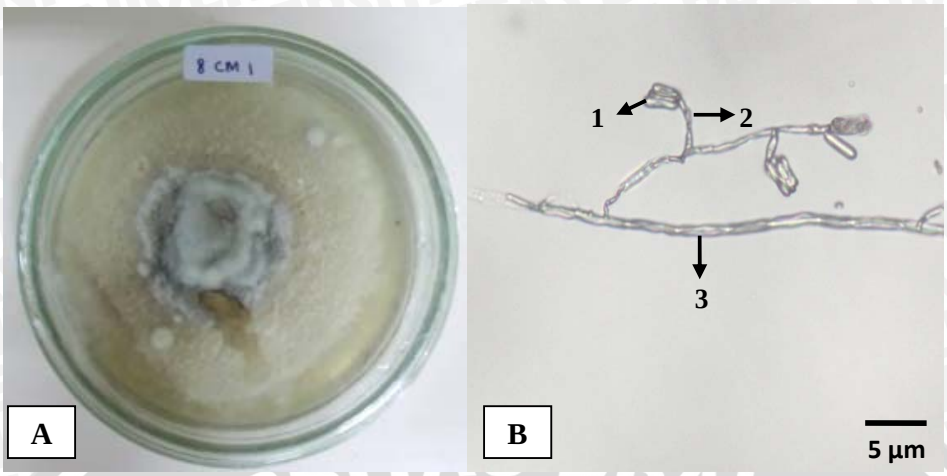
2. Jamur *Colletrotichum* sp. 12

a. Makroskopis

Dari hasil pengamatan makroskopis (gambar 48A), menunjukkan bahwa pada awal pertmubuhan, koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur tebal dan halus. Pada hari ke 3 masa inkubasi warna koloni berubah menjadi putih agak abu-abu. Pada hari ke 5 masa inkubasi koloni pada bagian tengah menebal kemudian dikelilingi oleh koloni yang berwarna putih dengan tekstur agak tebal serta pola pertumbuhan melingkar konsentris. Ketika koloni jamur berumur 7 hari, koloni yang semula berwarna putih berubah menjadi abu-abu, namun masih memiliki tekstur dan pola pertumbuhan yang sama. Pada umur 9 hari masa inkubasi koloni koloni bagian terluar berwarna putih dengan tekstur kasar dan tipis, namun terdapat beberapa koloni yang menggumpal sehingga menyerupai bintik-bintik kecil.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 48B), menunjukkan bahwa jamur ini memiliki hifa yang hialin dan bersekat. Konidiofor hialin, pendek dan berranting. Pada ujung konidiofor terdapat kumpulan konidia yang bergerombol berbentuk silindris dengan kedua ujungnya yang tumpul. Setiap gerombolan tersebut terdiri dari 2-3 konidia. Konidia tersebut memiliki 1 sel dan hialin. Berdasarkan deskripsi mikroskopis ini, menunjukkan bahwa jamur tersebut termasuk ke dalam genus *Colletrotichum.*



Gambar 48. Jamur *Colletrotichum* sp. 12. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

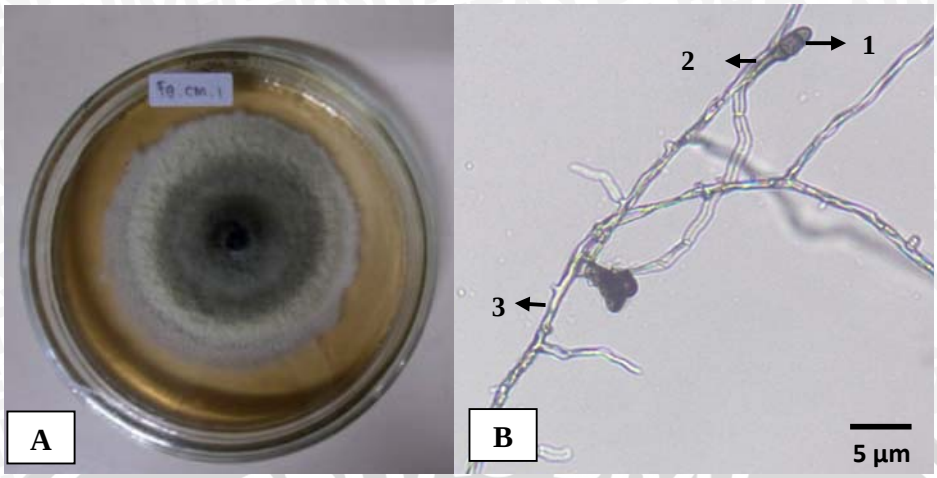
3. Jamur *Trichocladium* sp. 1

a. Makroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 49A), pada saat koloni berumur 2 hari masa inkubasi koloni berwarna putih, dengan tekstur halus dan tipis. Ketika koloni berumur 4 hari, koloni tersebut menunjukkan pola pertumbuhan yang membentuk pola lingkaran konsentris dengan garis radial yang terbentuk dari pusat koloni ke tepi koloni. Pada saat koloni berumur 6 hari koloni di bagian pusat koloni berwarna hitam dan dikelilingi oleh pertumbuhan koloni yang berwarna abu-abu dan kuning yang masing-masing membentuk pola radial tekstur.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 49B), menunjukkan bahwa hifa dari jamur ini hialin dan bersekat. Konidiofor pendek. Konidia berbentuk elips dengan sekat 2 – 3, berwarna gelap dan menggembung pada bagian tengah. Kadang-kadang juga terdapat konidia yang membengkok. Berdasarkan ciri mikroskopis dan makroskopis, dapat disimpulkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Trichocladium*. Hal ini didukung oleh pernyataan Gams (1980) yang mengemukakan bahwa pada awal pertumbuhan, koloni berwarna putih, namun kemudian berwarna abu-abu.



Gambar 49. Jamur *Trichocladium* sp. 1. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

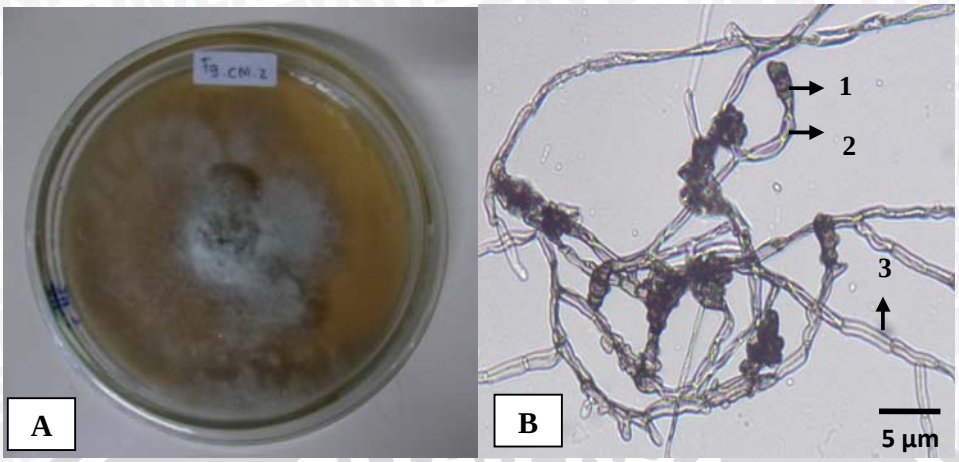
4. Jamur *Trichocladium* sp. 2

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 50A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan, koloni jamur ini memiliki koloni yang berwarna putih agak abu-abu dengan tekstur halus dan tipis. Ketika koloni berumur 5 hari masa inkubasi, koloni berubah warna menjadi abu-abu dengan pola pertumbuhan koloni yang menunjukkan pola pertumbuhan melingkar tidak konsentris. Koloni koloni berubah teksturnya menjadi agak tebal pada bagian tengah koloni, namun tetap tipis pada bagian tepi koloni. Secara keseluruhan, tekstur permukaan dari koloni jamur ini adalah halus.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 50B), menunjukkan bahwa jamur ini memiliki hifa yang hialin dan bersekat. Konidiofor dari jamur ini membengkok dan pendek, hialin serta memiliki sekat dan tidak berranting. Konidia tunggal dengan bentuk elips dan memiliki sekat 2 – 3, berwarna gelap. Berdasarkan deskripsi ini, dapat diketahui bahwa jamur tersebut termasuk ke dalam genus *Trichocladium.* Berdasarkan deskripsi mikroskopis yang dikemukakan oleh Barnet (1969) menyatakan bahwa *Trichocladium* memiliki konidiofor yang pendek, konidia gelap dan memiliki 1 - 4 sekat, konidia kadang-kadang membengkok.



Gambar 50. Jamur *Trichocladium* sp. 2. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

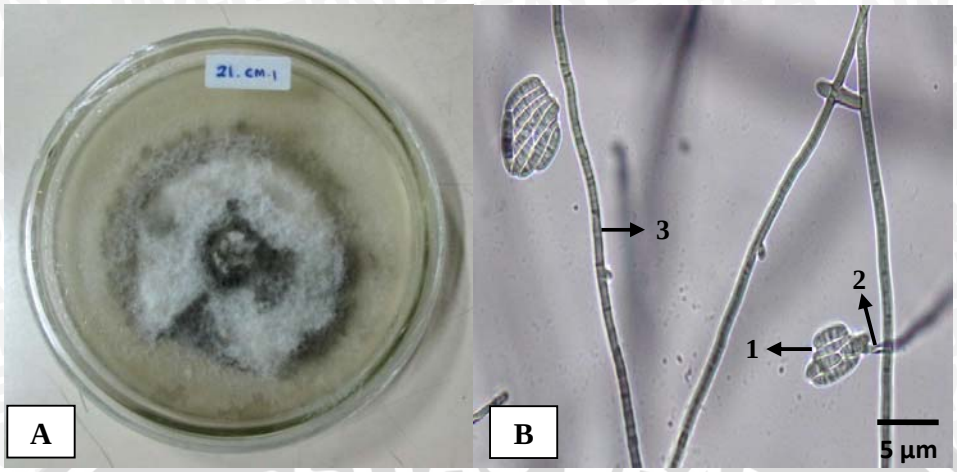
5. Jamur *Fusarium* sp. 9

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan makroskopis (gambar 51A), menunjukkan bahwa pada umur 3 hari masa inkubasi, koloni berwarna putih, dengan tekstur tipis dan halus, tumbuh membentuk pola melingkar konsentris. Pada umur 4 hari masa inkubasi bagian tengah koloni membentuk pola lingkaran berwarna abu-abu dan tekstur koloni menjadi tebal dan mengembang, kemudian dikelilingi oleh koloni berwarna putih yang membentuk pola yang sama. Pada umur 7 hari masa inkubasi, koloni bagian terluar memiliki koloni yang berwarna abu-abu. Ketika koloni berumur 9 hari, koloni memiliki 3 lapisan warna, yaitu koloni paling dalam adalah abu-abu, kemudian putih, dan bagian terluar adalah hitam dengan pola melingkar konsentris. Tekstur koloni berubah menjadi tebal dan agak kasar.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan mikroskopis (gambar 51B), menunjukkan bahwa hifa dari jamur ini adalah hialin dan bersekat. Konidiofor tidak membentuk perrantingan, dan pada masing-masing konidiofor terdapat fialid. Fialid tersebut menghasilkan makrospora yang memiliki 4 – 6 sekat berbentuk seperti bulan sabit, hialin. Sedangkan mikrospora memiliki 0 - 2 sekat dan berbentuk silindris. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, dapat diketahui bahwa jamur ini merupakan genus *Fusarium.*



Gambar 51. Jamur *Fusarium* sp. 9. A. Biakan murni umur 10 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Fialid, (3) Hifa

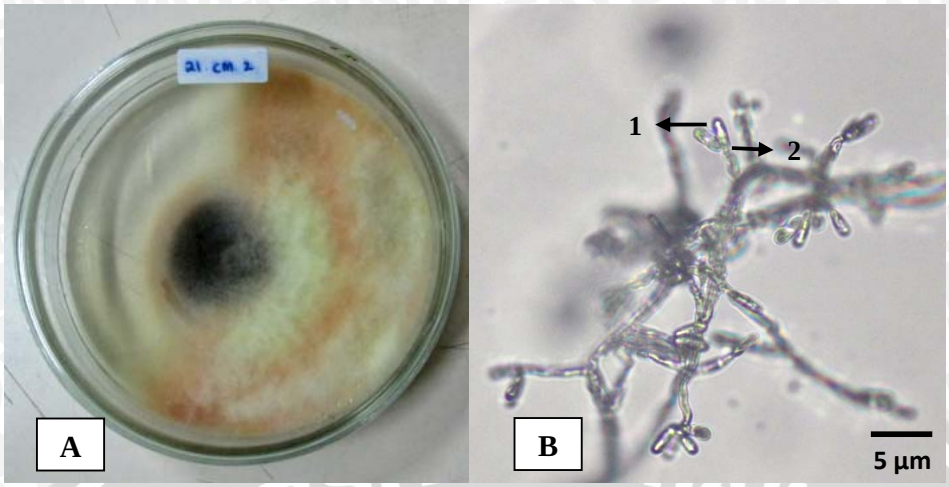
6. Jamur *Colletrotichum* sp. 13

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 52A), pada saat koloni berumur 2 hari, koloni pada koloni berwarna hitam, dengan tekstur tipis dan halus. Pola pertumbuhan dari koloni ini adalah konsentris melingkar. Ketika koloni berumur 4 hari masa inkubasi, pertumbuhan koloni menyebar ke arah kiri pada media dan koloni memiliki 2 warna koloni, yaitu pada bagian tengah adalah hitam, kemudian pada bagian terluar koloni berwarna putih. Pada hari ke 6 masa inkubasi, koloni yang berwarna putih berubah warna menjadi kuning dan tekstur dari keseluruhan koloni berubah menjadi tebal namun tetap halus. Ketika koloni berumur 9 hari masa inkubasi koloni pada bagian terluar koloni berwarna oranye agak putih, dengan pola pertumbuhan yang tetap sama.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 52B), menunjukkan bahwa konidiofor hialin, bersekat, agak membengkok, pendek dan tidak berranting. Pada ujung konidiofor terdapat konidia yang berbentuk silindris dengan kedua ujungnya yang tumpul. Konidia tersebut memiliki 1 sel dan hialin. Berdasarkan kondisi mikroskopis ini, maka dapat diketahui bahwa koloni jamur tersebut merupakan jamur dari genus *Colletrotichum.*



Gambar 52. Jamur *Colletrotichum* sp. 13. A. Biakan murni umur 10 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

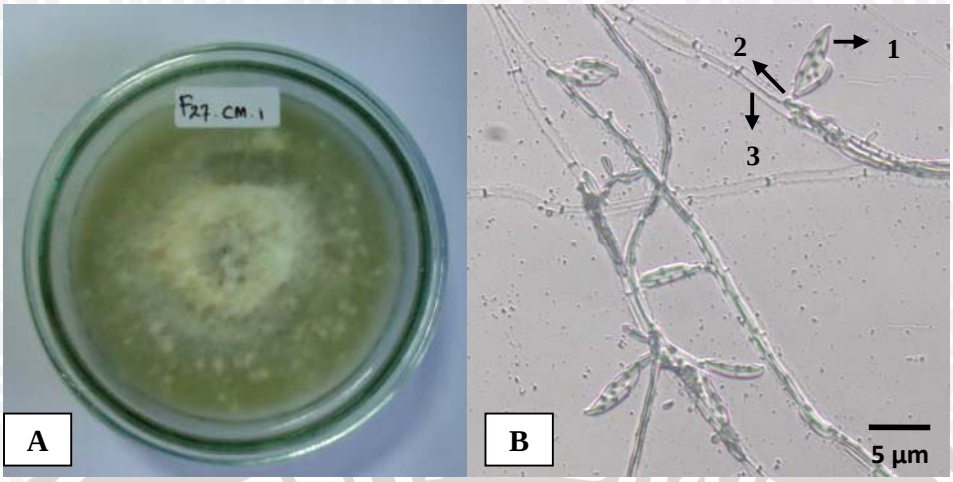
7. Jamur *Fusarium* sp. 10

a. Makroskopis

Koloni jamur secara makroskopis (gambar 53A), pada awal pertumbuhan berwarna putih, koloni tumbuh hingga membentuk lingkaran konsentris yang tipis dengan permukaan yang halus. Pada hari ke 5 masa inkubasi, koloni jamur pada bagian tengah menebal dan agak cekung serta berwarna agak kuning. Pada bagian tengah koloni terlihat koloni jamur rapat sedangkan pada tepi koloni koloni nampak renggang. Pertumbuhan koloni mencapai diameter 6 cm pada hari ke 7 masa inkubasi. Pada hari ke 9, warna kuning pada bagian tengah koloni menjadi semakin jelas, koloni memiliki tekstur agak kasar dan menebal pada bagian tengah, namun tipis pada bagian terluar.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan mikroskopis (gambar 53B), menunjukkan bahwa, hifa dari jamur ini adalah hialin dan bersekat. Konidiofor membentuk perrantingan, dan pada masing-masing ranting terdapat fialid. Fialid tersebut menghasilkan makrospora yang memiliki 4 – 6 sekat berbentuk seperti bulan sabit, hialin. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, dapat diketahui bahwa jamur ini merupakan genus *Fusarium.*



Gambar 53. Jamur *Fusarium* sp. 10. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Fialid, (3) Hifa

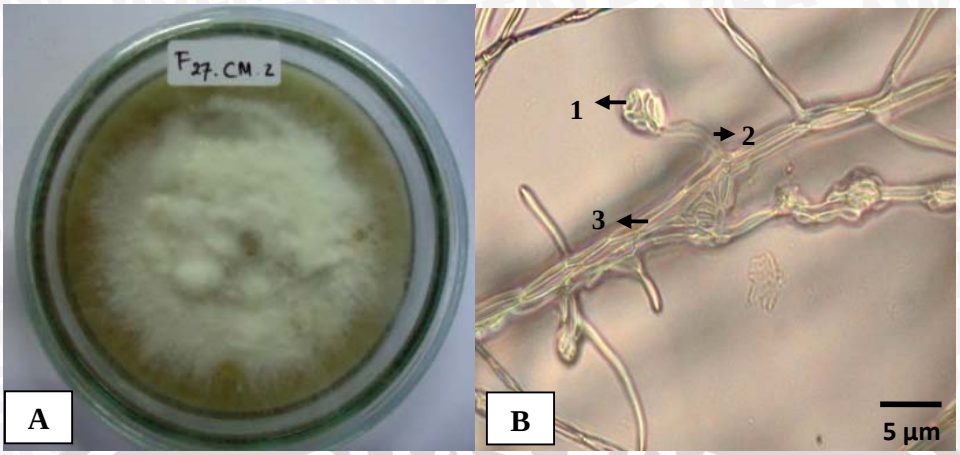
8. Jamur *Cephalosporium* sp. 4

a. Makroskopis

Kenampakan makroskopis (gambar 54A), menunjukkan bahwa pada saat awal pertumbuhan koloni jamur memiliki koloni yang berwana putih bertekstur tebal dan halus, dengan pola pertumbuhan melingkar tidak konsentris. Pada pengamatan ketika koloni jamur berumur 5 hari masa inkubasi koloni pada bagian tengah koloni berubah menjadi agak kuning dan tekstur koloni menjadi lebih tebal. Ketika koloni jamur berumur 9 hari, kondisi makroskopis memperlihatkan bahwa koloni pada bagian tengah koloni menebal dan membentuk gumpalan, permukaan koloni tersebut menjadi tidak rata, sedangkan pada koloni pada bagian tepi koloni berwarna putih bertekstur tipis dan halus. Pola pertumbuhan koloni jamur tersebut tidak mengalami perubahan

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (gambar 54B), menunjukkan jamur memiliki konidiofor yang bersekat, panjang dan hialin. Pada ujung konidiofor terdapat konidia yang membentuk rangkaian dan memiliki 1 sel. Konidia tersebut berbentuk elips. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, maka dapat diketahui bahwa jamur ini merupakan genus *Cephalosporium*. *Cephalosporium* memiliki konidiofor yang ramping dan sederhana, konidia hialin, 1 sel, diproduksi dengan banyak dan bergerombol pada bagian ujung atas konidiofor (Barnet,1969).



Gambar 54. Jamur *Cephalosporium* sp. 4. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor

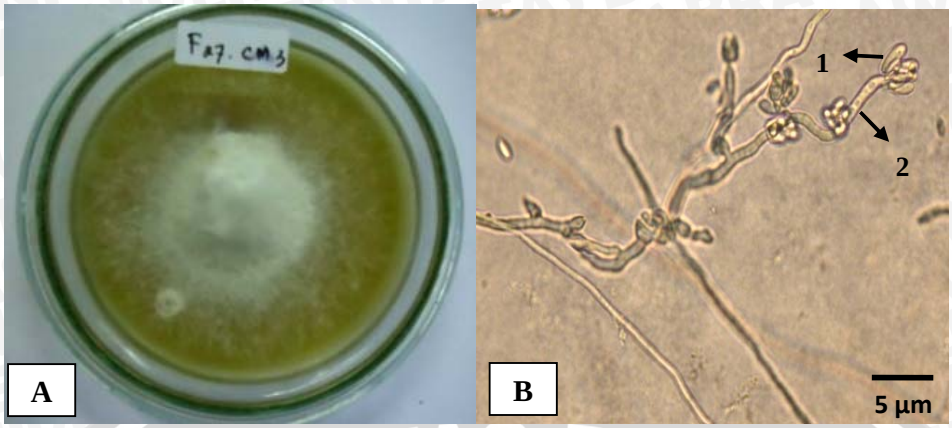
9. Jamur *Cylindrophora* sp. 2

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 55A), yang dilakukan pada saat koloni berumur 3 hari menunjukkan bahwa koloni dari jamur ini berwarna putih, dengan tekstur permukaan halus dan tebal. Pola pertumbuhan koloni tersebut membentuk lingkaran konsentris. Pada umur 9 hari masa inkubasi koloni jamur memiliki diameter 8 cm dan menebal pada bagian tengah, warna koloni dan pola pertumbuhannya tetap.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 55B), menunjukkan bahwa konidiofor dari jamur ini tumbuh tegak dan hialin. Pada ujung konidiofor terdapat konidia yang berbentuk elips, bergerombol menyerupai kelpoak bunga dengan 1 sel. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa koloni jamur ini merupakan genus *Cylindrophora.* Barnet (1969) menyatakan bahwa *Cylindrophora* memiliki konidiofor yang tegak, mucul dari hifanya. Konidia hialin, memiliki 1 sel berbentuk elips dan terletak dalam kelompok.



Gambar 55. Jamur *Cylindrophora* sp. 2. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

4.5.3 Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Jaringan Akar Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Moderat

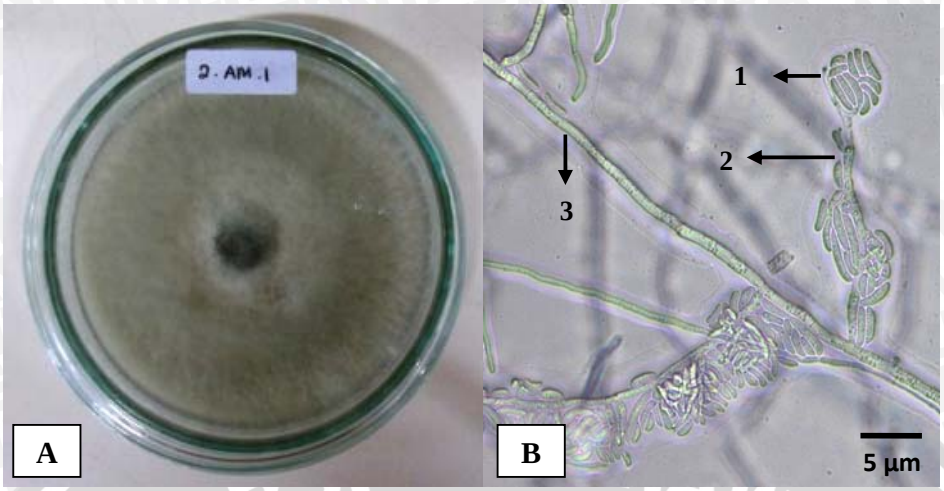
1. Jamur *Cephalosporium* sp. 5

a. Makroskopis

Pertumbuhan koloni (gambar 56A), diawali dengan koloni yang berwarna putih yang kemudian tumbuh membentuk lingkaran konsentris dengan tekstur halus dan tebal. Pada umur 5 hari koloni pada bagian tengah menebal dan warna berubah menjadi abu-abu. Pertumbuhan koloni termasuk cepat ditunjukkan oleh koloni jamur yang memanjang dan hampir memenuhi tepi cawan petri pada umur 7 hari masa inkubasi. Pada umur 9 hari koloni mencapai diameter 9 cm.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan mikroskopis (gambar 56B), terlihat bahwa jamur memiliki konidiofor yang bersekat, panjang dan hialin. Pada ujung konidiofor terdapat konidia yang membentuk gerombolan dan memiliki 1 sel. Berdasarkan ciri-ciri mikroskopis tersebut, maka dapat diketahui bahwa jamur ini merupakan genus *Cephalosporium*. Berdasarkan uraian yang dinyatakan oleh Barnet (1969) menyatakan bahwa *Cephalosporium* memiliki konidiofor yang ramping dan sederhana, konidia hialin, 1 sel, diproduksi dengan banyak dan bergerombol pada bagian ujung atas konidiofor.



Gambar 56. Jamur *Cephalosporium* sp. 5. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

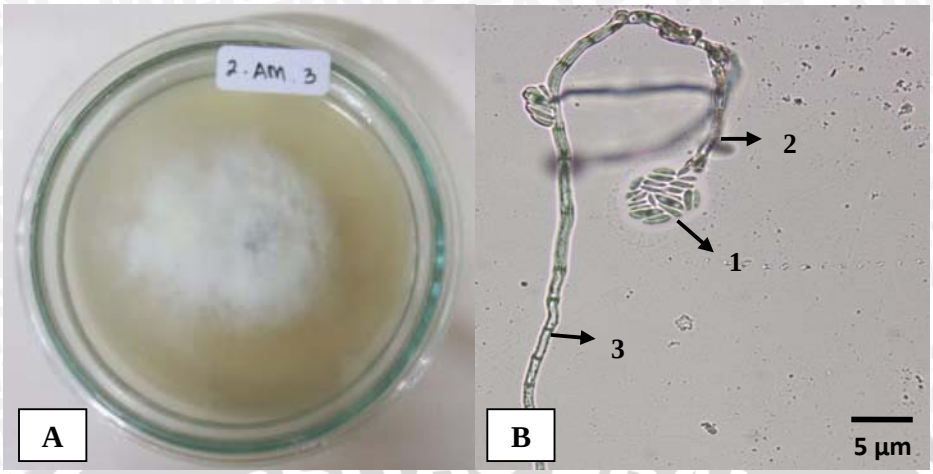
2. Jamur *Cephalosporium* sp. 6

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 57A), yang dilakukan pada saat koloni berumur 2 hari menunjukkan bahwa koloni dari jamur ini berwarna putih, dengan tekstur permukaan halus dan tebal. Pola pertumbuhan koloni tersebut membentuk lingkaran konsentris. Pada umur 9 hari koloni jamur memiliki diameter 6 cm dan menebal pada bagian tengah, warna koloni berubah menjadi agak kuning serta pola pertumbuhannya menyebar tidak merata pada permukaan media.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 57B), terlihat bahwa jamur memiliki konidiofor yang bersekat, panjang dan hialin. Konidia berkelompok di ujung konidiofor dan memiliki 1 sel. Konidia tersebut hialin berbentuk elips. Berdasarkan ciri-ciri mikroskopis tersebut, maka dapat diketahui bahwa jamur ini merupakan genus *Cephalosporium*.



Gambar 57. Jamur *Cephalosporium* sp. 6. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

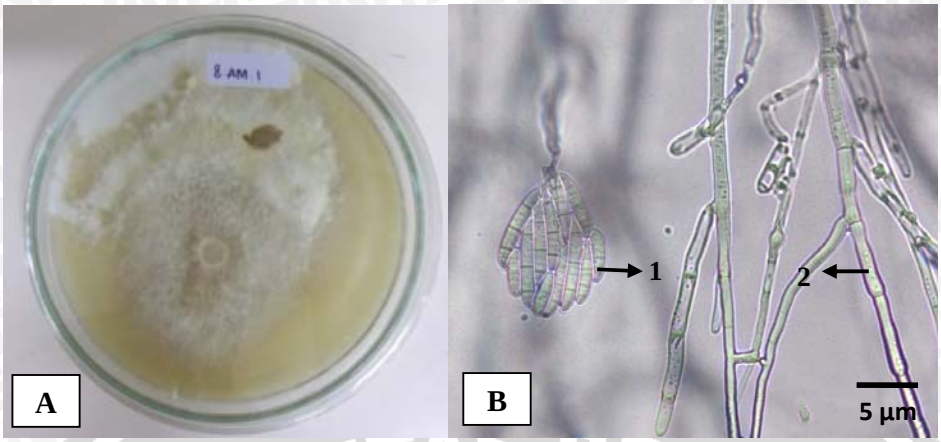
3. Jamur *Fusarium* sp. 11

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis (gambar 58A), menunjukkan bahwa koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur tipis dan halus, dengan pola pertumbuhan melingkar konsentris. Pada hari ke 4, pertumbuhan koloni yang awalnya melingkar konsentris berubah menjadi tidak berpola dan koloni cenderung tumbuh ke salah satu sisi dari pusat koloni. Koloni pada bagian terluar mengalami perubahan warna yaitu yang semula berwarna putih berubah menjadi agak kuning. Koloni pada bagian terluar mengalami perubahan struktur yang semula tipis menjadi tebal. Ketika koloni berumur 9 hari bagian tengah koloni berwarna putih dengan tekstur yang agak kasar dan agak tidak rapat, kemudian pada bagian terluar koloni masih memiliki tekstur dan warna yang sama.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 58 B), menunjukkan bahwa jamur tersebut memiliki hifa hialin dan bersekat. Konidia hialin tumbuh bergerombol diatas fialid, dan memiliki 1 hingga 3 sel. Konidia berbentuk silindris dan agak meruncing pada kedua ujungnya. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini masuk ke dalam genus *Fusarium.*



Gambar 58. Jamur *Fusarium* sp. 11. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Hifa.

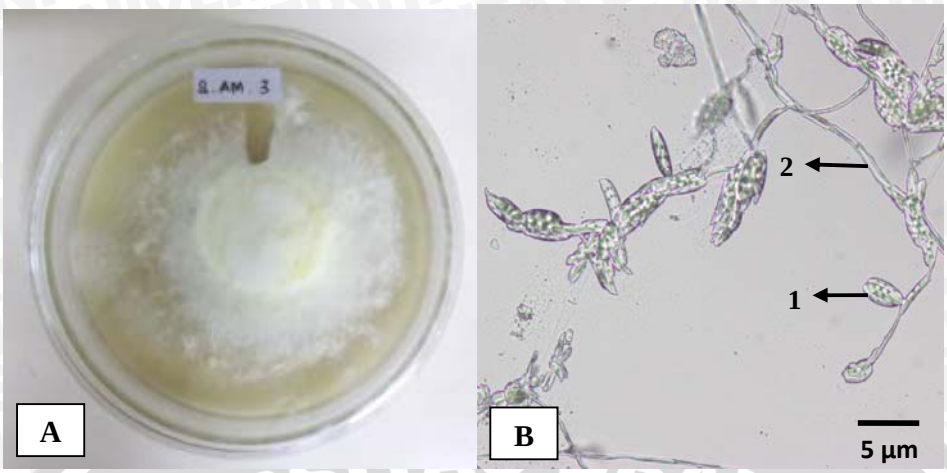
4. Jamur *Fusarium* sp. 12

a. Makroskopis

Dari hasil pengamatan makroskopis (gambar 59A), menunjukkan kondisi koloni jamur pada awal pertumbuhan memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur tipis dan halus. Pola pertumbuhan koloni adalah melingkar konsentris. Pada hari ke 4 masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni berubah warna menjadi agak kuning dan teksturnya mengalami penebalan, namun tetap halus dengan pola pertumbuhan yang masih sama. Ketika koloni berumur 7 hari warna koloni yang terletak pada bagian tengah koloni menjadi semakin jelas. Terdapat 2 warna pada koloni jamur tersebut, yaitu bagian tengah berwarna kuning dengan tekstur halus dan tebal, kemudian bagian terluar koloni berwarna putih dan teksturnya menjadi agak kasar dan tipis.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan mikroskopis (gambar 59B), menunjukkan bahwa hifa tumbuh memanjang, hialin dan bersekat. Konidiofor hampir tidak terlihat karena berukuran pendek. Makrokonidia terdapat dalam jumlah banyak, memiliki 3 - 4 sekat, berbentuk ovoid-elips, dan sedikit membengkok, meruncing pada kedua ujungnya. Berdasarkan ciri-ciri mikroskopis tersebut, dapat disimpulkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Fusarium*.



Gambar 59. Jamur *Fusarium* sp. 12. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Hifa.

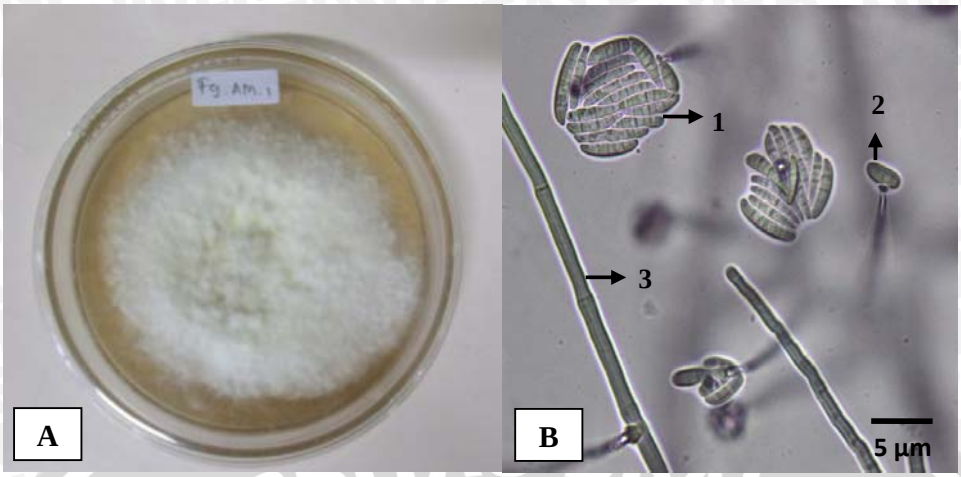
5. Jamur *Fusarium* sp. 13

a. Makroskopis

Hasil pengamatan secara makroskopis (gambar 60A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan jamur memiliki hifa yang berwarna putih bertekstur halus dan tipis dengan pola pertumbuhan yang melingkar konsentris. Ketika koloni jamur berumur 5 hari masa inkubasi, terjadi perubahan pada warna koloni. Koloni yang semula berwarna putih, berubah menjadi agak kuning, bertekstur tebal dan pada bagian tepi koloni, koloninya menggumpal. Pada saat koloni berumur 7 hari, permukaan koloni menjadi tidak rata dan tebal.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 60B), menunjukkan bahwa jamur tersebut memiliki hifa hialin dan bersekat. Konidiofor hialin, tidak bersekat, ramping dan tidak berranting. Konidia hialin tumbuh bergerombol diatas fialid, dan memiliki 1 hingga 3 sel. Konidia berbentuk silindris dan meruncing pada kedua ujungnya. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini masuk ke dalam genus *Fusarium.*



Gambar 60. Jamur *Fusarium* sp. 13. A. Biakan murni umur 10 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Mikrokonidia, (3) Hifa.

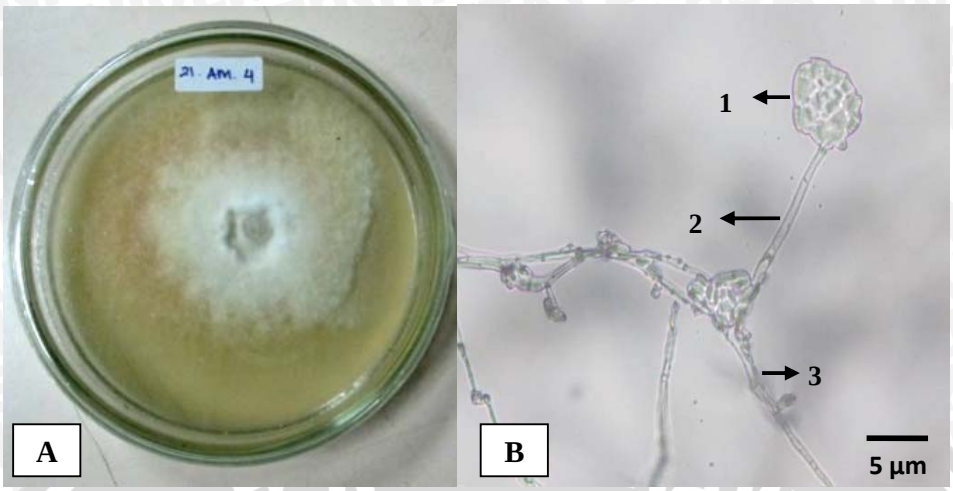
6. Jamur *Acremonium* sp. 6

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis (gambar 61A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan koloni jamur berwarna putih dengan tekstur tipis dan halus, serta memiliki pertumbuhan lingkaran konsentris. Pada hari ke 4 masa inkubasi, bagian tengah dari koloni menjadi cekung diikuti dengan pertumbuhan koloni yang berwarna putih dengan tekstur agak kasar dan tebal namun tetap memiliki pola pertumbuhan yang sama. Pada hari ke 7 masa inkubasi, pola pertumbuhan koloni menjadi menyebar membentuk lingkaran tidak konsentris. Ketika koloni berumur 9 hari , koloni pada bagian terluar koloni berubah warna menjadi oranye dengan tekstur yang tebal dan agak kasar.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 61B), menunjukkan bahwa hifa bersekat, dan hialin. Konidiofor yang dimiliki jamur tersebut hialin, pendek, bersekat dan tidak berranting. Konidia tumbuh bergerombol pada ujung konidiofor. Bentuk konidia elips dan memiliki 1 sel. Berdasarkan hal tersebut, maka koloni jamur ini dapat dikelompokkan ke dalam genus *Acremonium*. Hal tersebut sesuai dengan deskripsi jamur genus *Acremonium* yang dinyatakan oleh Gandjar *et al*., (1999), yaitu konidia bergerombol membentuk suatu kepala, berbentuk elips hingga silindris pendek, berwarna hialin dan tidak terdapat khlamidospora.



Gambar 61. Jamur *Acremonium* sp. 6. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

7. Jamur *Verticillium* sp. 4

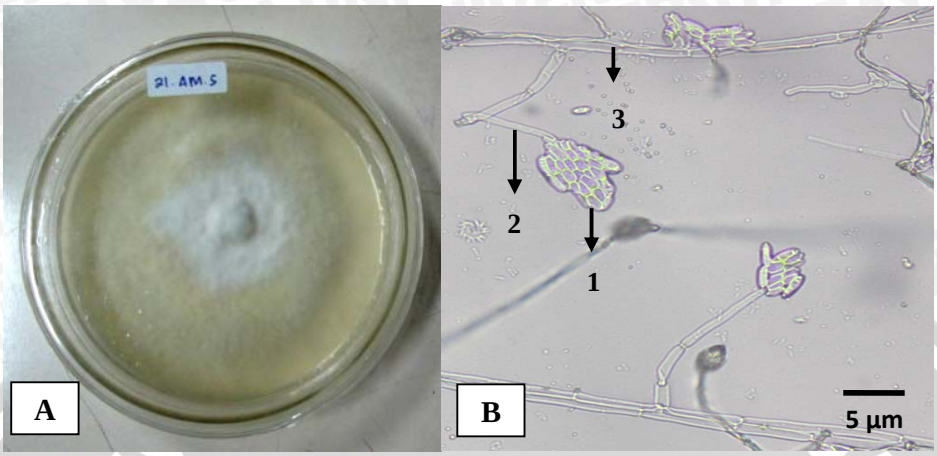
a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis (gambar 62A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan koloni memiliki koloni yang berwarna putih yang kemudian tumbuh membentuk lingkaran konsentris dengan tekstur halus dan tebal. Pada hari ke 3 masa inkubasi, koloni pada bagian tengah mengalami penebalan kemudian diikuti dengan pertumbuhan koloni yang berwarna putih memiliki tekstur tipis namun agak kasar dan tidak rata. Pada hari ke 7 koloni pada bagian terluar bertekstur tipis dan halus. Ketika koloni berumur 9 hari koloni tidak mengalami perubahan warna, tekstur pada bagian pusat koloni tebal dan agak kasar, diikuti dengan pertumbuhan koloni pada bagian terluar koloni yang memiliki tekstur tipis dan halus. Pola pertumbuhan koloni tidak berubah yaitu lingkaran konsentris.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (gambar 62B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan bersekat. Konidiofor ramping, hialin dan tidak bersekat. Konidia bergerombol, berbentuk elips dan memiliki 1 sel. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini dimasukkan ke dalam genus *Verticillium*. Hal tersebut sesuai dengan uraian yang dinyatakan oleh Barnet (1969), yaitu *Verticillium* memiliki konidiofor yang ramping dan berranting. Konidia berbentuk ovoid hingga elips,

hialin, memiliki 1 sel, tumbuh sendiri atau pada kelompok kecil pada ujung konidiofor.



Gambar 62. Jamur *Verticillium* sp. 4. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

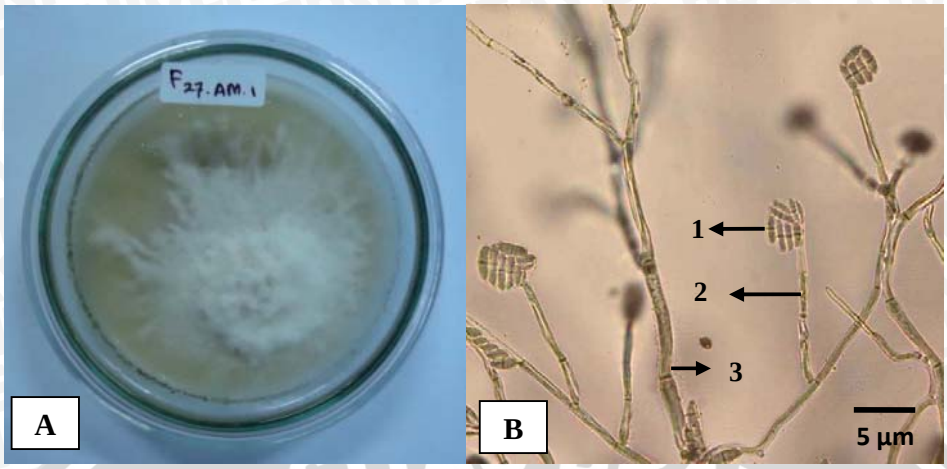
8. Jamur *Fusarium* sp. 14

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan (gambar 63A), menunjukkan bahwa pada umur 3 hari masa inkubasi, koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih dan teksturnya halus, tebal membentuk gumpalan. Pola pertumbuhannya menyebar pada permukaan media dan tidak beraturan. Pada saat koloni berumur 7 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni berubah warna menjadi putih agak kekuningan. Ketika koloni berumur 9 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah berbentuk seperti wol atau kapas, menebal dan permukaan koloni agak kasar, sedangkan pada bagian terluar dari koloni berwarna putih dan bertekstur tipis dan halus. Pola pertumbuhan koloni ini pada hari ke 9 masa inkubasi tidak mengalami perukonidiaan.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan mikroskopis (gambar 63B), menunjukkan bahwa hifa tumbuh memanjang, hialin dan bersekat. Konidiofor hialin, pendek, dapat berranting dapat tidak dan membawa monifialid. Mikrokonidia terdapat dalam jumlah banyak sekali, memiliki 3 - 4 sekat, berbentuk ovoid-elips, dan sedikit membengkok, meruncing pada kedua ujungnya. Berdasarkan kondisi mikroskopis tersebut, dapat disimpulkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Fusarium*.



Gambar 63. Jamur *Fusarium* sp. 14. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Mikrokonidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

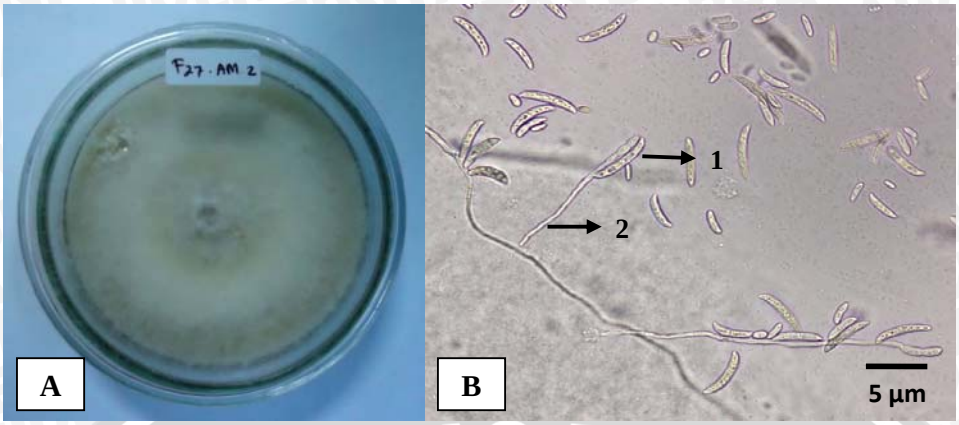
9. Jamur *Fusarium* sp. 15

a. Makroskopis

Dari hasil pengamatan makroskopis (gambar 64A), menunjukkan kondisi koloni yang berwarna putih dan bertekstur tipis serta halus. Pada hari ke 3 masa inkubasi, koloni pada tengah koloni yang semula tipis menjadi agak menebal, kemudian dikelilingi dengan koloni yang berwarna agak kuning dengan tekstur yang tipis. pola pertumbuhan dari koloni ini yaitu melingkar konsentris. Pada hari ke 7 masa inkubasi koloni terluar dari koloni jamur ini berwarna putih seperti kapas. Ketika koloni berumur 9 hari terdapat 2 lapisan warna yang tumbuh secara konsentris, pada tengah koloni berwarna putih dengan tekstur tebal dan agak kasar, kemudian diikuti dengan pertumbuhan koloni yang bertekstur halus dan berwana agak kuning, sedangkan pada bagian terluar dari koloni berwarna putih dengan tekstur halus dan tipis.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 64B), menunjukkan bahwa jamur tersebut memiliki hifa yang hialin dan bersekat. Konidiofor hialin, tidak bersekat, ramping, panjang dan tidak berranting. Makrokonidia hialin tumbuh bergerombol sebanyak 2-3, dan memiliki 1 hingga 3 sekat. Makrokonidia berbentuk bulan sabit. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini masuk ke dalam genus *Fusarium.*



Gambar 64. Jamur *Fusarium* sp. 25. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Konidiofor.

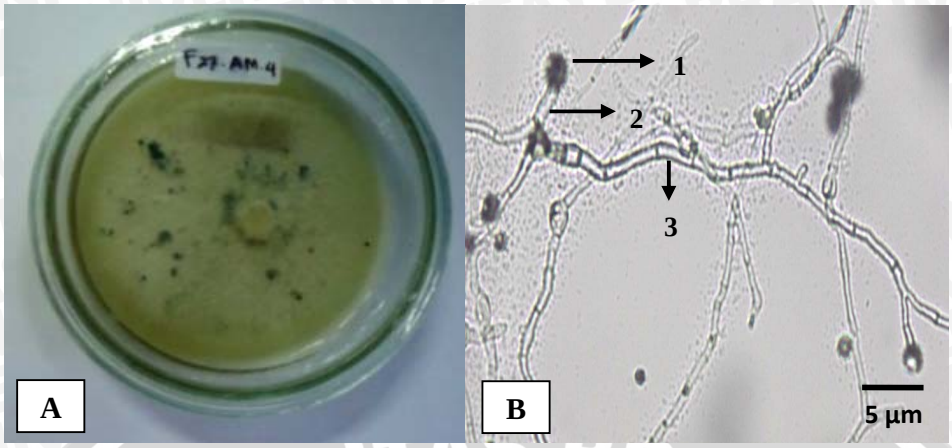
10. Jamur *Nigrospora* sp. 4

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis (gambar 65A), yaitu warna permukaan koloni jamur pada awalnya putih, koloni putih tipis terlebih dahulu menyebar dengan cepat memenuhi cawan petri dalam waktu kurang lebih 6 hari. Pada hari ke 7 masa inkubasi, terdapat koloni yang mengalami perubahan tekstur menjadi kasar dan agak menebal menyerupai bintik-bintik dan berwarna hijau. Ketika koloni berumur 9 hari, bintik-bintik tersebut menjadi lebih banyak dan menyebar pada seluruh permukaan koloni.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 65B), menunjukkan bahwa jamur endofit ini memiliki ciri-ciri hifa yang hialin dan memiliki sekat atau bersepta. Konidiofor hialin atau sedikit berpigmen, dan berukuran pendek serta agak bengkok. Konidia berbentuk bulat dan berwarna hitam atau gelap, tunggal dan bersel satu. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Nigrospora*.



Gambar 65. Jamur *Nigrospora* sp. 4. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

4.6 Keanekaragaman Jamur Endofit pada Jaringan Daun, Ranting, dan Akar Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Rentan

Hasil eksplorasi jamur endofit pada tanaman jeruk fusiprotoplas kategori rentan diperoleh koloni jamur endofit dari jaringan daun, ranting dan akar dengan jumlah total 33 isolat. Jamur endofit tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Keanekaragaman Jamur Endofit pada Jaringan Daun, Ranting, dan Akar Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Rentan

Jaringan Tanaman	Spesies Jamur Endofit	Jumlah Koloni
Daun	1. Jamur *Acremonium* sp. 7	1
	2. Jamur *Colletotrichum* sp. 14	1
	3. Jamur *Trichocladium* sp. 3	1
	4. Jamur *Trichocladium* sp. 4	1
	5. Jamur *Microsporium* sp. 2	1
	6. Jamur *Cylindrophora* sp. 3	1
	7. Jamur *Colletotrichum* sp. 15	1
	8. Jamur *Colletotrichum* sp. 16	1
	9. Jamur *Cylindrophora* sp. 4	1
	10. Jamur *Cylindrophora* sp. 5	1
	11. Jamur *Verticillium* sp. 5	1
	12. Jamur *Colletotrichum* sp. 17	1
Total Jamur Endofit di Jaringan Daun		12
Ranting	1. Jamur *Acremonium* sp. 7	1
	2. Jamur *Fusarium* sp. 16	1
	3. Jamur *Cephalosporium* sp. 7	1
	4. Jamur *Verticillium* sp. 6	1
	5. Jamur *Colletotrichum* sp. 18	1
	6. Jamur *Colletotrichum* sp. 19	1
	7. Jamur *Acremonium* sp. 8	1
	8. Jamur *Fusarium* sp. 17	1
	9. Jamur *Colletotrichum* sp. 20	1
	10. Jamur *Fusarium* sp. 22	1
Total Jamur Endofit di Jaringan Ranting		10
Akar	1. Jamur *Acremonium* sp. 9	1
	2. Jamur *Aspergillus* sp. 1	1
	3. Jamur *Fusarium* sp. 18	1
	4. Jamur *Fusarium* sp. 19	1
	5. Jamur *Verticillium* sp. 6	1
	6. Jamur *Colletotrichum* sp. 21	1
	7. Jamur *Colletotrichum* sp. 22	1
	8. Jamur *Acremonium* sp. 10	1
	9. Jamur *Botrytis* sp. 2	1
	10. Jamur *Fusarium* sp. 20	1
	11. Jamur *Aspergillus* sp. 2	1
Total Jamur Endofit di Jaringan Akar		11
Total Jamur Endofit Pada Tanaman Jeruk Fusi Rentan		33

4.7 Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Rentan

4.7.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Jaringan Daun Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Rentan

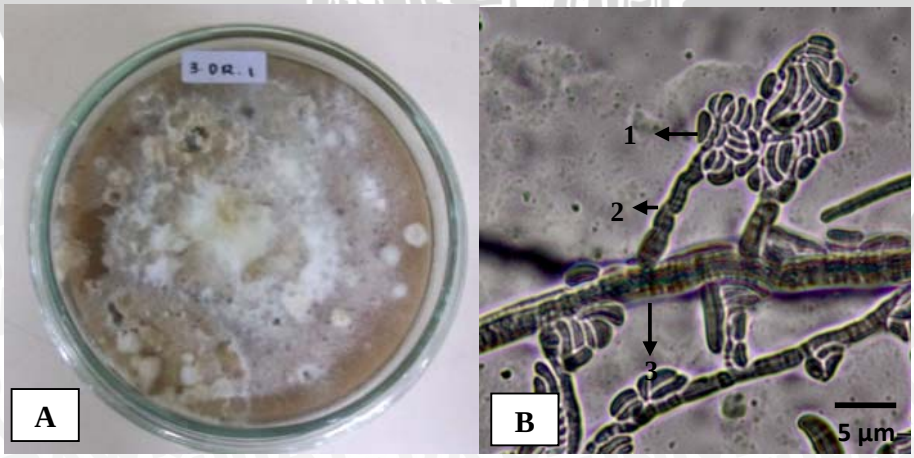
1. Jamur *Acremonium* sp. 7

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan makroskopis (gambar 66A), menunjukkan bahwa pada saat koloni jamur berumur 2 hari masa inkubasi, memiliki koloni yang berwarna putih bertekstur agak tebal dan halus. Pada hari ke 5 setelah masa inkubasi, tumbuh koloni yang bertekstur tebal dan membentuk gumpalan kecil berwarna putih agak kuning diatas koloni yang bertekstur tipis dan halus. Pola pertumbuhan dari koloni ini adalah melingkar tidak konsentris. Pada hari ke 8 setelah masa inkubasi, pertumbuhan koloni yang menggumpal kecil tersebut menjadi lebih banyak dan menyebar pada seluruh permuakan media PDA.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 66B), menunjukkan bahwa konidiofor yang dimiliki oleh jamur tersebut tidak berranting, pendek dan tidak tegak serta bersekat. Hifa berbentuk tabung dan berukuran lebih besar daripada konidiofor. Konidia hialin, bersel satu, nampak bergerombol, membentuk suatu rangkaian yang agak simetris, berbentuk elips dan memanjang hingga bulat. Berdasarkan data mikroskopis tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Acremonium*.



Gambar 66. Jamur *Acremonium* sp. 7. A. Biakan murni umur 10 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

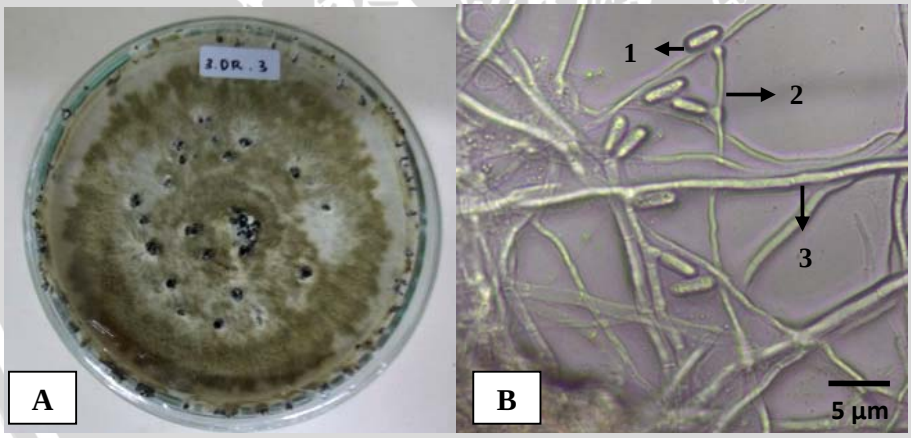
2. Jamur *Colletrotichum* sp. 14

a. Makroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 67A), pada saat koloni berumur 3 hari masa inkubasi menunjukkan bahwa koloni pada awalnya berwarna putih agak coklat bertekstur tipis dan halus. Pola pertumbuhan dari koloni tersebut menunjukkan pola lingkaran konsentris. Ketika koloni berumur 5 hari masa inkubasi, koloni mengalami perubahan warna menjadi hijau muda. Pada saat koloni berumur 8 hari masa inkubasi, warna koloni berubah menjadi hijau tua, kemudian diikuti dengan pertumbuhan koloni yang membentuk gumpalan berwarna abu-abu.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 67B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan bersekat, konidiofor pendek dan ramping, kemudian bersekat. Konidia berbentuk silindris dengan ujung yang tumpul, hialin dan tanpa sekat. Berdasarkan kondisi mikroskopis tersebut dapat disimpulkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 67. Jamur *Colletrotichum* sp. 14. A. Biakan murni umur 12 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

3. Jamur *Trichocladium* sp. 3

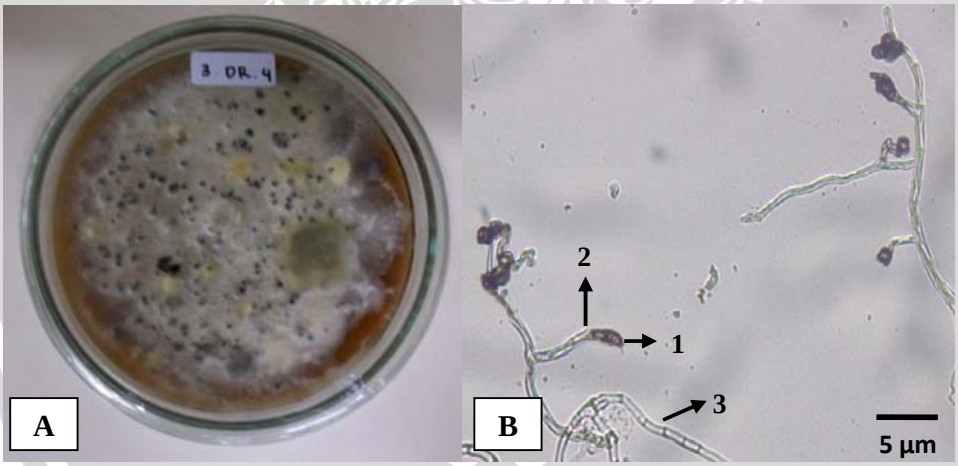
a. Makroskopis

Hasil pengamatan secara makroskopis (gambar 69A), menunjukkan bahwa pada saat koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi, memiliki koloni yang berwarna putih agak hijau dengan tekstur agak tebal dan halus serta pola

pertumbuhan melingkar tidak konsentris. Pada hari ke 5 setelah masa inkubasi, tumbuh koloni yang bertekstur tebal dan membentuk gumpalan berwarna hijau muda dan kuning dengan tekstur halus. Pada hari ke 9 setelah masa inkubasi, tumbuh koloni yang menggumpal kecil berwarna oranye menyebar pada seluruh permukaan koloni tersebut.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan mikroskopis (gambar 68B), menunjukkan bahwa hifa yang dimiliki oleh jamur endofit ini hialin dan bersekat. Konidiofor hialin, pendek, bersekat, agak membengkok dan tidak berranting. Konidia berada pada ujung konidiofor dengan bentuk agak lonjong, gelap dan bersekat. Setiap satu konidiofor hanya memiliki satu konidia. Berdasarkan deskripsi mikroskopis ini, dapat diketahui bahwa, jamur tersebut masuk ke dalam genus *Trichocladium.* Hal tersebut, didukung oleh literatur Barnet (1969) yang menyebutkan bahwa *Trichocladium* memiliki konidiofor yang pendek, konidia gelap dan memiliki 1 - 4 sekat, konidia kadang-kadang membengkok dan bersifat saprofit pada kayu.



Gambar 68. Jamur *Trichocladium* sp. 3. A. Biakan murni umur 10 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

4. Jamur *Trichocladium* sp. 4

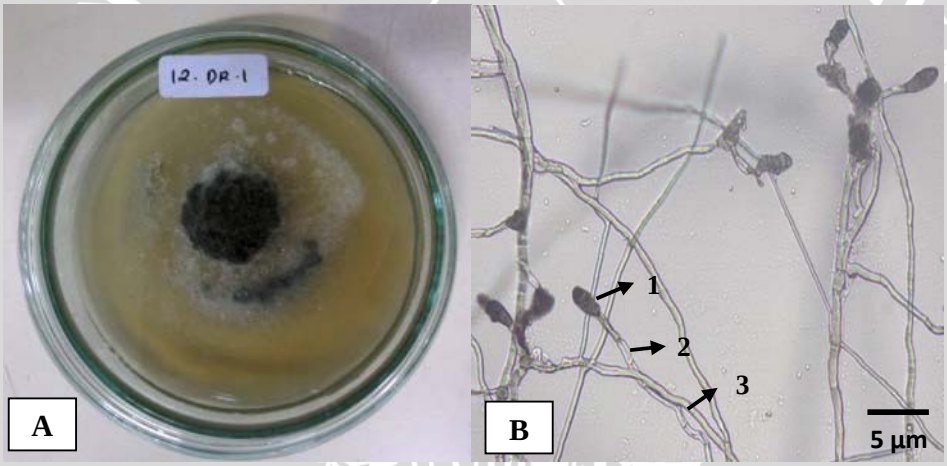
a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 69A), menunjukkan bahwa pada saat koloni berumur 3 hari masa inkubasi, koloni berwarna putih, dengan tekstur tipis dan halus, tumbuh membentuk pola melingkar konsentris. Pada umur 5 hari masa inkubasi bagian tengah koloni menebal dan berwarna abu-abu, dikelilingi dengan

koloni yang memiliki koloni berwarna putih dan membentuk pola lingkaran serta tekstur koloni menjadi tebal dan mengembang. Pada umur 7 hari masa inkubasi, koloni bagian terluar memiliki koloni yang berwarna abu-abu bertekstur tipis, agak kasar, dan renggang, kemudian koloni pada bagian dalam berwarna hitam.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 69B), menunjukkan bahwa jamur tersebut memiliki konidia yang hialin dan bersekat. Konidiofor pendek bersekat, hialin dan tidak berranting. Konidia tunggal terbentuk pada ujung konidiofor. Konidia tersebut berwarna gelap, berbentuk elips, menggembung pada bagian tengah dan memiliki sekat antara 1 – 2 sekat. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, maka dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Trichocladium.*



Gambar 69. Jamur *Trichocladium* sp. 4. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

5. Jamur *Microsporum* sp. 2

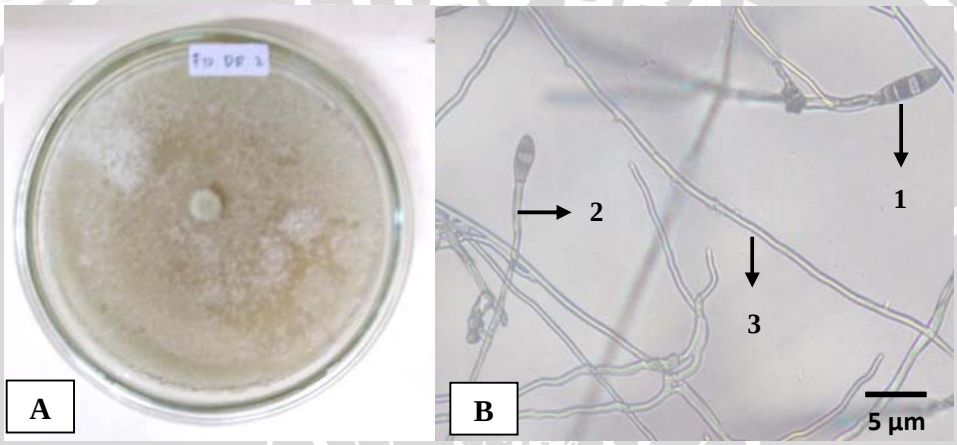
a. Makroskopis

Dari hasil pengamatan makroskopis (gambar 70A), menunjukkan bahwa pada saat koloni berumur 3 hari masa inkubasi, koloni berwarna putih transparan bertekstur halus dan tipis. Ketika koloni berumur 5 hari masa inkubasi, pertumbuhan koloni menyebar pada permukaan media PDA. Pada saat koloni berumur 7 hari Koloni pada bagian tengah padat dan teksturnya halus serta menggumpal, namun koloni pada bagian terluar memiliki kerapatan yang agak

renggang dan teksturnya tipis serta agak kasar. Warna koloni pada bagian terluar koloni putih transparan.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (gambar 70B), jamur memiliki konidia berbentuk silindris, agak lonjong, dan memiliki beberapa sel, dengan warna terang pada bagian ujung atas, diikuti dengan warna gelap. Konidiofor memanjang, hialin dan tidak bersekat. Hifa jamur hialin, memanjang dan bersekat. Berdasarkan ciri- ciri mikroskopis tersebut maka jamur ini termasuk dalam genus *Microsporum*.



Gambar 70. Jamur *Microsporum* sp. 2. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

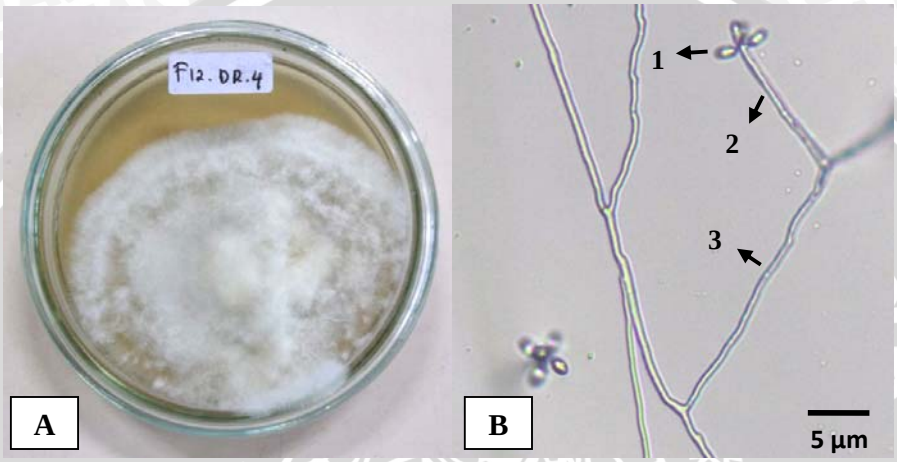
6. Jamur *Cylindrophora* sp. 3

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 71A), saat awal pertumbuhan, koloni jamur berwarna putih transparan dan memiliki tekstur yang halus dan agak tebal, dengan pola pertumbuhan koloni melingkar konsentris. Pada saat koloni berumur 5 hari setelah inkubasi, koloni jamur berwarna putih tulang dan berbentuk lingkaran tidak konsentris. Pada bagian pusat koloni nampak koloni menggumpal seperti kapas atau wol agak tebal dan pada tepi koloni koloni lebih renggang dengan permukaan kasar, membentuk gumpalan-gumpalan kecil dan agak tebal. Pada hari ke 7 masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni berubah warna menjadi agak kuning.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan mikroskopis (gambar 71B), menunjukkan bahwa konidiofor tumbuh tegak dan hialin, memiliki sekat. Pada ujung konidiofor terdapat konidia yang berbentuk elips, terletak dalam kelompok dengan 1 sel. Berdasarkan ciri-ciri mikroskopis tersebut, maka dapat diketahui bahwa koloni jamur ini merupakan genus *Cylindrophora.*



Gambar 71. Jamur *Cylindrophora* sp. 3. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

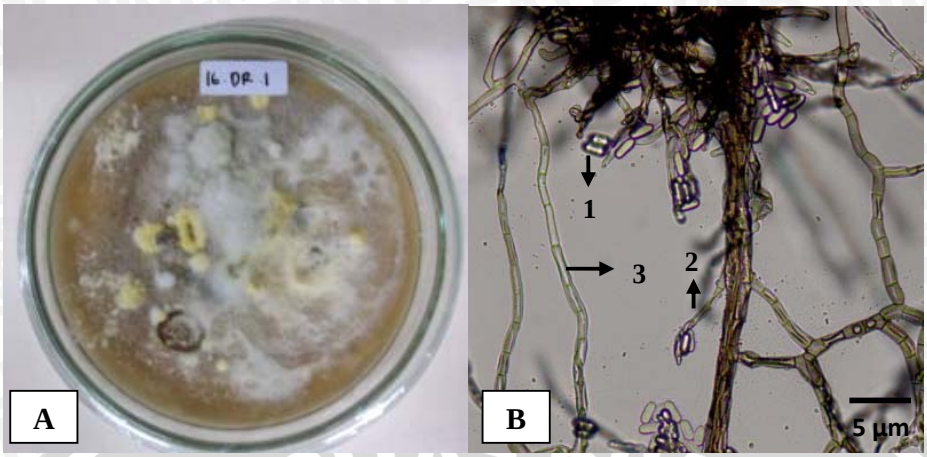
7. Jamur *Colletrotichum* sp. 15

a. Makroskopis

Hasil pengamatan secara makroskopis (gambar 72A), menunjukkan bahwa pada saat awal pertumbuhan koloni jamur, memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur tipis dan halus serta pola pertumbuhan melingkar tidak konsentris. Pada hari ke 5 setelah masa inkubasi, tumbuh koloni yang bertekstur agak tebal dan membentuk gumpalan berwarna kuning dengan tekstur halus. Pada hari ke 9 setelah masa inkubasi, gumpalan tersebut semakin banyak dan menyebar ke seluruh permukaan koloni. Pola pertumbuhan koloni menjadi tidak beraturan.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 72B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan bersekat, konidiofor panjang dan ramping, kemudian bersekat. Konidia berbentuk silindris dengan ujung yang tumpul, hialin dan tanpa sekat. Berdasarkan kondisi mikroskopis tersebut dapat disimpulkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 72. Jamur *Colletrotichum* sp. 15. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

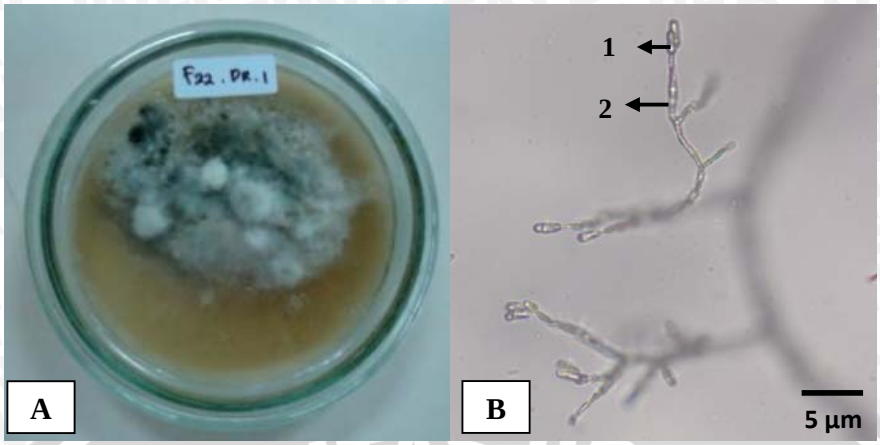
8. Jamur *Colletrotichum* sp. 16

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis (gambar 73A), jamur yaitu koloni pada awal pertumbuhan berwarna putih, dengan tekstur halus dan tipis serta pola pertumbuhan melingkar tidak konsentris. Pada hari ke 4 setelah masa inkubasi, koloni pada bagian tengah menebal berwarna putih dan koloni pada bagian tepi berubah warna menjadi abu-abu dengan tekstur tebal dan agak kasar, namun memiliki pola pertumbuhan yang sama. Pada umur 9 hari, koloni hampir memenuhi cawan petri, jamur tumbuh membentuk lingkaran tidak konsentris, semakin tebal dengan permukaan koloni yang tidak rata dan kasar serta koloni pada bagian tepi membentuk gumpalan berwarna putih.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 73B), menunjukkan bahwa hifa yang dimiliki oleh jamur tersebut hialin dan bersekat, konidiofor agak pendek dan ramping serta tidak berranting. Konidia terdapat pada ujung konidiofor, bergerombol dan berbentuk silindris dengan ujung yang tumpul, hialin serta tanpa sekat. Berdasarkan kondisi mikroskopis tersebut dapat disimpulkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 73. Jamur *Colletrotichum* sp. 16. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor

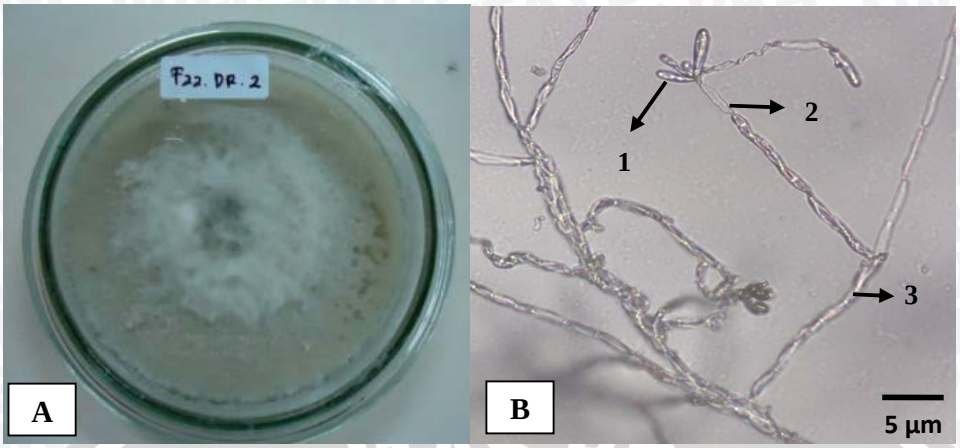
9. Jamur *Cylindrophora* sp. 4

a. Makroskopis

Hasil pengamatan makroskopis (gambar 74A), pada koloni jamur yang berumur 3 hari masa inkubasi, menunjukkan bahwa koloni jamur berwarna putih dengan tekstur halus dan tipis, serta membentuk pola lingkaran konsentris. Ketika koloni berumur 5 hari tekstur koloni pada bagian tengah koloni berubah menjadi berwarna ungu tumbuh cekung kedalam, kemudian diikuti dengan pertumbuhan koloni yang tebal, tidak rata dan berwarna putih yang tumbuh mengelilingi bagian tengah koloni yang cekung tersebut. Pola pertumbuhan koloni tersebut melingkar tidak konsentris. Pada umur 9 hari, secara keseluruhan tekstur dari koloni jamur tersebut tidak rata, koloni pada bagian tengah koloni tebal membentuk cekungan berwarna ungu, sedangkan pada bagian tepi koloni berwarna putih bertekstur halus dan tipis.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 74B), menunjukkan bahwa konidiofor dari jamur ini tumbuh tegak dan hialin. Pada ujung konidiofor terdapat konidia yang berbentuk elips, bergerombol dan bersel 1. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa koloni jamur ini merupakan genus *Cylindrophora*..



Gambar 74. Jamur *Cylindrophora* sp. 4. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

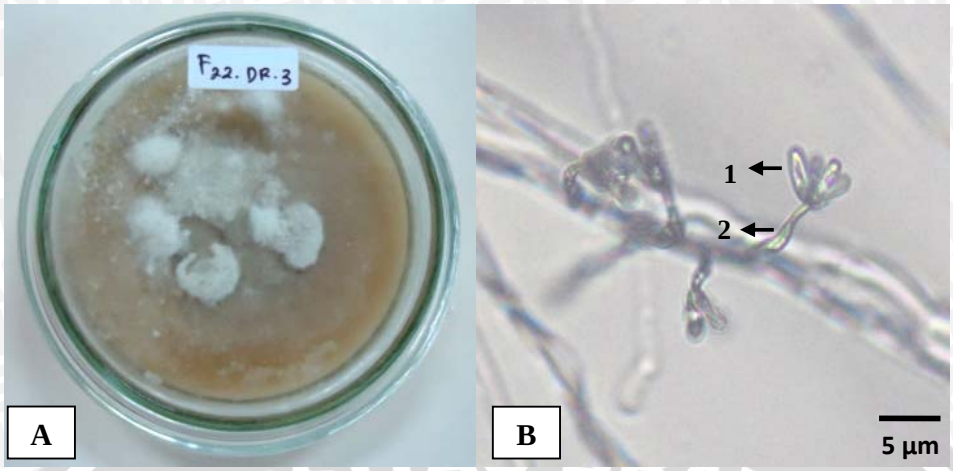
10. Jamur *Cylindrophora* sp. 5

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis (gambar 75A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan, koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih transparan dengan tektur agak kasar dan tipis. Ketika koloni berumur 4 hari koloni pada bagian tengah koloni yang semula berwarna putih transparan, berubah menjadi putih menyerupai kapas. Kemudian diikuti dengan perubahan tekstur yang menjadi lebih tebal. Pertumbuhan dari koloni jamur ini menyebar tidak merata pada permukaan media PDA. Ketika koloni berumur 7 hari masa inkubasi, pada salah satu sisi dari koloni mengalami penggumpalan koloni, sedangkan disisi lain terdapat koloni yang tumbuh dengan tekstur tipis.

b. Mikrokopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 75B), menunjukkan bahwa konidiofor dari jamur ini tumbuh tegak dan hialin. Pada ujung konidiofor terdapat konidia yang berbentuk elips, bergerombol menyerupai kelpoak bunga dengan 1 sel. Berdasarkan deskripsi mikroskopis tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa koloni jamur ini merupakan genus *Cylindrophora.* Barnet (1969) menyatakan bahwa *Cylindrophora* memiliki konidiofor yang tegak, mucul dari hifanya. Konidia hialin, memiliki 1 sel berbentuk elips dan terletak dalam kelompok.



Gambar 75. Jamur *Cylindrophora* sp. 5. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

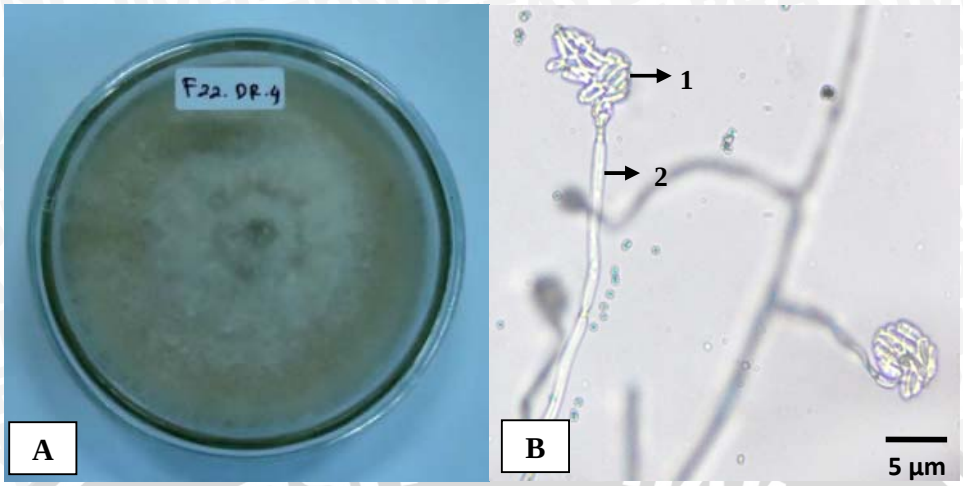
11. Jamur *Verticillium* sp. 5

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis (gambar 76A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan koloni memiliki koloni yang berwarna putih transparan yang kemudian tumbuh membentuk lingkaran radial konsentris, sehingga menyerupai bentuk kelopak bunga dengan tekstur halus dan tebal. Pada hari ke 5 masa inkubasi, koloni pada bagian tengah mengalami penebalan kemudian warna koloni yang putih transparan berubah menjadi putih jelas. Pada hari ke 7 koloni pada bagian terluar bertekstur tipis dan halus. Ketika koloni berumur 9 hari koloni tidak mengalami perubahan warna, tekstur pada bagian pusat koloni tebal dan agak kasar, diikuti dengan pertumbuhan koloni pada bagian terluar koloni yang memiliki tekstur tipis dan halus.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (gambar 76B), menunjukkan bahwa koloni jamur ini memiliki hifa hialin tidak bersekat. Konidiofor berbentuk ramping, bersekat dan panjang tidak berranting. Pada bagian ujung atas konidiofor terdapat konidia yang berbentuk elips bersel 1 bergerombol membentuk kelompok. Hasil pengamatan makrsoskopis terebut menunjukkan bahwa koloni jamur ini masuk ke dalam genus *Verticillium*.



Gambar 76. Jamur *Verticillium* sp. 5. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

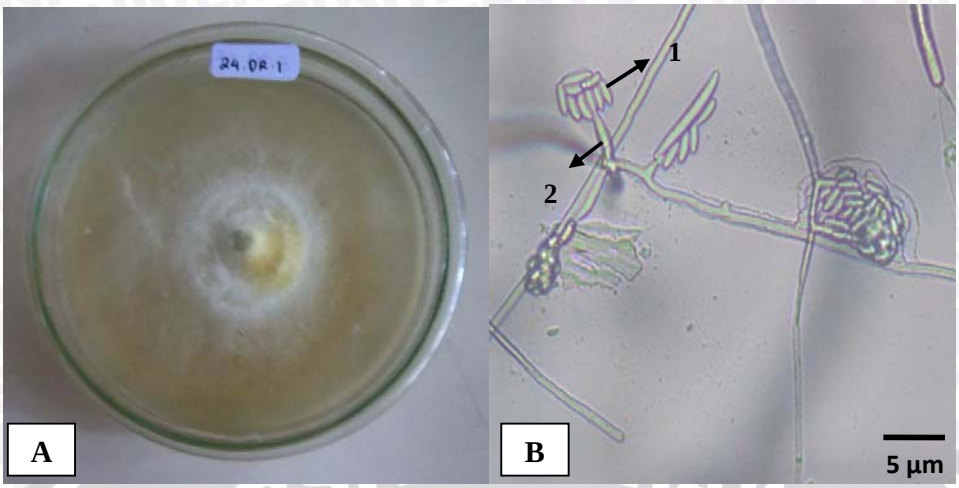
12. Jamur *Collectrotichum* sp. 17

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis (gambar 77A), menunjukkan bahwa, pada saat awal pertumbuhan koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih bertekstur tipis dan halus. Koloni tersebut kemudian berubah menjadi warna putih agak kuning ketika berumur 5 hari masa inkubasi. Pola pertumbuhan koloni jamur tersebut adalah melingkar konsentris. Pada saat koloni berumur 9 hari, koloni pada bagian terluar koloni berwarna putih transparan kemudian bertekstur tipis dan halus serta agak kurang rapat. Koloni pada bagian tengah koloni berwarna kuning dengan tekstur tipis, halus dan rapat.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 77B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan bersekat, konidiofor panjang dan ramping, kemudian bersekat. Konidia berbentuk silindris dengan ujung yang tumpul, hialin dan tanpa sekat. Ukuran dari konidia tersebut ada yang panjang dan agak yang agak pendek. Berdasarkan kondisi mikroskopis tersebut dapat disimpulkan bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 77. Jamur *Collectrotichum* sp. 17. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

4.7.2 Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Jaringan Ranting Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Rentan

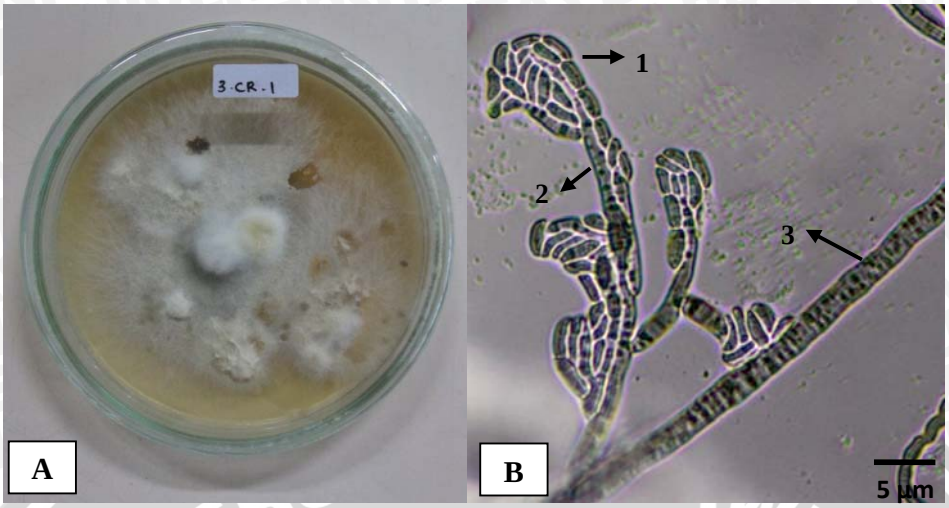
1. Jamur *Acremonium* sp. 7

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis (gambar 78A), ketika koloni berumur 2 hari masa inkubasi, memiliki koloni yang berwarna abu-abu, dengan tekstur yang halus dan tipis. Pola pertumbuhan dari koloni jamur ini melingkar tidak konsentris. Pada hari ke 5 masa inkubasi koloni pada bagian tengah koloni membentuk gumpalan dan koloni berubah menjadi berwarna agak kuning, kemudian dikelilingi oleh pertumbuhan koloni yang berwarna putih dengan tekstur tipis dan agak kasar. Ketika koloni berumur 9 hari, koloni pada bagian terluar dari koloni yang semula berwarna putih, berubah warna menjadi agak abu-abu bertekstur tipis agak kasar.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 78B), menunjukkan bahwa konidiofor yang dimiliki jamur tersebut berranting, bersekat, tidak ramping, dan hialin. Fialid terbentuk pada konidiofor. Konidia hialin, bersel satu, nampak bergerombol, membentuk suatu rangkaian yang agak simetris, berbentuk elips dan memanjang hingga bulat. Berdasarkan data mikroskopis tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Acremonium*.



Gambar 78. Jamur *Acremonium* sp. 7. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

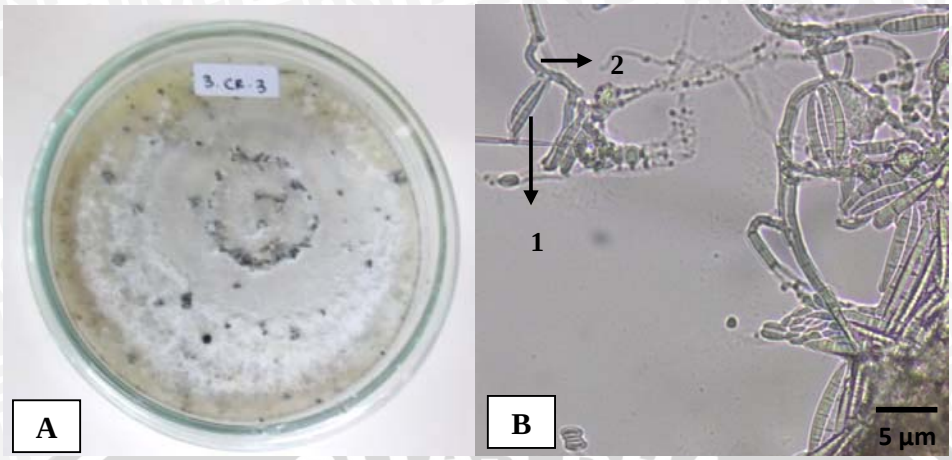
2. Jamur *Fusarium* sp. 16

a. Makroskopis

Hasil pengamatan secara makroskopis, (gambar 79A) menunjukkan bahwa pada saat koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi memiliki koloni yang berwarna putih bertektur halus dan agak tebal. Pola pertumbuhan dari jamur tersebut adalah membentuk pola radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni. Pada bagian tepi koloni tekstur berubah menjadi kasar dan renggang, kemudian terdapat beberapa koloni yang menggumpal berwarna abu-abu. Ketika koloni berumur 7 hari masa inkubasi, terdapat gumpaan berwarna abu-abu pada lingkaran radial dari koloni tersebut.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 79B), menunjukkan bahwa hifa yang dimiliki jamur tersebut hialin dan bersekat. Konidiofor panjang dan bersekat. Makrokonidia membengkok pada bagian dorsal sehingga menyerupai bulan sabit, dan memiliki septa 3 - 4. Berdasarkan morfologi tersebut, dapat diketahui bahwa jamur ini masuk ke dalam genus *Fusarium.*



Gambar 79. Jamur *Fusarium* sp. 16. A. Biakan murni umur 12 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Konidiofor.

3. Jamur *Cephalosporium* sp. 7

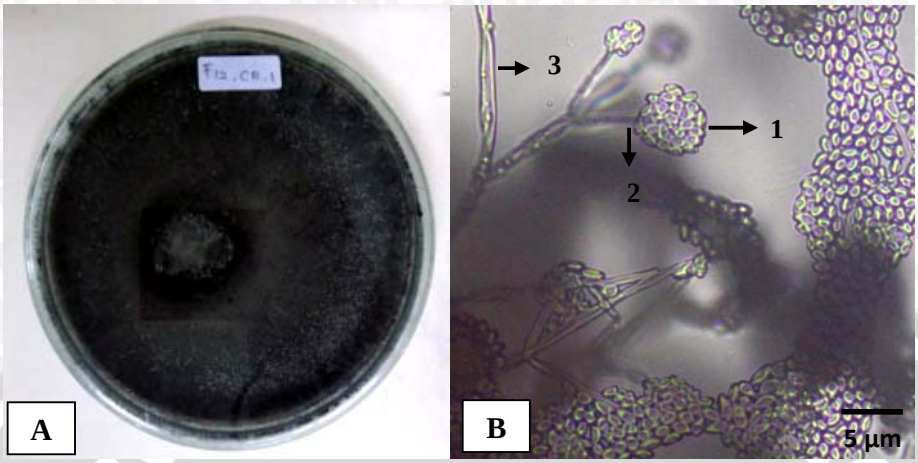
a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis (gambar 80A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan koloni pada bagian tengah koloni berwarna abu-abu dengan tekstur halus dan tipis serta memiliki pola pertumbuhan lingkaran konsentris. Koloni berubah menjadi abu-abu agak hitam dengan tekstur tebal namun tetap halus pada saat koloni berumur 4 hari. Ketika koloni berumur 5 hari, warna koloni pada bagian tepi yang semula berwarna abu-abu agak hitam berubah menjadi hitam namun memiliki tekstur dan pola pertumbuhan yang tidak berubah. Pada umur 9 hari setelah inkubasi koloni memenuhi cawan petri, koloni pada bagian tepi koloni berwarna hitam pekat sedangkan pada bagian tengah tetap berwarna abu-abu agak hitam. Tekstur koloni berubah menjadi kasar, dan tidak rata, namun tetap dengan pola pertumbuhan yang sama.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 80B), terhadap jamur tersebut, menunjukkan bahwa konidiofor ramping. Konidia hialin, memiliki 1 sel, konidia berada dalam jumlah banyak pada bagian ujung konidiofor, memiliki kenampakan hifa yang bersekat. Berdasarkan deskripsi jamur secara mikroskopis tersebut, maka jamur ini dimasukkan kedalam genus *Cephalosporium*. Barnet (1969) menyebutkan bahwa ciri-ciri morfologi dari *Cephalosporium* adalah konidiofor berbentuk ramping atau menggembung,

konidia 1 sel, hialin dan beberapa spesies dari *Cephalosporium* merupakan penyebab terjadinya penyakit layu vaskular pada pohon.



Gambar 80. Jamur *Cephalosporium* sp.7. A. Biakan murni umur12 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

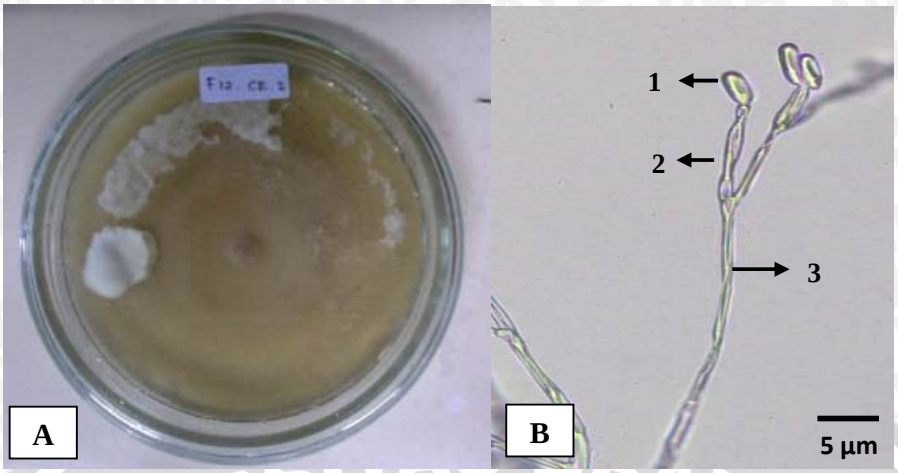
4. Jamur *Verticillium* sp. 6

a. Makroskopis

Hasil pengamatan makroskopis (gambar 81A), menunjukkan bahwa, oada awal pertumbuhan, koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih transparan dengan tekstur halus dan tipis. Ketika koloni berumur 3 hari koloni pada bagian tengah koloni yang semula berwarna putih transparan berubah menjadi agak coklat. Pola pertumbuhan dari koloni jamur ini adalah melingkar tidak konsentris. Ketika koloni berumur 7 hari masa inkubasi, pada salah satu sisi dari bagian terluar koloni mengalami penebalan koloni. Koloni tersebut berwarna putih bertekstur kasar dan tebal serta tidak rapat.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 81B), menunjukkan bahwa koloni jamur ini memiliki hifa hialin dan bersekat. Konidiofor berbentuk ramping, bersekat dan panjang serta berranting. Pada bagian ujung atas konidiofor terdapat konidia yang berbentuk elips bersel 1. Berdasarkan deskripsi terebut menunjukkan bahwa koloni jamur ini masuk ke dalam genus *Verticillium*.



Gambar 81. Jamur *Verticillium* sp. 6. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

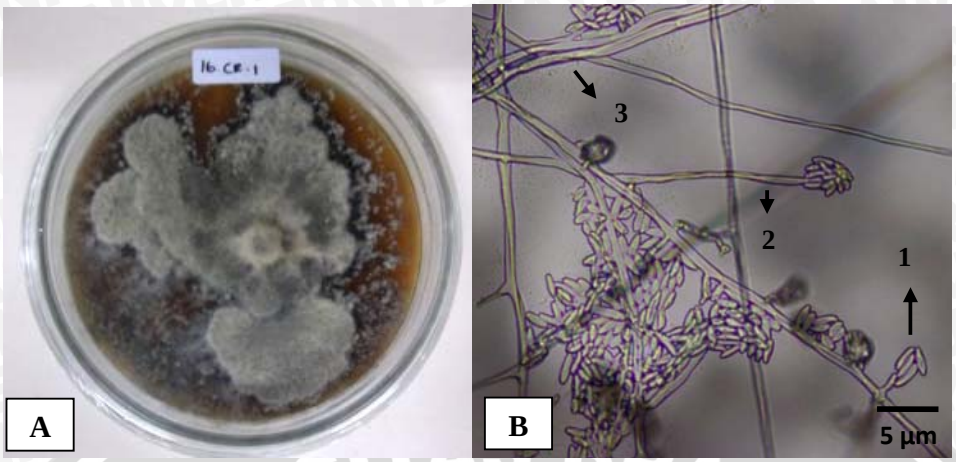
5. Jamur *Collectrotichum* sp. 18

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis (gambar 82A), pada 3 hari masa inkubasi, menunjukkan bahwa koloni jamur memiliki koloni yang berwarna agak abu-abu bertekstur tebal dan halus. Koloni pada bagian tengah koloni yang semula berwarna abu-abu berubah menjadi agak kuning bertekstur sama, kemudian dikelilingi oleh pertumbuhan koloni yang berwarna abu-abu dengan tekstur tebal, halus dan rapat, ketika koloni tersebut berumur 6 hari. Pada saat koloni berumur 7 hari, terlihat bahwa pertumbuhan koloni menyerupai kelopak bunga. Tekstur koloni pada bagian terluar koloni agak renggang, serta membentuk gumpalan-gumpalan kecil yang berwarna abu-abu agak hitam.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 82B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan tidak bersekat. Konidiofor berbentuk tidak berranting, dan ramping. Pada ujung konidiofor terbentuk konidia yang bergerombol. Konidia tersebut berbentuk silindris dan tumpul pada kedua ujungnya, kemudian konidia hialin dan tidak memiliki sekat. Berdasarkan pengamatan mikroskopis tersebut, maka dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 82. Jamur *Collectrotichum* sp. 18. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

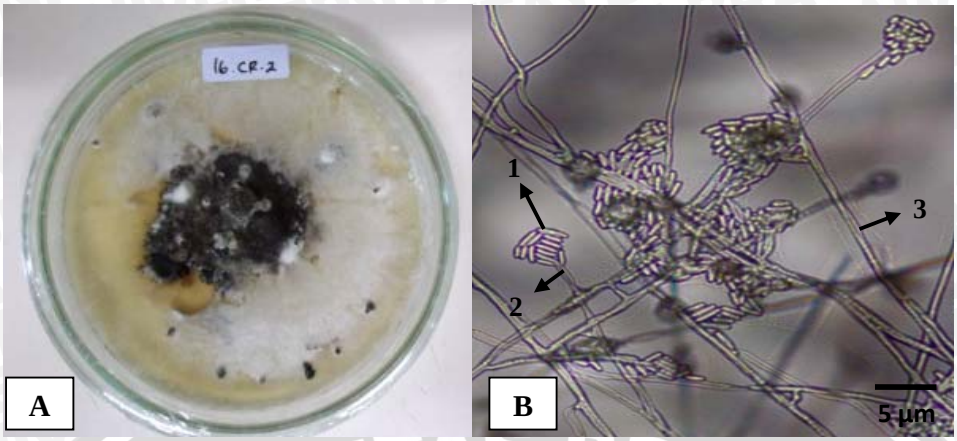
6. Jamur *Collectrotichum* sp. 19

a. Makroskopis

Pengamatan secara makroskopis (gambar 83A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan koloni, koloni berwarna putih bertekstur tebal dan rapat serta agak kasar. Koloni pada bagian tengah koloni mengalami perubahan warna menjadi abu-abu ketika koloni tersebut berumur 5 hari masa inkubasi. Disekitar koloni yang berwarna abu-abu terbentuk koloni bertekstur tipis dan halus berwarna putih. Pola pertumbuhan dari jamur ini membentuk pola melingkar tidak konsentris. Ketika koloni berumur 8 hari masa inkubasi terdapat koloni yang menggumpal berwarna putih tumbuh menyebar di atas koloni yang bertekstur tipis dengan warna putih.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan mikroskopis (gambar 83B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan tidak bersekat. Konidiofor berbentuk ramping. Panjang dan tidak berranting. Pada ujung konidiofor terbentuk konidia yang bergerombol. Konidia tersebut berbentuk silindris dan tumpul pada kedua ujungnya, kemudian konidia hialin dan tidak memiliki sekat. Berdasarkan pengamatan mikroskopis tersebut, maka dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 83. Jamur *Collectrotichum* sp. 19. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

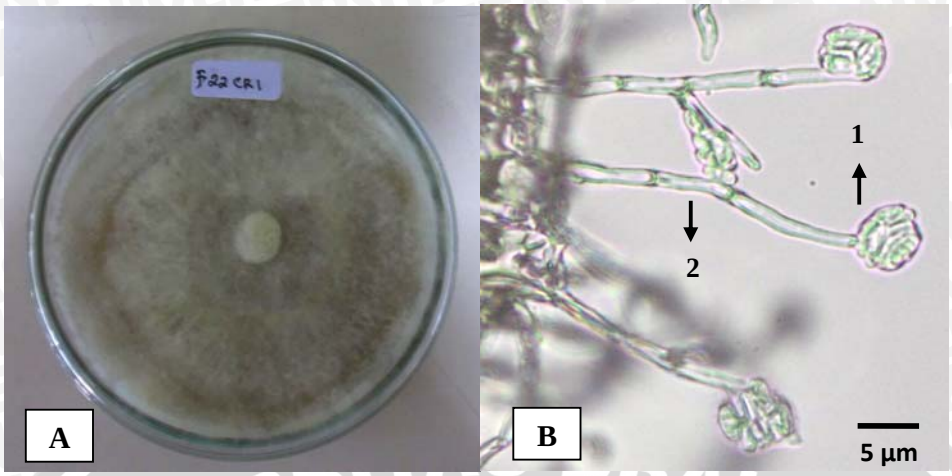
7. Jamur *Acremonium* sp. 8

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 84A), menunjukkan bahwa pada saat koloni jamur berumur 3 hari masa inkubasi berwarna putih, dengan tekstur tipis dan halus. Pada bagian tengah koloni berwarna putih agak kuning, dengan tekstur yang tebal dan agak menggunung, ketika koloni tersebut berumur 6 hari masa inkubasi. Kemudian dikelilingi oleh koloni yang berwarna putih dengan tekstur tipis dan halus. Pada saat koloni berumur 9 hari, koloni membentuk pola pertumbuhan yang melingkar radial dang membentuk kelopak bunga. Bagian terdalam dari koloni berwarna agak kuning, dengan tekstur tebal, tipis, dan agak menggunung, kemudian dikelilingi oleh koloni yang berwarna putih agak kuning dengan tekstur tipis, sedangkan pada bagian terluar dari koloni berwarna putih dengan tekstur halus.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 84B), menunjukkan bahwa konidiofor tidak berranting, bersekat, hialin, panjang dan ramping. Konidia hialin, bersel satu, nampak bergerombol, membentuk suatu rangkaian yang agak simetris, berbentuk elips dan memanjang hingga bulat. Berdasarkan data mikroskopis tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Acremonium*.



Gambar 84. Jamur *Acremonium* sp. 8. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

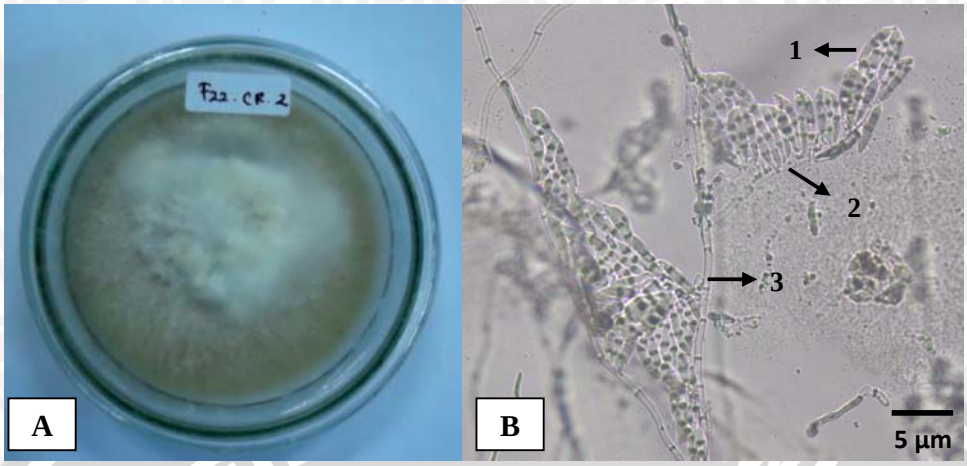
8. Jamur *Fusarium* sp. 17

a. Makroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 85A), menunjukkan pada awal pertumbuhan koloni jamur, koloni berwarna putih dengan tekstur tebal dan halus, dengan pola pertumbuhan lingkaran konsentris. Pada saat koloni berumur 6 hari masa inkubasi menunjukkan bahwa koloni tetap berwarna putih, namun tekstur menjadi lebih tebal sehingga pada bagian tengah koloni menggunung namun pada bagian sisi terluar koloni memiliki tekstur yang tipis. Ketika koloni berumur 9 hari, koloni pada bagian tengah berwarna putih dengan tekstur tebal menggunung dan halus, kemudian dikelilingi oleh koloni yang berwarna putih transparan serta bertekstur tipis dan halus.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 85B), menunjukkan bahwa hifa yang dimiliki jamur tersebut hialin dan bersekat. Konidiofor panjang dan bersekat. Makrokonidia membengkok pada bagian dorsal sehingga menyerupai bulan sabit, dan memiliki septa 3 - 4. Berdasarkan morfologi tersebut, dapat diketahui bahwa jamur ini masuk ke dalam genus *Fusarium.* Barnet (1969) mendeskripsikan *Fusarium* dengan konidia hialin, dalam jumlah yang banyak, dan terikat menjadi satu karena adanya senyawa gelatin. Makrokonidia memiliki beberapa sel dan membengkok, berbentuk seperti perahu. konidiofor jamur tersebut beragam, antara lain panjang dan beranting.



Gambar 85. Jamur *Fusarium* sp. 17. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

9. Jamur *Collectrotichum* sp. 20

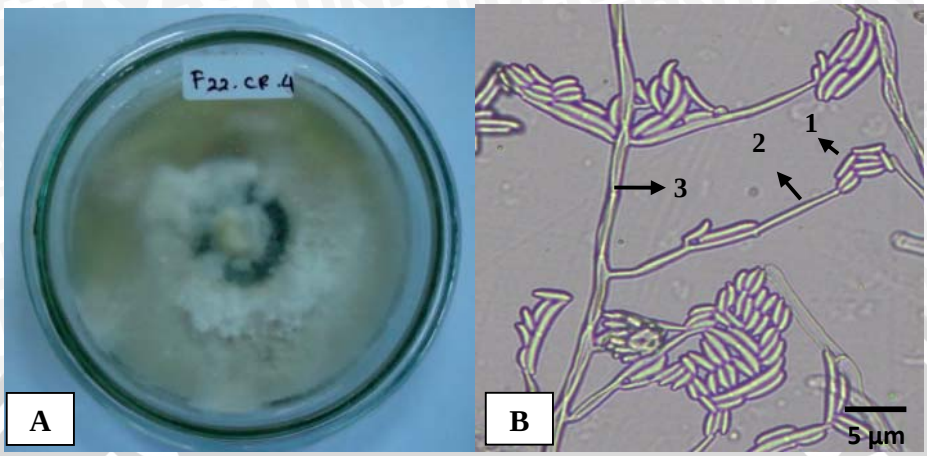
a. Makroskopis

Dari hasil pengamatan makroskopis (gambar 86A), menunjukkan bahwa pada awal pertmubuhan, koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih dengan tekstur tebal dan halus. Pada hari ke 3 masa inkubasi warna koloni berubah menjadi putih agak kuning. Pada hari ke 5 masa inkubasi koloni pada bagian tengah menebal kemudian dikelilingi oleh koloni yang berwarna putih agak hijau dengan tekstur agak tebal serta pola pertumbuhan melingkar tidak konsentris. Ketika koloni jamur berumur 7 hari, koloni pada bagian tepi koloni yang semula berwarna putih berubah menjadi agak kuning namun masih memiliki tekstur dan pola pertumbuhan yang sama. Pada umur 9 hari masa inkubasi koloni koloni bagian terluar berwarna putih dengan tekstur kasar dan tipis, namun terdapat beberapa koloni yang menggumpal sehingga menyerupai bintik-bintik kecil.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 86B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan tidak bersekat. Konidiofor berbentuk ramping. Pada ujung konidiofor terbentuk konidia yang bergerombol. Konidia tersebut berbentuk silindris dan agak meruncing atau tumpul pada kedua ujungnya, kemudian konidia hialin dan tidak memiliki sekat. Berdasarkan

pengamatan mikroskopis tersebut, maka dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 86. Jamur *Collectrotichum* sp. 20. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

10. Jamur *Fusarium* sp. 18

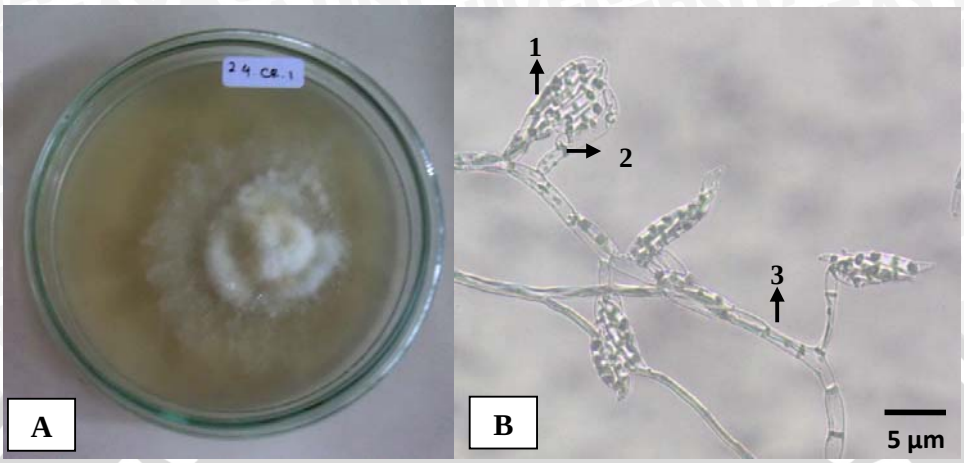
a. Makroskopis

Hasil pengamatan makroskopis (gambar 87A), terhadap koloni jamur ini, menunjukkan bahwa pada saat awal pertumbuhannya, memiliki koloni yang berwarna putih trasparan dengan tekstur tipis dan halus. Warna koloni pada bagian tengah koloni berubah warna menjadi putih agak coklat ketika koloni berumur 4 hari masa inkubasi. Pola pertumbahan dari koloni jamur ini adalah membentuk lingkaran radial yang konsentris sehingga koloni menyerupai kelopak bunga. Pada saat koloni jamur berumur 7 hari masa inkubasi, menunjukkan bahwa pada bagian terluar dari koloni bertekstur tipis dan berwarna putih transparan.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 87B), menunjukkan bahwa hifa bersekat dan hialin. Makrokonidia berjumlah banyak menempel pada fialid yang terdapat pada hifa. Makrokonidia bersekat antara 3 – 4, dengan bentuk agak meruncing pada bagian ujungnya. Berdasarkan deskripsi tersebut, dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Fusarium.* Hal yang sama juga dikemukakan oleh Gandjar *et al*., (1999) yang menyatakan bahwa genus *Fusarium* memiliki mikrokonidia atau makrokonidia. Makrokonidia

memiliki 3-4 sekat yang menempel pada fialid berbentuk agak meruncing pada kedua ujungnya, sedangkan mikrokonidia memiliki 1-2 sekat dengan bentuk elips.



Gambar 87. Jamur *Fusarium* sp. 18. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

4.7.3 Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Jaringan Akar Tanaman Jeruk Fusiprotoplas Kategori Rentan

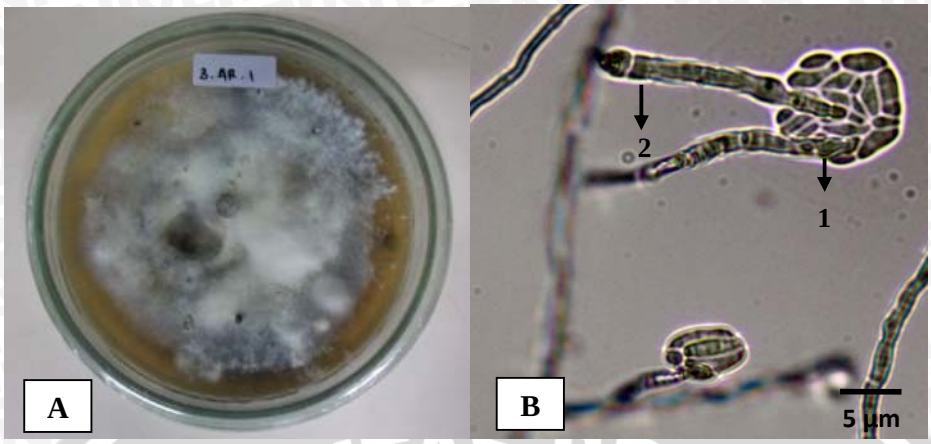
1. Jamur *Acremonium* sp. 9

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 88A), pada saat koloni berumur 2 hari masa inkubasi, koloni jamur berwarna putih memiliki tekstur tipis dan halus. Pada umur 4 hari masa inkubasi, tekstur koloni menjadi tebal dan pada bagian tengah berwarna agak abu-abu, kemudian dikelilingi oleh misellium yang berwarna putih. Pola pertumbuhan dari koloni ini menyebar tidak merata membentuk lingkaran tidak konsentris pada permukaan media. Pada umur 7 hari masa inkubasi bagian terluar dari koloni yang semula berwarna putih, berubah menjadi abu-abu. Pada umur 9 hari masa inkubasi, koloni telah memenuhi cawan petri dengan diameter 9 cm. Tekstur koloni menjadi tebal namun tetap halus.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 88B), menunjukkan bahwa hifa bersekat dan hialin. Makrokonidia berjumlah banyak menempel pada fialid yang terdapat pada hifa. Makrokonidia bersekat antara 3 – 4, dengan bentuk agak meruncing pada bagian ujungnya. Berdasarkan deskripsi tersebut, dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Fusarium.*



Gambar 88. Jamur *Acremonium* sp. 9. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

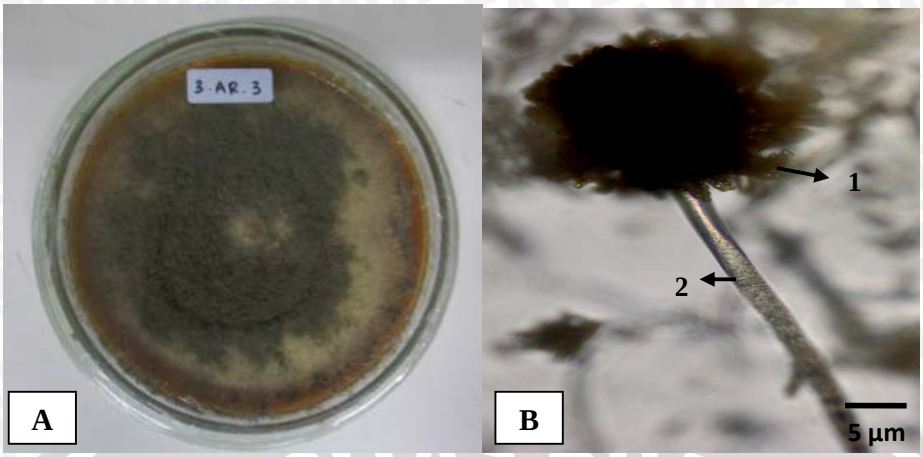
2. Jamur *Aspergillus* sp. 1

a. Makroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara maksroskopis (gambar 89A), menunjukkan bahwa pada pengamatan makroskopis koloni jamur berwarna hijau, berbentuk butiran seperti pasir yang menyebar tidak teratur pada permukaan media. Koloni jamur tipis dan bertekstur kasar. Pertumbuhan koloni cepat, dalam waktu 7 hari koloni sudah memenuhi cawan petri dengan diameter 9 cm.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (gambar 89B), nampak morfologi jamur yaitu konidiofor hialin, memanjang dan tidak bersekat. Pada ujung konidiofor terdapat vesikel dan konidia berwarna gelap hinga hialin berbentuk bulat kecil yang saling berdekatan dan sejajar memanjang. Secara keseluruhan jamur nampak seperti kipas. Menurut Ellis (2012), konidiofor *Aspergillus* berakhir dalam sebuah vesikel ditutupi dengan satu lapisan palisade-seperti fialid (uniseriate) atau lapisan sel subtending (metulae) yang menyokong ulir kecil phialides (struktur biseriate disebut). Vesikel, fialid, metulae (jika ada) dan konidia membentuk kepala konidia. Konidia yang bersel satu, berdinding halus atau kasar, hialin atau berpigmen dan membentuk rantai panjang yang mungkin divergen (memancarkan) atau dikumpulkan dalam kolom kompak (kolumnar).



Gambar 89. Jamur *Aspergillus* sp. 1. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor.

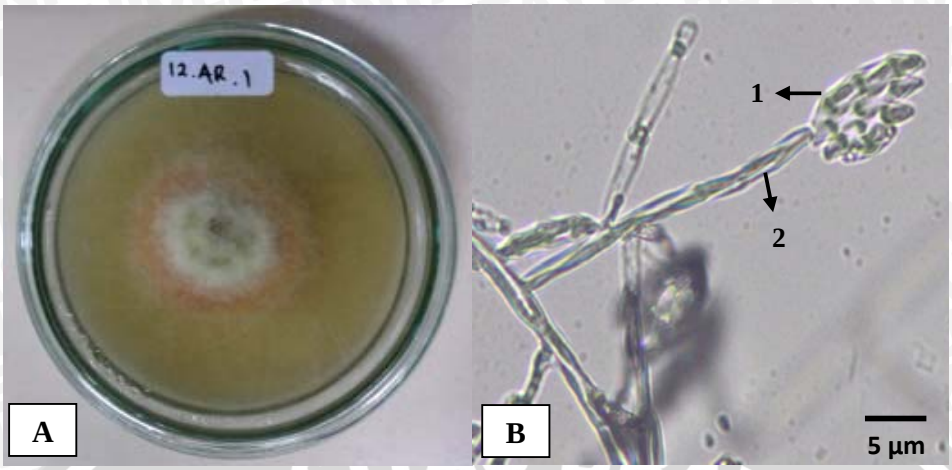
3. Jamur *Fusarium* sp. 19

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis (gambar 90A), pada saat koloni berumur 2 hari, koloni pada koloni berwarna putih, dengan tekstur tipis dan halus. Pola pertumbuhan dari koloni ini adalah membentuk garis radial dari pusat koloni. Ketika koloni berumur 4 hari masa inkubasi, koloni memiliki 2 warna koloni, yaitu pada bagian tengah adalah coklat agak putih dengan tekstur halus dan agak tebal kemudian pada bagian terluar koloni berwarna putih dengan tekstur tipis dan halus. Pada hari ke 7 masa inkubasi, koloni pada bagian terluar koloni yang berwarna putih berubah warna menjadi oranye dan tekstur dari keseluruhan koloni berubah menjadi tebal namun tetap halus.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 90B), menunjukkan bahwa, hifa dari jamur ini hialin dan bersekat. Konidiofor tidak berranting. Makrokonidia memiliki 4 – 6 sekat, terbentuk pada fialid, dan terdapat dalam jumlah banyak sekali, memiliki bentuk silindris dan sedikit membengkok pada kedua ujungnya, sehingga makrokonidia menyerupai bentuk bulan sabit. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Fusarium.*



Gambar 90. Jamur *Fusarium* sp. 19. A. Biakan murni umur 8 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Konidiofor.

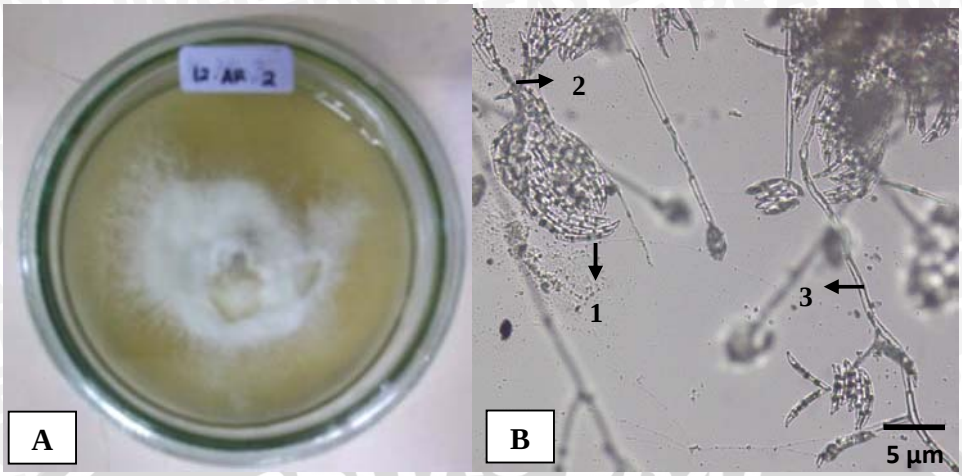
4. Jamur *Fusarium* sp. 20

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis (gambar 91A), menunjukkan bahwa koloni jamur tersebut pada awal pertumbuhan berwarna putih seperti kapas, dengan tekstur permukaan yang halus dan tebal dan pola pertumbuhannya melingkar namun tidak konsentris. Ketika koloni berumur 4 hari masa inkubasi, pada bagian tengah koloni menggumpal namun pada sisi terluar koloni datar. Pada saat koloni berumur 7 hari masa inkubasi, koloni pada bagian terluar koloni berwrna putih dan tumbuh dengan tekstur halus, tipis dan agak renggang.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 91B), menunjukkan bahwa hifa bersekat dan hialin. Makrokonidia berjumlah banyak menempel pada fialid yang terdapat pada hifa. Makrokonidia bersekat antara 3 – 4, dengan bentuk agak meruncing pada bagian ujungnya, sehingga makrokonidia tumbuh menyerupai bulan sabit. Berdasarkan deskripsi tersebut, dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Fusarium.*



Gambar 91. Jamur *Fusarium* sp. 20. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

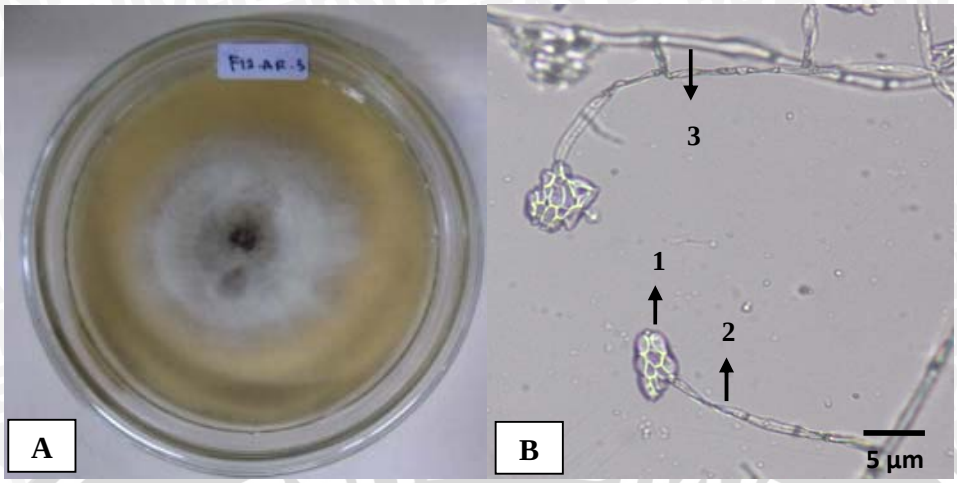
5. Jamur *Verticillium* sp. 6

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 92A), pada saat koloni berumur 3 hari masa inkubasi menunjukkan bahwa koloni bertekstur halus dan tipis, warna permukaan koloni putih transparan dan tipe pertumbuhan membentuk lingkaran konsentris. Warna koloni berubah menjadi putih agak abu-abu ketika koloni berumur 5 hari masa inkubasi. Ketika koloni berumur 7 hari, koloni pada bagian terluar koloni berwarna putih bertekstur halus dan agak tebal.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan mikroskopis (gambar 92B), menunjukkan bahwa koloni jamur ini memiliki hifa hialin dan bersekat. Konidiofor berbentuk ramping, bersekat dan panjang serta berranting. Pada bagian ujung atas konidiofor terdapat konidia yang berbentuk elips bersel 1 bergerombol membentuk kelompok. Hasil pengamatan makrsoskopis terebut menunjukkan bahwa koloni jamur ini masuk ke dalam genus *Verticillium*.



Gambar 92. Jamur *Verticillium* sp. 6. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

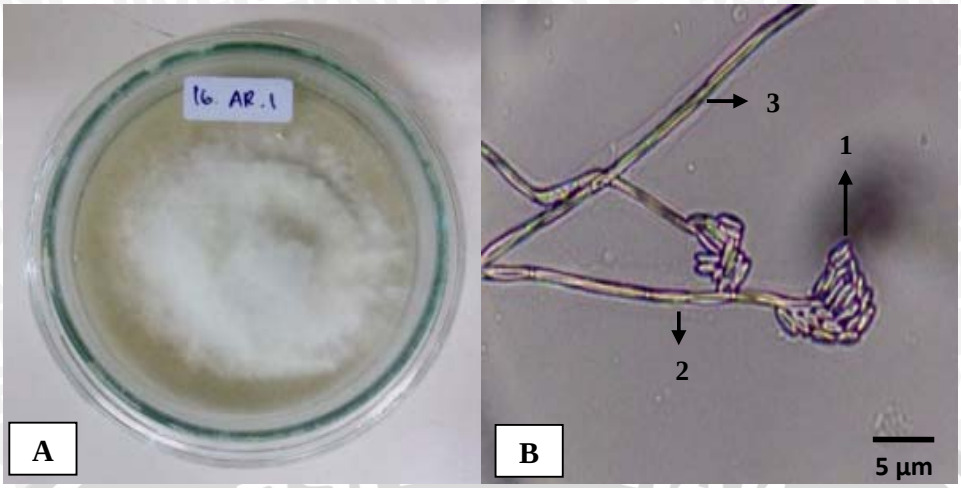
6. Jamur *Colletotrichum* sp. 21

a. Makroskopis

Hasil pengamatan makroskopis (gambar 93A), menunjukkan bahwa pada umur 3 hari masa inkubasi, koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih bertekstur halus, tebal membentuk gumpalan. Pola pertumbuhannya menyebar pada permukaan media membentuk lingkaran tidak konsentris. Pada saat koloni berumur 7 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni berubah warna menjadi putih agak kekuningan. Ketika koloni berumur 9 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah berbentuk seperti wol atau kapas, menebal dan permukaan koloni agak kasar, sedangkan pada bagian terluar dari koloni berwarna putih dan bertekstur tipis dan agak kasar.

b. Mikroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 93B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan tidak bersekat. Konidiofor berbentuk ramping. Pada ujung konidiofor terbentuk konidia yang bergerombol 1 hingga 2 konidia. Konidia tersebut berbentuk silindris dan tumpul pada kedua ujungnya, kemudian konidia hialin dan tidak memiliki sekat. Berdasarkan pengamatan mikroskopis tersebut, maka dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 93. Jamur *Colletotrichum* sp. 21. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

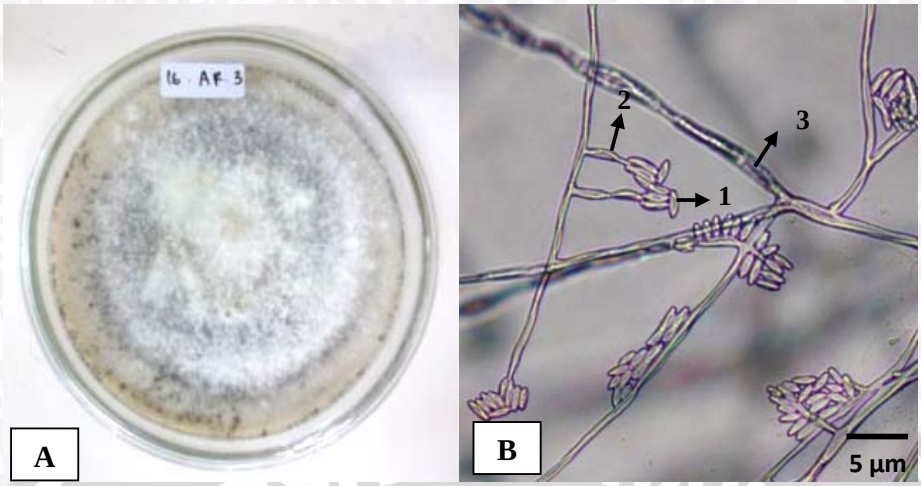
7. Jamur *Colletotrichum* sp. 22

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 94A), menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan, koloni koloni jamur ini berwarna putih bertekstur tebal dan agak kasar. Ketika koloni berumur 4 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni agak menggumpal kemudian diikuti dengan pertumbuhan koloni yang bertekstur tipis dan agak kasar. Pertumbuhan dari koloni ini adalah membentuk pola radial dari arah tengah menuju tepi koloni. Pada saat koloni berumur 7 hari, koloni pada bagian tepi koloni berubah warna menjadi agak ungu dan teksturnya menjadi lebih kasar, rapat dan tebal.

b. Mikroskopis

Pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 94B), menunjukkan bahwa hifa hialin dan tidak bersekat. Konidiofor berbentuk ramping dan memiliki 1 sekat. Pada ujung konidiofor terbentuk konidia yang bergerombol 1 hingga 2 konidia. Konidia tersebut berbentuk silindris dan tumpul pada kedua ujungnya, konidia hialin dan bersel satu atau tidak memiliki sekat. Berdasarkan pengamatan mikroskopis tersebut, maka dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Colletotrichum.*



Gambar 94. Jamur *Colletotrichum* sp. 22. A. Biakan murni umur 12 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa.

8. Jamur *Acremonium* sp. 10

a. Makroskopis

Pengamatan makroskopis (gambar 95A), menunjukkan bahwa koloni jamur tersebut pada awal pertumbuhan berwarna putih seperti kapas, dengan tekstur permukaan yang halus dan tebal dan pola pertumbuhannya melingkar namun tidak konsentris. Ketika koloni berumur 4 hari masa inkubasi, tekstur koloni pada bagian tengah koloni menggunung namun pada sisi terluar koloni datar. Pada saat koloni berumur 7 hari masa inkubasi, koloni pada bagain tengah koloni berubah warna menjadi agak kuning.

b. Mikroskopis

Hasil pengamatan yang dilakukan secara mikroskopis (gambar 95B), menunjukkan bahwa konidiofor tidak berranting, dan hialin, serta memiliki sekat. Fialid terbentuk pada konidiofor. Konidia hialin, bersel satu, nampak bergerombol, membentuk suatu rangkaian yang agak simetris, berbentuk elips dan memanjang hingga bulat. Berdasarkan ciri-ciri mikroskopis tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Acremonium*.

Gambar 95. Jamur *Acremonium* sp. 10. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

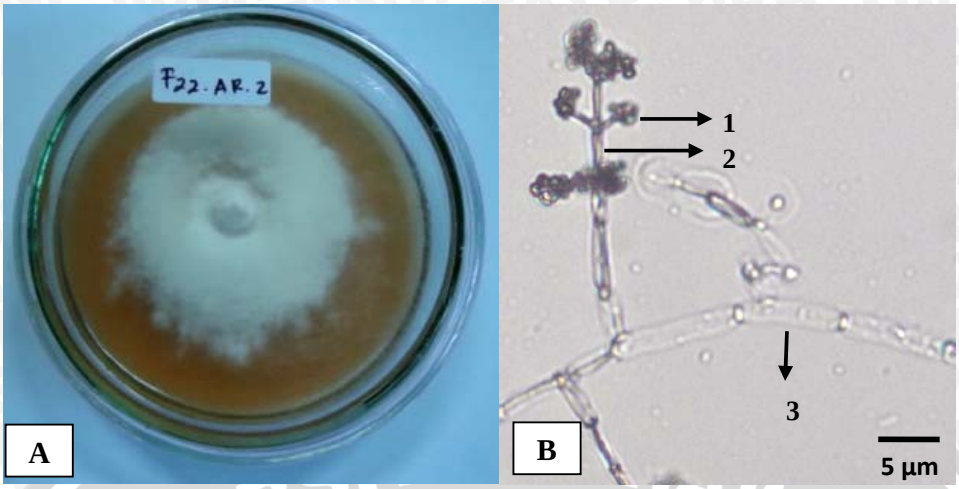
9. Jamur *Botrytis* sp. 2

a. Makroskopis

Hasil pengamatan makroskopis (gambar 96A), menunjukkan bahwa pada umur 3 hari masa inkubasi, koloni jamur memiliki koloni yang berwarna putih dan teksturnya halus, tebal, rapat dan membentuk gumpalan. Pola pertumbuhannya membentuk lingkaran tidak konsentris. Pada saat koloni berumur 6 hari masa inkubasi, koloni pada bagian tengah koloni membentuk cekungan, koloni pada bagian tengah berbentuk seperti wol atau kapas, dan koloni yang cekung tersebut dikelilingi oleh koloni yang menebal dengan permukaan koloni agak kasar, sedangkan pada bagian paling luar dari koloni berwarna putih dan bertekstur tipis dan halus, serta agak renggang.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (gambar 96B), dapat diketahui bahwa konidiofor panjang, ramping dan berranting. Pada bagian apikal membesar atau melingkar membentuk sekelompok konidia. Konidia tersebut hialin atau berwarna hitam ketika dalam jumlah yang banyak, bersel satu dan berbentuk bulat. Berdasarkan deskripsi tersebut, maka jamur ini digolongkan ke dalam genus *Botrytis*.



Gambar 96. Jamur *Botrytis* sp. 2. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

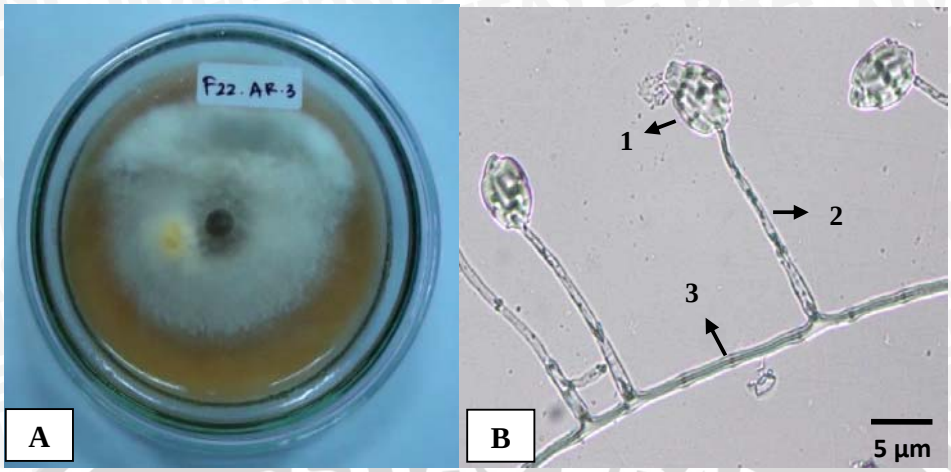
10. Jamur *Fusarium* sp. 25

a. Makroskopis

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 97A), menunjukkan bahwa, pada saat awal pertumbuhan dari koloni jamur, koloninya berwarna putih transparan bertekstur halus dan tipis. Warna koloni tersebut berubah menjadi agak kecoklatan ketika koloni berumur 5 hari masa inkubasi. Pola pertumbuhan koloni membentuk lingkaran konsentris. Pada saat koloni berumur 7 hari masa inkubasi, bagian tepi dari koloni mengalami penebalan koloni, sehingga tekstur koloni tersebut lebih tebal dan rapat.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (gambar 97B), menunjukkan bahwa hifa bersekat dan hialin. Makrokonidia berjumlah banyak menempel pada fialid yang terdapat pada hifa. Makrokonidia bersekat antara 3 – 4, dengan bentuk agak meruncing pada bagian ujungnya. Berdasarkan deskripsi tersebut, dapat diketahui bahwa jamur ini termasuk ke dalam genus *Fusarium.*



Gambar 97. Jamur *Fusarium* sp. 25. A. Biakan murni umur 9 hari. B. (1) Makrokonidia, (2) Konidiofor, (3) Hifa

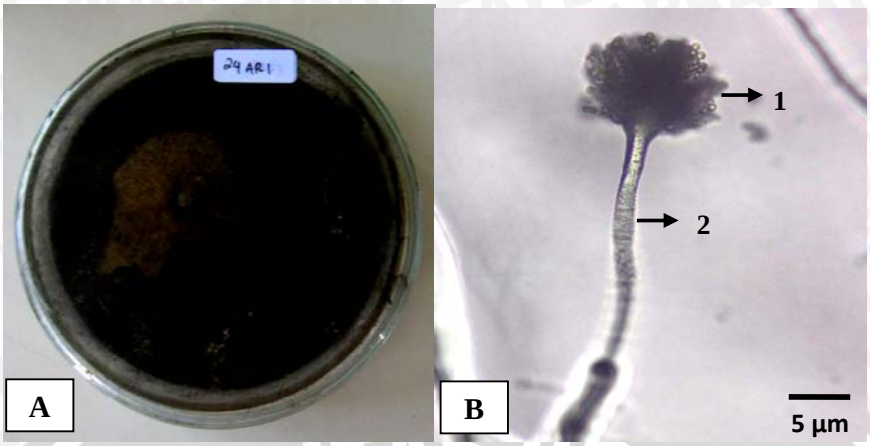
11. Jamur *Aspergillus* sp. 2

a. Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan secara makroskopis (gambar 98A), menunjukkan bahwa pada saat awal pertumbuhan koloni, diawali oleh spora jamur yang berwarna hitam berbentuk butiran seperti pasir, kemudian tumbuh koloni jamur berwarna putih sperti benang-benang halus pada tepi koloni. Pertumbuhan koloni sangat cepat, koloni jamur tumbuh tidak beraturan hingga memenuhi cawan petri dengan diameter 9 cm pada hari ke- 6 masa inkubasi. Pola pertumbuhan koloni tidak konsentris dengan tekstur permukaan yang kasar dan koloni tipis.

b. Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis (gambar 98B), jamur mempunyai konidia berbentuk bulat, dan berwarna coklat kehitaman. Konidia bergerombol dalam jumlah banyak di sekitar konidiofor. Konidiofor memanjang, berwarna hialin dan tidak bersekat. Berdasarkan morfologi tersebut maka jamur ini termasuk dalam genus *Aspergillus* yang didukung oleh keterangan Gandjar, *et al*., (1999), yaitu tangkai konidiofor bening dan umumnya berdinding tebal. Konidia berbentuk bulat.



Gambar 98. Jamur *Aspergillus* sp. 2. A. Biakan murni umur 12 hari. B. (1) Konidia, (2) Konidiofor

4.8 Analisa Data

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Maratasari (2009), telah berhasil membudidayakan tanaman jeruk Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu*) dengan tanaman jeruk Siam Madu (*Citrus nobilis*) melalui teknik fusiprotoplas. Hasilnya diperoleh tanaman jeruk fusiproroplas sebanyak 30 asesi, yaitu F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, dan F30.

Penelitian mengenai evaluasi ketahanan tanaman jeruk hasil fusiprotoplas tersebut terhadap infeksi penyakit kulit diplodia yang disebabkan oleh jamur *B. theobromae*, telah dilakukan oleh Ragayatsu (2012). Hasil dari penelitian tersebut adalah, tanaman jeruk fusiprotoplas diklasifikasikan ke dalam tiga kategori tingkat ketahanan, yaitu tahan, moderat dan rentan. Tanaman kategori tahan antara lain F1, F5, F7, F11, F14, F15, F19, dan F20. Tanaman kategori moderat yaitu, F2, F4, F6, F8, F9, F10, F13, F17, F18, F21, F23, F25, F26, F27, F28, F29, dan F30. Tanaman kategori rentan adalah F3, F12, F16, F22, dan F24. Tanaman kategori tahan, moderat dan rentan memiliki intensitas serangan *B. theobromae* yang berbeda (lampiran 1).

Pada penelitian ini, dilakukan eksplorasi jamur endofit pada tanaman jeruk fusiprotoplas dengan tingkat ketahanan berbeda terhadap serangan *B. theobromae*. Sebanyak 5 tanaman pada masing-masing kategori ketahanan, diambil jaringan

daun, ranting dan akar untuk dieksplorasi. Hasil eksplorasi jamur endofit pada tanaman jeruk fusiprotoplas tersebut dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Genus Jamur Endofit yang Dieksplorasi pada Jaringan Tanaman Jeruk Fusiprotoplas pada Masing-Masing Tingkat Ketahanan Tanaman

No.	Genus Jamur Endofit	Kategori Ketahanan Tanaman								
		Tahan			Moderat			Rentan		
		D	R	A	D	R	A	D	R	A
1.	*Microsporium*	√	-	-	-	-	-	√	-	-
2.	*Fusarium*	√	√	√	√	√	√	-	√	√
3.	*Cephalosporium*	√	-	√	√	√	√	-	√	√
4.	*Acremonium*	√	-	√	√	-	√	√	√	-
5.	*Zygodesmus*	√	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	*Colletotrichum*	√	√	√	√	√	-	√	√	√
7.	*Curvularia*	√	-	-	√	-	-	-	-	-
8.	*Botryosporium*	√	-	-	-	-	-	-	-	-
9.	*Nigrospora*	-	√	√	-	-	-	-	-	-
10.	*Mucor*	-	√	-	-	-	-	-	-	-
11.	*Botrytis*	-	√	-	-	-	-	-	-	√
12.	*Cylindrophora*	-	√	-	√	√	-	√	-	-
13.	*Verticillium*	-	-	√	√	-	√	√	√	√
14.	*Mastigosporium*	-	-	-	√	-	-	-	-	-
15.	*Humicola*	-	-	-	√	-	-	-	-	-
16.	*Nigrospora*	-	-	-	√	-	√	-	-	-
17.	*Trichocladium*	-	-	-	√	√	-	√	-	-
18.	*Aspergillus*	-	-	-	-	-	-	-	-	√

Keterangan : (D) Daun, (R) Ranting, (A) Akar

Bila dilihat dari data yang disajikan pada tabel tersebut, dapat diketahui bahwa tanaman jeruk dengan kategori tahan, terdapat tiga genus jamur yang tidak dimiliki oleh katagori moderat dan rentan. Ketiga genus jamur tersebut adalah *Zygodesmus, Mucor* dan *Botryosporium*. Mekanisme jamur endofit yang berperan dalam reaksi ketahanan digolongkan menjadi dua kategori, yaitu langsung dan tidak langsung. Efek secara tidak langsung didefinisikan sebagai jamur endofit

mampu menginduksi tanaman inang untuk menaikkan senyawa kimia intrinsik atau senyawa pertahanan anti patogen (Aneja dan Gianfagna 2001, Durrant dan Dong 2004). Efek langsung merupakan senyawa pertahanan anti patogen yang dihasilkan secara langsung oleh jamur endofit itu sendiri, sehingga senyawa tersebut merupakan senyawa ekstrinsik bagi tanaman inang (Stovall dan Clay 1991, Stahla dan Christensen 1992). Dari hasil penelitian ini, dapat diketahui bahwa tanaman jeruk fusiprotoplas katagori tahan memiliki keanekaragaman yang lebih tinggi daripada tanaman katagori moderat dan sedang. Keanekaragaman jamur endofit yang tinggi ditunjukkan oleh semakin beragamnya genus jamur endofit tersebut.

Tingginya keanekaragaman tersebut diduga dapat menyebabkan tanaman menjadi tahan. Hal ini karena, semakin kompleks senyawa ekstrinsik yang dikeluarkan oleh jamur endofit untuk melindungi tanaman inang dari serangan patogen penyebab penyakit, atau dapat dikatakan bahwa beragamnya senyawa ekstrinsik yang dikeluarkan oleh jamur endofit, berimbas kepada ketahanan tanaman. Selain itu, tanaman menggunakan pola pengenalan reseptor untuk mengenali tanda-tanda keberadaan mikrobia. Pengenalan ini memicu timbulnya reaksi imun. Tanaman juga membawa reseptor imun yang mengenali berbagai sinyal yang dikeluarkan patogen.

Ketahanan berimbas merupakan suatu kondisi dimana tanaman meningkatkan kapasitas bertahan ketika terjadi rangsangan dari patogen atau herbivora. *Systemic acquired resistance* (SAR) dan *induced systemic resistance* (ISR) merupakan dua bentuk dari sistem ketahanan berimbas dimana pertahanan tanaman disiapkan akibat adanya infeksi atau perlakuan yang mengakibatkan tanaman menjadi tahan melawan serangan selanjutnya dari patogen atau herbivora. Keadaan ini sangat efektif bagi tanaman dalam mempertahankan diri melawan patogen dengan spektrum luas.

SAR dapat terpicu akibat terjadinya paparan mikroba virulen, avirulen dan nonpatogen pada tanaman. SAR bergantung pada tanaman dan adanya serangan patogen. Sejumlah waktu diperlukan untuk membentuk SAR dimana akumulasi dari *pathogenesis-related proteins* (kitinase dan glukanase), dan asam salicylic terjadi. Tidak seperti SAR, ISR tidak terlibat dalam akumulasi *pathogenesis-*

related proteins atau asam salicylic, namun bergantung pada jalur yang diregulasi oleh ethylen dan asam jasmonic. (Devendra *et al.*, 2007).

Beberapa jamur endofit dapat memproduksi enzim seperti selulosa dan lignin yang berperan untuk mendegradasi daun (Carroll dan Carroll 1978), menghasilkan hormon giberelin pada tanaman (Hamayun *et al.*, 2009), menaikkan laju fotosintesis (Clay 1990; Marks dan Clay 1996) serta memproduksi senyawa metabolit sekunder (Strobel dan Daisy 2003), yang berperan dalam reaksi ketahanan tanaman melawan serangan patogen (Rodriguez *et al.*, 2004) dan hama (Faeth dan Bultman 2002; Fernandes dan Price 1992). Fakta tersebut, menunjukkan bahwa endofit memiliki peran yang penting di dalam komunitas ekologis.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Redman *et al.*, (2002) menyatakan bahwa rumput yang diinfeksi oleh jamur endofit, mampu bertahan pada tanah dengan suhu 65ºC, sedangkan rumput tanpa endofit tidak mampu bertahan hidup. Tanaman yang diinfeksi oleh jamur endofit juga mampu mengurangi gugurnya daun akibat kerusakan yang disebabkan oleh infeksi patogen *Phytophthora palmivora* (Arnold *et al.*, 2003). Herre *et al.*, (2003) menyatakan bahwa jamur endofit yang berasosiasi di dalam *Theobroma cacao*, dapat mencegah tanaman tersebut mengalami kerusakan yang disebabkan oleh patogen, yang dikarenakan jamur endofit berperan dalam regulasi beberapa gen yang diketahui sebagai gen ketahanan. Dengan demikian, secara tidak langsung jamur endofit mempengaruhi pertahanan tanaman inang dengan cara menaikkan vigor atau mempengaruhi ekspresi gen spesifik dari tanaman inang tersebut.

Secara keseluruhan dari penelitian ini didapatkan jamur endofit dengan jumlah isolat sebanyak 94 isolat, yang didominasi oleh genus *Colletotrichum*. Hasil dari penelitian ini, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Estela *et al.*, (2005) yang mengemukakan bahwa jamur endofit yang berasosiasi dengan *Citrus limon* (L.) Burm, didominasi oleh *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. in Penz, serta didukung hasil penelitian oleh Avezdo *et al.*, (2000) yaitu genus jamur *Colletotrichum* and *Guignardia* mendominasi spesies jamur endofit yang diisolasi dari daun *Citrus deliciosa*, *C. reticulata* dan hibrid antara *C.reticulata x C. sinensis.*

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah genus jamur endofit lebih banyak ditemukan pada tanaman jeruk fusiprotoplas kategori tahan yaitu sebanyak 13 genus, kemudian kategori moderat dan rentan masing-masing adalah 11 dan 10 genus.
2. Variabilitas genus jamur endofit pada tanaman jeruk fusiprotoplas tersebut, diduga mempengaruhi ketahanan tanaman terhadap serangan *B. theobromae.*
3. Secara keseluruhan dari penelitian ini didapatkan jamur endofit dengan jumlah isolat sebanyak 94 isolat, diantaranya adalah genus *Microsporium, Fusarium, Cephalosporium, Acremonium, Zygodesmus, Colletotrichum, Curvularia, Botryosporium, Nigrosporum, Mucor, Clyndrophora, Botrytis, Verticillium, Mastigosporium, Humicola, Trichocladium* dan *Aspergilus* yang didominasi oleh genus *Colletotrichum*.

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih terdapat kekurangan, yaitu belum dilakukan uji patogenesitas jamur endofit yang telah dieksplorasi dari tanaman jeruk fusiprotoplas terhadap *B. theobromae* . Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji potensi antagonis isolat jamur endofit yang telah diperoleh terhadap *B. theobromae* baik secara *in vitro* maupun *in vivo.*

DAFTAR PUSTAKA

Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan II. Bayumedia. Malang. Hal.145

Adler, L. S., R. Karban, dan S. Y Strauss. 2001. Direct and indirect effects of alkaloids on plant fitness via herbivory and pollination. The Ecological Society of America, 82 (7), pp. 2032–2044.

Aneja, M., dan T. Gianfagna. 2001. Induction and accumulation of caffeine in young, actively growing leaves of cocoa (*Theobroma cacao* L.) by wounding or infection with *Crinipellis perniciosa*. Physiological and Molecular Plant Pathology 59:13–16.

Arnold, A. E., dan E. A. Herre. 2003. Canopy cover and leaf age affect colonization by tropical fungal endophytes: ecological pattern and process in Theobroma cacao (Malvaceae). Mycologia 95:388–398.

Arnold, A. E., L. C. Mejı´a, D. A. Kyllo, E. I. Rojas, Z. Maynard, N. Robbins, dan E. A. Herre. 2003. Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. Proceedings of the National Academy of Sciences (USA) 100:15649–15654.

Arnold, A.E., L.C. Mejia , D. Kyllo,E.I. Rojas,Z. Maynard, N. Robbins,E.A Herre. (2003) Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. PNAS 100:15649–15654

Azevedo, J. L., W. Maccheroni Jr, J. O. Pereira, dan W. L. de Araújo. 2000. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. EJB Electronic Journal of Biotechnology Vol.3 No.1.

Azofeifa, S., Y. Oki, G. W. Fernandes, R. A. Ball, dan J. Gamon. 2012. Relationships between endophyte diversity and leaf optical properties Springer-Verlag 26:291–299.

Barnett, H. I. 1969. Ilustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Publishing Company. Minneapolis.

Bharathidasan, R., dan A. Panneerselvam. 2011. Isolation and identification of endophytic fungi from *Avicennia marina* in Ramanathapuram District, Karankadu, Tamilnadu, India .European Journal of Experimental Biology, 1 (3):31-36.

Boedijn. 1933. (Online. http://www.doctorfungus.org/Thefungi/Curvularia.php diakses 25 Mei 2013.)

Carroll G. C., dan F. E. Carroll. 1978. Studies on the incidence of coniferous endophytes in the Pacific Northwest. Can J Botany 56:3034–3043.

Chaireni M., Arry S., Hardiyanto dan Dita A. Keragaman jeruk indonesia. http://citrusbreeding.wordpress.com/2012/04/19/keragaman-jeruk-siam-indonesia/ diakses pada tanggal 25 Mei 2013.

Choedon, T., G. Mathan, S. Arya, V.L. Kumar, dan V. Kumar. 2006. World Journal of Gastroenterology, 12(16): 2517-2522.

Clay. K. 1988. Fungal Endophytes of Grasses : A Defensive Mutualism Between Plants and Fungi. Ecology. Vol. 69 No. 1: 10-16

Durrant, W. E., dan X. Dong. 2004. Systemic acquired resistance. Annual Review of Phytopathology 42:185–209.

Ellis, David. 2012.Online.http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_ Descriptions /Hyphomycetes_(dematiaceous)/Curvularia/ diunduh 25 Mei 2013.

Carrol, G.C. 1998. Fungal Endophytes in Stem and Leaves. From Latent Pathogens to Mutualistic Symbiont. Journal of Ecology. Vol. 69. No. 1 : 2-9

Devendra K., Choudhary., A. Prakash, B. N. Johri. 2007.Induced systemic resistance (ISR) in plants: mechanism of action. Indian J. Microbiol. 47:289–297

Erdogan, P., A. Yildirim, dan B. Sever. 2012. Investigations on the effects of five different plant extract on the two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Tetranychidae). Hindawi Publishing Corporation Psyche Volume, Article ID 125284, 5 pages.

Estela, L., L. D. Ploper, J. C. Ramallo, Grandi, Durn, A. P. Rosely, Giancoli, C. H. Gata, dan J. L. Azevedo. 2005. The foliar fungal endophytes of Citrus limon in Argentina. Canadian Journal of Botany; Vol. 83, p350.

Evans, H.C. 1998. Clasical Biology Control. (Online, http://www.cabi-commodities.org/ACCrc/PDFFiles/W-BPD/ch3.pdf diunduh 25 Mei 2013)

Faeth, S. H. dan T. L. Bultman. 2002. Endophytic fungi and interactions among host plants, herbivores and natural enemies. In: Tscharntke T, Hawkins BA (eds) Multitrophic level interactions.Cambridge University Press, Cambridge, pp 89–123.

Faeth, S. H., dan S. Saari. 2011. Fungal grass endophytes and arthropod communities: lessons from plant defence theory and multitrophic interactions. Elsevier Ltd and The British Mycological Society. Fungal ecology (5), 364-371.

Fernandes G.W. dan P. W. Price. 1992. The adaptive significance of insect gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. Oecologia 90:14–20.

Fries.1809.Online.http://www.doctorfungus.org/Thefungi/Acremonium.php/diunduh 25 Mei 2013

Gandjar, I., R. A. Samson, A. Oetari, I. Santoso, dan K.V.D Tweel-Vermulen. 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.

Gomez-Gomez, L. 2000. LRR receptor-like kinase involved in the perception of the bacterial elicitor flagellin in Arabidopsis". *Molecular Cell* 5 (6): 1003–1011.

Hamayun, M., S. A. Khan, N. Ahmad , D-S Tang , S-M Kang, C-I Na, E-Y Sohn, Y-H Hwang, D-H Shin, BH Lee, J-G Kim, dan I-J Lee. 2009. Cladosporium

sphaerospermum as a new plant growth promoting endophyte from the roots of *Glycine max* L. Merr. World J Microbiol Biotechnol 25:627–632.

Herre E.A., L.C. Mejia, A. Damond, A. Kyllo, E. Rojas, Z. Maynard, A. Butler.S.A. Van Bael. 2007. Ecological Implications Of Anti-Pathogen Effects Of Tropical Fungal Endophytes And Mycorrhizae. The Ecological Society of America. pp. 000–000.

K.H. Domsch., W. Gams., dan T.H. Anderson. 1980. Compendium of Soil Fungi Volume 2. Academic Press. A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. London New York Toronto Sydney San Francisco.

Katili, A. S. 2011. Struktur Komunitas *Echinodermata* Pada Zona Intertidal di Gorontalo . *Jurnal Penelitian dan Pendidikan, Volume 8 Nomor* .

Khan, R., S. Shahzad, M. I. Choudhary, S. A. Khan, dan S. Ahmad. 2007. Biodiversity Of The Endophytic Fungi Isolated From *Calotropis procera* (Ait.) R. BR. *Pak. J. Bot*., 39(6): 2233-2239.

Kuldau, G., dan C. Bacon. 2008. Clavicipitaceous endophytes: Their ability to enhance resistance of grasses to multiple stresses. Biological Control 46 57–71.

Limsuwan, S., E. N. Trip, T.R.H.M. Kouwenc, S. Piersmac, A. Hiranrat, W. Mahabusarakam, S. P. Voravuthikunchai, J. M. Van Dijl, dan O. Kayser. 2009. Rhodomyrtone: A new candidate as natural antibacterial drug from *Rhodomyrtus tomentosa*. Phytomedicine 16, 645–651.

Ludwiq, J.A., dan J. F. Reynolds, 1988, Statistical Ecoloqy a Primer on Methods and Computing, John Wiley & Sons, New York.

Maknickiene, Z., R. Asakaviciute, E. Baksiene, dan A. Razukaś. 2013. Alkaloid content variations in *Lupinus luteus* L. and *Lupinus angustifolius* L. Arch. Biol. Sci., Belgrade, 65 (1), 107-112.

Martasari, C.2009. Laporan Akhir RPTP Perbaikan Varietas Jeruk Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika.

Petrini, O. 1986. Taxonomy of endophytic fungi of aerial plant tissues. In: Fokkema NJ, van den Huevel J, eds. Microbiology of the Phyllosphere. Cambridge, UK: Cambridge University Press. p 175–187.

Prihatiningtyas, W. 2006. Mikroba Endofit Sumber Penghasil Antibioti yang Potensial. Online, http://www.blogspot.com, fungi endofit, diunduh 25 Mei 2013.

Ragayatsu, D. P.P. 2012. Evaluasi ketahanan tanaman jeruk (*Citrus* sp) hasil fusi protoplas jeruk satsuma mandarin (*Citrus* unshiu) dan jeruk siam madu (*Citrus* nobilis) terhadap infeksi penyakit kulit diplodia (*Botryodoplodia theobromae* Pat.). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.

Redman R.S., K. B. Sheehan, R. G. Stout, R. J. Rodriguez, dan J. M. Henson. 2002. Thermotolerance generated by plant fungal symbiosis. Science 298:1581.

Rekha., K. Jyoti, M. Bala, dan V. Arya. 2013. Endophytic fungus: a potential source of biologically synthesized nanoparticle. Basic Research Journal of Microbiology Vol. 1(1) pp. 01-07.

Rodriguez R.J., R. S. Redman, dan J. M. Henson. 2004. The role of fungal symbioses in the adaptation of plants to high stress environments. Mitig Adapt Strateg Global Change 9:261–272.

Rosenblueth M, Martinez-Romero E. 2006 Bacterial endophytes and their interactions with hosts. Mol Plant Microbe Interact 19: 827–837.

Rubert, B., Sr. Street, A. Rodriguez, F. Perestelo, A. Carnicero, V. Regalado, R. Perez, G. De la Fluente, M.A Falcon. 1972. Degradation of natural lignins and lignocellulosic substrates by soil-inhabiting fungi imperfect. FEMS Microbiol. Ecol. 21 (3) p213-219.

Sastrahidayat, I., R. 1990. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Usaha Nasional. Surabaya. Hal. 289.

Selim, K.A., A. A. El-Beih, T. M. Abdel-Rahman, dan A. I. El-Diwany. 2012. Biology of Endophytic Fungi. Current Research in Environmental & Applied Mycology 2(1), 31–82.

Setiawan.2012.Online.http://Google.Com/Analisis/Regresi/Korelasi/Linier. diunduh 5 Juli 2013.

Song, W.Y. 1995. A receptor kinase-like protein encoded by the rice disease resistance gene, XA21". *Science* 270 (5243): 1804–1806.

Spiegel-Roy, P., dan E. E. Goldschmidt. 1996. Biology of Citrus. Cambridge University Press.

Stahla, P. D., dan M. Christensen. 1992. In vitro mycelial interactions among members of a soil microfungal community. Soil Biology and Biochemistry 24:309–316.

Stovall, M. E., dan K. Clay. 1991. Fungitoxic effects of *Balansia cyperi*. Mycologia 83:288–295.

Strobel G. 2003. Endophytes as sources of bioactive products. Microbes and Infection 5, 535–544.

Strobel G. dan B. Daisy. 2003 . Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. Microbiol Mol Biol R 67:491–502

Strobel, G.A., B. Daisy, U. Castillo, dan J. Harper. 2004. Natural products from endophytic microorganisms. J. Nat. Prod. 67, 257–268.

Sukorini, Henik. 2003. Pengaruh pestisida organik dan interval penyemprotan terhadap hama *Plutella xylostella* pada budidaya tanaman kubis organik. Universitas Muhamadiyah Malang.

Yang J, Kloepper JW, Ryu CM. 2009.Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. Trends Plant Sci 14: 1–4.

Zhao, J., L. Zhou1, J. Wang, T. Shan, L. Zhong, X. Liu, dan X. Gao. 2010. Endophytic fungi for producing bioactive compounds originally from their host plants. Formatex, 567-576.

Zimmerman.1902.Online.http://www.doctorfungus.org/thefungi/Nigrospora.php/ diunduh 25 Mei 2013

LAMPIRAN

Lampiran 1. Klasifikasi tingkat ketahanan terhadap infeksi patogen *B. theobromae* pada tanaman jeruk fusiprotoplas jeruk satsuma mandarin dan siam madu.

Tanaman	Infeksi (%)	Klasifikasi
F1	8	TAHAN
F2	13,7	MODERAT
F3	34,1	RENTAN
F4	19,42	MODERAT
F5	9,5	TAHAN
F6	16,8	MODERAT
F7	3,69	TAHAN
F8	17,34	MODERAT
F9	11	MODERAT
F10	15,42	MODERAT
F11	2	TAHAN
F12	32	RENTAN
F13	17,6	MODERAT
F14	7,4	TAHAN
F15	4,3	TAHAN
F16	59,5	RENTAN
F17	16,61	MODERAT
F18	11,4	MODERAT
F19	9,6	TAHAN
F20	1,6	TAHAN
F21	18	MODERAT
F22	22,4	RENTAN
F23	10,46	MODERAT
F24	36	RENTAN
F25	11,53	MODERAT
F26	12	MODERAT
F27	12,8	MODERAT
F28	17,69	MODERAT
F29	11,2	MODERAT
F30	19,38	MODERAT