

**PENGELOLAAN TERPADU
PATOGEN JAMUR TUMBUHAN**

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PENGELOLAAN TERPADU PATOGEN JAMUR TUMBUHAN

**Wihdatun Lihyati
Sopialena**



Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

**PENGELOLAAN TERPADU
PATOGEN JAMUR TUMBUHAN**

**Wihdatun Lihyati
Sopialena**

Desain Cover :
Nama

Sumber :
Link

Tata Letak :
Ika Fatria Iriyanti

Ukuran :
xii, 118, Uk: 15.5x23 cm

ISBN :
No ISBN

Cetakan Pertama :
Februari 2022

Hak Cipta 2022, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2022 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoarjo, Ngaglik, Sleman
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581
Telp/Faks: (0274) 4533427
Website: www.deepublish.co.id
www.penerbitdeepublish.com
E-mail: cs@deepublish.co.id

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum. wr.wb

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan buku yang berjudul 'PENGELOLAAN TERPADU PATOGEN JAMUR TUMBUHAN', meskipun dalam perjalanannya terdapat beberapa kendala.

Buku ini ditulis sebagai media sharing penulis sekaligus panduan bagi pembaca untuk menambah pengetahuan tentang pengelolaan terpadu patogen jamur tumbuhan dalam kehidupan sehari-hari.

Keberhasilan buku ini tidak akan tercapai tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Teriring ucapan terima kasih penulis tujukan kepada keluarga yang selalu mendukung dan memberikan doa terbaik dalam setiap perjalanan yang penulis tempuh.

Penulisan buku ini juga mengacu pada beberapa referensi, dan ada beberapa referensi yang banyak penulis sitasi terutama untuk Gambar-gambar yang disajikan, dengan tujuan untuk memperjelas pembaca dalam memahami mengenai jamur yang digambarkan.

Buku ini tidak lepas dari kekurangan dan kesalahan. Jika pembaca menemukan kesalahan, penulis dengan tulus meminta maaf. Selalu ada kesempatan untuk memperbaiki segala kesalahan, oleh karena itu dukungan berupa kritik & saran akan selalu penulis terima dengan tangan terbuka.

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. MAKSUD DAN TUJUAN	5
II. KONSEP PENGELOLAAN TERPADU	6
A. PENGERTIAN PENGELOLAAN TERPADU.....	6
B. KOMPONEN PENGELOLAAN OPT SECARA TERPADU.....	13
III. DEFINISI, KONSEP DASAR DAN KARAKTERISTIK JAMUR.....	18
A. PENGERTIAN JAMUR.....	18
B. KARAKTERISTIK UMUM JAMUR.....	30
C. STRUKTUR UMUM JAMUR	32
D. REPRODUKSI UMUM JAMUR	34
E. KLASIFIKASI JAMUR	37
E.1. Chytridiomycota	38
E.1.a. Pengertian Chytridiomycota	38
E.1.b. Karakteristik Chytridiomycota	39

E.1.c.	Struktur Tubuh Chytridiomycota	39
E.1.d.	Contoh dan Peranan Chytridiomycota	39
E.2.	Zygomycota.....	40
E.2.a.	Pengertian Zygomycota	40
E.2.b.	Struktur dan Karakteristik Zygomycota	41
E.2.c.	Reproduksi Zygomycota	42
E.2.d.	Contoh dan Peranan Zygomycota	42
E.3.	Glomeromycota.....	43
E.3.a.	Pengertian Glomeromycota.....	43
E.3.b.	Karakteristik Glomeromycotaco	43
E.3.c.	Struktur Tubuh Glomeromycota.....	44
E.3.d.	Reproduksi Glomeromycota	44
E.4.	Ascomycota	50
E.4.a.	Pengertian Ascomycota	50
E.4.b.	Karakteristik Umum Ascomycota	53
E.4.c.	Struktur Tubuh	54
E.4.d.	Reproduksi Jamur Ascomycetes	57
E.4.e.	Contoh Ascomycota:	68
E.5.	Basidiomycota	71
E.5.a.	Pengertian Basidiomycota	71
E.5.b.	Karakteristik Basidiomycota	72
E.5.c.	Struktur Tubuh Basidiomycota	74

E.5.d.	Cara Reproduksi Basidiomycota.....	74
E.5.e.1.	Contoh Basidiomycota yang bermanfaat.....	77
E.5.e.2.	Contoh Jamur Basidiomycota yang berbahaya.....	78
E.6.	Deuteromycota.....	80
E.6.a.	Pengertian Deuteromycota.....	80
E.6.b.	Karakteristik Deuteromycota.....	81
E.6.c.	Reproduksi Deuteromycota.....	82
E.6.d.	Contoh dan Peranan Deuteromycota.....	83
IV.	PENGELOLAAN TERPADU PATOGEN JAMUR.....	84
V.	PENELITIAN-PENELITIAN YANG TERKAIT	92
A.	TANAMAN PADI.....	92
B.	TANAMAN JAGUNG.....	95
C.	TANAMAN CABAI.....	98
D.	TANAMAN TOMAT.....	102
E.	TANAMAN SAYURAN.....	105
VI.	KESIMPULAN.....	110
	DAFTAR PUSTAKA	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Bentuk spora aseksual Jamur.....	36
Gambar 2.	Bentuk spora Seksual jamur	37
Gambar 3.	Tahapan proses pembentukan spora pada jamur Glomeromycota	45
Gambar 4.	Anatomi sederhana penampang longitudinal akar yang terinfeksi fungi mikoriza	46
Gambar 5.	Perkembangan dan taksonomi mikoriza	47
Gambar 6.	Jamur Ascomycota.....	50
Gambar 7.	Jamur Kantung Ascomycota.....	51
Gambar 8.	Struktur tubuh Ascomycota	55
Gambar 9.	Bagan Reproduksi <i>Ascomycetes</i>	58
Gambar 10.	Sistem Reproduksi Aseksual Jamur Ascomycota	60
Gambar 11.	Conidiospores of <i>Trichoderma</i> <i>aggressivum</i> , Diameter approx. 3µm.....	61
Gambar 12.	Conidiophores of molds of the genus <i>Aspergillus</i> , conidiogenesis is blastic- phialidic (Sumber: Gary J. Samuel, 2002).....	63
Gambar 13.	Conidiophores of <i>Trichoderma</i> <i>harzianum</i> , conidiogenesis is blastic- phialidic (Sumber; Gary J. Samuel, 2002).....	63

Gambar 14. Conidiophores of <i>Trichoderma</i> fertile with vase-shaped phialides and newly formed conidia on their ends (bright points)	64
Gambar 15. Linear arrangement of ascospores in the asci of the fungus.....	68
Gambar 16. Jamur Basidiomycota.....	71
Gambar 17. Siklus Hidup Basidiomycota	76
Gambar 18. <i>Ganoderma applanatum</i>	79

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penyakit jamur lainnya pada sayuran	86
---	----

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kegiatan budidaya tanaman dalam prakteknya selalu berkaitan dengan keberadaan **Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)** karena tanaman tidak dapat selalu hidup tanpa gangguan. Kehadiran OPT pada lahan pertanian dapat disebabkan oleh adanya penyakit, hama, atau gulma. Penyakit yang terjadi pada tumbuhan dapat disebabkan oleh mikroorganisme dari berbagai jenis yang tidak dapat kita lihat dengan mata telanjang. Dampak serangan penyakit berbeda-beda untuk setiap jenis tanaman yang diserang. Mikroorganisme penyebab penyakit pada tanaman seperti jamur, bakteri, virus dan nematoda. Dalam (Narendra, A. 2013) tanaman menjadi sakit ketika diserang oleh patogen (parasit) atau dipengaruhi oleh agen abiotik (fisiopat). Oleh karena itu agar penyakit tanaman terjadi, setidaknya harus ada kontak dan interaksi antara dua komponen yaitu tanaman dan patogen. Jika pada waktu kontak dan untuk sementara waktu terjadi keadaan yang sangat dingin, sangat panas, sangat kering, atau keadaan ekstrim lainnya, maka pathogen mungkin tidak dapat menyerang atau tanaman mungkin dapat menahan serangan, meskipun telah terjadi kontak antara keduanya, penyakit tidak berkembang. Tampaknya komponen ketiga juga harus ada agar penyakit ini berkembang. Namun, masing-masing dari ketiga komponen ini dapat menunjukkan keragaman yang luar biasa, dan jika salah satu dari komponen ini berubah, itu akan mempengaruhi tingkat serangan penyakit pada tanaman individu atau pada populasi tanaman.

Interaksi ketiga komponen ini biasa digambarkan sebagai segitiga, yang biasa disebut segitiga penyakit. Masing-masing sisi

sebanding dengan jumlah total sifat masing-masing komponen yang memungkinkan terjadinya penyakit. Misalnya, jika tanaman tahan, umumnya pada tingkat yang tidak menguntungkan atau dengan jarak tanam yang lebar, segitiga penyakit dan jumlah penyakit akan sedikit atau tidak ada, sedangkan jika tanaman rentan, pada tingkat pertumbuhan yang rentan atau dengan pertumbuhan yang dekat jarak tanam, maka inangnya akan panjang dan potensi jumlah penyakit akan meningkat. Dengan cara yang sama, semakin ganas patogen, dalam kelimpahan dan dalam keadaan aktif, semakin lama lokasi patogen dan semakin besar potensi penyakit. Juga semakin menguntungkan kondisi yang mendukung patogen, misalnya suhu, kelembaban dan angin yang dapat menurunkan tingkat resistensi inang, semakin lama sisi lingkungan dan semakin besar potensi jumlah penyakit.

Jenis patogen yang menyerang antara lain jamur. Jamur merupakan salah satu organisme penyebab penyakit yang menyerang hampir semua bagian tanaman, mulai dari akar, batang, ranting, daun, bunga, hingga buah. Penyakit ini menyebabkan bagian tanaman yang terserang seperti buah akan membusuk. Jika menyerang ranting dan permukaan daun akan menimbulkan bercak coklat. Dari bintik-bintik tersebut akan keluar jamur berwarna putih atau jingga yang dapat menyebar ke seluruh permukaan ranting atau daun sehingga pada akhirnya mengering dan rontok.

Penerapan pengendalian penyakit terpadu merupakan langkah strategis dalam memenuhi tuntutan masyarakat mengenai produk yang aman dan upaya melestarikan lingkungan. Dalam hal pengendalian terpadu petani pada umumnya tidak memahami gangguan penyakit tanaman dikarenakan: patogen penyebab penyakit bersifat mikroskopis, tidak terlihat oleh mata, gejala penyakit tanaman yang terkadang mirip dengan gejala kekurangan hara atau keracunan dan juga keterbatasan pengetahuan petani tentang penyakit tanaman. Pestisida Kimiawi baik bakterisida dan fungisida jarang di gunakan oleh masyarakat tani

namun sebaliknya penggunaan insektisida untuk menekan serangan OPT sudah umum, bahkan terjadwal tanpa adanya pemantauan populasi OPT (Marwoto dan Suharsono. 1988). Keadaan ketidaktahuan ini membuat pengaplikasiannya menjadi tidak tepat penggunaan dan tidak tepat sasaran. Masih banyak kendala yang sering dihadapi oleh program peningkatan produksi dan produktivitas tanaman, antara lain kendala sosial ekonomi, adopsi teknologi, kendala abiotik dan biotik. Kendala abiotik antara lain disebabkan oleh faktor iklim, pengelolaan air, ketersediaan hara, sedangkan kendala biotik disebabkan oleh OPT.

“Berdasarkan UU no. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman, OPT didefinisikan sebagai semua organisme yang dapat merusak, mengganggu kehidupan, atau menyebabkan kematian tanaman, yang terdiri dari gulma, hama, dan penyakit.”

Penyakit tanaman atau patogen adalah organisme hidup yang mayoritas bersifat mikro dan memiliki kemampuan menyebabkan penyakit pada tanaman atau tumbuhan. Mikroorganisme tersebut antara lain seperti jamur, bakteri, virus, dan nematoda. Hama adalah hewan/binatang herbivora yang aktivitas hidupnya merusak atau mengganggu pertumbuhan, perkembangan dan menyebabkan kematian tanaman budidaya atau produksi tanaman yang mengakibatkan kerugian ekonomi. Penyakit adalah suatu aktivitas fisiologis yang disebabkan oleh gangguan terus menerus oleh faktor-faktor penyebab primer dan diekspresikan melalui aktivitas abnormal dan ditunjukkan dalam suatu ciri patologis yang disebut gejala. Gulma adalah tumbuhan yang tumbuh pada waktu, tempat, dan kondisi yang tidak diinginkan karena nilai negatifnya (langsung atau tidak langsung merugikan kepentingan manusia) melebihi nilai positifnya. OPT patogen penyebab penyakit menyebabkan penurunan kuantitas dan kualitas produk, bahkan dapat menyebabkan gagal panen.

Hasil produktivitas tanaman salah satunya ditentukan oleh gangguan penyakit tanaman. Ada banyak jenis penyakit yang

disebabkan oleh jamur, bakteri, virus, dan mikoplasma patogen yang menyerang tanaman di Indonesia telah teridentifikasi (Semangun, 1991; Sudjono, *et al.*, 1985). Jumlah kehilangan hasil banyak tergantung pada varietas tanaman, jenis patogen, musim, umur serta teknik pengendalian yang digunakan. Namun dalam rangka pengendalian serangan OPT dan populasi, masih sangat banyak petani yang hanya menggunakan pestisida yang dilakukan secara terjadwal dan tidak bijaksana. Pengendalian dengan pestisida tersebut mengakibatkan peningkatan biaya produksi, peningkatan populasi OPT, menyebabkan pencemaran lingkungan dan berbahaya bagi kesehatan manusia.

Untuk mengurangi penggunaan dan ketergantungan terhadap pestisida, muncul konsep Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (POPT) Terpadu yaitu Pengendalian Penyakit Terpadu, Pengelolaan Gulma Terpadu dan Pengendalian Hama Terpadu. Pelaksanaan perlindungan tanaman dengan konsep ini dipengaruhi oleh pengetahuan dan pengenalan jenis-jenis OPT dan tahap serangan berdasarkan tahapan perkembangan tanaman, selain pengamatan intensif. Kegiatan untuk meningkatkan dan mempertahankan produktivitas akan berhasil dengan menerapkan teknik pengendalian OPT terpadu, sehingga dalam pengembangan dan pelaksanaannya harus dilakukan secara berkesinambungan agar petani menjadi ahli POPT secara terpadu dan tentunya didukung oleh kebijakan pemerintah.

Sistem pertanian berkelanjutan ditujukan untuk mengurangi rusaknya lingkungan, mempertahankan produktivitas pertanian, meningkatkan pendapatan petani dan meningkatkan stabilitas serta kualitas kehidupan masyarakat di pedesaan (Rahma, H., 2018). Dalam pengendalian tanaman terpadu pelaksanaannya dimulai dari analisa ekosistem, pengamatan penyakit dan pengambilan keputusan apakah akan di lakukan pengendalian atau tidak. Prinsip POPT Terpadu dimulai dari masa pra tanam sampai panen, bahkan rekomendasi pengendalian pada beberapa jenis tanaman sampai pasca panen.

Pengendalian ini merupakan gabungan dari beberapa teknik pengendalian yang dikembangkan secara serasi dalam satu unit koordinasi manajemen sehingga populasi dan serangan OPT dapat dikurangi tetapi pada tingkat yang tidak membahayakan. Dalam perencanaan, pelaksanaan dan evaluasinya harus mengikuti sistem pengelolaan yang terkoordinasi dengan baik berdasarkan perhitungan konsekuensi ekonomi, ekologi dan sosiologis, sehingga dapat diperoleh hasil terbaik, yaitu stabilitas produksi pertanian, kerugian minimal pada manusia dan lingkungan, serta petani mendapatkan penghasilan yang maksimal dari usaha taninya.

B. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan buku ini adalah untuk memaparkan patogen jamur dan pengelolaan patogen jamur tersebut secara terpadu yang diharapkan dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia yang dampaknya kurang baik terhadap manusia dan lingkungan. Diharapkan informasi ini dapat dijadikan bahan inspirasi aplikasi dan pengembangan pengendalian OPT oleh petani dan pemangku kepentingan pertanian lainnya terhadap pengelolaan terpadu patogen jamur tumbuhan.

II. KONSEP PENGELOLAAN TERPADU

A. PENGERTIAN PENGELOLAAN TERPADU

OPT didefinisikan sebagai semua organisme yang dapat merusak, mengganggu kehidupan, atau menyebabkan kematian tanaman, yang terdiri dari penyakit, gulma, dan hama. Pokok penting pengendalian terpadu adalah upaya peningkatan kuantitas dan kualitas produksi namun sering mendapat gangguan oleh pesaing berupa tanaman pengganggu, hewan, dan mikroorganisme penyebab penyakit yang mengganggu tanaman budidaya dan hasilnya, yaitu dengan cara fisik dan mekanis, walaupun dengan perluasan areal pertanian cara tersebut masih tidak mampu membendung peningkatan populasi dan serangan OPT penyakit. Melindungi tanaman dari serangan OPT, petani sering menggunakan pestisida kimia sintetis secara berlebihan dan tidak terkontrol, sehingga berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Kondisi ini menimbulkan perhatian sehingga muncul konsep POPT Terpadu yang merupakan gabungan dari beberapa teknik pengendalian yang dikembangkan secara serasi dalam satu unit koordinasi pengelolaan sehingga populasi dan serangan OPT dapat ditekan atau tetap pada tingkat yang tidak menimbulkan kerugian.

Manusia kemudian mengembangkan cara penggunaan musuh alami dan penggunaan tanaman yang dianggap tahan. Praktik pengendalian ini masih sedikit dan walau tidak berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, namun masih dianggap kurang praktis dan efektif. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, praktik pengendalian ini berubah drastis

setelah ditemukan dan meluasnya penggunaan pestisida, dan terutama dengan adanya revolusi hijau saat itu yang membuat petani semakin menggantungkan pertaniannya kepada pestisida kimia.

Konsep pengendalian OPT yang semula didasarkan pada pengetahuan biologi dan ekologi semakin ditinggalkan dan berubah menjadi konsep pengendalian OPT yang hanya mengandalkan penggunaan pestisida. Hal ini disebabkan karena pestisida menunjukkan hasil yang dianggap lebih efektif dan efisien dibanding cara pengendalian yang lain, sehingga mendatangkan keuntungan ekonomi yang besar bagi petani.

Kondisi ini mengakibatkan penggunaan pestisida sejak tahun 1950-an semakin tinggi di seluruh dunia, sehingga timbul kesan dan pandangan bahwa keberhasilan pembangunan pertanian atau program peningkatan produksi tidak dapat dilepaskan dari jasa pestisida. Semakin banyak pestisida yang digunakan, semakin baik karena produksi semakin meningkat (Untung. K., 2001). Sampai saat ini, masih banyak petani dan masyarakat pada umumnya yang mengartikan pengendalian OPT sama dengan penggunaan pestisida.

“Berdasarkan keputusan Menteri Pertanian No.434.1/Kpts/TP.270/7/2001, pestisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang dipergunakan untuk: 1). Memberantas atau mencegah hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian; 2). Memberantas rerumputan; 3). Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan; 4). Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman, tidak termasuk pupuk; 5). Memberantas atau mencegah hama-hama luar pada hewan peliharaan dan ternak; 6). Memberantas atau mencegah hama-hama air; 7). Memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad renik dalam rumah tangga, bangunan dan dalam alat-alat pengangkutan; 8). Memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat

menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanaman, tanah atau air.”

Kekhawatiran petani terhadap akan datangnya serangan OPT menyebabkan mereka melakukan penyemprotan pestisida secara terjadwal. Cara penggunaan pestisida semacam ini disebut pemberantasan OPT konvensional. Pestisida juga sering diberi istilah obat-obatan pertanian. Banyak orang melupakan atau tidak mengetahui hakekat dan sifat pestisida karena tertutupi oleh keberhasilan pestisida. Bagaimanapun pestisida merupakan bahan racun pembunuh/pembasmi OPT yang juga dapat membunuh organisme lain yang bukan sasaran di ekosistem, padahal organisme ini yang paling banyak dijumpai di lingkungan pertanian. Walaupun manfaat penggunaan pestisida dapat dirasakan karena dapat menghindarkan kerugian, tetapi hal ini tidak berlangsung lama. Guna memperoleh hasil pengendalian yang relatif sama, maka petani semakin meningkatkan frekuensi maupun dosis penyemprotan. Dengan demikian biaya pengendalian yang harus dikeluarkan semakin lama semakin meningkat sehingga terjadi pengurangan keuntungan dan penghasilan petani. Keadaan ini disebabkan oleh dampak samping negatif penggunaan pestisida terhadap OPT.

Dampak samping negatif penggunaan pestisida selain terhadap OPT adalah dampak terhadap kualitas lingkungan hidup dan kesehatan manusia. Pestisida sebagai bahan beracun termasuk bahan pencemar yang berbahaya dan relatif persisten sehingga residu yang ditinggalkan tersebar di setiap tempat di lingkungan sekitar kita, baik di tanah, air, udara dan makanan. Apabila kegiatan penggunaan pestisida yang tidak bijaksana dan berlebihan terus menerus dilakukan dan tidak terkendali, maka akan menurunkan kualitas dan daya dukung lingkungan, karena terjadi akumulasi kandungan pestisida hingga mencapai kadar yang membahayakan sehingga merugikan generasi mendatang.

Saat ini petani sudah mulai merasakan berbagai dampak negatif dari penggunaan pestisida tersebut dan mulai sadar akan bahayanya baik untuk diri sendiri, keluarga dan masyarakat, sehingga semakin banyak petani yang mulai melirik ke arah pengendalian yang lebih aman dan ramah lingkungan. Perlindungan tanaman didefinisikan sebagai upaya manusia untuk melindungi tanaman dari gangguan atau serangan OPT dan penyakit yang dapat menurunkan produksi atau merusak tanaman secara keseluruhan sehingga menyebabkan gagal panen. Menurut (Untung. K., 2007) bahwa perlindungan tanaman secara harfiah diartikan sebagai segala upaya yang dilakukan manusia untuk melindungi tanaman dari hambatan atau gangguan yang datang dari luar yang dapat menyebabkan tanaman tidak menghasilkan produk seperti yang diharapkan dari segi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas.

“Dalam UU no. 22 Tahun 2019 tentang Sistem Budidaya Pertanian Berkelanjutan, disebutkan bahwa perlindungan pertanian adalah segala upaya untuk mencegah kerugian pada budidaya pertanian yang disebabkan oleh organisme pengganggu tumbuhan dan penyakit hewan.”

Menurut (Sembel. D., 2012) bahwa perlindungan tanaman adalah suatu proses untuk melakukan berbagai upaya pencegahan, pengendalian atau pemberantasan OPT tanaman dengan menerapkan metode yang tepat.

Ada dua istilah yang selalu digunakan dalam konteks perlindungan tanaman, yaitu *Integrated Pest Control* (IPC) yang diterjemahkan sebagai Pengendalian OPT Terpadu dan *Integrated Pest Management* yang berarti Pengelolaan OPT Terpadu. *Human Development Integrated* merupakan pengembangan lebih lanjut dari konsep IPC sehingga yang banyak digunakan saat ini adalah istilah HDI. Konsep IPM bukanlah hal baru karena jauh sebelumnya praktik pengendalian dilakukan dengan menggunakan pertimbangan ekologis/keseimbangan ekosistem dan faktor ekonomi. Ekosistem

adalah suatu sistem interaksi yang terdiri dari semua organisme hidup dan lingkungan fisiknya dalam suatu kawasan yang cukup luas yang dapat melakukan perubahan karakteristik energi dan perkembangan komponen-komponen organisme tersebut.

Hal penting yang perlu dipahami adalah perubahan dan perpindahan energi dari matahari melalui proses fotosintesis pada tumbuhan berupa karbohidrat, protein, lemak, dan senyawa kimia lainnya, yang kemudian ditransfer ke organisme lain melalui proses tersebut, makan dan dimakan (rantai makanan) yang membentuk jaringan yang kompleks dan disebut jaring-jaring makanan. Ada ekosistem alami dan buatan. Ekosistem pertanian adalah ekosistem buatan yang dibuat dan dimanipulasi oleh manusia. Dalam ekosistem pertanian terdapat rantai makanan yang lebih sederhana, sehingga tidak stabil. Intervensi manusia dalam ekosistem pertanian seringkali menimbulkan efek samping yang merugikan manusia itu sendiri, seperti pencemaran lingkungan, banjir, erosi, dan lain-lain. Intervensi manusia juga sering mengubah sifat fisik dan biotik habitat secara total, yang mengakibatkan gangguan ekosistem. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan suatu konsep pengelolaan ekosistem atau pengendalian OPT yang berlandaskan pada tujuan keberlanjutan ekologis.

Merujuk pada definisi (Smith, 1978) tentang PHT, dapat diartikan bahwa Pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman (POPT) Terpadu adalah suatu pendekatan ekologi multidisiplin untuk mengelola populasi OPT dengan memanfaatkan berbagai taktik pengendalian secara serasi dalam suatu unit pengelolaan yang terkoordinasi. Sistem pengelolaannya berupa pemilihan, penggabungan, dan penerapan berbagai metode pengendalian OPT berdasarkan perhitungan dan penilaian konsekuensi ekologi, ekonomi, dan sosiologis guna memperoleh hasil terbaik, yaitu stabilitas produksi dan kerugian minimal bagi manusia dan lingkungan (Untung, K., 2001).

Pengendalian terpadu dapat dilakukan dengan strategi meminimalisir penggunaan senyawa kimiawi atau pestisida kimiawi; pengetahuan tentang biologi dan status OPT dalam sistem target; pemanfaatan tentang dampak ekonomi dari OPT penyakit tanaman dan konsekuensi kerusakan oleh penyakit tanaman terhadap pemasaran dan kualitas sangat penting; pemanfaatan tentang dampak ekologi dan sosiologis dari teknik pengendalian OPT penyakit tanaman; efek pada serangga yang menguntungkan; efek pada hewan non-target; efek pada kesehatan dan keselamatan manusia

Menghindari atau mencegah OPT penyakit tanaman jika memungkinkan dengan memilih metode yang efektif dalam jangka pendek dan jangka panjang juga dapat dilakukan dengan mengidentifikasi penyebab kehilangan hasil dan penurunan kualitas tanaman; memahami biologi, ekologi dan ekonomi OPT; merumuskan strategi untuk mengurangi kerugian akibat OPT; menerapkan teknik pengendalian yang tepat satu sama lain (teknis budaya, Mekanik, Fisik, Biologi, Kimia, dan Regulasi) dan evaluasi sistem PHT ditinjau dari: ekonomi, lingkungan dan sosial.

Teknik pengendalian yang akan diterapkan melalui perumusan konsep pengambilan keputusan dimulai dari identifikasi OPT, monitoring dan ambang ekonomi (AE):

1. Identifikasi OPT dilakukan dengan melakukan pengamatan rutin atau pemantauan di lapangan. Agroekosistem menjadi bersifat dinamis, karena banyak faktor di dalamnya yang saling mempengaruhi satu sama lain. Untuk dapat mengikuti perkembangan populasi OPT dan musuh alaminya serta untuk mengetahui kondisi tanaman, harus dilakukan pengamatan secara rutin. Informasi yang diperoleh digunakan sebagai dasar tindakan yang akan dilakukan.
2. Monitoring populasi OPT dilakukan dalam bentuk sampel; Informasi ini diperlukan untuk menentukan status populasi

OPT seperti mengetahui tahapan biologi dan kepadatan dari OPT. informasi mengenai tahapan biologi digunakan untuk mengetahui keberadaan pertama kali OPT di lapangan dan kapan diterapkannya pengendalian. Informasi jumlah dan ukuran populasi di perlukan dalam membangun proses pengambilan keputusan dalam AE.

3. Pentingnya mendefenisikan kerusakan dan kepadatan populasi OPT yang dapat ditolerir melahirkan konsep AE, yang mana Ambang Eekonomi sangat diperlukan untuk menggapai keputusan pengelolaan OPT yang didasarkan atas objektivitas pengelolaan dan monitoring status OPT di lahan yang dibudidayakan.
4. Mengaplikasikan teknik-teknik pengendalian yang cocok antara satu dan yang lain (kultur teknis, Mekanik, Fisik, Hayati, kimia, dan Peraturan). POPT Terpadu: Manipulasi OPT yaitu: peraturan dan perundangan, pestisida sintetik dan nonsintetik (biologi, hayati, fisik dan mekanik). Manipulasi tanaman yaitu: kultur teknis, tanaman resisten (persilangan atau transgenik). Manipulasi lingkungan yaitu: habitat mikro (kelembaban dan temperatur) dan area lahan (tumpangsari dan tanaman perangkap)
5. Evaluasi sistem PHT dalam hal: ekonomi, lingkungan dan sosial. Sistem PHT harus menjaga tingkat ekonomis dalam mengendalikan OPT, jika tidak maka tidak dapat diadopsi, sistem harus dapat mengurangi risiko kehilangan hasil dari tanaman, sistem harus didesain untuk meminimalkan seleksi OPT yang resisten agar dapat digunakan dimasa yang akan datang, sistem PHT harus dapat menjaga kualitas dan menjauhi penggunaan taktik yang dapat merusak dan merugikan pada ekosistem, khususnya pada organisme yang bukan target.

B. KOMPONEN PENGELOLAAN OPT SECARA TERPADU

Perjalanan Terminologi dan Konsep Pengendalian OPT, yaitu :1. Pemberantasan adalah pemusnahan semua populasi OPT yang pelaksanaannya di dominasi dengan penggunaan pestisida untuk mendapatkan produktivitas yang tinggi. 2. Pengendalian (*control*) adalah merupakan usaha untuk mengendalikan/mengelola populasi OPT yang pelaksanaannya melalui proses kearah yang lebih ramah lingkungan untuk mendapatkan produktivitas yang tinggi. 3. Pengelolaan (*management*) adalah usaha mengelola agroekosistem untuk menekan populasi OPT untuk mendapatkan kualitas produksi yang tinggi. 4. *Eradikasi* adalah merupakan Tindakan pemusnahan terhadap tanaman, OPT dan benda lain yang menyebabkan tersebarnya OPT di lokasi tertentu. 5. PHT (Pengendalian/Pengelolaan OPT Terpadu) adalah merupakan usaha pengelolaan agroekosistem dengan memadukan berbagai Teknik pengendalian OPT (bercocok tanam, fisik, mekanik, varietas resisten, penegndalian hayati, pengendalian kimia, dll) sedemikian rupa sehingga populasi OPT berada di bawah ambang batas ekonomi. Konsep pengendalian OPT terpadu muncul sebagai akibat dari kesadaran akan bahaya pestisida sebagai bahan beracun bagi kelangsungan ekosistem dan manusia, yang merupakan wujud dari pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan.

Komponen Pengendalian Terpadu adalah pengendalian dengan tanaman tahan, pengendalian dengan kultur teknis, pengendalian hayati, pengendalian fisik mekanis, dan pengendalian dengan pestisida. Sistem manajemen yang terkoordinasi ini di kembangkan dan diterapkan, secara:

1. Pengendalian dengan menggunakan tanaman yang tahan, merupakan pengendalian yang praktis dan secara ekonomis menguntungkan karena petani tidak mengeluarkan banyak biaya dalam melakukan pengendalian dan tidak membutuhkan keterampilan khusus. Pengendalian ini mudah dipadukan

dengan teknik pengendalian yang lain sehingga dapat diperoleh hasil yang optimal, sasaran spesifik yakni hanya efektif bagi sasaran sehingga tidak berpengaruh terhadap musuh alami, sifat ketahanan bertahan lama, serta tidak memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dalam bentuk residu bahan beracun. Tanaman yang tahan/ resisten adalah tanaman yang menderita kerusakan yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan tanaman lain dalam keadaan tingkat populasi OPT dan keadaan lingkungan yang sama. Pada tanaman yang tahan, kehidupan dan perkembangbiakan OPT menjadi lebih terhambat bila dibandingkan dengan apabila sejumlah populasi tersebut berada pada tanaman yang tidak atau kurang tahan. Ciri-ciri morfologik tanaman menghasilkan rangsangan fisik untuk kegiatan makan OPT dan sebagai tempat perkembangbiakan. Variasi dalam ukuran, bentuk, warna, dan kekerasan jaringan serta adanya rambut dan tonjolan menentukan derajat penerimaan OPT terhadap tanaman. Ciri-ciri fisiologik yang mempengaruhi serangga berupa zat-zat kimia yang dihasilkan oleh metabolisme tanaman.

2. Pengendalian OPT dengan cara bercocok tanam atau biasa disebut dengan pengendalian kultur teknis, bertujuan untuk mengelola lingkungan tanaman sedemikian rupa sehingga menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan perkembangbiakan OPT sehingga dapat menekan laju pertumbuhan populasi dan menurunkan serangan, dapat mendorong efektifitas pengendalian OPT serta berfungsinya musuh alami. Pengendalian dengan usahatanis merupakan upaya pengendalian secara preventif, oleh karena itu perlu direncanakan dengan baik terlebih dahulu agar diperoleh hasil yang memuaskan. Pengendalian ini merupakan bagian dari teknik budidaya yang umum untuk memperoleh produktivitas yang tinggi, sehingga

petani tidak perlu mengeluarkan biaya khusus. Teknik pengendalian ini merupakan pengendalian yang murah, tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, dan mudah dilakukan oleh petani, baik secara individu maupun kelompok. Untuk mengembangkan teknik pengendalian ini, perlu diketahui tentang sifat agroekosistem, terutama tentang ekologi dan perilaku OPT dalam memenuhi berbagai kebutuhan hidupnya. Pengendalian dengan pertanian meliputi: a) Sanitasi/pembukaan lahan; b) Modifikasi inang alternatif/ habitat pengganti; c) pengolahan tanah; d) Pengelolaan air (pembasahan dan pengeringan); e) Rotasi tanaman; f) Pembebasan lahan; g) Penanaman serentak; h) Penentuan jarak tanam; i) Lokasi dan jarak antar jenis tanaman; j) Memutus sinkronisasi antara fase perkembangan tanaman dan fase perkembangan OPT; k) Penanaman tanaman perangkap; l) Mengubah toleransi host; dan m) Mengubah jadwal panen.

3. Pengendalian hayati pada dasarnya adalah penggunaan dan penggunaan musuh alami yang dilakukan dengan sengaja untuk mengendalikan populasi OPT. Hal ini muncul karena dalam ekosistem, setiap organisme selalu berinteraksi dalam hubungan dan ketergantungan yang kompleks dan menghasilkan komunitas yang stabil. Musuh alami terdiri dari parasitoid, predator dan patogen. Praktek pengendalian hayati dilakukan dengan cara introduksi, augmentasi, dan konservasi. Introduksi dilakukan dengan memasukkan musuh alami dari luar ekosistem. Augmentasi adalah penambahan jumlah musuh alami yang dilakukan dengan cara melepaskan tambahan atau memodifikasi lingkungan sehingga jumlah dan efektifitas musuh alami meningkat. Konservasi musuh alami adalah meminimalkan tindakan agronomi yang secara langsung atau tidak langsung mengurangi populasi musuh alami atau

melakukan tindakan agronomi yang sesuai dengan perkembangan musuh alami.

4. Pelaksanaan pengendalian secara fisik dan mekanis sangat sederhana dan tidak memerlukan banyak peralatan yang mahal, cara pengendalian ini juga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Jika dilakukan dengan baik, pengendalian fisik dan mekanis dapat menurunkan populasi OPT secara signifikan, karena baik secara langsung maupun tidak langsung dapat membunuh, mengganggu aktivitas fisiologis dan mengubah lingkungan sedemikian rupa sehingga tidak sesuai untuk kehidupan OPT. Pengendalian fisik merupakan upaya menggunakan atau mengubah faktor lingkungan sedemikian rupa sehingga dapat menyebabkan kematian dan mengurangi populasi OPT. Kematian disebabkan oleh perlakuan yang melebihi toleransi, karena setiap organisme memiliki batas toleransi tertinggi dan terendah untuk bertahan hidup dari faktor fisik tertentu. Pengendalian fisik meliputi pemanasan, pendinginan, pembakaran, pembasahan, pengeringan, penjebakan lampu, penghalang. Pengendalian secara mekanis bertujuan untuk mematikan atau memindahkan OPT secara langsung baik dengan tangan maupun dengan alat dan bahan lain. Kontrol mekanis meliputi pengambilan tangan, gropyokan, pengaturan perangkat, pengocokan pohon, pengusiran dan lain-lain.
5. Pengendalian kimiawi yang dimaksud disini adalah penggunaan pestisida untuk mengendalikan OPT agar tidak menimbulkan kerusakan pada tanaman. Meskipun pestisida memiliki banyak keunggulan seperti cepat mengurangi populasi OPT, mudah digunakan, namun dampak negatif penggunaannya semakin dirasakan yaitu merugikan kesehatan dan kelestarian lingkungan, mengurangi manfaat ekonomis pestisida.

Mengingat dampak negatif dari penggunaan pestisida kimia, penggunaannya hanya diperbolehkan dalam keadaan terpaksa jika tidak ada cara lain yang lebih aman atau pada tanaman yang tidak digunakan untuk menghasilkan makanan atau pakan, seperti untuk produksi benih. Dalam pengelolaan terpadu harus selalu memperhatikan etika lingkungan ekosentris, sehingga penggunaan pestisida berbahaya secara bijaksana diupayakan sebagai alternatif terakhir, jika tidak ada cara lain yang dapat diterapkan (Oka, 1995). Penggunaan pestisida kimia sintetik dilakukan sebagai alternatif terakhir, selain itu penggunaan pestisida harus memperhatikan 5 (lima) prinsip yang benar, yaitu: 1). Tepat sasaran, 2) Jenis tepat, 3). Tepat waktu, 4). Dosis/konsentrasi yang tepat, 5). Cara yang benar.

III. DEFINISI, KONSEP DASAR DAN KARAKTERISTIK JAMUR

A. PENGERTIAN JAMUR

Kata jamur berasal dari kata latin fungi. Jamur adalah organisme heterotrofik, mereka tidak dapat membuat makanan sendiri dan harus memperoleh nutrisi dari bahan organik. Untuk melakukannya, mereka menggunakan hifa, yang memanjang dan bercabang dengan cepat, memungkinkan miselium jamur berkembang biak dengan cepat. Beberapa hifa jamur bahkan membentuk benang seperti akar yang disebut rhizomorphs, yang membantu menambatkan jamur ke substrat di mana ia tumbuh sambil membiarkannya memperoleh lebih banyak nutrisi dengan cepat dari sumber lain. Jamur bersifat oportunistik, artinya dapat memperoleh nutrisi dari berbagai sumber dan berkembang biak dalam berbagai kondisi lingkungan. Jamur adalah organisme uniseluler atau multiseluler seperti ragi, kapang, dan jamur yang memecah bahan organik. Meskipun mungkin terdengar tidak berbahaya, jamur terkadang mendapat reputasi buruk karena sebagian besar jamur adalah pengurai. Mereka memecah bahan organik yang pernah menjadi bagian dari organisme hidup, yang dapat mencakup kotoran dan mayat. Meskipun dekomposisi ini memainkan peran penting dalam lingkungan, jamur mudah dikaitkan dengan kematian dan pembusukan. Beberapa jamur beracun untuk dimakan, namun masih banyak lagi yang bisa digunakan dan dinikmati secara teratur. Gulungan lembut dan halus yang anda sukai untuk makan malam dibuat menggunakan jamur seperti ragi. Sejalan dengan itu, bir sesekali yang mungkin anda miliki juga diproduksi menggunakan ragi.

Jamur atau cendawan berperan sebagai salah satu dekomposer yang membantu proses dekomposisi bahan organik untuk mempercepat siklus material di ekosistem hutan (Suharna, 1993). Menurut Gandjar, et al (2006) menyatakan bahwa: fungi atau jamur adalah sel eukariotik yang tidak memiliki klorofil, tumbuh sebagai hifa, memiliki dinding sel yang mengandung kitin, bersifat heterotrofik, dan mampu menyerap nutrisi melalui dinding selnya, serta mengeluarkan enzim ekstraseluler ke lingkungan, melalui spora, melakukan reproduksi seksual dan aseksual. Menurut Campbell (2003) menyatakan bahwa Fungi adalah eukariota, dan sebagian besar merupakan eukariota multiseluler. Meskipun jamur pernah dikelompokkan ke dalam kerajaan tumbuhan, jamur adalah organisme unik yang umumnya berbeda dari eukariota lain dalam hal cara mereka mendapatkan makanan, organisasi struktural dan pertumbuhan dan reproduksi.

Definisi Jamur; fungi (tunggal: fungi) adalah kerajaan organisme eukariotik multiseluler yang bersifat heterotrof (tidak dapat membuat makanan sendiri) dan memiliki peran penting dalam siklus nutrisi dalam suatu ekosistem. Jamur bereproduksi secara seksual dan aseksual, dan mereka juga memiliki hubungan simbiosis dengan tumbuhan dan bakteri. Namun, mereka juga bertanggung jawab atas beberapa penyakit pada tumbuhan dan hewan. Studi tentang jamur dikenal sebagai mikologi.

Karakteristik Jamur; beberapa jamur bersel tunggal, sementara yang lain multiseluler. Jamur bersel tunggal disebut ragi. Beberapa jamur bergantian antara ragi bersel tunggal dan bentuk multiseluler tergantung pada tahap siklus hidup. Nukleus dan organel terdapat pada sel jamur, seperti pada sel tumbuhan dan hewan. Dinding selnya mengandung kitin, berupa zat keras juga yang ditemukan pada eksoskeleton serangga dan artropoda seperti krustasea. Mereka tidak mengandung selulosa, yang biasanya membentuk dinding sel tumbuhan.

Jamur multiseluler memiliki banyak hifa (tunggal: hifa), yang merupakan filamen bercabang. Hifa memiliki bentuk tubular dan dipisahkan menjadi kompartemen mirip sel oleh dinding yang dikenal sebagai septa. Sel-sel ini dapat memiliki lebih dari satu inti, dan inti serta organel lain dapat bergerak di antara mereka. Ada beberapa perdebatan mengenai apakah jamur multiseluler benar-benar multiseluler, karena organel dan sitoplasma dapat berpindah dari satu sel ke sel lainnya dalam proses yang disebut aliran sitoplasma. Mereka umumnya dikenal sebagai multisel, tetapi tidak multiseluler seperti halnya tumbuhan dan hewan, yang memiliki sel tertutup. Jaringan hifa jamur disebut miselium.

Jamur lain menjadi parasit pada tanaman dan bertanggung jawab atas penyakit tanaman seperti penyakit elm Belanda. Jamur ini disebut saproba dan merupakan pengurai, yang memecah dan menyingkirkan organisme mati, merupakan beberapa jamur yang memperoleh nutrisi dari bahan organik mati. Namun jamur juga bisa bersimbiosis atau gonta-ganti yang tumbuh sambil memungkinkannya memperoleh lebih banyak nutrisi dari sumber lain dengan cepat. Jamur bersifat oportunistik, yang berarti mereka dapat memperoleh nutrisi dari berbagai sumber dan berkembang dalam berbagai kondisi lingkungan. Namun, jamur juga dapat memiliki hubungan simbiosis (saling menguntungkan) dengan alga atau bakteri fotosintetik, dan dengan akar tanaman. Asosiasi simbiosis jamur dan hewan yang berfotosintesis disebut lumut, sedangkan asosiasi akar dan jamur tanaman disebut mikoriza.

Bentuk tubuh buah jamur sangat beragam, ada yang berbentuk cangkir atau kantong, bulat, berbentuk payung, seperti koral, agar-agar atau menyerupai daun telinga (Chang, 2004). Tubuh buah jamur makroskopik dapat dilihat dengan mata walaupun tanpa menggunakan mikroskop, tubuh buah dapat dipetik dengan tangan, dan beberapa jenis aman untuk dikonsumsi. Kelompok besar jamur adalah Basidiomycetes

dan beberapa Ascomycetes, sedangkan jamur mikroskopis umumnya berasal dari kelompok Ascomycetes (Gunawan, 2005). Lingkungan yang lembab diperlukan agar jamur dapat tumbuh secara alami di alam.

Jamur, tubuh buah berbentuk payung (sporofor) dari jamur tertentu, biasanya dari ordo Agaricales dalam filum Basidiomycota tetapi juga dari beberapa kelompok lain. Secara populer, istilah jamur digunakan untuk mengidentifikasi sporofor yang dapat dimakan; istilah kulat sering digunakan untuk sporofor yang tidak dapat dimakan atau beracun. Namun, tidak ada perbedaan ilmiah antara kedua nama tersebut, dan keduanya dapat diterapkan secara tepat pada struktur buah jamur berdaging apa pun. Dalam arti yang sangat terbatas, jamur menunjukkan jamur yang biasa dimakan di ladang dan padang rumput (*Agaricus campestris*). Spesies yang sangat dekat hubungannya, *A. bisporus*, adalah jamur yang ditanam secara komersial dan terlihat di pasar.

Kata jamur atau fungi selalu dapat diartikan sebagai jamur, organisme yang pendek, seperti bedak atau spons, tubuhnya berwarna-warni, dan tumbuh di tanah seperti tumbuhan. Meskipun jamur adalah organisme yang biasa kita sebut sebagai jamur (fungi sebenarnya), dan sebagian besar jamur ini terlihat hidup di atas tanah, kata jamur memiliki arti yang lebih luas.

Jamur didefinisikan sebagai kelompok organisme eukariotik, tidak bergerak (nonmotil), tidak memiliki klorofil, memperoleh nutrisi dengan menyerap senyawa organik, bersifat uniseluler atau multiseluler, memiliki dinding sel glukana, mannan, dan kitin, dan berkembang biak secara seksual. dan secara aseksual.

Banyak jenis jamur yang digunakan sebagai sumber makanan langsung atau untuk mengolah bahan makanan dan digunakan di industri dan laboratorium. Ilmu yang mempelajari jamur disebut mikologi. Ada 100.000 jenis jamur yang dikenal di alam dan lebih dari 1.000 jenis baru yang berhasil dideskripsikan oleh para ahli setiap

tahunnya. Bahkan mungkin ada sekitar 200.000 spesies lain yang belum ditemukan atau dideskripsikan.

Sementara itu, aktivitas manusia dalam mengeksploitasi alam berpeluang mengancam kelangsungan hidup organisme tersebut. Perusakan hutan hujan tropis hampir setiap hari atau perusakan habitat jamur lainnya tidak diragukan lagi berpotensi membawa jenis organisme pembentuk spora ini ke kepunahan, bahkan sebelum mereka ditemukan dan dipelajari oleh para ahli.

Mengapa jamur tidak tergolong tumbuhan (Kingdom Plantae), sebab jamur adalah heterotrof, mendapatkan makanan dari organisme lain dengan mensekresikan enzim yang memecah makanan menjadi molekul sederhana yang dapat diserap oleh sel jamur. Sedangkan sebagian besar anggota kingdom jamur hidup sebagai saprofit, memperoleh makanan dari makhluk hidup yang telah mati atau bahan organik yang membusuk. Untuk alasan ini, jamur memiliki kingdom sendiri dan terpisah dari kingdom Plantae.

Habitat jamur: jamur dapat tumbuh subur di lingkungan yang sudah tersedia makanan (zat organik), suhu yang sesuai, kelembaban, pH kurang dari 7 (asam), dan lingkungan yang teroksigenasi meskipun kebutuhan oksigennya rendah. Sebagian besar jamur bersifat mesofilik, yang berarti mereka tumbuh optimal pada suhu 20° – 30°C. Namun, ditemukan juga jamur termofilik yang mampu tumbuh pada suhu di atas 50°C. Pada 0 ° C atau kurang beberapa jamur psychrophilic dapat hidup dan disebut cetakan salju. Jamur ini sering merusak bahan makanan yang didinginkan.

Jamur memiliki kemampuan bertahan hidup yang sangat mengesankan. Pada suhu sekitar 22°C – 30°C Jamur juga dapat hidup. Bahkan ada beberapa jenis jamur yang dapat tumbuh subur pada suhu sekitar -5°C. Jamur juga dapat hidup di tempat yang mengandung gula atau garam. Dan mekanisme hidup lainnya adalah jamur mampu menggunakan berbagai bahan makanan untuk memenuhi

kebutuhannya, tetapi tidak dapat menggunakan senyawa karbon anorganik, seperti bakteri.

Cara jamur mendapatkan makanan: jamur yang prinsip nutrisinya heterotrof menyebabkan mereka memiliki kemampuan untuk hidup sebagai pemakan sampah (saprofit) atau sebagai penumpang yang mencuri makanan dari inangnya (parasit).

1. Jamur saprofit

Merupakan jamur yang makanannya berupa senyawa organik yang telah diuraikan. Jamur ini memiliki enzim tertentu yang dapat memecah senyawa organik. Biasanya jamur ini hidup di bagian organisme yang sudah mati, misalnya di serasah atau batang kayu yang busuk.

2. Jamur parasit

Merupakan jamur yang menyerap makanan dari organisme itu. Menurut sifatnya parasit ini masih dapat dibedakan lagi menjadi parasit obligat dan parasit fakultatif. Fungi parasit obligat adalah fungi yang hanya dapat hidup sebagai parasit. Jika berada di luar inangnya, ia akan mati.

Simbiosis adalah jamur yang dapat bersimbiosis dengan organisme lain. Simbiosis dengan melawan lumut menghasilkan lumut, sedangkan simbiosis dengan akar konifer menghasilkan mikoriza.

Jamur memiliki peran yang menguntungkan dan merugikan. Perannya yang bermanfaat adalah sebagai berikut: Berperan sangat penting dalam siklus materi, terutama siklus karbon, yang berperan dalam kelangsungan hidup semua organisme. Sebagai pengurai, kedua kelompok tersebut dapat menguraikan sisa-sisa tumbuhan, bangkai hewan dan bahan organik lainnya dan hasil penguraiannya dikembalikan ke tanah sehingga dapat menyuburkan tanah. Selain itu, jamur saprofit bersama dengan protozoa dan bakteri saprofit merupakan

organisme yang dapat menguraikan sampah. Yang berperan dalam industri fermentasi adalah jamur, terutama dari kelompok khamir. Contoh produk fermentasi adalah: bir, roti, asam sitrat atau 2-hidroksipropana dan asam trikarboksilat. Berperan dalam industri antibiotik, antibiotik ini diproduksi oleh jamur *Penicillium notatum*. Dapat digunakan sebagai bahan baku sumber pangan baru yaitu protein sel tunggal (PST). Sumber makanan bagi manusia, misalnya: *Agaricus campestris*, *Volvariella volvacea*, *Lentinus edodes*, *Pleurotes*, *Tuber melanosporum*, *Boletus spp*, *Cantharellus cibarius* dan lain-lain.

Selain memiliki peran yang menguntungkan, fungi (jamur) juga memiliki peran yang merugikan, antara lain sebagai berikut: Dapat menurunkan kualitas dan kuantitas makanan dan bahan lain yang penting bagi manusia. Jamur juga dapat menyerang bahan lain yang bernilai ekonomis seperti kulit, kayu, tekstil dan bahan baku pabrik lainnya. Jamur juga dapat bertindak sebagai agen penyebab penyakit. Jamur pada umumnya menyebabkan penyakit pada tumbuhan lebih sering daripada pada hewan atau manusia. Jamur dapat menghasilkan toksin, toksin yang dihasilkan oleh beberapa jamur seperti *Amanita phalloides*, *A. muscaria* dan *Aspergillus flavus* (penghasil aflatoksin) yang sangat berbahaya bagi manusia karena dapat menyebabkan penyakit kronis seperti kanker bahkan kematian. Jamur memperoleh makanan dengan cara langsung menyerap karbohidrat terlarut seperti glukosa, sukrosa, dan fruktosa. Jika yang tersedia adalah polisakarida tidak larut seperti selulosa, pati, hemiselulosa, dan lignin, jamur mengeluarkan enzim untuk mencerna secara ekstraseluler dan menyerap produk. Selain membutuhkan zat organik yang diperoleh dari makhluk hidup lain, jamur juga membutuhkan beberapa zat anorganik dalam metabolismenya.

Berdasarkan uraian di atas, berikut adalah contoh jamur patogen yang dapat menyebabkan penyakit, antara lain:

1. Jamur *Plasmodiophora brassicae*

Plasmodiophora brassicae merupakan patogen dari kingdom fungi yang biasanya menyerang tanaman kubis. Nama lapangan penyakit yang disebabkan oleh patogen ini adalah akar gada, atau akar bengkak, atau disebut juga akar gada. Serangan patogen jenis ini dapat menyebabkan kerugian usahatani kubis berkisar antara 50-100% (gagal total). Namun di Indonesia rata-rata patogen ini dapat menyebabkan kerusakan pada kubis sekitar 88,60%.

Lebih dikenal dengan penyakit akar gada, karena akar tanaman yang terserang membengkak seperti gada jaringan akar. Jaringan akar yang membengkak dapat mengganggu fungsi akar seperti translokasi nutrisi dan air dari tanah ke daun. Akibatnya tanaman layu, kerdil, kering dan akhirnya mati. Jika suatu tanah telah diinfestasi oleh *Plasmodiophora brassicae*, patogen akan selalu menjadi faktor pembatas dalam budidaya kubis (atau keluarganya) di daerah tersebut. Hal ini dikarenakan patogen ini memiliki ketahanan yang tinggi terhadap perubahan lingkungan di dalam tanah dan tergolong patogen tular tanah yang unggul.

2. Jamur *Sclerospora graminicola*

Morfologi jamur *Sclerospora graminicola*: jamur *Sclerospora graminicola* adalah organisme penyebab penyakit Downy mildew. Jamur ini berkembang biak secara aseksual melalui zoospora dengan melepaskan sporangium dan berkembang biak secara seksual melalui oospora.

Ciri-ciri jamur ini sangat bervariasi, seperti bereproduksi secara seksual melalui oospora pada jaringan daun yang terinfeksi. Infeksi jamur patogen tanaman ini muncul terutama melalui proses seksual, heterozigositas dan rekombinasi somatik, mutasi, dan seleksi. Pergeseran besar dalam patogenisitas terjadi

karena perubahan inang dan resistensi lingkungan. Besarnya variasi genetik dalam populasi cendawan patogen mempengaruhi kemampuannya untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan dan berfluktuasi serta mempengaruhi ketahanan inang sehingga resistensi inang akan berubah dan menurun.

Ciri lain dari jamur ini adalah ukuran sporangiospora berkisar antara panjang 150-200 m, diameter 16-20 m dengan cabang utama yaitu spora yang berdiameter kasar 8-16 m, berbentuk kerucut kemudian bercabang kecil. Sporangium berbentuk lonjong dan lebarnya agak membulat, dengan panjang dan lebar $13-34\mu\text{m} \times 12-23\mu\text{m}$. Oospora berbentuk bulat hingga hampir lonjong, berwarna kuning pucat atau kuning-coklat dengan diameter 26-42 μm .

Gejala infeksi serangan jamur *Sclerospora graminicola* adalah sebagai berikut: Perbungaan (malai berubah warna), perbungaan (memutar dan distorsi), daun (terjadi proses nekrotik). daun (warna normal), daun (pertumbuhan jamur), daun (menguning atau mati), akar (perlahan akan membusuk), batang (perubahan warna kulit kayu).

Gejala keseluruhan pada tanaman yang terinfeksi adalah adanya variasi gejala yang cukup besar, yang hampir selalu berkembang sebagai akibat dari infeksi sistemik. Gejala bervariasi sesuai dengan ketahanan inang, serta kondisi lapangan atau lingkungan di mana infeksi sistemik ini terjadi, biasanya diamati dari 6 hari setelah tanam. Gejala sistemik umumnya muncul pada daun kedua, dan kadang-kadang muncul (jadi tidak bersamaan), berlanjut pada semua daun dan malai berikutnya juga menggambarkan gejala, kecuali pada kasus resistensi pemulihan dimana tanaman dapat mengatasi

atau tahan terhadap infeksi (Singh dan Raja , 1988). Penyakit ini juga bisa muncul pada daun pertama saat infeksi sudah parah

3. Jamur *Aspergillus* spp

Aspergillus spp. adalah jenis jamur udara berserabut. pada level spesies *Aspergillus* sangat aerobik dan ditemukan di hampir semua lingkungan yang kaya oksigen, di mana mereka umumnya tumbuh sebagai jamur pada permukaan substrat, sebagai akibat dari tekanan oksigen yang tinggi. *Aspergillus* spp. hidup sebagai saproba pada berbagai bahan organik, seperti roti, daging olahan, biji-bijian beras, kacang-kacangan dan lain-lain.

Aspergillus spp. membentuk badan spora yang disebut konidia dengan konidiofor. Koloni berwarna abu-abu, hitam, kuning atau coklat. *Aspergillus* spp. memiliki karakteristik yaitu memiliki sterigma primer dan sekunder karena phialides memiliki 2 cabang (Robinson, 2001). Spesies *Aspergillus* merupakan jamur yang banyak ditemukan pada bahan organik. Meskipun terdapat lebih dari 100 spesies, namun jenis yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia adalah *Aspergillus fumigatus* dan *Aspergillus niger*, terkadang juga dapat disebabkan oleh *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus clavatus* yang semuanya ditularkan melalui transmisi inhalasi.

Berikut jenis *Aspergillus* meliputi: *Aspergillus fumigates*, merupakan parasit penyebab penyakit pada saluran pernapasan unggas. *Aspergillus flavus*, penghasil flattoxins yang diduga sebagai penyebab kanker hati. Jamur ini banyak ditemukan pada kacang tanah dan makanan yang dibuat darinya. *Aspergillus niger*, menghasilkan asam sitrat. *Aspergillus oryzae*, untuk memecah pati dalam pembuatan minuman beralkohol. *Aspergillus nidulan*, parasit telinga yang menyebabkan otomikosis. *Aspergillus soyae*, untuk membuat kecap.

Spesies *Aspergillus* secara alami ada di mana-mana, terutama dalam makanan, sayuran basi, di serasah daun atau tumpukan kompos. Di dalam ruangan maupun di luar ruangan konidia biasanya terdapat di udara dan sepanjang tahun. *Aspergillus* juga dapat tumbuh pada daun-daun yang mati, gandum yang disimpan, kotoran burung, tumpukan pupuk kandang dan tanaman membusuk lainnya.

Tanaman yang terserang jamur *Aspergillus* spp., *Aspergillus* spp. pertama kali dilaporkan di Turki pada tahun 1960, bahwa kacang tanah yang diimpor dari Brasil terinfeksi berat dan menyebabkan kerugian besar pada tanaman kacang tanah dan toksinnya pada waktu itu bernama aflatoksin (Swindale, 1987). Ada laporan di banyak negara bahwa *Aspergillus* spp. menjadi kendala terutama dalam kualitas biji-bijian sebagai bahan makanan dan pakan. 33 spesies yang ditemukan, *A. flavus* dan *A. parasiticus* merupakan jamur yang memiliki kemiripan yang dekat dan menginfeksi biji-bijian dan beberapa spesies tumbuhan lainnya menurut laporan Christensen dan Meronuck (1986).

Dari beberapa spesies *Aspergillus* spp., *A. flavus* diidentifikasi sebagai penyakit penting yang menginfeksi biji jagung. Inang utama *A. flavus* adalah jagung, kacang tanah, dan kapas. Penyakit ini memiliki banyak inang alternatif, sekitar 25 jenis tanaman, terutama padi, sorgum dan kacang tunggak (CAB International 2001). *A. flavus* ditemukan pada fase vegetatif dan generatif tanaman, serta jagung pasca panen menurut laporan Pakki dan Muis (2006)

Pada jagung, *Aspergillus* spp. ditandai dengan jamur hitam, (*A. niger* spesies) dan hijau (*A. flavus*). Infeksi nya pada daun menyebabkan gejala nekrotik, warna tidak normal, bercak melebar dan memanjang, mengikuti arah tulang daun. Saat

terinfeksi berat menjadi berwarna coklat kekuningan seperti terbakar. Gejala penularan pada biji dan tongkol jagung ditandai dengan adanya kumpulan miselia yang mengelilingi biji.

4. Penyakit oleh Patogen *Pyricularia oryzae*

Penyakit blas atau busuk leher merupakan salah satu penyakit yang paling umum menyerang padi dan sereal lainya. Kerugian akibat penyakit blas sulit diperkirakan, tetapi selalu signifikan.

Gejala Serangan: *Oryzae Pyricularia* menyebabkan bercak atau luka pada daun, batang, malai, dan biji, tetapi jarang pada pelepah daun. Gejalanya seperti nekrotik. Bintik-bintik pada daun berbentuk gelendong dengan tepi berwarna coklat atau coklat kemerahan, membulat di tengah, dan meruncing ke ujung. Dengan luka sepanjang 1,0 – 1,5 cm dan lebar 0,3 – 0,5 cm. Karakteristik ini berkaitan erat dengan umur luka, kerentanan tanaman, dan faktor lingkungan. Batang yang terinfeksi akan berubah menjadi hitam dan membusuk. Infeksi terjadi dari pangkal malai dan menyebabkan leher busuk dan menyebabkan malai jatuh atau patah. Pada infeksi berat, racillae sekunder dan grain juga terpengaruh.

5. Jamur *Plasmopara viticola*

Gejala serangan cendawan *Plasmopara viticola* terdapat pada daun muda. Serangan pada daun berupa bercak kuning kehijauan pada permukaan atas daun dan pada permukaan bawah tampak semacam serbuk putih yang terdiri dari sporangium dan sporangiofor. Pucuk dan sulur yang terkena akan menunjukkan bubuk putih di bawahnya, sehingga tidak dapat tumbuh dengan baik, produksi turun hingga 70% dalam satu musim.

6. Jamur *Pythium debaryanum*

Pythium debaryanum merupakan jamur patogen penyebab busuk pucuk dan busuk akar pada tanaman budidaya (R. Hesse C. In André and Cock. 2004). Serangan jamur ini terjadi pada beberapa tanaman budidaya, antara lain menyerang daun dan buah tanaman kacang panjang.

7. Jamur *Plasmopora viticola*

Serangan cendawan *Plasmopora viticola* terdapat pada daun muda. Serangan pada daun berupa bercak kuning kehijauan pada permukaan atas daun dan pada permukaan bawah tampak semacam serbuk putih yang terdiri dari sporangium dan sporangiofor. Tunas dan sulur yang terkena akan menunjukkan bubuk putih di bawahnya, sehingga tidak dapat tumbuh dengan baik, produksi turun hingga 70% dalam satu musim.

B. KARAKTERISTIK UMUM JAMUR

Jamur merupakan organisme unik yang umumnya berbeda dengan organisme eukariotik lainnya. Kita bisa melihat perbedaan dalam struktur tubuh dan cara hidup. Ciri-ciri jamur secara umum adalah sebagai berikut:

- ✚ Jamur adalah makhluk hidup yang sudah memiliki membran inti (eukariotik).
- ✚ Tidak memiliki klorofil, sehingga jamur tidak berfotosintesis.
- ✚ Jamur bersifat heterotrof (tidak dapat membuat makanannya sendiri), jadi jamur merupakan tumbuhan heterotrof yang hidup sebagai parasit.
- ✚ Dinding sel zat kitin dan -glukan.
- ✚ Keturunan diploid pendek.
- ✚ Jamur termasuk generasi haloid (n).
- ✚ Memiliki inti sejati

- ✚ Tubuh terdiri dari satu sel atau banyak sel
- ✚ Menyimpan makanan dalam bentuk glikogen.
- ✚ Berkembang biak dengan membentuk spora, membelah, dan fragmentasi.
- ✚ Jamur tidak memiliki jaringan khusus, yaitu memiliki akar, batang dan daun, seperti tumbuhan, sehingga keseluruhannya disebut thallus.
- ✚ Ada thallus jamur yang membentuk struktur menyerupai akar, batang, dan daun tanaman.
- ✚ Tubuh terdiri dari filamen atau benang bercabang halus yang disebut hifa.

Berdasarkan morfologinya, hifa dibagi menjadi tiga jenis seperti berikut:

1. Hifa Aseptat (senosit) yaitu hifa yang tidak mempunyai sekat atau septum
2. Hifa Septat uninukleus yaitu hifa yang disusun oleh sel-sel berinti banyak dan memiliki sekat yang membagi hifa menjadi ruang-ruang, dan setiap ruang memiliki satu inti sel.
3. Hifa Septat multinukleus yaitu hifa yang disusun oleh sel-sel berinti banyak yang dan memiliki sekat yang membagi hifa menjadi ruang-ruang, dan setiap ruang memiliki inti sel lebih dari satu.

Benang-benang hifa berkumpul membentuk suatu massa atau gumpalan yang disebut miselium (miselium adalah kumpulan beberapa hifa). Ada dua jenis miselium jamur:

1. Miselium vegetative/somatic berfungsi menyerap zat organik dari lingkungannya
2. Miselium reproduktif berfungsi menghasilkan spora untuk perkembangbiakan.

Hifa jamur adalah benang halus yang mengandung protoplasma. Setiap hifa memiliki lebar antara 5 – 10 mikrometer. Beberapa hifa

jamur yang terisolasi disebut septa. Beberapa jenis jamur di bawah kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan membentuk miselium bulat yang tahan terhadap pengaruh lingkungan yang disebut sclerotia. Jamur memiliki tubuh buah yang disebut sporofor. Tubuh buah ini yang terlihat sehari-hari dan bervariasi dalam ukuran, bentuk, warna, dan kelangsungan hidupnya. Jamur ada yang bersel banyak (multiseluler) dan ada pula yang bersel satu (uniseluler). Struktur tubuh jamur bersel banyak (multiseluler) terdiri dari miselium, sedangkan jamur bersel tunggal seperti khamir (khamir) tidak membentuk miselium. Jamur bersifat saprofit dan parasit. Jamur saprofit terdapat di tanah, kayu busuk, dan bangkai hewan, misalnya jamur kuping, jamur merang, dan jamur kayu. Sedangkan jamur parasit dapat ditemukan menempel pada kulit manusia, misalnya jamur panu. Selain bersifat saprofit dan parasit, ada juga jamur yang hidup bersama (simbiosis) dengan organisme lain. Tinggal di tempat yang lembab, sedikit asam, dan tidak terlalu membutuhkan sinar matahari. Jamur hidup dari senyawa organik yang diserap dari organisme lain. Bentuk dan ukuran jamur sangat bervariasi, ada yang berbentuk seperti lembaran, misalnya jamur kuping, dan ada pula yang berbentuk seperti payung, seperti jamur merang. Beberapa jamur bersifat dimorfik, artinya dapat berubah bentuk sesuai dengan kondisi lingkungan. Misalnya jamur *Histoplasma capsulatum* (dapat menyebabkan tuberkulosis pada manusia) tumbuh secara normal di dalam tanah membentuk miselium, tetapi jika berada di dalam tubuh manusia akan bersifat uniseluler karena suhu yang meningkat dan tersedia makanan yang cukup.

C. STRUKTUR UMUM JAMUR

Struktur tubuh jamur yang terdiri dari sel eukariotik tersusun atas dinding sel yang mengandung kitin. Uniknya, zat kitin pada jamur mirip dengan zat kitin pada eksoskeleton arthropoda Anda, yang terdiri dari polisakarida yang kuat dan fleksibel. Benang halus yang tersusun

dalam tubuh jamur disebut hifa. Hifa pada jamur dapat bercabang yang nantinya akan membentuk jaringan yang disebut miselium. Miselium ini yang akan membentuk jalinan membentuk tubuh buah seperti pada jamur merang. Selain itu, hifa pada jamur juga memiliki sekat atau sekat antar sel yang disebut septa. Septa pada jamur tersebut memiliki pori-pori yang cukup besar sehingga organel sel dapat mengalir dari sel ke sel.

Pada beberapa jenis jamur, hifa tidak memiliki septum yang disebut hifa aseptik. Hifa ini adalah massa sitoplasma panjang yang mengandung ratusan hingga ribuan inti yang disebut hifa senocytic. Banyaknya jumlah inti sel disebabkan oleh pembelahan inti yang berulang tanpa pembelahan sitoplasma. Hifa yang bercabang dan membentuk miselium ini memungkinkan jamur menjadi menyerap lebih banyak nutrisi. Jamur parasitisme telah memodifikasi hifa yang disebut haustorium. Haustorium memiliki ujung yang fungsinya untuk menembus jaringan inang dan menyerap nutrisi dari inang. Hifa pada beberapa miselium berdiferensiasi membentuk organ reproduksi yang berfungsi menghasilkan spora. Miselium ini disebut miselium generatif.

Anggota kingdom jamur terdiri dari organisme uniseluler dan multiseluler. Jamur yang terdiri dari banyak sel (multiseluler) diklasifikasikan berdasarkan spora dan bentuk tubuhnya saat dewasa. Spora jamur dapat membentuk filamen multiseluler yang disebut hifa. Sel jamur memiliki dinding sel yang tersusun dari karbohidrat dan protein yang disebut kitin. Kebanyakan jamur memiliki bentuk yang berserabut, sedangkan jamur yang sering kita lihat adalah berupa badan buah jamur. Tubuh buah merupakan struktur reproduksi jamur yang bersifat sementara. Struktur ini berasal dari bagian utama tubuh jamur, yaitu miselium. Miselium terbentuk dari kumpulan hifa (jamak: *hyphae*), struktur jamur berupa lembaran-lembaran halus serupa benang. Hifa dibagi menjadi sel-sel oleh sekat atau septum (jamak, septa). Septa umumnya memiliki pori yang cukup untuk

mengalirkan isi sel dari satu sel ke sel yang lain. Perhatikan gambar berikut.

Tubuh buah adalah struktur reproduksi jamur sementara. Struktur tersebut berasal dari bagian utama tubuh jamur yaitu miselium, yang terbentuk dari kumpulan hifa (jamak: hifa), struktur jamur berupa lembaran-lembaran halus seperti benang. Septa umumnya memiliki pori-pori yang cukup untuk mengalirkan isi sel dari satu sel ke sel lainnya. Jamur yang hifanya tidak bersekat ada beberapa dan disebut cenositik. Kebanyakan jamur membentuk dinding sel mereka terutama dari kitin (kitin), karbohidrat yang mengandung nitrogen. Fungi parasit umumnya memiliki sejumlah hifa yang termodifikasi sebagai haustoria, yaitu ujung hifa yang menyerap makanan yang menembus jaringan inang. Miselium jamur tumbuh sangat cepat, menyebar ke daerah sekitarnya. Jamur tidak memiliki kemampuan bergerak. Namun, spora kapang berlimpah di udara dan dapat tumbuh dengan cepat di lingkungan yang menguntungkan, seperti pada roti basah, batang yang membusuk, atau di tanah. Seperti hewan, jamur adalah organisme heterotrofik.

Untuk bertahan hidup Jamur menyerap nutrisi dari lingkungan atau tubuh hewan yang mati. Jamur lain mendapatkan nutrisi dari organisme hidup dan merupakan parasit penyebab penyakit. Ada juga jenis jamur yang melakukan simbiosis mutualistik dengan organisme lain, antara lain lumut kerak dan mikoriza.

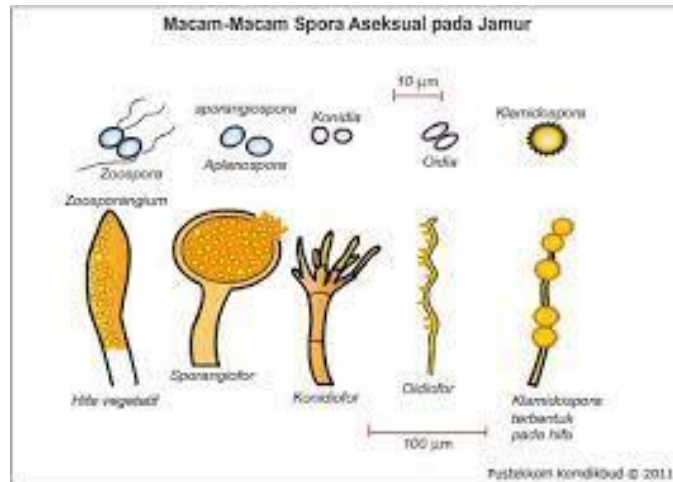
D. REPRODUKSI UMUM JAMUR

Spora jamur datang dalam berbagai bentuk dan ukuran, dan dapat diproduksi secara seksual atau aseksual. Secara umum, spora merupakan organisme uniseluler, tetapi ada juga spora multiseluler. Ketika kondisi lingkungan memungkinkan, pertumbuhan cepat, jamur mengkloning diri mereka sendiri dengan menghasilkan banyak spora secara aseksual. Dibawa oleh angin atau air, spora berkecambah jika

mereka berada di lingkungan yang lembab pada permukaan yang sesuai (Campbell, 2003).

Secara alami, jamur dapat berkembang biak dengan dua cara, yaitu secara aseksual dan seksual. Secara aseksual dilakukan dengan cara pembelahan yaitu dengan membelah sel membentuk dua sel anak yang sejenis, bertunas, dengan cara sel anak yang tumbuh dari tonjolan kecil pada sel inang atau pembentukan spora. Spora aseksual ini berfungsi untuk menyebarkan spesies dalam jumlah besar melalui angin atau air.

Ada beberapa jenis spora aseksual, antara lain sebagai berikut: Konidiospora, adalah konidia yang terbentuk di ujung atau samping hifa. Ada yang kecil, bersel tunggal yang disebut mikrokonidium, sedangkan konidium besar bersel banyak disebut makrokonidium. Sporangiospora, adalah spora bersel tunggal yang terbentuk dalam kantung yang disebut sporangium, di ujung hifa khusus. Ada dua macam sporangiospora yang tidak bergerak (nonmotil) yang disebut aplanospora dan sporangiospora yang dapat bergerak karena memiliki flagela yang disebut zoospora. Oidium / arthrospores, yaitu spora bersel tunggal yang terbentuk akibat larutnya sel hifa. Chlamydospores, adalah spora bersel tunggal, berdinding tebal, dan sangat tahan terhadap kondisi buruk. Spora ini terbentuk dari sel hifa somatik. Blatospora adalah tunas pada sel ragi. Anda dapat melihat berbagai bentuk spora aseksual pada gambar berikut.dengan cara sel anak yang tumbuh dari tonjolan kecil pada sel inang atau pembentukan spora.



Gambar 1. Bentuk spora aseksual Jamur

Sumber: (Kemendikbud)

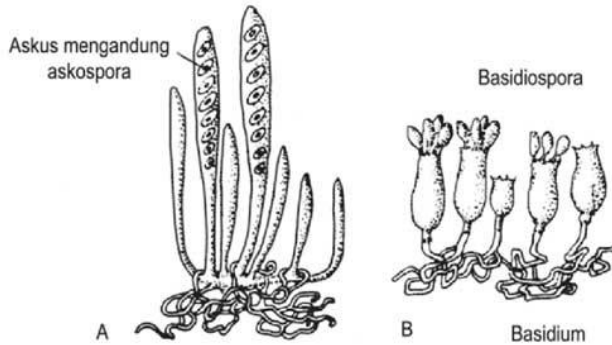
Perkembangbiakan jamur secara seksual dilakukan dengan peleburan inti sel/nukleus dari dua sel induknya. Reproduksi secara seksual ini lebih jarang dilakukan dan jumlahnya lebih sedikit dibandingkan secara aseksual. Perkembangbiakan ini terjadi apabila berada dalam keadaan tertentu. Seperti halnya spora aseksual jamur, jenis spora seksual jamur pun bermacam-macam.

Menurut Pelczar (1986), bahwa spora seksual dihasilkan dari peleburan dua inti. Ada beberapa spora seksual adalah sebagai berikut:

1. Askospora: merupakan spora bersel satu yang terbentuk di dalam kantung yang dinamakan askus, dalam setiap askus terdapat askospora.
2. Basidiospora: merupakan spora bersel satu yang terbentuk di atas struktur berbentuk gada yang dinamakan basidium.
3. Zygospora: Merupakan spora besar berdinding tebal, terbentuk dari ujung-ujung dua hifa yang serasi yang dinamakan gametangia.

4. Oospora: merupakan spora yang terbentuk dari pertemuan antara gamet betina (Oogonium) dan gamet jantan (Antheridium), sehingga akan terjadi pembuahan (Oosfer) dan akan menghasilkan oospora.

Macam-macam bentuk spora seksual fungi atau jamur dapat kalian amati pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Bentuk spora Seksual jamur

Sumber: Agrios, 1997

E. KLASIFIKASI JAMUR

Jamur dikelompokkan berdasarkan ciri-ciri spora yang dihasilkan dan bentuk tubuh buah yang terbentuk selama fase reproduksi. Jamur yang secara jelas menunjukkan tingkat seksualnya disebut jamur sempurna sedangkan jamur yang tidak memiliki tingkat seksual yang jelas disebut jamur tidak sempurna (*imperfecti fungi*). Pengembangan sistem klasifikasi baru membagi jamur menjadi enam divisi, yaitu:

1. Divisi Chytridiomycota
2. Divisi Zygomycota
3. Divisi Glomeromycta
4. Divisi Ascomycota
5. Divisi Basidiomycota

6. Divisi Deuteromycota

E.1. Chytridiomycota

E.1.a. Pengertian Chytridiomycota

Asal kata Chytridiomycota adalah dari bahasa Yunani chytridion yang berarti "panci kecil". Asal usul nama ini menggambarkan struktur jamur yang belum mengandung spora (Alexopoulos. CJ, 1996). Chytridiomycota atau sering disebut khitrid adalah jamur yang paling primitif dan merupakan ciptaan atau penghubung antara jamur dan Protista. sebagian besar Chytridiomycota hidup di udara (organisme akuatik). Beberapa dari mereka adalah saproba, yang lain hidup sebagai parasit pada protista, tumbuhan air dan invertebrata.

Chytrids adalah jamur air, meskipun mereka yang berkembang di jaringan kapiler di sekitar partikel tanah biasanya dianggap terestrial. Sparrow (1960) Zoospora terutama merupakan sarana untuk mengeksplorasi secara menyeluruh sejumlah kecil air untuk substrat yang sesuai daripada sarana penyebaran jarak jauh.

Chytrids telah diisolasi dari berbagai habitat perairan, termasuk gambut, rawa, sungai, kolam, mata air, dan parit, dan habitat terestrial, seperti tanah asam, tanah alkalin, tanah hutan beriklim sedang, tanah hutan hujan, Arktik dan tanah Antartika. Barr DJS (1990) dan Sparrow (1960), Hal ini menyebabkan keyakinan bahwa banyak spesies chytrid ada di mana-mana dan kosmopolitan.

Ahli sistematika mengklasifikasikan Chytridiomycota ke dalam Kingdom Fungi karena memiliki ciri-ciri utama seperti fungi, yaitu cara memperoleh makanan dengan cara penyerapan (absorbtive), dinding selnya terbuat dari kitin, dan memiliki beberapa enzim yang dimiliki oleh fungi. Selain itu, ahli sistematika molekuler juga telah menemukan sekuens protein dan sekuens asam nukleat Chytridiomycota dengan jamur dan telah menemukan bukti bahwa Chytridiomycota termasuk dalam kelompok jamur.

Chytridiomycota membentuk spora berflagel tunggal yang disebut zoospora. Flagela merupakan salah satu ciri kingdom protista, Chytridiomycota merupakan satu-satunya anggota kingdom Fungi yang memiliki flagela (bulu cambuk) seperti pada filum Flagellata pada kingdom protista yaitu filum Protozoa (protista mirip hewan).

E.1.b. Karakteristik Chytridiomycota

Secara umum ciri atau sifat yang termasuk dalam divisi Chytridiomycota adalah sebagai berikut sebagian besar uniseluler tetapi ada juga yang multiseluler yaitu; dinding sel tersusun atas senyawa kitin (kitin), memiliki hifa senositik (bernukleus banyak), sebagian besar bersifat saprofit, tetapi ada juga yang parasit pada tumbuhan dan hewan, Chytridiomycota bereproduksi secara aseksual dengan membentuk zoospora berinti tunggal dan berflagel yang muncul di bagian belakang, reproduksi seksual dengan fusi planogamet, fusi gametangium, dan penyatuan antara hifa atau sel yang sesuai, sebagian besar adalah organisme akuatik (air), dasar dari jamur paling primitif, kreasi musik dari protista hingga jamur, dan satu-satunya anggota kingdom fungi yang memiliki flagela.

E.1.c. Struktur Tubuh Chytridiomycota

Ada beberapa jamur di divisi ini yang merupakan jamur patogen. Salah satu contohnya adalah *Phytophthora infestans* yang merupakan parasit pada tanaman kentang. Haustoria jamur menyerang sel-sel mesofil dan menyedot makanan dari sel-sel ini. Miselium membentuk sporangiospora dengan sporangium, keluar dari stomata.

E.1.d. Contoh dan Peranan Chytridiomycota

Chytridiomycota mencakup sekitar 1.000 spesies yang sering masuk dalam kingdom Protista karena menghasilkan zoospora berflagel. Sesuai dengan Habitat utamanya yaitu di perairan dan tempat yang

lembab. Namun Chytridiomycota memiliki struktur dan cara memperoleh makanan yang menyerupai jamur, sehingga para ahli biologi menganggap Chytridiomycota sebagai penghubung antara Protista dan Fungi.

Adapun beberapa contoh spesies Chytridiomycota dan perannya dalam kehidupan adalah sebagai berikut : *synchytrium endobioticum*, merupakan patogen pada umbi kentang yang menyebabkan bintil, *Hyzopydium couchii*, adalah parasit pada alga *Spirogyra*, *Olpidium viciae*, merupakan parasit pada tanaman *Vicia unijuga* (Kara legum), *Physoderma zeamaydis*, menyebabkan noda pirang pada jagung, *Phytophthora infestans*, merupakan parasit pada tanaman kentang, *Batrachochytrium dendrobatidis*, menyebabkan chytridiomycosis pada amfibi sehingga dapat mengurangi jumlah populasi bahkan kepunahan.

E.2. Zygomycota

E.2.a. Pengertian Zygomycota

Zygomycota adalah sejenis jamur (mushroom) yang memiliki bentuk spora berdinding tebal (*Zygospora*). Organisme ini pada umumnya tumbuh di darat sebagai saprofit yang tidak memiliki klorofil, memiliki hifa yang tidak bersekat (*septum*) dan memiliki banyak inti sel. Zygomycota ini berkembang biak secara vegetatif, yang terbentuk sebagai aplanospora yang tumbuh di ekosistem darat, dan zoospora yang tumbuh di ekosistem perairan. Sedangkan Zygomycota yang berkembang biak dengan cara generatif, yaitu dengan membentuk Oogami atau Gametaniogami.

Zygomycota atau sering juga dikenal sebagai jamur konjugat adalah salah satu jamur yang memiliki zigospora selama proses reproduksi generatif. Zygomycota biasanya juga ditemukan sebagai penyebab roti busuk atau busuk dan beberapa makanan lainnya. Sebagian besar anggotanya hidup di darat atau di dalam tanah, tetapi

ada juga yang hidup di bagian tumbuhan dan hewan yang membusuk. Sudah ada sekitar 600 spesies zygomycota yang diketahui.

Terdapat tiga jenis hifa, yaitu Stolon (hifa yang membentuk jaringan pada permukaan substrat dan menghubungkan dua kelompok sporangium), Rhizoid (hifa yang menembus substrat untuk menyerap makanan), dan Sporangiofor (hifa yang tumbuh tegak pada permukaan substrat). permukaan substrat dan memiliki sporangium globular di ujung hifa). akhir). Jamur pada kelas ini disebut sebagai jamur tertinggi dibandingkan dengan kelas Ascomycota dan Basidiomycota. Jamur di kelas ini juga biasanya hidup sebagai saprofit.

E.2.b. Struktur dan Karakteristik Zygomycota, yaitu:

Menghasilkan zigospora sebagai hasil reproduksi seksual, memiliki hifa berinsulasi dengan banyak inti sel, tidak memiliki tubuh buah, beberapa hifa berdiri tegak membentuk sporangiofor, dan pada ujung sporangiofor terdapat sporangium bulai, di dalam sporangium kehitaman ini terdapat spora vegetative, dapat berkembang biak secara seksual (seksual) dan vegetatif (aseksual), hifa dapat berfungsi untuk menyerap makanan, bagian yang menyerap makanan disebut rizoid, tahan terhadap kondisi lingkungan yang keras dan kering.

Rhizophus stolonifera; jamur ini muncul sebagai benang putih, memiliki rizoid dan stolon. Ini adalah saprofit yang hidup pada bungkil kedelai dan dapat berguna dalam pembuatan tempe. Rhizophus oryzae yang terdapat pada ragi tempe memiliki kekuatan untuk memecah putih telur dan lemak. Oleh karena itu, ia berperan dalam pembuatan tempe putih dan oncom. Jamur tempe memiliki hifa yang berguna untuk menyerap makanan dari kedelai. Dalam dua sampai tiga hari, kumpulan hifa akan membungkus kedelai yang kemudian disebut tempe. Selain tempe, jamur ini juga bisa tumbuh di tempat yang lembab.

E.2.c. Reproduksi Zygomycota

1. Reproduksi Generatif (Seksual) Zygomycota

Terjadi dengan pembentukan spora generatif (Zygospora) melalui fusi antara hifa dari berbagai jenis. Awalnya dua hifa yang berbeda akan bersentuhan. Kedua ujungnya dapat membentuk gametangium yang memiliki banyak inti haploid. Kemudian inti haploid ini akan membentuk zigospora diploid. Kemudian zigospora berkecambah dan tumbuh menjadi sporangium. Pada sporangium ini juga akan terjadi meiosis dan akan menghasilkan spora yang haploid. Spora haploid dapat keluar, jika jatuh pada tempat yang tepat akan tumbuh menjadi individu baru.

2. Reproduksi dengan Vegetatif (Aseksual) Zygomycota

Dapat berlangsung dengan proses fragmentasi hifa dan membentuk spora vegetatif (spongiospora). Hifa yang matang akan putus dan terpisah, kemudian tumbuh menjadi hifa jamur baru. Hifa dewasa akan memiliki sporangiofor pada hifa, sehingga pada ujung sporangiofor terdapat kotak spora (sporangium) tempat terjadi pembelahan sel secara mitosis dan menghasilkan sporangiospora dengan kromosom haploid.

E.2.d. Contoh dan Peranan Zygomycota

Rhizopus oligosporus, berfungsi membantu pembentukan tempe, yaitu dapat membantu memecah protein kedelai menjadi protein sederhana dan asam amino, dengan bantuan enzim yang dikeluarkan.

Rhizopus pylobolus, jamur ini hidup sebagai saprofit. Sering ditemukan pada roti, sisa makanan dan kotoran ternak. Miselium jamur ini berkembang di substrat. Memiliki sporangium yang dilengkapi dengan sporangiofor.

Mucor javanicus, berperan dalam pembuatan tapai karena jamur ini terdapat pada ragi tapai. Jamur ini adalah makhluk hidup yang memiliki kekuatan untuk mengubah tepung menjadi gula.

E.3. Glomeromycota

E.3.a. Pengertian Glomeromycota

Glomeromycota merupakan kelompok fungi yang paling banyak bersimbiosis dengan tumbuhan membentuk mikoriza arbuskular. Mikoriza adalah jamur yang hidup dan hidup bersimbiosis pada akar tumbuhan tingkat tinggi. Mikoriza membentuk hifa khusus yang tumbuh membentuk miselium yang mengelilingi ujung akar. Beberapa jenis tanaman pertanian bergantung pada mikoriza untuk tumbuh optimal.

E.3.b. Karakteristik Glomeromycotaco

Jamur yang termasuk dalam divisi Glomeromycota memiliki ciri atau ciri umum dan khusus yang membedakannya dengan divisi fungsional lainnya. Ciri-ciri umum dan ciri khusus Glomeromycota adalah sebagai berikut.

Ciri Umum Glomeromycota: kelompok jamur yang bersimbiosis dengan tumbuhan membentuk Mikoriza Arbuskular (Arbuskular merupakan tempat pertukaran makanan antara jamur dan tumbuhan inang), biotrop obligat (parasit pada tumbuhan hidup), aseksual (membentuk spora di luar inang), non-septa (non-septa), dinding hifa mengandung kitin, kitosan, dan asam poliglukuronat., menghasilkan spora multinukleat yang besar dan berdinding tebal (klamidospora),

Karakteristik/Spesifik Glomeromycota, Vesikel (kantong): tahap awal pembentukan mikoriza, pembantu (bagian luar): miselia yang menempel pada akar tumbuhan tingkat tinggi, Arbuscular: setelah Auxiliary matang, itu akan membentuk Arbuscular, Spora membentuk klamidospora (berdinding tebal) dan zigospora (bergerak).

E.3.c. Struktur Tubuh Glomeromycota

Glomeromycota awalnya termasuk dalam kingdom Zygomycota, namun Walker dan Schubler pada tahun 2001 memisahkannya menjadi kingdom tersendiri karena terdapat perbedaan dengan Zygomycota. Saat ini baru sekitar 150 spesies Glomeromycota yang telah dipelajari.

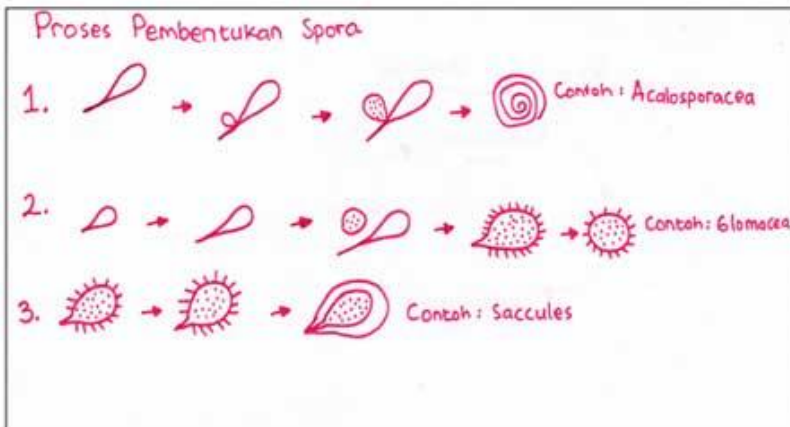
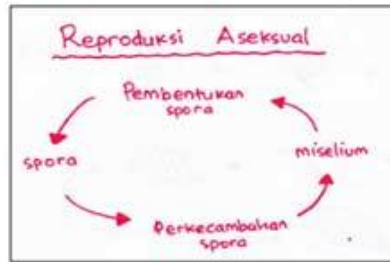
Ada dua jenis mikoriza, yaitu sebagai berikut: 1. Ectomycorrhizae, hifa jamur tidak menembus ke dalam akar (korteks) tetapi hanya mencapai epidermis, misalnya jamur yang berasosiasi dengan akar pinus. 2. Endomycorrhizae, hifa jamur menembus ke korteks, misalnya ditemukan pada anggrek dan sayuran seperti kubis dan bit.

Ciri khas Glomeromycota adalah selalu hidup bersimbiosis dengan tumbuhan (tidak dapat hidup bebas), membentuk cabang dikotomi arbuskular pada akar tumbuhan), hifanya tidak bersekat, dan menghasilkan spora multinukleat yang besar berdinding tebal.

Arbuskular adalah struktur yang digunakan sebagai tempat pertukaran makanan antara jamur dan tanaman inang. Ada jenis lain yang membentuk struktur seperti balon pada akar inang yang disebut vesikel. Arbuskular dan vesikel juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan metabolisme jamur.

E.3.d. Reproduksi Glomeromycota

Glomeromycota berkembang biak secara aseksual membentuk spora. Jika kondisi menguntungkan, spora berkecambah membentuk apresoria pada akar tanaman inang dan membentuk mikoriza baru. Reproduksi seksual pada Glomeromycota tidak ditemukan.



Gambar 3. Tahapan proses pembentukan spora pada jamur
Glomeromycota

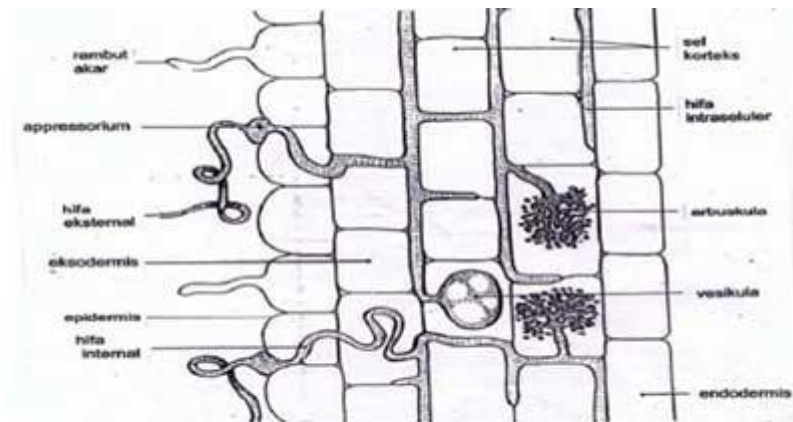
Sumber: Rizkyahani, 2015

E.3.e. Contoh dan Peranan Glomeromycota

Beberapa contoh spesies jamur yang termasuk dalam divisi Glomeromycota sebagai berikut: *Glomus mosseae*, *Glomus epigaeum*, *Glomus klaroideum*, *Archaeospora leptoticha*, *Gigaspora coralloidea*, *Gigaspora heterogami*, *Sklerosistis*, *Acaulospora*, *Entrofospora*.

Jamur mikoriza arbuskular adalah bentuk asosiasi antara jamur dan akar tanaman tingkat tinggi, yang mencerminkan interaksi fungsional yang saling menguntungkan antara tanaman dan satu atau lebih strain mikobion dalam ruang dan waktu.

Jamur mikoriza termasuk dalam kelompok endomikoriza. Jenis jamur ini dicirikan oleh hifa intraseluler, yaitu hifa yang menembus ke dalam korteks dari satu sel ke sel lainnya. Di antara sel terdapat hifa yang berbelit-belit atau struktur hifa bercabang yang disebut arbuskula. Pembengkakan yang terbentuk pada hifa berbentuk oval disebut vesikel. Arbuskula adalah tempat pertukaran metabolit antara jamur dan tumbuhan. Keberadaan arbuskula sangat penting untuk mengidentifikasi telah terjadi infeksi pada akar tanaman, sedangkan vesikel merupakan organ penyimpan makanan dan berfungsi sebagai propagul (alat reproduksi). Lebih lanjut dikatakan bahwa semua endofit dan genus *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Glomus*, *Sclerocystis* dan *Acaulospora* mampu membentuk arbuskula.



Gambar 1. Penampang longitudinal akar yang terinfeksi fungi mikoriza (Brundrett *et al.*, 1994)

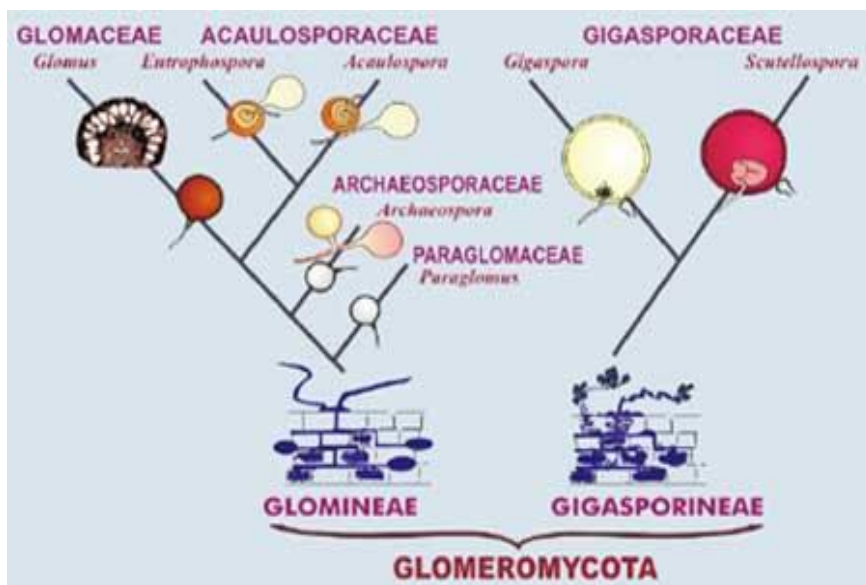
Gambar 4. Anatomi sederhana penampang longitudinal akar yang terinfeksi fungi mikoriza

Sumber: Brundrett *et al.*, 1994

Vesikula, menurut Abbott dan Robson (1982), berbentuk globose dan berasal dari hifa internal jamur mikoriza yang

menggelembung. Vesikula ditemukan baik di dalam maupun di luar lapisan parenkim kortikal. Tidak semua jamur mikoriza membentuk vesikel pada akar inangnya, seperti *Gigaspora* dan *Scutellospora*.

Ada banyak pendapat tentang fungsi vesikel ini, yaitu sebagai organ reproduksi atau organ yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan makanan yang kemudian diangkut ke dalam sel. Ciri utama arbuskula mikoriza adalah adanya arbuskula di dalam korteks akar. Awalnya jamur tumbuh di antara sel-sel korteks, kemudian menembus dinding sel inang dan berkembang di dalam sel.



Gambar 5. Perkembangan dan taksonomi mikoriza
 Sumber: Brundrett *et al*, 1994

Faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaan spora FMA seperti:

1. Suhu

Suhu mempengaruhi terjadinya infeksi yaitu perkembangan spora, penetrasi hifa pada sel akar dan

perkembangan korteks akar, selain itu suhu juga mempengaruhi ketahanan dan simbiosis. Semakin tinggi suhu, semakin besar pembentukan kolonisasi dan peningkatan produksi spora. Schenk dan Schroder (1974) menyatakan bahwa suhu terbaik untuk perkembangan arbuskular adalah pada suhu 30°C tetapi suhu terbaik untuk koloni miselium adalah pada suhu 28°C - 34°C, sedangkan perkembangan vesikel pada suhu 35°C.

2. Cahaya

Naungan yang berlebihan, terutama untuk tanaman yang menyukai cahaya, dapat mengurangi infeksi akar dan produksi spora, serta respon tanaman terhadap jamur mikoriza akan berkurang. Hal ini disebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan internal hifa di akar yang mengakibatkan terbatasnya perkembangan hifa eksternal di rizosfer.

3. Bahan organik

Bahan organik merupakan salah satu komponen terpenting dalam tanah selain air dan udara. Jumlah spora FMA erat kaitannya dengan kandungan bahan organik di dalam tanah. Jumlah spora maksimum ditemukan pada tanah yang mengandung bahan organik 1-2% sedangkan pada tanah yang mengandung bahan organik kurang dari 0,5% kandungan spora sangat rendah.

4. Kandungan air tanah

Kadar air tanah dapat berpengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap infeksi dan pertumbuhan jamur mikoriza. Pengaruh langsung tanaman mikoriza dapat memperbaiki dan meningkatkan daya serap air. Sedangkan pengaruh tidak langsung karena adanya miselia eksternal menyebabkan cendawan mikoriza efektif dalam mengagregasi butir-butir tanah, kemampuan tanah menyerap air meningkat. Kejenuhan air tanah yang berkepanjangan berpotensi

mengurangi pertumbuhan dan infeksi jamur mikoriza akibat kondisi anaerob.

Daniels dan Trappe (1980) menggunakan *Glomus epigaeum* untuk berkecambah pada tanah liat berlumpur pada berbagai kadar air. *Glomus epigaeum* ditemukan berkecambah paling baik pada kadar air antara kapasitas lapang dan kadar air jenuh.

5. pH tanah

Pada umumnya jamur mikoriza lebih tahan terhadap perubahan pH tanah. Namun adaptasi setiap jenis jamur mikoriza terhadap pH tanah berbeda, karena pH tanah mempengaruhi perkecambahan, perkembangan dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman. PH optimum untuk perkembangan jamur mikoriza bervariasi tergantung pada adaptasi jamur mikoriza terhadap lingkungan. pH secara langsung dapat mempengaruhi aktivitas enzim yang berperan dalam perkecambahan spora jamur mikoriza.

Sebagai contoh, *Glomus mosseae* biasanya pada tanah alkalin dapat berkecambah dengan baik dalam air atau dalam agar ekstrak tanah pada pH 6-9. Spora *Gigaspora coralloidea* dan *Gigaspora heterogami* dari spesies yang lebih tahan asam berkecambah dengan baik pada pH 4-6. Perkecambahan *glomus epigaeum* lebih baik pada pH 6-8.

6. Logam berat dan elemen lainnya

Keberadaan logam berat dalam larutan tanah dapat mempengaruhi perkembangan mikoriza. Beberapa spesies mikoriza arbuskular diketahui mampu beradaptasi dengan tanah yang terkontaminasi seng (Zn), namun sebagian besar spesies mikoriza sensitif terhadap kandungan Zn yang tinggi. Pada beberapa penelitian lain juga diketahui bahwa beberapa strain jamur mikoriza toleran terhadap kandungan Mn, Al, dan Na yang tinggi.

E.4. Ascomycota

E.4.a. Pengertian Ascomycota

Ascomycota adalah jamur yang mengandung kantung yang menampung spora selama tahap seksual dari siklus hidup. Karena kantung adalah salah satu ciri paling menonjol yang digunakan untuk mengidentifikasi anggota Ascomycota, Anda juga akan mendengarnya disebut jamur kantung. Secara linguistik, pengertian kelas Ascomycota diambil dari kata ascus yang berarti 'kantong'. Kantung ini digunakan untuk menghasilkan askospora untuk reproduksi.



Gambar 6. Jamur Ascomycota

Sumber: Cavalier-Smith, 1998

Ascomycota merupakan jamur yang memiliki pengelompokan terbesar. Berdasarkan jumlah spesiesnya, menurut 3 (tiga) kategori subfilum yaitu Taphrinomycotina, Saccharomycotina dan Pezizomycotina. Jamur Ascomycota dapat ditemukan di beberapa daerah laut, air tawar dan darat. Tapi Ascomycota paling mudah ditemukan di darat. Ascomycota dapat dikategorikan sebagai jamur yang memiliki flagela yang memiliki 1 (satu) atau lebih penggerak. Flagela adalah alat gerak yang dapat berupa cambuk.

Ascomycota adalah sejenis fungi (jamur) yang berbentuk spora, yang terbentuk secara generatif (seksual). Spora ini terbentuk di dalam Sel Gelembung, dan memiliki bentuk seperti kantung yang disebut askus. Kemudian spora dalam sel gelembung akan menghasilkan askospora.



Gambar 7. Jamur Kantung Ascomycota

Sumber: Cavalier-Smith, 1998

Hampir semua Ascomycetes bersifat terestrial atau parasit. Namun, beberapa telah beradaptasi dengan lingkungan laut atau air tawar. Dinding sel hifa secara bervariasi terdiri dari kitin dan -glukan, seperti pada Basidiomycota. Namun, serat ini disusun dalam matriks glikoprotein yang mengandung gula galaktosa dan manosa. Miselium Ascomycetes biasanya terdiri dari hifa berseptata. Namun, tidak selalu ada jumlah inti yang tetap di setiap divisi. Dinding septum memiliki pori-pori septum yang memberikan kontinuitas sitoplasma di seluruh hifa individu. Dalam kondisi yang sesuai, nukleus juga dapat bermigrasi antara kompartemen septum melalui pori-pori septal.

Karakteristik unik Ascomycota (tetapi tidak ada di semua Ascomycetes) adalah adanya badan Woronin di setiap sisi septa yang memisahkan segmen hifa yang mengontrol pori-pori septum. Jika hifa yang berdekatan pecah, badan Woronin menyumbat pori-pori untuk mencegah hilangnya sitoplasma ke dalam kompartemen yang pecah. Badan Woronin adalah struktur terikat membran bulat, heksagonal, atau persegi panjang dengan matriks protein kristal.

Nama takson kadaluwarsa; beberapa nama takson yang sudah ketinggalan zaman berdasarkan ciri morfologi terkadang masih digunakan untuk spesies Ascomycota. Ini termasuk kelompok seksual (teleomorfik) berikut, yang ditentukan oleh struktur tubuh buah seksual mereka: Discomycetes, yang mencakup semua spesies yang membentuk apothecia; Pyrenomycetes, yang mencakup semua jamur kantung yang membentuk perithecia atau pseudothecia, atau struktur apa pun yang menyerupai struktur morfologi ini; dan Plectomycetes, yang termasuk dalam spesies yang membentuk cleistothecia. HemiAscomycetes termasuk ragi dan jamur mirip ragi yang sekarang telah ditempatkan di Saccharomycotina atau Taphrinomycotina, sedangkan Ascomycetes termasuk spesies Ascomycota yang tersisa, yang sekarang berada di Pezizomycotina, dan Neolecta, yang berada di Taphrinomycotina.

Dalam klasifikasi modern, ada tiga subfilum yang dijelaskan dan diterima:

1. Pezizomycotina adalah subfilum terbesar dan berisi semua Ascomycetes yang menghasilkan ascocarps (tubuh buah), kecuali satu genus, Neolecta, di Taphrinomycotina. Ini kira-kira setara dengan takson sebelumnya, EuAscomycetes. Pezizomycotina termasuk makroskopik "ascos" seperti truffle, ergot, ascolichens, jamur cangkir (discomycetes), pyrenomycetes, lorchels, dan jamur ulat. Ini juga mengandung

jamur mikroskopis seperti embun tepung, jamur dermatofit, dan Laboulbeniales.

2. Saccharomycotina sebagian besar terdiri dari ragi "sejati", seperti ragi roti dan *Candida*, yang merupakan jamur bersel tunggal (uniseluler), yang berkembang biak secara vegetatif dengan tunas. Sebagian besar spesies ini sebelumnya diklasifikasikan dalam takson yang disebut HemiAscomycetes.
3. Taphrinomycotina milik kelompok yang berbeda dan basal dalam Ascomycota yang dikenali setelah analisis molekuler (DNA). Takson ini awalnya bernama ArchiAscomycetes (atau Archae Ascomycetes). Ini termasuk jamur hifa (*Neolepta*, *Taphrina*, *Archaeorhizomyces*), jamur fisi (*Schizosaccharomyces*), dan parasit paru-paru mamalia *Pneumocystis*.

E.4.b. Karakteristik Umum Ascomycota

Ciri-ciri Ascomycota yang perlu kita ketahui adalah sebagai berikut: terdiri dari kitin pada bahan dinding sel (polimer rantai panjang N-asetilglukosamin/ $(C_9H_{13}O_5N)_n$), memiliki hifa bersekat dan badan buah yang disebut askokarpus dan memiliki banyak inti, jumlah inti haploid, jenis spora vegetatif adalah konidiospora, habitat yang lembab dan cosmopolitan, keturunan haploid pendek, reproduksi seksual dan aseksual, jenis spora generatif menghasilkan askospora, reproduksi aseksual dengan membentuk konidiospora,

Cara hidupnya parasit dan ini adalah contoh simbiosis parasitisme yang perlu anda ketahui atau bersifat saprofit : reproduksi seksual dengan konjugasi, memiliki banyak sel yang uniseluler dan multiseluler, hidup sebagai parasit atau saprofit, reproduksi seksual dan aseksual

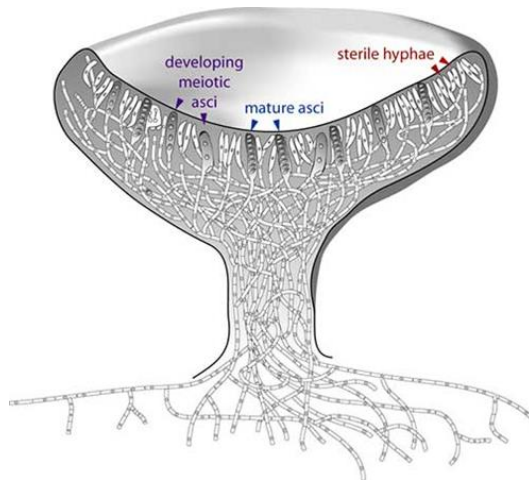
Ascomycetes, beberapa tidak bereproduksi secara seksual atau tidak diketahui menghasilkan ascus dan karena itu merupakan spesies

anamorphic. Anamorph yang menghasilkan konidia ini (mitospora) sebelumnya disebut sebagai Ascomycota mitosporik. Beberapa ahli taksonomi menempatkan kelompok ini ke dalam filum buatan yang terpisah, Deuteromycota (atau "Fungi Imperfecti"). Di mana analisis molekuler baru-baru ini telah mengidentifikasi hubungan dekat dengan taksa pembawa askus, spesies anamorfik telah dikelompokkan ke dalam Ascomycota, meskipun tidak ada askus yang didefinisikan. Isolat seksual dan aseksual dari spesies yang sama biasanya memiliki nama spesies binomial yang berbeda, seperti *Aspergillus nidulans* dan *Emericella nidulans*, masing-masing untuk isolat aseksual dan seksual dari spesies yang sama.

Spesies Deuteromycota diklasifikasikan sebagai Coelomycetes jika mereka menghasilkan konidia dalam labu kecil atau konidiomata berbentuk piring, secara teknis dikenal sebagai pycnidia dan acervuli. Hyphomycetes adalah spesies di mana konidiofor (yaitu, struktur hifa yang membawa sel pembentuk konidia di ujungnya) bebas atau terorganisir secara longgar. Mereka sebagian besar terisolasi tetapi kadang-kadang juga muncul sebagai kelompok sel yang sejajar secara paralel (digambarkan sebagai synnematal) atau sebagai massa berbentuk bantalan (digambarkan sebagai sporodochial).

E.4.c. Struktur Tubuh

Kelompok Ascomycota, struktur tubuh jamur ada yang multiseluler dan ada juga yang uniseluler seperti pada khamir (Wahyuni, 2010). Hifa Ascomycota umumnya tegak pada miselium pada permukaan substrat yang disebut hifa fertil, karena berperan dalam reproduksi. Hifa fertil dapat berupa sporangiofor atau konidiofor atau korpus dengan tujuan agar sel reproduksi yang dibawanya berlangsung lebih mudah.



Gambar 8. Struktur tubuh Ascomycota

Sumber: Brundrett *et al*, 1994

Sebagian besar spesies tumbuh sebagai struktur mikroskopis berfilamen yang disebut hifa atau sebagai tunas sel tunggal (ragi). Banyak hifa yang saling berhubungan membentuk thallus yang biasa disebut miselium, yang bila dilihat dengan mata telanjang (makroskopik) biasa disebut jamur. Selama reproduksi seksual, banyak Ascomycota biasanya menghasilkan sejumlah besar askus. Askus sering terkandung dalam struktur buah multiseluler, kadang-kadang mudah terlihat, ascocarp (juga disebut ascoma). Ascocarps datang dalam berbagai macam bentuk: berbentuk cangkir, berbentuk tongkat, seperti kentang, seperti spons, seperti biji, mengalir dan seperti jerawat, seperti karang, seperti telur, berbentuk bola golf, seperti bola tenis, miniatur berbentuk bantal, berlapis dan berbulu (Laboulbeniales), perisai mikroskopis Yunani klasik, bertangkai atau sessile. Mereka dapat tampil soliter atau berkelompok. Teksturnya juga bisa sangat bervariasi, termasuk berdaging, arang (berkarbonasi), kasar, kenyal, agar-agar, berlendir, tepung, atau seperti tongkol. Ascocarps datang dalam berbagai warna seperti merah, oranye, kuning, coklat, hitam, atau, lebih

jarang, hijau atau biru. Beberapa jamur ascomycoous, seperti *Saccharomyces cerevisiae*, tumbuh sebagai ragi bersel tunggal, yang - selama reproduksi seksual - berkembang menjadi askus, dan tidak membentuk tubuh buah.

Septum adalah septum yang membagi hifa menjadi kompartemen. Namun, protoplasma sel masih saling berhubungan karena septum memiliki lubang. Septum pada Ascomycota mengalami pembengkakan di sekitar pori septum membentuk cincin besar. Ukuran pori septa berkisar antara 50-500nm yang berfungsi sebagai transfer sitoplasma dan nutrisi antar septa, sehingga mempercepat pertumbuhan hifa muda. Beberapa jenis Ascomycota memiliki badan Woronin yang tersusun dari protein, yang berfungsi untuk menutup pori-pori dan melindungi sitoplasma jika terjadi kerusakan jaringan.

Struktur tubuh ascomycota memiliki bentuk tubuh buah kecil, bulat, elips, mangkuk. Beberapa ascomycota ada yang tidak memiliki tubuh buah, ascomycota yang tidak memiliki tubuh buah yaitu *Neurospora crassa*. Reproduksi seksual terjadi ketika gamet diproduksi. Pada dasarnya, ini (gamet) adalah inti yang diproduksi dalam hifa organisme atau di dalam spora dan mampu melakukan fertilisasi silang dengan gamet lain.

Untuk jamur berfilamen, organ yang disebut tubuh buah diproduksi dan berkembang dalam miselia organisme. Segera setelah matang, ia dibuahi oleh gamet jantan (inti) yang dihasilkan dari konidium miselia lain jika cocok. Setelah pembuahan, tubuh buah berkembang lebih lanjut untuk menghasilkan zigot (ascospores berkembang menjadi zigot), yang kemudian berkembang menjadi miselia nukleus jantan/betina. Nukleus ini kemudian dapat membelah dan berkembang lebih jauh untuk memulai siklus lagi. Karena bagian jantan dan betina diproduksi dalam organisme ini, mereka disebut hermafrodit. Spesies bersel tunggal seperti ragi, reproduksi aseksual melibatkan pembelahan sel melalui mitosis. Oleh karena itu, tubuh

buah tidak diproduksi dalam organisme bersel tunggal ini. Sebaliknya, fusi terjadi antara dua sel yang berbeda. Segera setelah sel matang, kuncup mulai menghasilkan dua sel anak dan siklus berlanjut.

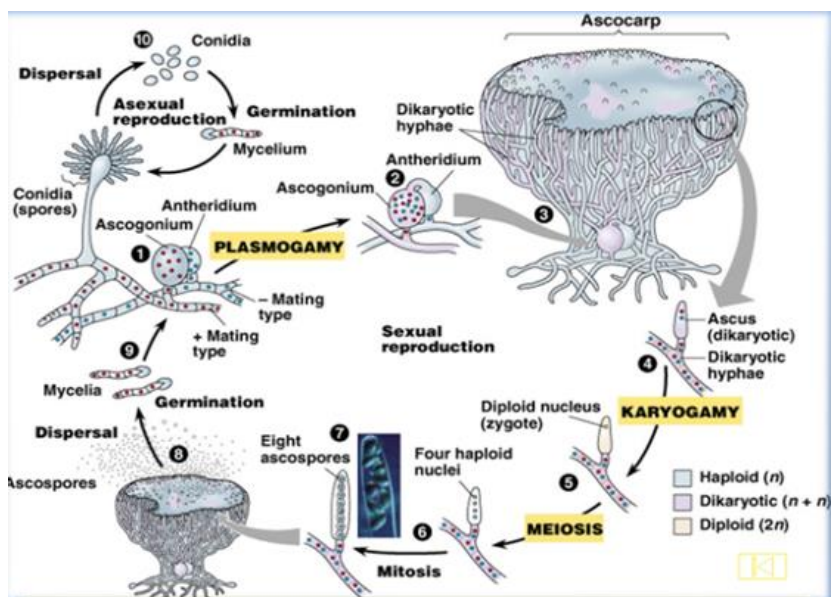
Tubuh buah Ascomycota, Tubuh buah sering ditemukan di antara miselium Ascomycota. Sebagai Ascomata atau ascocarps, ia memiliki struktur kompleks yang terdiri dari berbagai jenis sel. Ada empat jenis tubuh buah yang meliputi: Cleitothecia; Perithesia; Apoteker dan Pseudotesia. Sementara tubuh buah sebagian besar diproduksi oleh miselium Ascomycetes, ini telah terbukti bergantung pada sejumlah faktor eksternal termasuk ketersediaan nutrisi, suhu, pH, aerasi dan cahaya.

Pada jamur ascomycota yang hidup sebagai parasit. Parasit adalah kemampuan makhluk hidup untuk bertahan hidup menggunakan makhluk hidup lain dengan memberikan dampak negatif pada inangnya sekaligus memberikan manfaat bagi jamur ascomycota. Tubuh buah yang besar terdapat pada jamur ascomycota yang hidup sebagai saprofit. Saprofit berarti kemampuan hidup jamur ascomycota yang membutuhkan makhluk hidup lain yang tidak memiliki pengaruh negatif atau positif terhadap inangnya. Ascomycota bervariasi, termasuk seperti mangkuk, bulat, dan elips.

E.4.d. Reproduksi Jamur Ascomycetes

Sebagian besar jamur dapat bereproduksi melalui reproduksi seksual dan aseksual. Reproduksi aseksual terjadi melalui pelepasan spora atau melalui fragmentasi miselium, yaitu ketika miselium terpisah menjadi bagian-bagian yang tumbuh secara terpisah. Reproduksi seksual pada individu yang berbeda mereka menggabungkan hifa. Siklus hidup yang tepat tergantung pada spesies, tetapi umumnya jamur multiseluler memiliki tahap haploid (di mana mereka memiliki satu set kromosom), tahap diploid, dan tahap dikariotik di mana mereka memiliki dua set kromosom tetapi set tetap terpisah.

Semua jamur berkembang biak menggunakan spora. Spora adalah sel mikroskopis atau kelompok sel yang menyebar dari induk jamur, biasanya oleh angin atau air. Spora dapat dorman untuk waktu yang lama sampai kondisi yang menguntungkan untuk pertumbuhan. Ini adalah adaptasi dari oportunisme; dengan ketersediaan sumber makanan yang terkadang tidak dapat diprediksi, spora dapat menjadi tidak aktif sampai mereka dapat menjajah sumber makanan baru. Jamur menghasilkan spora melalui reproduksi seksual dan aseksual.



Gambar 9. Bagan Reproduksi *Ascomycetes*

Sumber: Brundrett *et al*, 1994

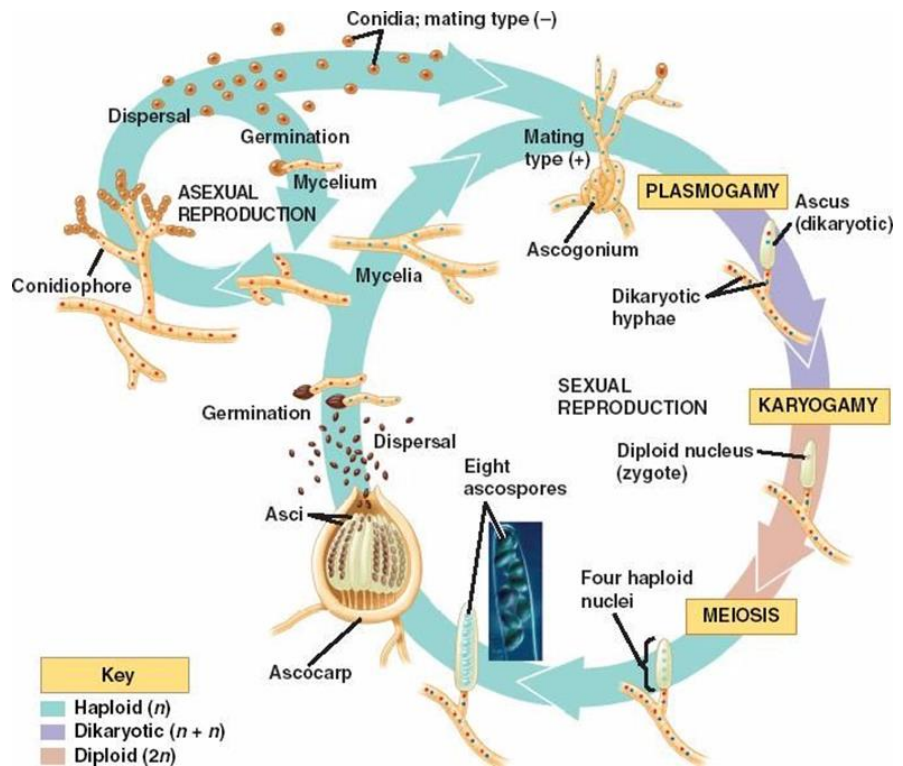
Ascomycetes adalah jamur yang menghasilkan spora mikroskopis dalam sel atau kantung memanjang khusus, yang dikenal sebagai 'asci', yang memberi nama kelompok tersebut. Bentuk perbanyakannya dominan di Ascomycota merupakan reproduksi aseksual dimana bertanggung jawab atas penyebaran cepat jamur ini ke daerah

baru. Baik sudut pandang struktural dan fungsional ada pada reproduksi aseksual *Ascomycetes* dan sangat bervariasi dari yang paling penting dan umum adalah produksi konidia, tetapi kladospora juga sering diproduksi. Selanjutnya, *Ascomycota* juga bereproduksi secara aseksual melalui tunas.

Spora reproduksi vegetatif, yaitu Konidia adalah tempat reproduksi aseksual. Spora jamur haploid aseksual dan non-motil, yang dinamai menurut kata Yunani untuk debu (*konia*), oleh karena itu juga dikenal sebagai konidiospora dan mitosis. Konidiospora biasanya mengandung satu nukleus dan merupakan produk pembelahan sel mitosis dan kadang-kadang disebut mitosis, yang secara genetik identik dengan miselium tempat asalnya. Mereka biasanya terbentuk di ujung hifa khusus, konidiofor. Tergantung pada spesiesnya, mereka dapat disebarkan oleh angin atau air, atau oleh hewan. Konidiofor hanya dapat bercabang dari miselia atau dapat terbentuk dalam tubuh buah.

1. Reproduksi Aseksual

Reproduksi aseksual adalah bentuk perbanyakan dominan di *Ascomycota*, dan bertanggung jawab atas penyebaran cepat jamur ini ke daerah baru. Ini terjadi melalui spora reproduksi vegetatif, konidia. Konidiospora umumnya mengandung satu nukleus dan merupakan produk dari pembelahan sel mitosis sehingga kadang disebut mitospora, yang secara genetik identik dengan miselium tempat asalnya. Mereka biasanya terbentuk di ujung hifa khusus, konidiofor. Tergantung pada spesiesnya, mereka dapat disebarkan oleh angin atau air, atau oleh hewan.



Gambar 10. Sistem Reproduksi Aseksual Jamur Ascomycota

Sumber: Brundrett *et al*, 1994

1.1. Spora aseksual

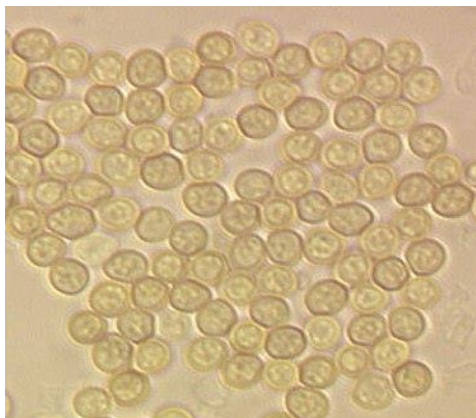
Berbagai jenis spora aseksual dapat diidentifikasi berdasarkan warna, bentuk, dan bagaimana mereka dilepaskan sebagai spora individu. Jenis spora dapat digunakan sebagai karakter taksonomi dalam klasifikasi di Ascomycota. Jenis yang paling umum adalah spora bersel tunggal, yang disebut amerospora. Jika spora dibagi menjadi dua oleh dinding silang (septum), itu disebut didimospora.

Jika ada dua atau lebih dinding silang, klasifikasinya tergantung pada bentuk spora. Jika septa melintang, seperti

langkah, itu adalah phragmospore, dan jika mereka memiliki struktur seperti web maka itu adalah dictyospore. Dalam staurospora lengan seperti sinar memancar dari tubuh pusat; di lain (helicospora) seluruh spora berbentuk spiral seperti pegas. Spora seperti cacing yang sangat panjang dengan rasio panjang-diameter lebih dari 15:1, disebut skolekospora.

1.2. Konidiogenesis dan Dehiscence

Fitur penting dari Ascomycota anamorphs adalah konidiogenesis, yang meliputi pembentukan spora dan dehiscence (pemisahan dari struktur induk). Konidiogenesis sesuai dengan Embriologi pada hewan dan tumbuhan dan dapat dibagi menjadi dua bentuk perkembangan mendasar: konidiogenesis blastik, di mana spora terlihat sebelum memisahkan diri dari hifa konidiogenik, dan konidiogenesis talus, di mana dinding melintang terbentuk dan sel yang baru dibuat berkembang menjadi spora. Spora mungkin atau mungkin tidak diproduksi dalam struktur skala besar khusus yang membantu menyebarkannya.



Gambar 11. Conidiospores of *Trichoderma aggressivum*, Diameter approx. 3 μ m

Sumber: Gary J Samuel, 2002

Kedua tipe dasar ini dapat diklasifikasikan lebih lanjut sebagai berikut:

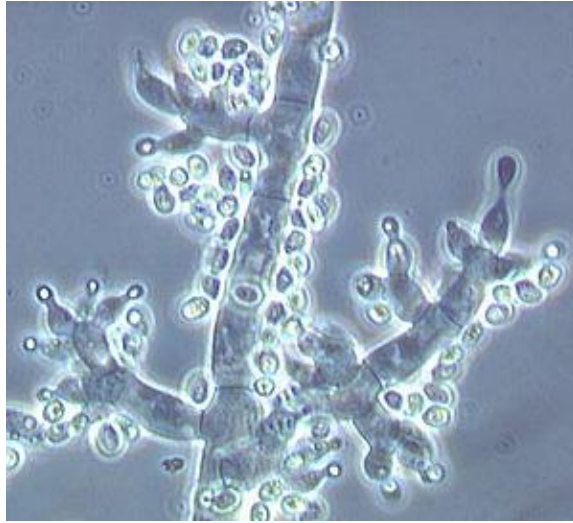
- blastik-akropetal (pengulangan tunas di ujung hifa konidiogenik, menghasilkan rantai spora yang terbentuk dengan spora termuda di ujungnya),
- blastik sinkron (pembentukan spora secara simultan dari sel pusat, terkadang dengan rantai akropetal sekunder yang terbentuk dari spora awal),
- sympodial blastic (pembentukan spora lateral berulang dari belakang spora terdepan, sehingga spora tertua berada di ujung utama),
- blastik-annelida (setiap spora terpisah dan meninggalkan bekas luka berbentuk cincin di dalam bekas luka yang ditinggalkan oleh spora sebelumnya),
- blastic-phialidic (spora muncul dan dilepaskan dari ujung terbuka sel konidiogenik khusus yang disebut phialides, yang panjangnya tetap konstan),
- basauxic (di mana rantai konidia, pada tahap perkembangan yang lebih muda, dipancarkan dari sel induk),
- blastik-retrogresif (spora dipisahkan oleh pembentukan dinding melintang di dekat ujung hifa konidiogenik, sehingga menjadi semakin pendek),
- thallic-arthric (dinding sel ganda membagi hifa konidiogenik menjadi sel-sel yang berkembang menjadi spora silindris pendek yang disebut arthroconidia; terkadang setiap sel kedua mati, meninggalkan arthroconidia bebas),
- thallic-soliter (sel besar yang menonjol terpisah dari hifa konidiogenik, membentuk dinding dalam, dan berkembang menjadi ruang luar).



Gambar 12. Conidiophores of molds of the genus *Aspergillus*, conidiogenesis is blastic-phialidic (Sumber: Gary J. Samuel, 2002)



Gambar 13. Conidiophores of *Trichoderma harzianum*, conidiogenesis is blastic-phialidic (Sumber; Gary J. Samuel, 2002)



Gambar 14. Conidiophores of *Trichoderma fertile* with vase-shaped phialides and newly formed conidia on their ends (bright points)

Sumber: Gary, J. Samuel, 2002

Terkadang Konidia diproduksi dalam struktur yang terlihat dengan mata telanjang, yang membantu mendistribusikan spora. Struktur ini disebut "conidiomata" (tunggal: conidioma), dan dapat berupa pycnidia (yang berbentuk labu dan muncul di jaringan jamur) atau acervuli (yang berbentuk bantal dan muncul di jaringan inang). Dehiscence terjadi dalam dua cara. Dalam dehiscence skizolitik, dinding pemisah ganda dengan lamela sentral (lapisan) terbentuk di antara sel; Lapisan tengah kemudian rusak, melepaskan spora. Dalam dehiscence rhexolytic, dinding sel yang bergabung dengan spora di bagian luar berdegenerasi dan melepaskan konidia.

2. Heterokariosis dan Paraseksualitas

Beberapa spesies Ascomycota tidak diketahui memiliki siklus seksual. Melalui proses yang melibatkan peristiwa heterokariosis dan paraseksual, spesies aseksual ini mungkin

dapat menjalani rekombinasi genetik antar individu. Serangkaian peristiwa yang menghasilkan inti sel yang berbeda secara genetik dalam miselium dalam Paraseksualitas mengacu pada proses heterokariosis, yang disebabkan oleh penggabungan dua hifa milik individu yang berbeda, dengan proses yang disebut anastomosis, diikuti oleh fusi Nuklir tidak diikuti oleh meiosis peristiwa, seperti pembentukan gamet dan menghasilkan peningkatan jumlah kromosom per nukleus. Persilangan mitosis memungkinkan rekombinasi, yaitu pertukaran materi genetik antara kromosom homolog. Jumlah kromosom kemudian dapat dikembalikan ke keadaan haploidnya melalui pembelahan inti, dengan masing-masing inti anak secara genetik berbeda dari inti induk aslinya. Atau, nukleus mungkin kehilangan beberapa kromosomnya, menghasilkan sel aneuploid. *Candida albicans* (kelas Saccharomycetes) adalah contoh jamur yang memiliki siklus paraseksual (lihat *Candida albicans* dan siklus Paraseksual).

3. Reproduksi Seksual

Reproduksi seksual di Ascomycota mengarah pada pembentukan askus, struktur yang mendefinisikan kelompok jamur ini dan membedakannya dari filum jamur lainnya. Askus adalah pembuluh tubular, meiosporangium, yang mengandung spora seksual yang dihasilkan oleh meiosis dan disebut askospora.

Terlepas dari beberapa pengecualian, seperti *Candida albicans*, sebagian besar Ascomycetes adalah haploid, yaitu mereka mengandung satu set kromosom per nukleus. Selama reproduksi seksual ada fase diploid, yang biasanya sangat singkat, dan meiosis mengembalikan status haploid. Siklus seksual salah satu spesies perwakilan Ascomycota yang dipelajari dengan baik dijelaskan secara lebih rinci di

Neurospora crassa. Juga, dasar adaptif untuk pemeliharaan reproduksi seksual pada jamur Ascomycota ditinjau oleh Wallen dan Perlin. Mereka menyimpulkan bahwa alasan yang paling masuk akal untuk mempertahankan kemampuan ini adalah keuntungan dari perbaikan kerusakan DNA menggunakan rekombinasi yang terjadi selama meiosis. Kerusakan DNA dapat disebabkan oleh berbagai stres seperti keterbatasan nutrisi.

Pembentukan spora seksual

Bagian seksual dari siklus hidup dimulai ketika dua struktur hifa berpasangan. Dalam kasus spesies homotalik, perkawinan dimungkinkan antara hifa dari klon jamur yang sama, sedangkan pada spesies heterotalik, dua hifa harus berasal dari klon jamur yang berbeda secara genetik, yaitu dari jenis perkawinan yang berbeda. Jenis kawin adalah tipikal jamur dan secara kasar sesuai dengan jenis kelamin pada tumbuhan dan hewan; namun satu spesies mungkin memiliki lebih dari dua jenis perkawinan, kadang-kadang mengakibatkan sistem ketidakcocokan vegetatif yang kompleks. Fungsi adaptif spesies kawin dibahas di *Neurospora crassa*.

Gametangia adalah struktur seksual yang terbentuk dari hifa, dan merupakan sel generatif. Hifa yang sangat halus, yang disebut trikogin, muncul dari satu gametangium, ascogonium, dan bergabung dengan gametangium (antheridium) dari isolat jamur lain. Inti di antheridium kemudian bermigrasi ke ascogonium, dan plasmogami — pencampuran sitoplasma — terjadi. Tidak seperti pada hewan dan tumbuhan, plasmogami tidak segera diikuti oleh fusi nuklir (disebut karyogami). Sebaliknya, inti dari dua pasang hifa terbentuk, memulai dikariorfase dari siklus seksual, selama waktu itu pasangan inti membelah secara serempak. Fusi pasangan nuklir menyebabkan pencampuran materi genetik dan rekombinasi dan diikuti oleh

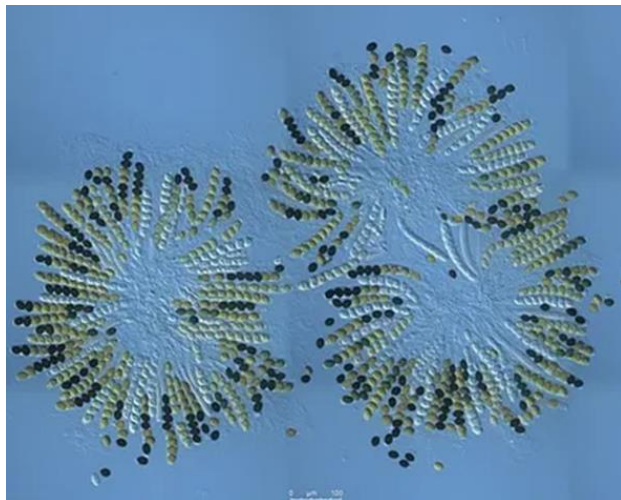
meiosis. Siklus seksual serupa hadir dalam ganggang merah (Rhodophyta). Hipotesis yang dibuang menyatakan bahwa peristiwa karyogami kedua terjadi di ascogonium sebelum ascogoney, menghasilkan inti tetraploid yang dibagi menjadi empat inti diploid melalui meiosis dan kemudian menjadi delapan inti haploid dengan proses yang dianggap disebut brakimeiosis, tetapi hipotesis ini adalah tidak terbukti pada 1950-an.

Dari ascogonium yang telah dibuahi, muncul hifa dinukleat di mana setiap sel mengandung dua inti. Hifa ini disebut hifa ascogoneous atau fertil. Mereka didukung oleh miselium vegetatif yang mengandung hifa nukleat uni- (atau mono-), yang steril. Miselium yang mengandung hifa steril dan fertil dapat tumbuh menjadi badan buah, askokarpus, yang mungkin mengandung jutaan hifa fertil.

Askocarp merupakan tubuh buah fase seksual pada Ascomycota. Ada lima jenis askokarp yang berbeda secara morfologi, yaitu: ASCI Teltanjang: ini terjadi pada Ascomycetes sederhana; asci diproduksi pada permukaan organisme; Perithecia: Asci berada dalam ascoma berbentuk labu (perithecium) dengan pori (ostiole) di bagian atas; Cleistothecia: ascocarp (sebuah cleistothecium) berbentuk bulat dan tertutup; Apothecia: Asci berada dalam ascoma berbentuk mangkuk (apothecium). Ini kadang-kadang disebut "jamur cangkir"; dan Pseudothecia: Asci dengan dua lapisan, diproduksi di pseudothecia yang terlihat seperti perithecia. Askospora tersusun tidak beraturan.

Asci, Ascus (jamak asci) adalah karakteristik pemersatu di antara semua spesies Ascomycota. Sel-sel ini (asci) terkandung dalam ascomata/tubuh buah dan memainkan peran penting dalam memproduksi spora seksual ascomycete

(ascospores) yang terlibat dalam reproduksi seksual di antara beberapa spesies ini. Asci bervariasi baik dalam bentuk dan ukuran dari spesies ke spesies dan juga melepaskan spora dengan berbagai bentuk dan ukuran.



Gambar 15. Linear arrangement of ascospores in the asci of the fungus
Sumber: Aurora Storlazzi, 2017

E.4.e. Contoh Ascomycota:

Banyak jamur berwarna-warni yang tumbuh pada makanan, merusak buah, tanaman ladang, dan tanaman lainnya merupakan divisi Ascomycota. Beberapa Ascomycota mengeluarkan enzim selulase dan protease yang dapat merusak kain katun dan wol, terutama di tempat yang hangat dan lembab. Kondisi lingkungan tersebut dapat membuat jamur tumbuh dengan baik. Namun, Ascomycota juga membawa manfaat bagi tanaman melalui hubungan mutualistik dengan akar tanaman.

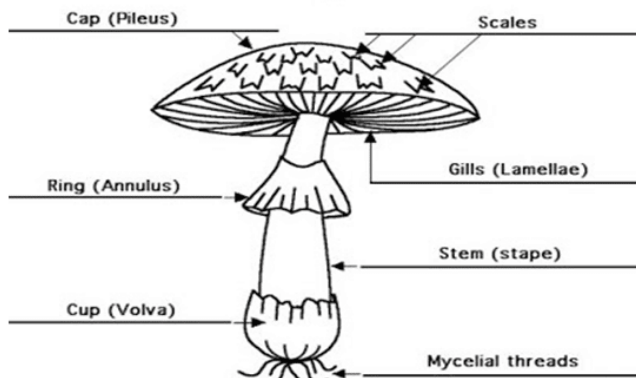
Berikut ini adalah beberapa contoh jamur yang termasuk dalam Divisi Ascomycota dan perannya dalam kehidupan:

- *Morchella esculenta* merupakan jamur yang memiliki tubuh buah yang banyak mengandung air. Jamur *Morchella esculenta* sangat enak dimakan yang dapat ditemukan di bawah pohon buah-buahan.
- *Saccharomyces cerevisiae* adalah jamur bersel tunggal dan memiliki dinding askus yang tipis dan juga dikenal sebagai ragi. Khasiat atau kegunaan *Saccharomyces cerevisiae* digunakan dalam pembuatan minuman beralkohol, tapai, dan sebagai pengembang adonan roti. Jamur ini dapat mengubah gula menjadi alkohol dan karbondioksida (CO₂) dengan melalui proses fermentasi (respirasi anaerob). Gas CO₂ yang terbentuk akan membuat roti mengembang.
- *Neurospora crassa* dan *Neurospora sitophila* merupakan jamur oncom yang memiliki spora berwarna jingga. *Neurospora crassa* juga digunakan untuk penelitian genetik, karena siklus hidup seksualnya pendek.
- *Candida albicans* merupakan parasit yang hidup di jaringan epitel yang lembab, seperti saluran pernapasan, saluran pencernaan, dan alat kelamin wanita atau menyebabkan keputihan.
- *Penicillium notatum* dan *Penicillium chrysogenum* adalah jamur yang digunakan untuk memproduksi antibiotik penisilin dengan mengekstrak kultur cair. Penggunaan penisilin adalah untuk membasmi bakteri, seperti bakteri *Neisseria meningitidis*, *Streptococcus pneumoniae* dan *Staphylococcus sp.*
- *Claviceps purpurea* adalah jamur Ascomycota yang memiliki warna ungu yang disebut ergot, yang parasit pada gandum hitam. Jika jamur ini juga ditumbuk dengan gandum dan dicampur tepung, dan sampai dikonsumsi manusia, maka yang terjadi akan menyebabkan gangren. Gejala yang dialami seperti

kejang saraf, rasa terbakar, kegilaan sementara (sementara), dan halusinasi.

- Umbi melanosporum (truffle) merupakan jamur yang hidup bersimbiosis dengan akar tanaman membentuk mikoriza. Truffle sangat populer di kalangan pencicip makanan karena rasanya yang lezat. Pencari truffle biasanya menggunakan bantuan anjing yang memiliki indera penciuman yang tajam untuk menemukannya.
- Jamur biru atau blue mold adalah jamur yang tumbuh pada buah jeruk. Kapang biru merupakan jamur penisilum yang hidupnya saproba.
- *Aspergillus flavus* merupakan jamur yang umumnya hidup saproba pada makanan dan biji-bijian. Koloni *Aspergillus flavus* menghasilkan spora yang berwarna coklat kehijauan atau hitam dan mengeluarkan senyawa aflatoksin yang bersifat racun bagi manusia.
- *Aspergillus oryzae* digunakan untuk melunakkan adonan roti, dan jamur dapat menghasilkan enzim protease.
- *Aspergillus goii* berperan dalam pembuatan sake, kecap, tauco, asam sitrat, asam oksalat, dan asam format, serta memproduksi enzim protease.
- *Aspergillus niger* digunakan untuk menghilangkan gas O₂ dari jus buah, dan dapat memurnikannya. Jamur juga dapat menghasilkan enzim glukosa oksidase dan pektinase.
- *Aspergillus fumigatus* adalah jamur yang dapat menyebabkan kanker paru-paru pada burung.
- *Aspergillus nidulans* hidup sebagai parasit di telinga, menyebabkan automycosis.
- *Piedraia hortai* menyebabkan infeksi pada rambut manusia.

E.5. Basidiomycota



Gambar struktur tubuh Basidiomycota (Putri, 2011)

Gambar 16. Jamur Basidiomycota

Sumber: Gary, J. Samuel, 2002

E.5.a. Pengertian Basidiomycota

Basidiomycota merupakan salah satu jenis fungi (jamur) yang memiliki bentuk tubuh besar (makroskopis), memiliki spora yang terbentuk di dalam basidium, dan setiap basidium memiliki 4 macam basidiospora. Basidiomycota berkembang biak secara vegetatif yaitu dengan membentuk fragmentasi hifa, sedangkan Basidiomycota jenis ini berkembang biak secara generatif yaitu dengan membentuk basidiospora pada basidium. Proses pertumbuhan pada Basidiomycota yang dimulai dengan perkembangan Spora Basidium atau Konidium, setelah itu Spora Basidium akan berubah menjadi Benang Hifa yang memiliki Septum dengan Membran Inti Satu Sel, kemudian akan terbentuk hifa berupa Miselium.

Istilah “basidiomycota” berasal dari bahasa Yunani yaitu dari kata basidium yang merupakan tahap diploid dalam daur hidup Basidiomycota yang berbentuk seperti gada. Secara umum jamur ini merupakan saproba yang penting. Aktivasnya adalah menguraikan

polimer lignin pada kayu dan berbagai bagian tumbuhan lainnya. Divisi Basidiomycota sering disebut juga dengan club fungi atau biasa disebut jamur (fungus atau jamur). Jamur ini berkembang biak secara seksual dengan membentuk basidia yang kemudian menghasilkan basidiospora dalam tubuh buah yang disebut basidioma atau basidiokarp. Basidia ini dapat berkembang dalam bentuk insang, pori-pori, seperti gigi, atau struktur lainnya. Hifa Basidiomycota umumnya dikariotik (binukleat, dengan 2 inti) dan kadang-kadang memiliki hubungan mengapit. Sel-sel dipisahkan oleh septa kompleks.

Anggotanya sebagian besar adalah jamur makroskopis. Kelompok ini memiliki miselium berselubung dan tubuh buah panjang (basidiokarpus), berbentuk lembaran, berliku-liku atau bulat. Jamur ini umumnya hidup saprofit dan parasit, umumnya bereproduksi secara asexual dengan konidia. Jika Anda menemukan orang yang menggunakan jamur sebagai makanan, maka yang dimaksud adalah jamur atau jamur kenthos (puffball). Keduanya termasuk Basidiomycota yang sangat populer, selain beberapa jenis jamur lain yang biasa dimasak sebagai bahan makanan. Info Biologi: Jamur Basidiomycota mengandung racun. Jamur beracun umumnya memiliki warna cerah dan mencolok serta memiliki cincin pada batangnya, contohnya jamur *Amanita Muscaria* yang dapat menyebabkan halusinasi jika dimakan.

E.5.b. Karakteristik Basidiomycota

Secara umum ciri-ciri atau ciri-ciri jamur yang termasuk dalam divisi Basidiomycota adalah sebagai berikut: multiseluler (banyak sel), merupakan jamur makroskopis, dapat dilihat secara langsung, dan memiliki ukuran yang besar, saprofit atau parasit pada organisme lain dan mikoriza, semua anggota divisi Basidiomycota hidup di darat, hifa berseptata, mengandung inti haploid dengan sambungan penjepit, tubuh buah berbentuk seperti payung yang terdiri dari batang dan tudung. Pada bagian bawah tudung terdapat lembaran (bilah) yang merupakan

tempat pembentukan basidium. Tubuh buah disebut basidiocarp, bentuk tubuh buah bermacam-macam, ada yang seperti payung, bola, papan, sprengi berlekuk-lekuk dan sebagainya, tubuh buah disebut basidiokarp, terdiri dari jaringan hifa bersekat dan dikariotik (setiap nukleus berpasangan), warna tubuh buah bervariasi (berwarna-warni), sebagian besar dapat dimakan, tetapi beberapa jamur bisa mematikan.

Anggota genus *Amanita* beberapa di antaranya mengandung racun yang sangat mematikan. Beberapa jenis Basidiomycota juga dapat merugikan tanaman, misalnya menyebabkan kematian pada tanaman ladang. Contoh Basidiomycota lainnya, yaitu *Auricularia polytricha* (jamur kuping), *Volvariella volvacea* (jamur coklat), dan *Ganoderma*; berkembang biak secara seksual dengan membentuk basidiospora dan jarang berkembang biak secara aseksual, yaitu dengan fragmentasi hifa; Basidiospora terbentuk di luar basidium; setiap basidium mengandung 2 atau 4 basidiospora, masing-masing berinti dan haploid. Semua basidiospora berkumpul membentuk tubuh buah (basidiokarp); Basidiokarpus sering membentuk struktur seperti batang yang disebut tangkai dan struktur seperti payung yang disebut tudung.

Memiliki tiga jenis miselium, yaitu sebagai berikut:

1. Miselium Primer: dihasilkan dari spora yang baru tumbuh. Mula-mula miselium ini berinti banyak kemudian terbentuk septa yang mengandung satu inti haploid.
2. Miselium sekunder: di hasilkan dari plasmogami atau persatuan duahifa yang bersesuaian. Miselium ini berinti dua yang masing-masing haploid.
3. Miselium Tersier: Terdiri atas miselium sekunder yang telah membentuk semacam jaringan, misal membentuk basidiocarp dan basidiofor.

E.5.c. Struktur Tubuh Basidiomycota

Jamur Basidiomycota dicirikan dengan memiliki basidium, dan dikenal dengan tubuh buahnya yang bermacam - macam dan terlihat jelas di permukaan tanah atau substrat lainnya, ada yang seperti payung, bola atau papan. contohnya jamur merang (*Volvariella volvacea*) memiliki tubuh buah berbentuk payung.

Secara umum tubuh buah memiliki 4 bagian, tubuh buah (stipe) merupakan kumpulan miselium yang tumbuh tegak, yaitu sebagai berikut: tudung (pileus) adalah bagian yang ditopang oleh stipe. Saat muda, pileus ditutupi oleh selaput yang disebut velum universale yang akan pecah saat jatuh tempo; volva adalah sisa pembungkus di pangkal batang; bilah (lamella) adalah bagian bawah tudung, berbentuk untaian, dan terdiri dari lembaran; annulus, posisinya berada di sekitar batang berbentuk cincin.

Insang adalah bagian di bawah tudung yang berupa bilah berbentuk insang tempat basidium menghasilkan basidiospora sebagai alat reproduksi seksual. Badan buah jamur Basidiomycota disebut basidiokarpus, terdiri dari jaringan hifa bersekat dan dikariotik (setiap inti sel berpasangan). Pada saat pembentukan basidiospora, ujung-ujung hifa membengkak membentuk basidium dimana terjadi peleburan dua inti haploid menjadi satu inti diploid, dilanjutkan dengan pembelahan meiosis yang menghasilkan 4 inti haploid. Selanjutnya basidium membentuk empat tonjolan (sterigmata) yang mengandung protoplasma dan empat inti haploid masing-masing akan mengisi setiap tonjolan dan membentuk empat basidiospora haploid.

E.5.d. Cara Reproduksi Basidiomycota

Pada umumnya Basidiomycota hidup sebagai saproba (pengurai) sisa-sisa organisme yang telah mati. Basidiomycota hidup di tanah yang mengandung sampah organik, di atas kayu mati, atau di tumpukan jerami. Dibandingkan dengan jenis jamur lain, Basidiomycota

merupakan pengurai polimer lignin kompleks yang paling baik. Lignin merupakan salah satu komponen kayu. Basidiomycota juga dapat hidup bersimbiosis mutualisme dengan akar tanaman dengan membentuk mikoriza, namun ada juga yang bersifat parasit pada organisme lain.

Basidiomycota dapat berkembang biak dengan dua cara yaitu generatif (seksual) dan vegetatif (aseksual):

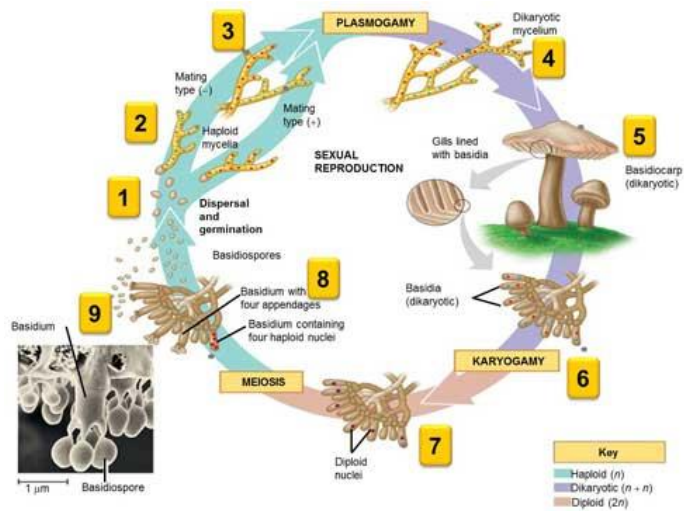
1. Reproduksi Seksual Basidiomycota

Tahapan reproduksi seksual atau generatif Basidiomycota adalah sebagai berikut: spora dengan inti haploid+ dan haploid–nukleus tumbuh menjadi hifa+ dan hifa–; hifa+ dan hifa– akan menyatu membentuk hifa dikariotik (2 inti); hifa dikariotik akan tumbuh menjadi miselium kemudian membentuk tubuh buah (basidiokarp); ujung-ujung hifa pada basidiokarp membengkak (disebut basidium) dan kedua inti haploid menjadi satu inti diploid; inti diploid dapat membelah secara meiosis sehingga menjadi 4 inti haploid, dimana Basidium membentuk 4 tonjolan dan pada setiap tonjolan diisi dengan 1 inti haploid yang kemudian akan berkembang menjadi spora yang disebut basidiospore; basidiospora yang matang akan terlepas dari basidium dan jika jatuh pada tempat yang sesuai akan tumbuh menjadi hifa.

2. Reproduksi Aseksual Basidiomycota

Reproduksi aseksual terjadi dengan membentuk konidiospora. Konidia adalah spora yang dihasilkan dengan membentuk sekat melintang di ujung hifa atau dengan diferensiasi membentuk banyak konidia. Hifa haploid yang matang akan menghasilkan konidiofor (batang konidia). Di ujung konidiofor, spora terbentuk. Kemudian spora akan tertiuap angin. Jika kondisi lingkungan mendukung, konidia akan berkecambah menjadi hifa haploid. Info Biologi: *Clathrus archeri* Menarik Lalat, *Clathrus archeri* adalah jamur khusus Australasia dengan tangan merah cerah yang berbentuk tentakel. Jamur ini tumbuh di padang rumput atau hutan dan menarik lalat dengan baunya yang kuat

dan menjijikkan. Lalat mendarat di spora lengket dan membawanya. Dengan cara ini, spora berperan dalam penyebaran jamur. Daur Hidup Basidiomycota :



Gambar 17. Siklus Hidup Basidiomycota

Sumber: Gary, J. Samuel, 2002

Spora yang dihasilkan oleh basidium (basidiospora) bersifat haploid dan tumbuh membentuk hifa bersekat, masing-masing bernukleus satu, sebagian sebagai hifa positif (jantan) dan sebagian lagi sebagai hifa negatif (betina). Saat keduanya bertemu maka akan terjadi plasmogami/percampuran sel plasma dan akan terbentuk sel hifa dengan dikariotik/dua inti akan terbentuk. Hifa tersebut akan terus berkembang membentuk miselium yang masih bersifat dikariotik, sehingga akan terbentuk tubuh buah basidiokarp yang berbentuk seperti payung. Basidium yang terdapat pada lapisan himenium di hasilkan oleh Basidiokarp Di tempat itu akan terjadi kariogami, yaitu penyatuan dua inti menjadi satu dan inti ini akan mengalami

pembelahan meiosis membentuk 4 spora haploid yang disebut basidiospora, dan seterusnya.

Info Biologis: Spore print atau cetakan spora adalah gambar spora dalam suatu basidium (tubuh buah) yang diletakkan pada selembar kertas. Teknik ini merupakan salah satu tahapan dalam mengkarakterisasi sifat dan karakteristik suatu jenis jamur yang tergolong Basidiomycotina. Ahli mikologi sering melakukan ini sebelum menentukan nama ilmiah dari jenis jamur yang termasuk dalam Basidiomycota. Sebagian besar jamur yang kita lihat dalam kehidupan sehari-hari termasuk dalam kelas Basidiomycota. Saat ini, sekitar 12.000 spesies Basidiomycota diketahui dan tidak satupun dari mereka menyebabkan penyakit menular pada manusia. Kebanyakan Basidiomycota merupakan saproba dan parasit pada tumbuhan dan serangga.

Beberapa jenis Basidiomycota dapat dimakan dan aman, tetapi banyak spesies ditemukan menghasilkan racun mikotoksin yang dapat menyebabkan kematian jika tertelan. Jamur yang dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomis disebut jamur. Berikut ini adalah beberapa contoh jamur Basidiomycota dan perannya dalam kehidupan manusia.

E.5.e.1. Contoh Basidiomycota yang bermanfaat

- *Volvariella volvacea* (jamur coklat)
Jamur ini memiliki tubuh buah berbentuk seperti payung, terdiri dari lembaran (blade) yang mengandung basidium. Tubuh buah berwarna putih kemerahan. Jamur ini merupakan sumber protein, tinggi kalori, namun rendah kolesterol. Jamur ini banyak dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi.
- *Auricularia polythrica* (jamur telinga)
Jamur kuping merupakan jamur saprofit pada kayu mati. Tubuh buah berbentuk seperti kuping (telinga), berwarna merah

kecoklatan. Rasanya enak dan bisa dimakan seperti sayur. Jamur ini sekarang banyak dibudidayakan.

- Jamur tiram (*Pleurotus* sp.) atau jamur kayu.

Jamur ini baik untuk dikonsumsi, habitat yang baik di lingkungan yang banyak mengandung lignin dan selulosa. Jamur ini telah banyak dibudidayakan dengan media serbuk gergaji. Kandungan protein jamur tiram adalah 3,5 - 4% dari berat basah, artinya proteinnya 2 kali lipat dari asparagus dan kubis. Jika dihitung dengan berat kering, jamur ini mengandung protein 19-35%, sedangkan beras 7,3%, gandum 13,2%, kedelai 39,5%, susu sapi 25,5%. Dengan demikian kandungan protein jamur ini paling tinggi setelah kedelai. Selain itu, jamur ini juga mengandung asam amino esensial yang tidak dapat disintesis di dalam tubuh. Jamur shitake adalah jamur yang sering diproduksi di China dan Jepang, hidup pada batang berkayu.

- Lentinous edodes, jamur jenis ini tidak hanya dapat dikonsumsi oleh manusia tetapi juga dapat digunakan sebagai obat.
- *Amanita caesarina*, Berbeda dengan *Amanita muscaria* yang beracun, jamur berwarna oranye terang *Amanita caesarina* memiliki rasa yang lezat dan merupakan makanan favorit kaisar Romawi Nero.

E.5.e.2. Contoh Jamur Basidiomycota yang berbahaya

- *Amanita phalloides* adalah anggota dari keluarga Amanitaceae. *Amanita*, jamur yang cantik, tetapi juga anggota daftar jamur paling mematikan di bumi, mengandung racun yang cukup untuk membunuh orang dewasa hanya dengan sepotong tubuhnya. Jamur ini hidup sebagai saprofit pada kotoran ternak, memiliki tubuh buah berbentuk seperti payung.
- *Puccinia graminis* (jamur karat), jamur ini hidup sebagai parasit pada daun rerumputan (Graminae), tubuhnya makroskopik,

tidak memiliki tubuh buah, dan sporanya berwarna merah kecoklatan seperti karat.

- *Ustilago maydis*, jamur ini bersifat parasit pada tanaman jagung, menyerang daun, tongkol, jumbai dan batang. Ciri yang paling mencolok jika tanaman jagung terserang jamur ini adalah adanya beberapa butir jagung pada tongkolnya yang berukuran jauh lebih besar dari ukuran normal.
- *Calvatia gigantea*, yang dikenal sebagai raksasa puffball, memiliki tubuh buah yang sangat besar dengan diameter lebih dari 1 meter, sehingga dapat melepaskan triliunan spora.
- *Amanita muscaria*, jamur ini menghasilkan racun muscarine yang dapat membunuh lalat. Hidup dari pupuk kandang.
- *Ganoderma applanatum* (jamur kayu), jamur ini menyebabkan kerusakan pada kayu.



Gambar 18. *Ganoderma applanatum*

Sumber: Ati Taryati, 2018

- *Ganoderma pseudoferreum*, jamur ini menyebabkan busuk akar pada kakao, kopi, teh, karet dan tanaman perkebunan lainnya.
- *Puccinia graminis*, penyebab penyakit pada tebu dan jagung.
- *Ustilago scitamaniae* merupakan parasit pada pucuk daun tanaman Graminae.

- *Puccinia arachidis*, parasit pada tanaman kacang tanah.
- *Phakospora pachyrhizi*, parasit pada tanaman kedelai.
- *Amanita verna* beracun, yang hidupnya di tanah putih atau merah.
- *Exobasidium vexans* hidup sebagai parasit pada tanaman teh.

E.6. Deuteromycota

Deuteromycota merupakan salah satu jenis jamur yang belum diketahui cara perkembangbiakannya secara seksual. Oleh karena itu, Deuteromycota ini merupakan jamur tidak sempurna, bersifat saprofit dalam senyawa organik. Sebagian besar hidup sebagai Parasit pada Tumbuhan tingkat tinggi, sebagai penyebab utama kerusakan beberapa Tumbuhan Budidaya, menyebabkan pelapukan pohon berkayu, dan juga dapat menyebabkan penyakit pada manusia.

E.6.a. Pengertian Deuteromycota

Jamur Deuteromycota merupakan jamur yang berkembang biak menggunakan konidia dan belum diketahui stadium seksualnya. Baik askus maupun basidium tidak ditemukan sehingga tidak termasuk dalam kelas jamur Ascomycota atau Basidiomycota. Jamur ini merupakan jamur tidak sempurna (fungi imperfecti). Selain konidia, reproduksi aseksual jamur Deuteromycota juga dapat dilakukan dengan membentuk blastospora (bentuk tunas) dan arthrospora (pembentukan spora dengan benang hifa). Dengan demikian, beberapa jenis jamur yang organ reproduksi generatifnya belum diketahui termasuk dalam divisi Deuteromycota. Deuteromycota atau jamur tidak sempurna tidak mengalami reproduksi seksual atau mereka menunjukkan tahap aseksual (anamorph) daripada jamur yang memiliki tahap seksual (teleomorph).

Jamur Deuteromycota menyerupai Ascomycota (septa sederhana). Jadi, kelompok jamur ini bisa disebut “keranjang sampah”, tempat sementara untuk menampung jenis-jenis jamur yang statusnya belum jelas. Jika pada penelitian selanjutnya ditemukan cara

perkembangbiakan seksual, maka suatu jenis jamur yang tergolong Deuteromycota akan dikelompokkan ke dalam divisi Ascomycota atau divisi Basidiomycota. Sebagai contoh, jamur *Monilia sitophila* (jamur oncom), sebelum dikenal reproduksi seksualnya diklasifikasikan sebagai Deuteromycota, tetapi sekarang setelah reproduksi seksualnya dikenal dengan menghasilkan ascospores di ascus (perithesium), dikelompokkan menjadi Ascomycota dan berganti nama menjadi Ascomycota. *Neurospora sitophila* atau *Neurospora crassa*. Namun masih ada ahli yang mengklasifikasikan jamur *Penicillium* dan *Aspergillus* ke dalam Deuteromycotina dengan alasan tingkat konidiumnya begitu jelas dan familiar, padahal tingkat seksualnya sudah diketahui. Info Biologi: Jamur oncom awalnya tergolong Deuteromycota, namun oleh seorang ahli Indonesia, Prof. Dwidjoseputero dari IKIP Malang yang melakukan penelitian berhasil menemukan bahwa jamur *Monilia sitophila* dapat melakukan reproduksi seksual yaitu menghasilkan askus. Selanjutnya jamur ini dimasukkan ke dalam Ascomycota dan berganti nama menjadi *Neurospora sitophila*.

E.6.b. Karakteristik Deuteromycota

Secara umum ciri-ciri atau ciri-ciri jamur yang termasuk dalam divisi Deuteromycota antara lain sebagai berikut: multiseluler (bersel banyak) yang membentuk hifa tidak berinsulasi, tetapi beberapa jenis adalah organisme bersel tunggal yang membentuk pseudomiselium (pseudo-miselium) dalam kondisi lingkungan yang menguntungkan; sebagian besar makhluk mikroskopis (tidak dapat diamati dengan mata telanjang), dinding sel terbuat dari kitin; pada tipe tertentu hifa ditemukan terisolasi dengan sel berinti tunggal, tetapi kebanyakan berinti banyak; Spora terbentuk secara vegetatif dan fase kawannya tidak diketahui, sehingga disebut jamur tidak sempurna atau tidak sempurna; Cara Berkembang biaknya dengan membentuk spora aseksual melalui fragmentasi dan konidia bersel tunggal atau bersel banyak. Sedangkan reproduksi seksual belum diketahui; Sifatnya yang

Banyak merusak akan menyebabkan penyakit pada ternak, manusia dan tanaman budidaya; Hidup sebagai saprofit atau parasite; Biasanya hidup di tempat yang lembab.

E.6.c. Reproduksi Deuteromycota

Reproduksi aseksual terjadi dengan memproduksi konidia atau menghasilkan hifa khusus yang disebut konidiofor. Meskipun tidak memiliki reproduksi seksual, rekombinasi genetik tetap dapat terjadi, sehingga disebut paraseksualitas. Siklus paraseksual ini merupakan proses pengiriman materi genetik tanpa melalui pembelahan meiosis dan perkembangan struktur seksual. Semua jamur yang termasuk dalam divisi buatan ini bereproduksi secara aseksual dengan konidia. Konidia terbentuk di ujung konidiospora, langsung pada hifa bebas. Beberapa spesies hidup dari dedaunan dan sisa-sisa tanaman yang tenggelam ke dasar sungai yang berarus deras. Beberapa kelompok lain bersifat parasit pada protozoa dan hewan kecil lainnya dengan berbagai cara. Beberapa spesies juga ditemukan di sarang semut dan rayap. Beberapa jamur parasit pada hewan kecil mengembangkan tubuh tidak bercabang di tubuh korbannya, kemudian secara perlahan menyerap nutrisi hingga korban mati. Setelah itu jamur tersebut menghasilkan rantai spora yang dapat menempel atau dimakan oleh hewan lain yang akan menjadi korbannya. Cara lain adalah dengan menangkap mangsa dengan hifa yang dapat menembus, dengan menumpang dan menempel pada amuba. Satu kelompok jamur tanah mampu menangkap cacing nematoda dengan membentuk cincin hifa atau loop hifa.

Ukuran cincin hifa lebih kecil dari ukuran tubuh nematoda dan runcing pada kedua ujungnya. Ketika nematoda memasukkan kepalanya ke dalam cincin hifa, cacing cenderung mencoba keluar dengan bergerak maju, bukan mundur, sehingga cacing terjebak dalam gulungan hifa jamur. Lihatlah gambar berikut. Setelah berhasil menjerat korbannya, jamur tersebut kemudian membentuk haustoria yang tumbuh menembus ke dalam tubuh cacing dan mencernanya.

Reproduksi aseksual terjadi dengan memproduksi konidia atau menghasilkan hifa khusus yang disebut konidiofor. Meskipun tidak memiliki reproduksi seksual, rekombinasi genetik tetap dapat terjadi, sehingga disebut paraseksualitas. Siklus paraseksual ini merupakan proses pengiriman materi genetik tanpa melalui pembelahan meiosis dan perkembangan struktur seksual.

E.6.d. Contoh dan Peranan Deuteromycota

Pada manusia, jamur yang termasuk dalam divisi Deuteromycota umumnya menyebabkan penyakit. Contohnya adalah sebagai berikut: *Epidermophyton floccosum* penyebab penyakit kaki atlet (kutu air). *Mikrosporum* sp. dan *Trichophyton* sp. menyebabkan kurap atau panu. Karena hidup di kulit, kedua jamur ini sering disebut sebagai dermatofit. *Candida albicans* adalah jamur mikroskopis yang memiliki bentuk tubuh seperti ragi, tetapi bersifat parasit. Penyakit yang ditimbulkannya adalah keputihan yang terjadi akibat adanya infeksi pada vagina. *Tinea versicolor* menyebabkan panu. Bulu-bulu melazasia, penyebab panu. *Trychophyton Tonsurans*, penyebab ketombe di kepala.

Deuteromycota juga memiliki beberapa anggota yang menyebabkan penyakit pada tumbuhan, antara lain sebagai berikut: *Sclerotium rolfsii* merupakan jamur penyebab penyakit busuk pada tanaman budidaya. *Helminthosporium oryzae* merupakan contoh jamur parasit yang dapat merusak kecambah dan buah serta dapat menimbulkan bercak hitam pada daun inangnya (padi dan jagung). Parasit *Alternaria* pada tanaman kentang. Parasit *Fusarium* pada tanaman tomat dan kapas. *Diplodia* parasit pada jagung. *Verticillium* menyerang banyak benih tanaman. Parasit *Colletrichum* pada bawang merah.

IV. PENGELOLAAN TERPADU PATOGEN JAMUR

Jamur patogen tanaman dengan jumlah terbesar bertanggung jawab atas banyak penyakit tanaman yang serius. Sebagian besar penyakit sayuran disebabkan oleh jamur. Mereka merusak tanaman dengan membunuh sel dan/atau menyebabkan stres tanaman. Sumber infeksi jamur adalah benih yang terinfeksi, tanah, sisa-sisa tanaman, tanaman di dekatnya dan gulma. Jamur disebarkan oleh angin dan percikan air, dan melalui pergerakan tanah yang terkontaminasi, hewan, pekerja, mesin, peralatan, benih dan bahan tanaman lainnya. Mereka memasuki tanaman melalui bukaan alami seperti stomata dan melalui luka yang disebabkan oleh pemangkasan, panen, hujan es, serangga, penyakit lain, dan kerusakan mekanis.

Beberapa jamur bertanggung jawab atas penyakit daun seperti jamur berbulu halus; embun tepung; dan Lepuh putih adalah beberapa penyakit daun yang sangat umum. Jamur lainnya seperti Clubroot; spesies *Pythium*; spesies *Fusarium*; spesies *Rhizoctonia*; Spesies *Sclerotinia* dan *Sclerotium* adalah penyakit tular tanah. Beberapa penyakit jamur terjadi pada berbagai macam sayuran. Penyakit ini termasuk antraknosa; *Botrytis* membusuk; jamur berbulu halus; busuk *Fusarium*; embun tepung; karat; busuk *Rhizoctonia*; *Sclerotinia* membusuk; pembusukan sklerotium. Lainnya khusus untuk kelompok tanaman tertentu, mis. Akar gada (*Plasmodiophora brassicae*) pada brassica, hawar daun (*Alternaria dauci*) pada wortel, dan kompleks akar merah pada buncis. Penyakit jamur umum dan tanaman yang terkena: Tempat sasaran *Alternaria solani* (tomat), busuk akar

Aphanomyces/Aphanomyces euteiches pv. *phaseoli* (kacang-kacangan), busuk leher *Aschochyta* (kacang polong), penyakit busuk batang bergetah/*Didymella bryoniae* (cucurbits), bercak daun *Alternaria/Alternaria cucumerina* dan *A. alternata* (cucurbits), kaki hitam/*Leptosphaeria maculans* (brassicas), bintik cincin/*Mycosphaerella brassicicola* (brassicas), penyakit busuk daun/*Septoria apiicola* (seledri), bercak daun *Cercospora/Cercospora beticola* (bit), hawar daun/ *Septoria petroelini* (peterseli), tempat *Septoria/Septoria lactucae* (selada), hawar daun /*Stemphylium vesicarium* (daun bawang), Hawar daun /*Alternaria dauci* (wortel).

Beberapa contoh penyakit jamur yang umum pada tanaman sayuran disajikan pada tabel di bawah ini dengan beberapa gejala yang khas.

Tabel 1. Penyakit Jamur lainnya pada sayuran				
No	Penyakit jamur	Faktor yang kondusif untuk menyebar	Tanaman terpengaruh	Gejala
1	Lepuh Putih/Karat Putih (<i>Albugo candida</i>)	Kondisi optimal untuk perkembangan penyakit adalah 3-4 jam pada suhu ringan (6-24°C)	Brassica (termasuk brassica berdaun Asia).	Lepuh putih dan bengkak pada daun dan kepala tanaman yang terkena; lepuh terdiri dari massa spora seperti debu putih; hingga 100% kerugian telah dilaporkan.
2	Penyakit bulai (spesies individu merusak famili tanaman tertentu)	Kelembaban tinggi, daun basah dan suhu sejuk hingga ringan (10-16 °C).	Kisaran inang yang luas termasuk bawang; kacang polong; selada; seledri; bayam; kubis; Rempah; cucurbit; brassica; Brassica berdaun Asia.	Gejala biasanya dimulai dengan bercak daun kekuningan yang kemudian berubah menjadi coklat; pertumbuhan berbulu halus muncul di bagian bawah daun.
3	Embun tepung (beberapa spesies terbatas pada tanaman atau keluarga tanaman tertentu)	Suhu sedang (20-25°C); kondisi relatif kering (tidak seperti penyakit bulai).	Kisaran inang yang luas dan sangat umum, terutama pada tanaman rumah kaca: mentimun; melon; labu; zucchini; ubi; akar bit; kentang; Rempah; kacang polong; pare; tomat; Capsicum; Kubis Brussel; kubis; Swedia.	Bercak kecil, putih, seperti tepung di sebagian besar permukaan di atas tanah; biasanya diamati pertama kali di bagian bawah daun tetapi akhirnya menutupi kedua permukaan; daun yang terkena menjadi kuning, kemudian coklat dan tipis dan mati.
4	<i>Spesies Pythium</i>	Kondisi tanah yang dingin dan basah; dikenal sebagai cetakan air, mereka memasuki persediaan air yang tidak diolah; persediaan air untuk irigasi dan hidroponik harus diuji secara teratur.	Banyak tanaman sayuran di termasuk cucurbits; brassica; selada.	Dapat membunuh bibit, yang mati sebelum muncul atau segera setelah muncul; runtuhnya tanaman.
5	Clubroot (<i>Plasmiodiophora brassicae</i>)	Cuaca hangat; tanah asam (pH kurang dari 7); kelembaban tanah yang tinggi.	Brassica (termasuk brassica berdaun Asia).	Tanaman berwarna kuning dan kerdil dan mungkin layu di bagian hari yang lebih panas; akar 'batang' cacat besar yang mencegah penyerapan air dan nutrisi, mengurangi potensi hasil tanaman.

6	Busuk Botrytis – misalnya Jamur abu-abu (Botrytis cinerea)	Cuaca dingin dan basah.	Seledri; selada; kacang polong; brassica; timun; Capsicum; tomat.	Pelunakan jaringan tanaman dengan adanya pertumbuhan jamur abu-abu.
7	Sclerotinia rots (S. sclerotiorum dan S. minor) – berbagai nama umum digunakan	S. rolfsii – Kondisi hangat dan lembab. S. cepivorum – Pengembangan disukai oleh kondisi tanah yang sejuk (14-19°C) dan kelembaban rendah.	Sebagian besar tanaman sayuran.	Pembusukan batang, daun, dan terkadang buah yang direndam air; diikuti oleh pertumbuhan jamur halus, putih dan seperti kapas yang mengandung sklerotia seperti kerikil hitam yang keras.
8	Busuk sclerotium (Sclerotium rolfsii dan S. cepivorum)	S. rolfsii – Kondisi hangat dan lembab. S. cepivorum – Pengembangan disukai oleh kondisi tanah yang sejuk (14-19°C) dan kelembaban rendah.	<i>S. rolfsii</i> – Kisaran inang yang luas termasuk: kacang-kacangan; bit; wortel; kentang; tomat; Capsicum; cucurbit. <i>S. cepivorum</i> – hanya mempengaruhi bawang merah, bawang putih dan Allium terkait (bawang merah; daun bawang;	<i>S. rolfsii</i> – Busuk batang dan akar bagian bawah; benang kasar pertumbuhan jamur putih mengelilingi area yang sakit; tubuh istirahat jamur coklat kecil. <i>S. cepivorum</i> – Menguning dan layu; pertumbuhan jamur halus yang mengandung sklerotia hitam terbentuk di dasar umbi.
9	Layu dan busuk Fusarium (Berbagai spesies Fusarium termasuk F. solani dan F. oxysporum)	Cuaca hangat sampai panas.	Kisaran host yang luas termasuk: brassica; wortel; cucurbits; bawang; bawang merah; kentang; tomat; Rempah; kacang polong; kacang polong.	Menyebabkan penyakit busuk akar dan tajuk yang parah atau penyakit layu dengan menyerang akar dan batang basal; buah cucurbit dan umbi kentang dapat terpengaruh dalam penyimpanan.
10	Antraknosa (Colletotrichum spp. kecuali pada selada – Microdochium panattonianum)	Kondisi dingin dan basah.	Berbagai macam tanaman termasuk: selada; seledri; kacang polong; cucurbit; tomat, paprika; kentang; artichoke bola dunia.	Gejala khas dimulai dengan bintik-bintik cekung dan basah yang muncul pada daun, batang dan/atau buah.
11	Rhizoctonia rots (Rhizoctonia solani) – berbagai nama umum, mis. Busuk bawah (selada) dan Batang kawat (Brassicac)	Cuaca hangat dan lembab; dapat bertahan hidup dalam waktu lama di dalam tanah tanpa adanya tanaman inang.	Kisaran inang yang luas termasuk: selada; kentang; brassica; kacang-kacangan; kacang polong; bit; wortel; Capsicum; tomat; cucurbit.	Kisaran gejala tergantung pada tanaman yang ditanam tetapi dapat mempengaruhi akar, daun, batang, umbi dan buah; tanaman menjadi layu dan dapat roboh dan mati.

12	Redaman (Pythium, Rhizoctonia, Phytophthora, Fusarium atau Aphanomyces)	Terjadi pada kondisi tanah yang dingin dan basah; lalat pantai dan agas jamur dapat menyebarkan Pythium dan Fusarium.	Banyak tanaman sayuran termasuk: sayuran berdaun; kuningan; wortel; akar bit; mentimun, terong; tomat; ketumbar; bawang merah; kacang	Bibit muda memiliki batang atau akar nekrotik; bibit mati atau menunjukkan penurunan pertumbuhan.
13	Penyakit Umbi (Berbagai spesies)	Angin dapat menyebarkan spora dalam jarak yang sangat jauh; disukai oleh curah hujan rendah, kelembaban relatif 100% dan suhu sejuk hingga rinean.	Kentang dan ubi jalar.	Umbi kentang dapat terinfeksi penyakit kulit superfisial, seperti koreng biasa, kudis tepung, dan Rhizoctonia. Ubi jalar dapat terinfeksi oleh scurf.
14	Bintik rongga (Pythium sulcatum)	Menanam wortel setelah wortel; tanah asam; tidak memanen wortel segera setelah mencapai ukuran yang dapat	Wortel	Bintik-bintik rongga adalah lesi elips kecil yang sering dikelilingi oleh lingkaran kuning.
15	Karat (beberapa spesies, misalnya Puccinia sorghi – jagung manis; Uromyces appendiculatus – kacang-kacangan; Puccinia allii –	Angin dapat menyebarkan spora dalam jarak yang sangat jauh; disukai oleh curah hujan rendah, kelembaban relatif 100% dan suhu sejuk hingga ringan.	Jagung manis; kacang polong; Bawang; bawang merah; bit; seledri; bit perak; andewi.	Pustula kecil, merah atau coklat kemerahan yang terbentuk di bagian bawah daun dan kadang-kadang di polong juga; spora berwarna coklat kemerahan berdebu yang dilepaskan dari pustula (mungkin berwarna hitam dalam cuaca dingin).
16	Busuk akar hitam (Spesies yang berbeda pada tanaman sayuran yang berbeda)	Suhu tanah yang sejuk; kelembaban tanah yang tinggi.	Selada; kacang polong; cucurbit.	Menghitamnya akar; tanaman kerdil; tanaman bisa mati.

Sumber :

Di Indonesia, konsep pengendalian hama tanaman telah berkembang lebih awal pada OPT tanaman (khususnya padi). Menurut Untung. K, (1993), pada awal perkembangannya, pengendalian OPT didasarkan pada konsep IPC yang memadukan dua komponen pengendalian, yaitu pengendalian dengan pestisida dan pengendalian hayati dengan mempertimbangkan AE dari OPT yang bersangkutan. Dalam konsep ini, penggunaan pestisida baru dilakukan setelah populasi hama telah melewati AE. Jika populasi hama masih di bawah AE, diserahkan kepada musuh alami untuk mengendalikannya. Namun dalam perkembangannya, dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan bahaya penggunaan pestisida kimia dan pentingnya kelestarian lingkungan, keamanan pangan dan pertanian berkelanjutan,

dikembangkanlah Pengendalian OPT Terpadu dengan singkatan yang sama dengan POPT Terpadu. Dalam konsep POPT Terpadu, pengendalian OPT dilakukan dengan menggabungkan semua metode/komponen pengendalian yang telah diketahui, antara lain pengendalian secara biologis, fisik, mekanik, budidaya, biologi, kimia dan cara pengendalian hama lainnya. Secara operasional, pengendalian OPT dengan POPT Terpadu dapat diartikan sebagai pengendalian OPT yang menggabungkan seluruh teknik/komponen pengendalian OPT dalam satu kesatuan sehingga populasi OPT dapat tetap berada di bawah Ambang Ekonomi. Melalui Inpres No. 3 Tahun 1986 diputuskan bahwa dalam menanggulangi hama dan tanaman harus menggunakan pendekatan PHT.

Pendekatan *Integrated Crop Protection* (ICP) atau Pengendalian OPT Terpadu (PHT) telah mencapai keberhasilan dalam pengelolaan penyakit jamur. ICP mempertimbangkan sistem produksi secara keseluruhan, termasuk semua OPT dan pentingnya kesehatan tanah. Ini membutuhkan pengetahuan yang baik tentang jamur, periode di mana tanaman rentan, dan pengaruh kondisi lingkungan.

Sejalan dengan konsep pengendalian hama terpadu (PHT), di bidang penyakit tanaman, pengendalian penyakit tanaman (PPT) Terpadu, (pengelolaan penyakit terpadu = IDM) juga menggabungkan semua metode pengendalian yang ada seperti varietas tanaman tahan, pengendalian fisik, pengendalian dengan kultur teknis, pengendalian hayati dan pengendalian kimiawi dalam satu unit pengelolaan, sehingga populasi patogen tetap berada di bawah ambang batas kerusakan ekonomi (Khokhar dan Gupta 2014). Dalam penerapannya, PPT Terpadu mencakup penggunaan informasi dasar tentang potensi kehilangan hasil, biologi, ekologi dan epidemiologi patogen. Prinsip PPTT harus selalu didasarkan pada integrasi konsep pengendalian penyakit seperti penghindaran, pengecualian, pemberantasan, perlindungan, dan terapi (Malaoy 2005; Razdan dan Gupta 2009).

Menurut Triharso (1978) sebenarnya dasar-dasar manajemen penyakit terpadu dan pengendalian penyakit biologis telah menjadi bagian integral dari Ilmu Penyakit Tanaman (Fitopatologi) selama beberapa dekade. pada banyak kasus sebagian besar penyakit dikendalikan dengan pencegahan, bukan dengan pemberantasan, yang artinya tindakan tepat telah diambil sebelum penyakit berkembang.

- a) Penghindaran (*Avoidance*) termasuk cara untuk menghindari infeksi patogen, seperti waktu penanaman, pemilihan lokasi, persiapan lahan, pengaturan irigasi dan perawatan tanaman dengan hati-hati untuk mencegah terjadinya luka.
- b) Pengecualian (*Exclusion*) penyakit tanaman meliputi tindakan yang ditujukan untuk mencegah masuknya patogen penyebab penyakit, vektor dan tanaman sakit ke dalam area budidaya.
- c) Ketahanan/Perlawanan dilakukan dengan menanam varietas tanaman tahan. Dibedakan resistensi vertikal (*vertical resistance*) yang menghasilkan tingkat resistensi (*immune*) yang tinggi terhadap strain patogen tertentu, dan resistensi horizontal (*horizontal resistance*) di mana sifat resistensi tidak terlalu tinggi terhadap banyak strain patogen.
- d) Terapi (*Therapy*) atau pengobatan dilakukan dengan menggunakan bahan kimia yang akan mempengaruhi proses fisiologis tanaman sehingga dapat menghambat perkembangan penyakit setelah infeksi.
- e) Pemberantasan (*Eradikasi*) meliputi tindakan menghilangkan, memusnahkan atau menonaktifkan patogen penyebab penyakit setelah berada di suatu area termasuk menghilangkan tanaman sakit, desinfektan tanah dan peralatan yang digunakan (fumigasi, solarisasi, desinfeksi). Tindakan pemberantasan juga dimaksudkan untuk mengurangi populasi patogen ke tingkat yang tidak berbahaya, yang meliputi tindakan kultur teknis dengan menghilangkan tanaman/bagian tanaman yang sakit,

rotasi tanaman, menghilangkan gulma inang alternatif dan mencegah infestasi serangga vektor.

- f) Perlindungan (*Protektion*) perlindungan tanaman dilakukan dengan penyemprotan pestisida kimia, pestisida nabati atau menggunakan agens hayati. Penanaman di rumah kaca atau pembatas fisik seperti kerudung pada barisan tanaman juga dimaksudkan untuk melindungi tanaman dari infeksi patogen.

Dalam penerapannya di lapangan, PPT Terpadu dilakukan dengan tindakan yang sistematis dan terencana antara lain: Buang tanaman/sisa tanaman yang terinfeksi yang dapat berfungsi sebagai sumber inokulum dengan cara dibakar, dikomposkan atau dikubur. Gunakan benih tanaman yang sehat, bebas dari infeksi patogen tular benih atau patogen penular benih. Gunakan varietas tahan penyakit/toleran. Pilih lokasi dan waktu penanaman yang tepat dimana populasi patogen/vektornya rendah. Rotasi tanaman dengan tanaman yang bukan inang alternatif patogen untuk mencegah atau mengurangi perkembangan penyakit. Memelihara tanaman dengan nutrisi seimbang, tumbuh sehat sehingga tahan terhadap serangan patogen. Menghindari kerusakan atau luka yang dapat menjadi jalur masuknya patogen ke dalam jaringan tanaman. Gunakan jarak tanam yang cukup agar sirkulasi udara lancar, kelembapan tidak terlalu tinggi dan mencegah permukaan daun basah dalam waktu lama. Rencanakan waktu dan lama pengairan agar memenuhi kebutuhan tanaman, tanpa kelebihan air. Pilih metode pengendalian biologis atau kimia yang efektif.

V. PENELITIAN-PENELITIAN YANG TERKAIT

A. TANAMAN PADI

1. Asosiasi Jamur Endopitik Pada Akar Padi (*Oryza Sativa* L). Oleh Sopialena, Ni'matuljannah, dan Devi Tantiani, (2018) Program Studi Ilmu Penyakit Hama Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Jalan Pasir Balengkong, Gunung Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia. Penulis Koresponden : sopialena88@gmail.com

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui asosiasi fungi endofit yang terdapat pada jaringan akar padi (*Oryza sativa* L) dengan menggunakan metode pewarnaan akar tanaman padi dan pengamatan jamur endofit pada jaringan akar tanaman padi di bawah mikroskop. Dimana hasil enelitiannya meunjukkan bahwa jaringan akar memebentuk hifa dan spora di korteks akar. Hifa yang di temukan memiliki hifa yang tidak bersekat, memebentuk rantai Panjang dengan spora berbentuk seperti bola. Pada akar tanaman kontrol tidak ditemukan jamur endofit yang mem bentuk koloni pada jaringan akar.

2. Investasi Jamur Endofit dalam Pengendalian Penyakit Blast Pada Padi (*Oryza sativa* L.).Oleh Sopialena Sopialena, Sofian Sofian, Devi Tantiani, Suyadi Suyadi. Vol. 20 Nomor 2 tahun 2021

Penyakit blas merupakan salah satu penyakit utama pada tanaman padi yang mampu menimbulkan kerugian besar bagi para petani sehingga petani mengendalikan penyakit ini dengan

menggunakan bahan kimia yang merusak lingkungan dan menimbulkan dampak negatif lain. Melihat pentingnya pengendalian penyakit ini maka dibutuhkan alternatif pengendalian dengan menggunakan agens pengendali hayati. Percobaan dilakukan di Kelurahan Sungai Kapih, Kecamatan Sambutan, Kota Samarinda, dari Desember 2020 hingga April 2021. Hasil percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, yang terdiri dari tiga varietas, dengan lima perlakuan dan diulang sebanyak lima kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Ciherang merupakan varietas yang paling rentan dibandingkan varietas Kambang dan Pandan Ungu. Cendawan endofit yang diaplikasikan terhadap tanaman memberikan pengaruh yang baik untuk pengendalian penyakit Blas dan juga meningkatkan ketahanan tanaman, dalam hal ini cendawan yang memberikan efektivitas terbaik yaitu cendawan *Trichoderma* sp. yang mampu menekan intensitas serangan penyakit blas lebih dari 85% sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian yang ramah lingkungan.

3. Diversitas Jamur Endofit pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) dan Potensinya Sebagai Pengendali Hama. Oleh: Sopialena, Sopian, Lusyana Dwi Allita. Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Jl. Pasir Balengkong, Kampus GunungKelua, Samarinda 75119, Kalimantan Timur, Indonesia. Tel: +62-541-749161, Fax: +62-541-738341, ³email : alusyana1@gmail.com

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi jenis jamur endofit pada *Oryza sativa* beserta kemungkinannya sebagai pengendali hama atau entomopatogen. Jamur endofit adalah mikroorganisme yang hidup di dalam suatu tanaman yang mengandung senyawa yang memberikan ketahanan bagi

tanaman inang dari organisme parasite. Hasil penelitian menunjukkan jamur endofit *Oryza sativa* yang teridentifikasi dari dua lokasi penelitian yaitu Desa Karang Tunggal, Tenggarong Sebrang dan Desa Tanah Merah Samarinda utara terdapat empat jenis yaitu *Metharizium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Trichoderma* sp. Selain itu, jenis jamur endofit yang berpotensi sebagai entomopatogen yang emmeberikan mortalitas tertinggi pada Ulat Hongkong adalah *Metharizium* sp. Dan *Penicillium* sp.

4. Kemampuan Jamur Endofit Padi Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Penyebab Penyakit Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) Secara In Vitro. Oleh: Sopiarena Sopiarena, Encik Ahmad Syaifudin, Rusdiana Rusdiana. Vol 4 Nomor 1, 2021.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui penyakit penting tanaman padi dan penyebab nya, serta jamur-jamur endofit pada tanaman padi dan potensinya sebagai agens pengendali hayati. Lokasi pengambilan sampel di Kelurahan Lempake Kecamatan Samarinda Utara Kota Samarinda. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman. Kegiatan dilaboratorium meliputi isolasi, identifikasi dan uji daya antagonis menggunakan tanaman padi sehat untuk memperoleh jamur endofit dan tanaman padi sakit yang menimbulkan gejala untuk memperoleh cendawan patogen. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur endofit yang terisolasi pada tanaman padi dari lokasi penelitian di Kelurahan Lempake, Kecamatan Samarinda Utara terdapat 3 jenis yaitu: *Trichoderma* sp., *Aspergillus niger* dan *Mucor* sp., sedangkan jamur patogen yang ditemukan menyerang tanaman padi yaitu *Cercospora* sp. dan *Rhizoctonia*

Solani. Berdasarkan hasil uji antagonis secara in-vitro bahwa ketiga jamur endofit terhadap dua cendawan patogen memiliki besaran hambatan rata-rata diatas 50% tingkat tertinggi penghambatan yaitu *Trichoderma* sp. vs *Rhizoctonia* dengan daya hambatan (89,20%).

B. TANAMAN JAGUNG

1. Pengaruh Aplikasi *Bacillus* Sp. Dan *Pseudomonas* Sp. Terhadap Perkembangan Penyakit Bulai Yang Disebabkan Oleh Jamur Patogen *Peronosclerospora Maydis* Pada Tanaman Jagung. Oleh: Wiwik Jatnika, Abdul Latief Abadi, Luqman Qurata Aini

Bulai merupakan penyakit penting pada tanaman jagung yang disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora maydis*, dengan tingkat serangan mencapai 95%. *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. diketahui merupakan mikroorganisme antagonis. Bakteri ini mampu menghasilkan senyawa antibiosis seperti enzim kitinase yang dapat menghidrolisis dinding sel jamur, sideropore, dan antibiotik lainnya yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensial isolat *Bacillus* sp. Dan *Pseudomonas* sp. dalam menekan sporulasi, perkecambahan *Peronosclerospora maydis* dan perkembangan penyakit bulai. *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. mampu menekan sporulasi jamur. Tetapi, tidak dapat menekan perkecambahan jamur *Peronosclerospora maydis*. *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. mampu menekan penyakit bulai. Tingkat penekanan tertinggi pada isolat *Pseudomonas* sp. UB-PF5 sebesar 50%. Bakteri terbaik yang dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman jagung adalah isolat *Pseudomonas* sp. UB-PF5 dan isolat *Bacillus* sp. UB-ABS1.

2. Insidensi Penyakit Daun Yang Disebabkan Jamur Pada Beberapa Varietas Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Sturt L.*) Di Desa Mekar Alam Kecamatan Pagar Alam Utara. Oleh: Putrina, Eka and Hamidson, Harman and Umayah, Abu (2019). Undergraduate Thesis, Sriwijaya University. Abstract

Jagung merupakan salah satu sumber pangan penting setelah beras. Jagung manis (*Zea mays Saccharata Sturt L.*) atau jagung manis banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia karena memiliki rasa yang lebih manis dan nilai gizi yang lebih dibandingkan dengan jagung biasa. Dalam upaya peningkatan produksi jagung, terdapat kendala yang dihadapi petani seperti penyakit bulai, hawar daun dan penyakit karat daun. Penyakit tersebut dapat merugikan karena dapat menurunkan hasil jagung. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari perbedaan kejadian penyakit daun, pertumbuhan dan hasil yang disebabkan oleh cendawan beberapa varietas jagung manis. Penelitian ini dilakukan di Desa Mekar Alam, Kecamatan Pagar Alam Utara, Kota Pagar Alam, Provinsi Sumatera Selatan. dan Laboratorium Fitopatologi, Jurusan OPT dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Waktu penelitian dimulai pada bulan Juni 2019 sampai selesai. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan terdiri dari 4 varietas yang diulang 6 kali, V1 = Paragon, V2 = Jambore, V3 = Cinta Manis, V4 = Bonanza F1, dan diperoleh 24 petak perlakuan dengan masing-masing petak terdiri dari 12 tanaman sehingga total 288 tanaman. Hasil penelitian didapatkan tiga penyakit daun yaitu penyakit bulai (*Peronosclerospora sorghi*) dengan kejadian rendah, kemudian Demam Daun (*Helminthosporium turcicum*) dan Penyakit Karat Daun (*Puccinia sorghi*), dengan kejadian sedang dan Tidak ada perbedaan nyata antar varietas

yang diamati, meskipun penyakit dengan intensitas sedang semua varietas tetap menghasilkan tongkol jagung.

3. Epidemiologi Penyakit Daun Disebabkan Jamur Pada Tanaman Jagung Di Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir. Oleh: Harman Hamidson, Suwandi Suwandi, Nurhayati Nurhayati, Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020. pp. xx. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati perkembangan penyakit pada tanaman jagung yang disebabkan oleh jamur terkait dengan epidemiologi penyakit daun yang disebabkan oleh jamur pada tanaman jagung di Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir. Rendahnya produksi jagung disebabkan oleh serangan organisme pengganggu tanaman baik dari OPT maupun penyakit. Hasil survei menunjukkan bahwa dua penyakit jagung adalah hawar daun dan karat daun. Penyakit hawar daun dapat menurunkan produksi hingga 50%. Hawar daun (*Helminthosporium* sp; *Bipolaris* sp; *Exserohilum* sp) dan penyakit karat daun (*Puccinia* sp). Persentase kejadian tertinggi terdapat pada tanaman umur 60 HST sebesar 16,64%. Hasil uji kesehatan benih dari enam jenis benih jagung yang diamati adalah benih Annom dan Sukanegara tumbuh lebih cepat, benih Annom tumbuh lebih cepat di permukaan benih diikuti benih Bisma, Lamuru, dan Srikandi Kuning. Benih Annom sebagian besar membawa jamur benih yang tumbuh di permukaan benih diikuti oleh benih Bonanza. Jenis jamur yang terbawa oleh bijinya, yaitu *Aspergillus* sp; *Penicillium* sp; *Trichoderma* sp; *Diplodia* sp; dan *Bipolaris* sp.

C. TANAMAN CABAI

1. Pengujian Konsorsium Mikroba Antagonis Pengendalian Antraknosa Pada Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.)
Oleh: Nugroho Sulisty Putro, Luqman Qurata Aini, Abdul Latief Abadi

Salah satu penyakit penting yang menyerang cabai adalah antraknosa yang disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi konsorsium mikroba antagonis yang terdiri dari *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Trichoderma harzianum* sebagai agen hayati untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah besar yang disebabkan oleh cendawan *C. capsici*. Berdasarkan hasil penelitian, pengujian konsorsium mikroba antagonis dapat menekan pertumbuhan cendawan *C. capsici* secara nyata. Konsorsium mikroba antagonis dengan dosis aplikasi 30 ml/liter memberikan hasil terbaik dalam menekan perkembangan antraknosa pada cabai besar dibandingkan dengan dosis 10 ml/liter dan 20 ml/liter serta isolat mikroba antagonis secara individual. Hasil percobaan pada cabai besar di laboratorium maupun di lapangan menunjukkan bahwa perlakuan konsorsium mikroba antagonis dosis 30 ml/l lebih tinggi dalam menekan perkembangan penyakit antraknosa dibandingkan perlakuan lain kecuali perlakuan fungisida dengan bahan aktif propineb 70 %.

2. Uji Ketahanan 14 Galur Cabai Besar (*Capsicum annuum* L.) Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* spp) Dan Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*). Oleh: Hendra Palupi, Izmi Yulianah, Respatijarti Respatijarti

Permasalahan pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) adalah penyakit antraknosa dan layu bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketahanan 14 galur cabai

terhadap penyakit antraknosa, layu bakteri dan karakter komponen hasil. Penelitian dilaksanakan di desa Gesingan, kecamatan Pujon, kabupaten Malang pada bulan Januari – Juli 2014. Bahan yang digunakan adalah 14 galur cabai besar asal dari lokal dan Introduksi. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, kejadian penyakit layu bakteri pada masing-masing galur memiliki kriteria tahan dengan kisaran 3,33 %-13,06 %. Untuk penyakit antraknosa galur yang memiliki kriteria moderat yaitu galur 119.1.4 (21,63) dan 114.11.5. (20,20 %). Kemudian kriteria tahan terdapat pada galur 118.6 (10,72 %) dan 053.30.6 (10,13 %). Kriteria sangat tahan dengan rerata kejadian penyakit yang terendah yakni galur 055.1 (1,14 %). Karakter Komponen hasil tertinggi untuk panjang buah; diameter buah; panjang tangkai buah; bobot/buah; bobot buah/tanaman dan jumlah buah/tanaman berturut-turut terdapat pada galur 116.7.2 dan galur 051.20.1. Uji ketahanan penyakit antraknosa dan layu bakteri menunjukkan kriteria ketahanan yang berbeda pada galur yang diuji.

3. Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta Indica* A. Juss.) Untuk Pengendalian Penyakit Antraknosa Yang Disebabkan Jamur *Colletotrichum Capsici* Pada Buah Cabai Merah Pasca-Panen. Oleh: Muhammad Ali, Yunel Venita, Benny Rahman.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh beberapa konsentrasi ekstrak daun mimba dalam pengendalian penyakit antraknosa pada buah cabai merah pasca panen. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap, terdiri dari 6 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah 6 konsentrasi ekstrak daun mimba : 0%=M0, 1%=M1, 5%=M2, 10%=M3, 15%= M4

dan 20%=M. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak daun mimba memberikan pengaruh yang berbeda dalam pengendalian penyakit antraknosa pada buah cabai merah. Konsentrasi ekstrak daun mimba pada 15% dan 20% memberikan pengaruh yang lebih baik dalam mengendalikan penyakit antraknosa buah cabai merah pasca panen, yang mengakibatkan diameter pertumbuhan koloni cendawan in vitro lebih kecil, masa inkubasi penyakit lebih lama dan lebih rendah kejadian penyakit.

4. Identifikasi Jamur Penyebab Penyakit Pascapanen Pada Beberapa Komoditas Bahan Pangan. Oleh: Nova Wahyu Pratiwi, Erwina Juliantari, Lutfi Khotun Napsiyah.

Komoditas pangan sebenarnya dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama setelah panen, namun beberapa kendala penurunan kualitas buah karena beberapa penyakit pascapanen yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti jamur sering ditemukan sebagai pemicu penyakit pascapanen. Hasil identifikasi jamur penyebab penyakit pada beberapa buah pascapanen yang dilakukan dengan metode blotter test dan medium PDA menunjukkan bahwa jamur *Colletotricum capsici* ditemukan pada cabai, *Rhizoctonia solani* pada pisang dan tomat, *Amerosporium* sp. pepaya, *Pythium* sp. pada pisang, *Fusarium solani* pada mangga, pisang, dan pepaya, dan *Phomopsis* sp. tomat.

5. Potensi Jamur Endofit Asal Cabai Sebagai Agens Hayati Untuk Mengendalikan Layu Fusarium (*Fusarium Oxysporum*) Pada Cabai Dan Interaksinya. Oleh: Sri Endah Nurzannah, Lisnawita Lisnawita, Darma Bakti, Published 2014. DOI: 10.32734/jaet.v2i3.7543

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi endofit yang berpotensi sebagai agen biokontrol terhadap

Fusarium oxysporum pada cabai dan interaksinya. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tanaman Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara dan Rumah Kaca Karantina Tumbuhan Medan pada bulan Mei sampai Agustus 2013. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial dengan empat belas perlakuan dan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan semua fungi endofit yang digunakan (*Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Aspergillus* sp., *Hormiscium* sp., *Geotrichum* sp.) berpotensi sebagai agens hayati untuk mengendalikan layu fusarium pada cabai. Hasil terbaik diperoleh pada *Penicillium* sp. dengan tingkat keparahan penyakit adalah 2,78% dalam uji rumah kaca. *Penicillium* sp. juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan tinggi tanaman 29,40 cm.

6. Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Tepung Daun Sirih Hutan (*Piper Aduncum* L.) Untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa Pada Buah Cabai Merah Pasca Panen. Oleh: Yetti Elfina Elfina ', Muhammad Ali ', Lilis Aryanti '

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati dan mendapatkan konsentrasi ekstrak serbuk daun sirih liar yang lebih baik dalam mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri dari 5 perlakuan dan 4 ulangan sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Perlakuan yang diberikan adalah konsentrasi ekstrak serbuk daun sirih liar: K0= 0 g/l, K1= 25 g/l, K2= 50 g/l, K3= 75 g/l dan K4= 100 g/l air. Penelitian terdiri dari dua pengujian yaitu in vitro inhibisi cendawan *C. capsici* dan aplikasi in vivo ekstrak serbuk daun sirih liar. Data dianalisis secara statistik menggunakan analisis varian dan mean diuji dengan Duncan's

New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak serbuk daun sirih liar berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *C. capsici* dan meningkatkan persentase penghambatan pertumbuhan jamur. Ekstrak serbuk daun sirih liar pada konsentrasi 100 g/l air cukup mampu menahan penyakit antraknosa penyebab *C. capsici*, sehingga mampu menurunkan intensitas serangan hingga 10% efektifitas 52%.

D. TANAMAN TOMAT

1. Keanekaragaman Jamur Endofit Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) Dan Kemampuan Antagonisnya Terhadap *Phytophthora Infestans*. Oleh: Dian Wulandari, Liliek Sulistyowati, Anton Muhibuddin

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman jamur endofit pada tanaman tomat dan kemampuan antagonisnya terhadap *Phytophthora infestans*. Pada penelitian ini dilakukan metode eksplorasi dan uji antagonis. Eksplorasi dilakukan terhadap jamur endofit dari daun, batang dan akar tomat, serta isolasi *P. infestans* dari daun tanaman bergejala. Uji antagonis dilakukan dari jamur endofit yang diperoleh terhadap *P. infestans*. Tanaman tomat diambil di lahan pertanaman tomat di desa Sumber Brantas, kota Batu dan dilakukan eksplorasi dan uji antagonis di Laboratorium Mikologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan April hingga September 2013. Hasil penelitian diketahui bahwa jumlah jamur endofit yang diperoleh sebanyak 20 isolat yaitu masing-masing 5 isolat pada akar, 9 isolat pada batang, dan 6 isolat pada daun. Genus jamur yang diperoleh antara lain: *Acremonium* sp., *Aspergillus* spp., *Cephalosporium* sp., *Fusarium* spp., *Helicocephalum* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* sp.,

dan empat genus jamur yang tidak teridentifikasi. Dari total 20 isolat yang diperoleh kemudian dilakukan uji antagonis terhadap *P. infestans*. Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa semua jamur endofit memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan *P. infestans* secara *in vivo* dengan persentase kemampuan sebesar 36,93% - 100%.

2. Uji *In Vitro* Keefektifan Ekstrak Air Daun Dan Bunga Kembang Telang (*Clitoria ternatea* l.) terhadap Jamur *Alternaria solani* Penyebab Penyakit Bercak Coklat pada Tanaman Tomat. Oleh: Tarkus Suganda, Pini Komalasari, Endah Yulia, Wahyu Daradjat Natawigena

Penyakit bercak coklat (*Alternaria solani*) merupakan salah satu penyakit yang sangat merugikan pada tanaman tomat. Umumnya penyakit ini dikendalikan dengan penggunaan fungisida sintetik, tetapi selain menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan, patogen ini juga mampu berubah menjadi tidak sensitif lagi terhadap bahan aktif fungisida sintetik yang digunakan. Beberapa penelitian melaporkan bahwa ekstrak tumbuhan dapat menekan berbagai patogen. Tanaman kembang telang diketahui memiliki sifat antimikroba terhadap berbagai mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan ekstrak air daun dan bunga kembang telang dalam menekan *A. solani* secara *in vitro*. Percobaan dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap terdiri atas empat konsentrasi ekstrak daun (0, 3, 6, dan 9%) dan empat konsentrasi ekstrak bunga (0, 5, 10, 15%) yang diperoleh berdasarkan uji LC_{50} pendahuluan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa ekstrak air daun maupun bunga memperlihatkan penekanan terhadap pertumbuhan koloni jamur *A. solani*. Penekanan tertinggi ekstrak air daun maupun bunga masing-masing pada konsentrasi 9% (34,78%) dan 15%

(38,97%). Ekstrak air daun mampu menurunkan produksi konidia *A. solani* pada konsentrasi 9% yaitu $3,0 \times 10^3$ konidia/ml, sementara pada konsentrasi 15%, ekstrak air bunga kembang telang menekan total produksi konidia *A. solani*. Penghambatan tertinggi terhadap perkecambahan konidia (58,33%) ditunjukkan oleh ekstrak air daun kembang telang 3% sedangkan oleh ekstrak air bunga kembang telang sebesar 75,00% oleh konsentrasi 5%. Kemampuan antisporeulasi dari ekstrak air daun dan bunga kembang telang lebih dominan dibandingkan kemampuan fungistatik maupun kemampuan fungisidalnya.

3. Ketahanan kultivar buah tomat (*Solanum Lycopersicum L.*) terhadap jamur *Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds Penyebab Penyakit Antraknosa. Jurnal Medika Malahayati, 4 (3). Pp. 210-216. Issn 2355-6757. Oleh: Yulianti, Ylianty And Lande. Martha L. and Sri Wahyuningsih, Wahyu (2020).

Tomat adalah semusim seperti cabai terong dan segera. Salah satu penyebab penurunan produksi tomat adalah penyakit antraknosa yang disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum acutatum*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan tomat terhadap penyakit antraknosa oleh cendawan *Colletotrichum acutatum*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan Botani, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Lampung pada bulan Januari sampai Februari 2020. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan tomat yaitu bunga rampai, tomat Bandung, tomat ceri, dan tomat biasa menggunakan 6 ulangan. Parameter yang diukur adalah diameter bercak jamur *Colletotrichum acutatum*, kejadian penyakit dan tingkat keparahan penyakit antraknosa pada setiap tomat, dan jumlah konidia *Colletotrichum acutatum*. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa eroccurrence dan keparahan penyakit yang kecil ditemukan pada tomat Bandung sedangkan jumlah konidia yang lebih kecil ditemukan pada bunga rampai.

E. TANAMAN SAYURAN

1. Tingkat Populasi Jamur Tanah akibat Perlakuan Fungisida Mankozeb di Pertanaman Sayur Kubis (*Brassica oleracea* var. capitata) Kecamatan Modoinding, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. Oleh: Isna Lestari, Stella D. Umboh, Johanis J. Pelealu

Dalam pengembangan sayuran kubis (*Brassica oleracea* var. capitata) petani sering menggunakan pestisida secara berlebihan. Penggunaan pestisida secara berlebihan tersebut berdampak pada sterilisasi ekosistem tanah, yang mengakibatkan penurunan tingkat populasi jamur tanah. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis tingkat populasi jamur tanah akibat paparan fungisida Mankozeb di pertanaman sayuran kubis. Penelitian ini dilakukan dengan mengisolasi jamur pada tanah di sayur kubis Kecamatan Modoinding, Kabupaten Minahasa Selatan menggunakan pengenceran bertingkat, kemudian dilanjutkan dengan metode Total Plate Count (TPC) untuk menghitung jumlah koloni. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungisida Mankozeb mempengaruhi jumlah populasi jamur tanah, dilihat dari sedikitnya jumlah spesies yang ditemukan. Dari 6 famili dengan 11 jenis yang ditemukan, jamur tanah yang memiliki koloni terbesar adalah isolat KJ5 (*Penicillium* sp.) sebesar 270 koloni dengan jumlah spora 5.9×10^{-6} CFU/mL dan terendah pada isolat KJ3 (*Trichoderma harzianum*) sebesar 2 koloni dengan jumlah spora 10^{-7} CFU/mL.

2. Studi Jamur *Aspergillus fumigatus* penyebab Aspergillosis di Pasar Cakranegara Kota Mataram dengan Media Pertumbuhan Potato Dextrose Agar (PDA). Oleh: Ni Luh Gita Gandi, I Wayan Getas, Miftahul Jannah.

Aspergillosis merupakan penyakit oportunistik yang disebabkan oleh jamur *Aspergillus fumigatus*. Jamur ini tersebar secara kosmopolitan di seluruh dunia. Gejala penyakit aspergillosis ditandai dengan gangguan pernafasan, gangguan kulit, keracunan serta alergi. Penyakit ini dapat terjadi akibat masuknya spora jamur yang ada di udara melalui sistem inhalasi. Dimana jamur ini dapat ditemukan pada udara, makanan, sayuran, tanah, humus. Sehingga dapat dilakukan studi terhadap jamur *Aspergillus fumigatus* pada sumber-sumber ditemukannya jamur tersebut untuk pencegahan aspergillosis. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengidentifikasi dan menganalisis jamur *Aspergillus fumigatus* penyebab aspergillosis di Pasar Cakranegara Kota Mataram dengan Media Pertumbuhan Potato Dextrose Agar (PDA). Metode penelitian ini menggunakan Observasional deskriptif dengan teknik pengambilan sampel Non Random Purposive Sampling. Sampel penelitian berjumlah 15 sampel yang terdiri atas 3 jenis yaitu udara, sayuran dan makanan (jajanan pasar). Masing-masing sampel dipreparasi kemudian diisolasi dengan menggunakan media PDA dan diinkubasi selama 3x24 jam pada suhu 37°C kemudian diidentifikasi dan dianalisis untuk ditemukan jamur *Aspergillus fumigatus* pada masing-masing sampel tersebut. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil dari 15 sampel yaitu 9 sampel positif (+) ditemukan *Aspergillus fumigatus* dan 6 sampel negatif (-) ditemukannya *Aspergillus fumigatus*. Rincian persentase pada masing-masing sampel yaitu pada sampel udara diperoleh 4 dari 5 sampel (80%) positif

ditemukan *Aspergillus fumigatus*, pada sampel sayuran diperoleh 3 dari 5 sampel (60%) positif ditemukan *Aspergillus fumigatus*, dan pada sampel makanan diperoleh 2 dari 5 sampel (40%) positif ditemukan *Aspergillus fumigatus*. Persentase tertinggi ditemukan *Aspergillus fumigatus* terdapat pada sampel udara, yang merupakan kontak langsung penyebab aspergillosis. Dengan persentase total keseluruhan sampel yaitu ditemukan *Aspergillus fumigatus* sebanyak 60%.

3. Pengelolaan Penyakit Pasca Panen pada Buah dan Sayur dengan Pemanfaatan Ekstrak Alami. Oleh : Lia Angraeni

Buah dan sayur merupakan komponen diet yang sangat penting bagi manusia untuk mencegah berbagai penyakit kronis. Produk segar dapat mengalami beberapa jenis stres selama dalam penanganan. Umumnya gejala stres tidak mempengaruhi keseluruhan kualitas produk, namun akan semakin jelas terlihat seiring dengan penurunan kualitas produk. Kerugian ini merupakan dampak dari kerusakan fisik, stres karena pelukaan atau infeksi laten yang disebabkan oleh jamur atau bakteri yang dimulai sejak masa pra panen. Kebanyakan negara berkembang berada di daerah tropis yang menyebabkan sistem penanganan produk hortikultura dipengaruhi oleh tingginya suhu dan kelembaban. Di negara-negara miskin, kehilangan hasil selama rantai pemasaran dapat mencapai hingga 50%. Mengganti penggunaan fungisida sintetik dengan produk alam (umumnya yang berasal dari ekstrak tanaman) yang tidak beracun dan memiliki cara kerja yang spesifik semakin mendapatkan perhatian saat ini. Senyawa alami yang diproduksi oleh buah selama masa pematangan telah menunjukkan potensi yang cukup tinggi untuk digunakan sebagai pencegahan serangan busuk oleh pathogen.

4. Genera Jamur Patogen dan Persentase Penyakit Bercak Daun yang ditemukan pada Pertanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*) di Desa Serang, Kecamatan Karangreja, Purbalingga. Oleh: Nia Sri Hartatik Fakultas Biologi UNSOED, Eddy Tri Sucianto, Endang Sri Purwati, DOI: <https://doi.org/10.20884/1.bioe.2020.2.3.3387>

Sawi hijau (*Brassica juncea*) adalah tanaman tahunan atau hortikultura dari genus Brassica. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis jamur penyebab penyakit bercak daun pada tanaman sawi hijau dan untuk mengetahui persentase besar penyakit bercak daun yang disebabkan oleh jamur pada tanaman sawi di Desa Serang Kecamatan Karangreja Kabupaten Purbalingga. Penelitian ini menggunakan metode survei dengan mengambil purposive random sampling pada dua lokasi yang berbeda. Jenis jamur penyebab penyakit bercak daun pada sawi (*B. juncea*) dapat diidentifikasi dengan mengisolasi bagian tanaman yang sakit kemudian diidentifikasi. Identifikasi jamur dilakukan dengan dua tahap pengamatan, yaitu pengamatan karakter makromorfologi dan karakter mikromorfologi. Pengamatan karakter makromorfologi meliputi warna koloni, bentuk koloni, bentuk tepi koloni dan warna kebalikan koloni. Pengamatan karakter mikromorfologi meliputi keberadaan hifa, hifa (terisolasi atau tidak bersekat), bentuk konidia, warna konidia, alat tambahan dan konidiofor. Tahap selanjutnya untuk mengetahui jenis jamur penyebab penyakit bercak daun adalah Postulat Koch. Hasil yang diperoleh terdapat satu jenis penyakit pada tanaman sawi hijau. Penyakit bercak daun merupakan salah satu penyakit tanaman sawi yang disebabkan oleh cendawan *Alternaria* sp, dengan frekuensi penyakit bercak daun sebanyak 196 kali, dan persentase penyakit sebesar 51,30%.

5. Pemanfaatan empat isolat *Trichoderma sp.* untuk mengendalikan penyakit akar gada pada tanaman caisin. Oleh: Melinda Yudha, L. Soesanto, E. Mugiastuti

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi empat isolat *Trichoderma sp.* dalam mengendalikan penyakit akar gada serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman caisin. Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, mulai Mei 2016 sampai bulan Juni 2016. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri atas 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri atas, kontrol diinokulasikan *P. brassicae*, kontrol tidak diinokulasikan *P. brassicae*, *Trichoderma sp.* isolat jahe, *Trichoderma sp.* isolat bawang, *Trichoderma sp.* isolat pisang, *Trichoderma sp.* isolat nenas, dan fungisida berbahan aktif Azoksistrobin dan Difenokonazol. Variabel yang diamati adalah masa inkubasi, intensitas penyakit di atas permukaan tanah, intensitas penyakit di bawah permukaan tanah, tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar, dan volume akar gada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *Trichoderma* isolat bawang efektif dalam mengendalikan penyakit akar gada dan meningkatkan hasil tanaman caisin, dengan menekan intensitas penyakit di atas tanah sebesar 50,00%, menekan intensitas di bawah tanah sebesar 34,48%, menurunkan volume akar gada sebesar 72,73%, menunda masa inkubasi sebesar 26,65%, meningkatkan jumlah daun sebesar 18,12%, dan bobot basah sebesar 30,75%. Perlakuan empat isolat *Trichoderma sp.* belum mampu meningkatkan tinggi tanaman caisin.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa jamur merupakan salah satu organisme penyebab penyakit yang menyerang hampir semua bagian tanaman, mulai dari akar, batang, ranting, daun, bunga, hingga buah. Penyakit ini menyebabkan bagian tanaman yang terserang, seperti buah, membusuk. Jika menyerang ranting dan permukaan daun akan menimbulkan bercak coklat. Dari bintik-bintik tersebut akan keluar jamur berwarna putih atau jingga yang dapat menyebar ke seluruh permukaan ranting atau daun sehingga pada akhirnya mengering dan rontok. Jamur yang tergolong patogen bagi tanaman antara lain *Plasmiodiophora brassicae*, *Aspergillus* spp, *Pyricularia oryzae*, *Plasmopara viticola*, *Pythium debaryanum*, *Sclerospora graminicola*, dan *Pinicillium* spp.

Penyakit yang disebabkan oleh pathogen jamur merupakan penghambat peningkatan produksi di Indonesia. Upaya penyebarluasan informasi tentang patogen penyebab penyakit tanaman, pentingnya dan teknologi pengendaliannya perlu dikembangkan. Pengendalian penyakit dilakukan secara terpadu melalui keterpaduan beberapa komponen pengendalian dalam teknik budidaya (varietas tahan, pergiliran tanaman, benih sehat, pemupukan, pengaturan jarak tanam, perbaikan drainase), cara fisik (sanitasi, pemberantasan, perendaman, pembakaran) dan metode kimia dengan menggunakan pestisida. Upaya pengendalian dapat memberikan hasil yang optimal apabila dilakukan secara serentak pada areal yang luas melalui pendekatan kelompok tani.

Rekomendasi untuk pengelolaan terpadu yaitu : Memahami siklus hidup, mekanisme kelangsungan hidup, dan kondisi lingkungan

yang kondusif untuk jamur; berkomitmen untuk sanitasi pertanian, bersihkan pertanian dan singkirkan semua gulma, sisa-sisa tanaman, dan tuan rumah sukarela; gunakan varietas tahan atau toleran; gunakan transplantasi bersih dan benih (dan perawatan benih); pantau kondisi cuaca (terutama suhu, kelembaban, dan kebasahan daun); memiliki pengetahuan tentang model prediksi penyakit yang relevan; Memahami pengaruh waktu tanam, jarak tanam dan tumpang tindih tanaman; rotasi tanaman yang sesuai (rotasi panjang dengan tanaman non-inang mungkin diperlukan); hindari blok yang terinfestasi berat dengan menguji tanah untuk penyakit tular tanah sebelum penanaman; pantau tanaman secara teratur dan dapat mendeteksi gejala awal pada tanaman anda; memahami implikasi untuk waktu irigasi dan meminimalkan kelembaban bebas dan periode kelembaban tinggi (misalnya mengairi sekitar jam 4 pagi daripada saat senja, tidak mengairi selama periode puncak pelepasan spora); mengubah dan mengelola tanah untuk merugikan jamur (beberapa penyakit jamur dapat bertahan hidup di tanah selama 30 tahun atau lebih). Minimalkan cara penyebaran penyakit di lahan pertanian, singkirkan dan musnahkan tanaman yang sakit saat gejala pertama kali muncul. Memahami pengaruh waktu tanam, jarak tanam dan tumpang tindih tanaman. Terapkan fungisida pencegahan berdasarkan kondisi cuaca. Memahami resistensi fungisida dan rotasi kelompok kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, L. K. Dan Robson, A. D. 1982. *The Role Of Va Mycorrhizae Fungi Agriculture And The Selection Of Fungi For Inoculation*. Aust. J. Agric.
- Alexopoulos Cj, Mims Cw, Blackwell M. 1996. *Introductory Mycology*. 4th Edition. John Wiley & Sons, Inc.
- A J. Van Der Plaats-Niterink .1981. "Monograph Of The Genus *Pythium*". *Studies In Mycology* 21: 1-242
- Aguskrisno. 2012. Pemanfaatan Mikroorganisme Dalam Mengendalikan Penyakit Pada Tumbuhan. [Http://Aguskrisnoblog.Wordpress.Com](http://Aguskrisnoblog.Wordpress.Com). [Diakses 11 Maret 2013].
- Barr Djs. 1990. *Phylum Chytridiomycota*. In: *Handbook Of Protoctista*. Eds Margulis, Corliss, Melkonian, & Chapman. Jones & Barlett, Boston. Pgs. 454-466
- Barr Djs. 1990. *Chytridiomycota*. In: *Esser K, Lemke Pa (Eds) The Mycota, Systematic And Evolution, Vol Viia*. Springer, New York, Pp 93-112.
- Bar, D. J. S., 1990. *Handbook Of Protoctista: The Structure, Cultivation, Habitats, And Life Histories Of The Eukaryotic Microorganisms And Their Descendants Exclusive Of Animals, Plants, And Fungi : A Guide To The Algae, Ciliates, Foraminifera, Sporozoa, Water Molds, Slime Molds, And The Other Protoctists*. 914 Hal: Pp.454-466
- B. A. Daniels And J. M. Trappe, 1980. *Factors Affecting Spore Germination Of The Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungus, Glomus Epigaeus*. Pages 457-471 | Accepted 10 Sep 1979, Published Online: 12 Sep 2018.

<https://doi.org/10.1080/00275514.1980.12021207>

- Brundrett, M. C., Bougher, N., Dells, B., Grove, T., Dan Malajozuk, N. 1996. *Working With Mycorrhizas In Forestry And Agriculture. Australian Centre For International Agricultural Research* : Canberra
- CAB International, 2001. *Crop Protection Compendium. CAB International.*
- C. André Lévesque & Arthur W. M. De Cock. 2004. *Molecular Phylogeny And Taxonomy Of The Genus Pythiu. Mycological Research*, 108 (12): 1363–1383
- Chang, 2004. *Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 1.* Erlangga
- Daniels Dan Trappe, 1980, *Pengujian Efektifitas Beberapa Isolat Cendawan Mikoriza.*
- Dwidjoseputro, D. 1998. *Dasar-Dasar Mikrobiologi.* Malang: Djambatan
- Dian Wulandari, · 2014 · *Keanekaragaman Jamur Endofit Pada Tanaman Tomat (Lycopersicum Esculentum Mill.) Dan Kemampuan Antagonisnya Terhadap Phytophthora Infestans.*
- Eka Putrina · 2019. *Insidensi Penyakit Daun Yang Disebabkan Jamur Pada Beberapa Varietas Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Sturt L.) Di Desa Mekar Alam Kecamatan Pagar Alam Utara.*
- Gandjar, I., Ariyanti Dan Wellyzar, S. 2006. *Mikology Dasar Dan Terapan.* Yayasan Obor Indonesia Jakarta.
- Gunawan, A. W. 2005 *Usaha Pembibitan Jamur.* Jakarta : Penebar Swadaya
- H Hamidson · 2020 — *Epidemiologi Penyakit Daun Disebabkan Jamur*
- H Palupi, 2015. *Uji Ketahanan 14 Galur Cabai Besar (Capsicum Annuum L.) Terhadap Penyakit Antraknosa (Colletotrichum Spp) Dan Layu Bakteri (Ralstonia Solanacearum)*

- Jawetz, E, Melnick & Adelberg. 1996. *Microbiologi Kedokteran*. Jakarta: Egc
- [Http://Rizkyahani.Blogspot.Co.Id/2015/05/Glomeromycota.Html](http://Rizkyahani.Blogspot.Co.Id/2015/05/Glomeromycota.Html)
- Kendrick Bryce. 2000. *The Fifth Kingdom. 3rd Edition Focus Publishing: Newburyport,*
- Kasumbogo Untung Terbitan, 2001: *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University.
- Kasumbogo Untung Terbitan, 2007: *Kebijakan Perlindungan Tanaman*. Gadjah Mada University.
- Khokhar, M.K. And R. Gupta. 2014. *Integrated Disease Management. Popular Kheti 2(1): 87-91.*
- L Angraeni, 2019. *Pengelolaan Penyakit Pasca Panen Pada Buah Dan Sayur Dengan Pemanfaatan Ekstrak Alami.*
- Lestari · 2018 · Dirujuk 3 Kali Tingkat Populasi Jamur Tanah Akibat Perlakuan Fungisida Mankozeb Di Pertanaman Sayur Kubis (*Brassica Oleracea Var.Capitata*) Kecamatan Modinding, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara.
- Maloy, O.C. 2005. *Plant Disease Management.The American Phytopathological Society*.12 Pp.
- M Yudha · 2016 · Dirujuk 20 Kali Pemanfaatan Empat Isolat *Trichoderma Sp.* Untuk Mengendalikan Penyakit Akar Gada Pada Tanaman Caisin.
- Martinko Jm, Madigan Mt (2005). *Brock Biology Of Microorganisms, 11th Ed., Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall. Isbn 0-13-144329-1.*
- Marwoto Dan Suharsono. 1988. *Peranan Varietas Tahan Hama Pada Pengendalian Hama Terpadu Pada Tanaman Kedelai. Seminar Intern Balai Penelitian Tanaman Serealia.*
- Munir, E. 2006. *Pemanfaatan Mikroba Dalam Bioremediasi: Suatu Teknologi.*

- M Ali, Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta Indica A. Juss.*) Untuk Pengendalian Penyakit Antraknosa Yang Disebabkan Jamur *Colletotrichum* ...
- Ns Hartatik. · 2020. Genera Jamur Patogen Dan Persentase Penyakit Bercak Daun Yang Ditemukan Pada Pertanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea*) Di Desa Serang, ...
- Ns Putro, 2014, Pengujian Konsorsium Mikroba Antagonis Untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa Pada Cabai Merah Besar (*Capsicum Annuum L.*)
- Nw Pratiwi, Dkk, Identifikasi Jamur Penyebab Penyakit Pascapanen Pada Beberapa Komoditas Bahan Pangan Tanaman Jagung Di Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020. Pp. Xx. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (Unsri).
- Oka, I. N., 1995. Pengendalian Hama Terpadu Dan Implementasinya Di Indonesia. Yogyakarta: Ugm Press
- Onlg Gandi · 2019. Studi Jamur *Aspergillus Fumigatus* Penyebab *Aspergillosis* Di Pasar Cakranegara Kota Mataram Dengan Media Pertumbuhan Potato Dextrose Agar (Pda).
- Pakki And Muis, 2006. Pathogen Utama Pada Tanaman Jagung Setelah Padi Rendengan Di Lahan Sawah Tadah Hujan. Seminar Mingguan Balisereal Maros.
- Pelczar, 1986. Dasar-Dasar Mikrobiologi Universitas Indonesia. Ui Press: Jakarta. 190-191
- Purnawati, Henny; Nur Hidayah, Siti (2018). Buku Pr Biologi Kelas X Semester 1. Daerah Istimewa Yogyakarta: Pt Penerbit Intan Pariwara. Hlm. 177. Isbn 978-979-28-2899-3.
- Rahma, H. 2018. Diseminasi Teknologi Pupuk Kandang Sapi Plus Rizobakteri Pada Kelompok Tani Kakao Di Kabupaten Limapuluh Kota

- Razdan, V.K. And S. Gupta. 2009. *Integrated Disease Management: Concepts And Practices. Inintegrated Pest Managements: Innovation-Dev. Process.* Pp:369-389
- Robinson, Richard. 2001. *Biology Macmillan Science Library. Macmillan Reference. USA.*
- Sulistiyorini, Ari (2009). Biologi 1 Untuk Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah Kelas X (Pdf). Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Hlm. 107–108. Isbn 978-979-068-132-3. Diarsipkan Dari Versi Asli (Pdf) Tanggal 2020-09-29. Diakses Tanggal 2020-11-17.
- Schenck, N. C. Dan Schroder, Vn 1974. Temperature Response Of Endogone Micorrhiza On Soybean Roots. *Mycologia*.Hlm 66:71.
- Schubler, A., Schwarzott, D., And Walker, C. 2001. A New Fungal Phylum, The Glomeromycota : Phylogeny And Evolution. *The British Mycological Society.* 105 (12) : 1413 – 1421.
- Se Nurzannah, Dkk 2014.Potensi Jamur Endofit Asal Cabai Sebagai Agens Hayati Untuk Mengendalikan Layu Fusarium (*Fusarium Oxysporum*) Pada Cabai Dan Interaksinya. Oleh: Sri Endah Nurzannah, Lisnawita Lisnawita, Darma Bakti, Published 2014. Doi: 10.32734/Jaet.V2i3.7543
- Semangun, H.1991. Penyakit- Penyakit Tanaman Pangan Di Indonesia. Gajah Mada University Press, Yogyakarta. 449hal.
- Sembel, Dantje, T., 2012. Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman, Yogyakarta,
- Singh, U., 1988. Faktor Antinutrisi Buncis Dan Pigeonpea Dan Penghilangannya Melalui Pemrosesan. *Makanan Tumbuhan Hum. Nutr.*, 38 (3): 251-261. <https://doi.org/10.1007/Bf01092864>

- Smith, R.F. 1978. *History And Complexity Of Integrated Pest Management. P. 41-53. In E.H. Smith And. Pimentel (Eds.). Pest Control Strategies. Academic Press, New York*
- Smith, 1978. *Analysis Of Baculovirus Genomes With Restriction Endonucleases. Biologi Edisi 8 Jilid 2. Jakarta Erlangga*
- Sopialena, Et Al, 2020. *Association Of Endophytic Fungi In Rice Root (Oryza Sativa L.). Program Of Plant Pest Disease Science, Faculty Of Agriculture, Mulawarman University, Pasir Balengkong Street, Gunung Kelua, Samarinda, East Kalimantan, Indonesia.*
- Sopialena, Et Al, 2021. *Potential Of Paenibacillus Polymyxa Bacteria And Trichoderma Sp. As Biological Pesticides To Control Maize Leaf Blight (Zea Mays L). Faculty Of Agriculture, University Of Mulawarman. Jl. Pasir Balengkong, Kampus Gunung Kelua, Samarinda, East Kalimantan-Indonesia.*
- Sopialena, Et Al, 2019. *Diversitas Jamur Endofit Pada Tanaman Padi (Oryza Sativa L.) Dan Potensinya Sebagai Pengendali Hama. Program Studiagroekoteknologi, Fakultaspertanian, Universitasmulawarman. Jl. Pasirbalengkong, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119, Kalimantan Timur, Indonesia. Tel: +62-541-749161, Fax: +62-541-738341, ³email : Alusyana1@Gmail.Com*
- Sopialena. 2018. *Pengendalian Hayati Dengan Memberdayakan Potensi Mikroba. Mulawarman University Press. Samarinda. Isbn : 978-602-6834-Xx-X © 2018.*
- Swindale, 1987. *A General Overview Of The Problem Of Aflatoxin Contamination Of Groundnut. Summary And Recommendation Of The Intenational Workshop Of Aflatoksin Contamination Of Groundnut. P. 28*
- Triharso. 1978. *Beberapa Gatra Pengendalian Penyakit Tanaman Dan Kemungkinan Penerapannya Di Indonesia. Yayasan Pembina*

- Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 33 Hlm.
- Tarigan, J., 1988, Pengantar Mikrobiologi, 279-286, Departemen Pendidikan Dan. Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan.
- T, Suganda. 2020. Terhadap Jamur *Alternaria Solani* Penyebab Penyakit Bercak Coklat Pada Tanaman Tomat. Ekstrak Air Daun Dan Bunga Kembang Telang (*Clitoria Ternatea L.*)
- Tjahjadi, Nur. 1989. Hama Dan Penyakit Tanaman. Yogyakarta: Kanisius
- 25 Jul 2019. Project: *Influence Storage With Mikrobiologi Quality Sambel Tumpang. Authors: ... Recommendations. Discover More About: Dance. Project ...*
- Untung, K. 1993. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press Yogyakarta/ 273 Hlm.
- Wahyuni, 2010. Proses Belajar Dan Pembelajaran. Yogyakarta. Ar Ruzz Media
- W Jatnika, Dkk · 2014. Pengaruh Aplikasi *Bacillus Sp.* Dan *Pseudomonas Sp.* Terhadap Perkembangan Penyakit Bulai Yang Disebabkan Oleh Jamur Patogen *Peronosclerospora Maydis* Pada Tanaman Jagung.
- Y Yulianty · 2020. Ketahanan Kultivar Buah Tomat (*Solanum Lycopersicum L.*) Terhadap Jamur *Colletotrichum Acutatum J. H. Simmonds* Penyebab. Penyakit Antraknosa.