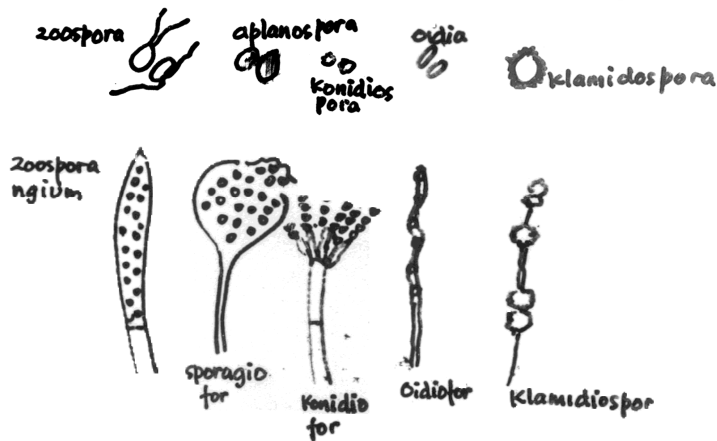


Macam macam spora Aseksual pd Fungi



Gambar 8.9 Macam-macam spora aseksual pada Fungi (sumber: Pelczar, 1986)

Spora aseksual yang paling banyak ditemukan pada fungi adalah **konidiospora** atau disebut **konidia/konidium** saja. Konidium dibentuk di di ujung atau di sisi suatu hifa. Konidiospora ini dihasilkan pada ujung atau sisi suatu hifa khusus yang disebut **konidiofor**. Susunan atau letak dari konidium pada konidiofornya dapat bervariasi.

Spora aseksual lainnya adalah **sporangiospora**. Spora bersel satu ini terbentuk dalam kantung yang disebut sporangium di ujung hifa khusus yang disebut **sporangiofor**. Sporangiospora ada yang motil disebut **zoospora** dan ada yang non motil disebut . Motilitas dari zoospora disebabkan adanya flagella.

Spora aseksual berikutnya adalah **oidospora** atau disebut oidia saja. Spora bersel resisten terhadap keadaan lingkungan yang buruk. Spora ini terbentuk karena terputusnya sel-sel hifa.

Klamidospora adalah spora aseksual bersel satu yang berdinding tebal dan sangat resisten terhadap keadaan lingkungan yang buruk. Spora ini terbentuk dari penebalan bagian-bagian tertentu dari suatu hifa somatik.

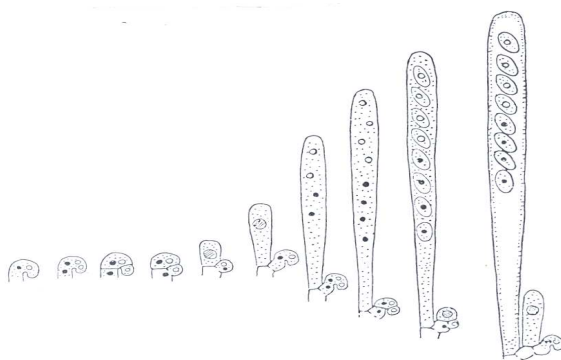
Spora aseksual yang ditemukan pada sel-sel ragi disebut **blastospora**. Blastospora merupakan tunas atau kuncup yang terdapat pada sel ragi tersebut.

2. Reproduksi Seksual

Reproduksi seksual yang terjadi pada fungi mempunyai pola yang sama dengan eukariot tingkat tinggi. Prosesnya diawali dengan terjadinya **plasmogami** (penyatuan sitoplasma) dari dua individu yang cocok dimana sitoplasma yang bersatu tersebut masing-masing membawa inti yang terkandung di dalamnya. **Kariogami** adalah penyatuan atau fusi nucleus dari kedua individu untuk membentuk nucleus yang diploid (2n). Kariogami dapat langsung terjadi setelah plasmogami tetapi dapat pula ditunda. Penundaan kariogami ini sering terjadi pada beberapa fungi tingkat tinggi, sehingga dalam perkembangannya pada miselium dapat dilihat sel-sel yang **binukleat** (berinti dua). Setelah terjadi kariogami, cepat atau lambat akan terjadi meiosis yang akan menghasilkan materi genetic, reduksi (dari 2n menjadi n) dan pembelahan menghasilkan empat sel haploid. Sel-sel reproduksi yang dihasilkan dengan cara ini disebut spora seksual (karena dihasilkan melalui proses penyatuan dua inti dari individu yang berbeda).

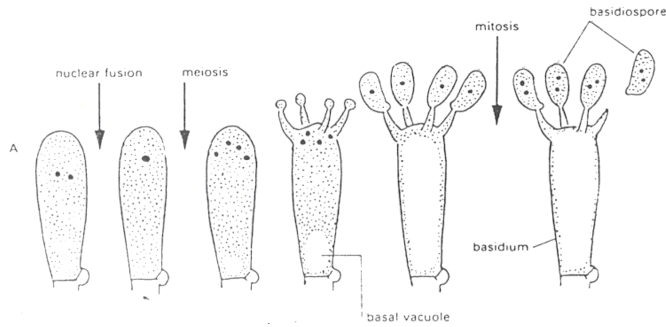
Spora seksual yang dihasilkan dari peleburan dua inti tersebut, terbentuk lebih jarang, lebih kemudian dan dalam jumlah yang lebih sedikit disbanding spora aseksual. Disamping itu spora semacam itu terbentuk hanya dalam keadaan tertentu saja. Hal ini menyebabkan banyak fungi yang sampai saat ini belum diketahui reproduksi atau spora seksualnya.

Ada beberapa tipe spora seksual. Yang pertama adalah **askospora**. Spora ini bersel satu dan terbentuk di dalam suatu struktur semacam pundi atau kantung yang dinamakan **askus**. Biasanya terdapat delapan askospora pada setiap askus . Askospora dalam askus dan proses pembentukannya dapat dilihat pada gambar 8.10.



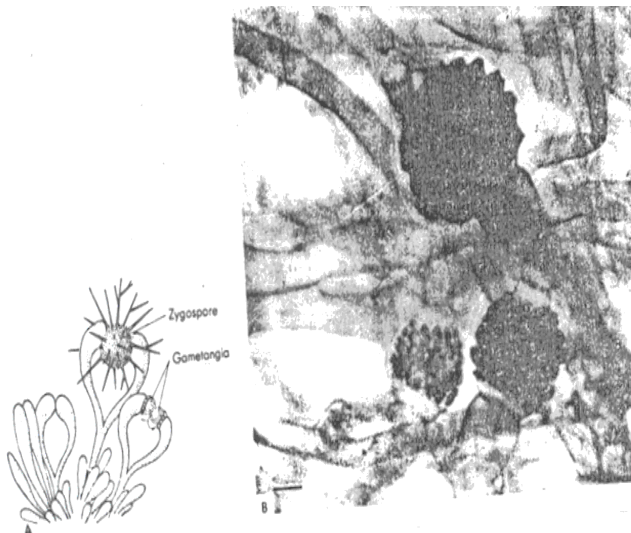
Gambar 8.10 Proses pembentukan askospora.
(sumber: Biology of Fungi, 1989)

Basidiospora adalah spora seksual yang terbentuk di atas struktur seperti gada yang disebut **basidium**. Basidiospora dalam basidium dan proses pembentukannya dapat dilihat pada gambar 8.11.



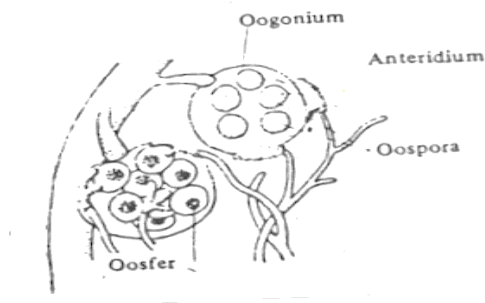
Gambar 8.11 Proses pembentukan Basidiospora.
(sumber : Biology of Fungi,1989)

Zigospora adalah spora besar berdinding tebal yang terbentuk apabila ujung-ujung dua hifa yang secara seksual serasi (disebut juga gametangia) saling melebur. Proses pembentukan zigospora dapat dilihat pada gambar 8.12.



Gambar 8.112 Zigospora dan pembentukannya.
(sumber: Pelczar,1986)

Oospora adalah spora yang terbentuk di dalam struktur betina khusus yang disebut **oogonium**. Pembuahan telur atau oosfer oleh gamet jantan yang terbentuk dalam anteridium menghasilkan oospora. Dalam setiap oogonium bisa ada satu atau beberapa oosfer. Proses pembentukannya dapat dilihat pada gambar 8.13.



Gambar 8.13 Oospora dan pembentukannya.
(sumber: Pelczar,1986)

Spora aseksual maupun spora seksual dapat dilindungi oleh suatu struktur khusus yang sangat terorganisasi yang disebut tubuh buah atau fruiting bodies.

E. KLASIFIKASI FUNGI

Taksonomi fungi merupakan bidang kajian yang dinamis dan terus menerus mengalami revisi. Seringkali para ahli mempunyai perbedaan dalam mengelompokkan fungi dan menentukan takson dari suatu kelompok fungi. Misalnya dalam suatu buku disebutkan bahwa Ascomycotina merupakan suatu divisio, tetapi dalam buku lain kelompok tersebut masuk dalam takson subdivisio. Meskipun demikian pada umumnya klasifikasi fungi terutama didasarkan pada cirri-ciri spora seksual yang dihasilkannya, misalnya zygospora, askospora, basidiospora atau oospora. Disamping itu adanya macam-macam tubuh buah yang dihasilkan selama tahap-tahap seksual dalam daur hidupnya dapat dijadikan dasar dalam klasifikasi.

Fungi yang telah diketahui tingkat seksualnya disebut fungi sempurna atau **perfek**. Meskipun demikian karena tingkat seksual dari fungi seringkali hanya dalam keadaan tertentu, lingkungan tertentu dan jumlah terbatas, maka masih banyak fungi yang belum diketahui tingkat reproduksi seksualnya. Fungi yang belum diketahui tingkat reproduksi seksualnya dinamakan fungi **imperfek**. Karena belum diketahui tingkat reproduksi seksualnya, perlu digunakan cirri-ciri lain diluar tingkat seksual untuk mengklasifikasikannya. Ciri yang dapat digunakan mencakup morfologi spora aseksual dan miseliumnya.

Selama belum diketahui tingkat seksualnya, fungi dikelompokkan dalam suatu kelompok khusus yaitu divisio **Deuteromycotina** atau **fungi imperfekti**, sampai ditemukan tingkat seksualnya. Setelah diketahui tingkat seksualnya, mereka dapat dimasukkan dalam divisio tertentu sesuai dengan spora seksual yang dihasilkannya. Dalam

buku ini akan dibahas secara singkat 4 divisio fungi perfek yaitu Oomycotina, zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina serta divisio Deuteromycotina atau fungi imperfekti.

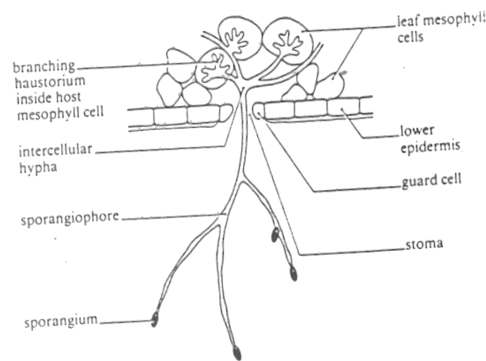
1. Divisio Oomycotina

Berdasarkan namanya, kelompok ini mengalami reproduksi seksual dengan cara oogami yang melibatkan penggabungan satu oosfer (gamet betina) dengan gamet jantan yang terbentuk dalam anteridium, menghasilkan oospora. Sedangkan reproduksi aseksual terjadi dengan membentuk zoospora yang dihaikan dalam sporangium.

Hifa fungi ini adalah hifa non-septat (tidak bersepta). Ciri ini seringkali dijadikan patokan bahwa kelompok tersebut dianggap fungi tingkat rendah atau fungi primitif dalam skala evolusi.

Dalam divisio ini terdapat beberapa fungi patogen yang cukup penting untuk dipelajari karena sering menimbulkan kerugian besar pada produksi tanaman yang bernilai ekonomi tinggi terutama kentang. Salah satu fungi patogen tersebut adalah *Phytophthora infestans*.

Penyerangan fungi ini dimulai dengan ditembusnya ruang interseluler dari daun tumbuhan oleh cabang dari miselium. Cabang miselium disebut **haustoria** yang kemudian mendesak masuk ke sel-sel mesofil daun dan menyerap nutrisi dari daun tersebut. Pada keadaan hangat dan lembab, miselium tersebut memanjang membentuk struktur silindris yang disebut sporangiofor yang menembus daun bagian bawah melalui stomata atau luka. Cabang tersebut bagian bawahnya berkembang menjadi sporangium (gambar 8.14). Pada kondisi hangat sporangium menghasilkan spora dan setelah masak spora tersebut dapat disebarkan angin atau air hujan ke tumbuhan lain dan selanjutnya menginfeksi tumbuhan tersebut dengan cara yang sama seperti di atas. Dalam kondisi basah, sporangium dapat menghasilkan spora yang motil atau zoospora yang kemudian dapat disebarkan oleh air ke tumbuhan lain disekitarnya. Setelah kondisi lingkungan cocok, maka spora tersebut kemudian berkecambah menghasilkan individu baru.



Gambar 8.14 Pertumbuhan *Phytophthora infestans* pada daun kentang menembus permukaan daun, membentuk sporangiofor berisi sporangium (gambar: Green, 1986)

Akibat serangan fungi tersebut, mula-mula dapat dilihat dengan terbentuknya daerah berwarna coklat pada daun tumbuhan yang diserangnya. Selanjutnya diikuti dengan kematian jaringan daun tersebut. Seringkali serangan dapat meluas ke bagian umbi tumbuhan misalnya umbi kentang sehingga terjadi pembusukan. Oleh karena itu serangan fungi ini sangat merugikan karena dapat menurunkan hasil panen bahkan dapat menghancurkan sama sekali hasil panen tersebut.

Phytophthora infestans tidak hanya menyebabkan penyakit pada tanaman kentang tetapi dapat juga menyerang tanaman-tanaman lain yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Tanaman tersebut diantaranya cokelat, lada, kina, kelapa, cengkeh, tembakau dan jarak.

Contoh lain dari divisio ini adalah *Saprolegnia* yaitu fungi yang sering ditemukan pada bangkai serangga. Fungi ini adalah contoh fungi saprofit. Selain itu fungi dari kelompok Oomycotina yang bersifat patogen adalah *Phytium*. Fungi tersebut dapat menyebabkan penyakit busuk pada kecambah tembakau, kina, bayam dan nenas. Fungi ini mudah menyerang pada persemaian yang tanahnya sangat lembab.

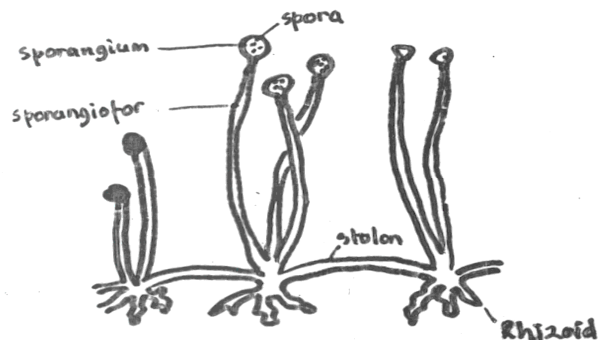
2. Divisio Zygomycotina

Divisio ini melakukan reproduksi seksual dengan cara konjugasi yang melibatkan fusi dua gamet menghasilkan zigospora. Reproduksi aseksualnya dengan menghasilkan spora yang terkandung dalam konidium atau sporangium.

Hifa dari fungi ini sama halnya dengan Oomycotina, tidak bersepta (non-septa). Hifa relatif besar dan berkembang baik dengan miselium yang bercabang-cabang. Kelompok ini dianggap sudah lebih berkembang dibanding Oomycotina meskipun bila

dibandingkan dengan Ascomycotina dan Basidiomycotina masih dianggap lebih primitif. Fungi ini merupakan fungi yang umum terdapat di udara dan tanah.

Dua species dari kelompok zygomycotina yang banyak dikenal adalah *Rhizopus* dan *Mucor*. Keduanya mempunyai struktur dan penampilan yang hampir sama, hanya pada *Rhizopus* dapat ditemukan adanya percabangan hifa khusus yang menembus substrat yang menyerupai akar disebut **rhizoid** (gambar 8.15)



Gambar 8.15 Rhizoid suatu percabangan hifa khusus yang menembus substrat (sumber: Green, et.all,1986)

Rhizopus stolonifer merupakan contoh species yang sering ditemukan sebagai kapang yang tumbuh pada roti atau tempe. Species ini dapat bertindak sebagai saprofit atau parasit. Sebagai saprofit fungi tersebut sangat bermanfaat dalam fermentasi makanan misalnya dalam pembuatan tempe. Tetapi sebagai parasit fungi ini dapat merugikan karena dapat menyebabkan pembusukan tanaman ubi jalar atau arbei.

Reproduksi aseksual diawali dengan dilepaskannya spora yang berasal dari sporangium. Sporangium yang masak biasanya menjadi berwarna hitam dan kering serta mengandung banyak spora di dalamnya. Dalam kondisi basah, sporangium tidak mengering dan tidak memecah. Hal ini mencegah dilepaskannya spora dari dalamnya karena kondisi demikian tidak cocok untuk pemencaran (dispersal). Spora haploid yang dilepaskan kemudian akan berkecambah membentuk individu baru setelah berada pada tempat dan substrat yang cocok.

Reproduksi seksual terjadi bila dua miselium dari dua individu yang berbeda bertemu (individu yang satu dianggap individu + dan yang lain individu -). Selanjutnya hifa miselium + dan - saling berdekatan dan masing-masing membentuk penonjolan hifa yang disebut **progametangium** (bakal gametangium). Progametangium kemudian berubah menjadi **gametangium** yang berisi banyak inti haploid(n). Selanjutnya kedua ini gametangium yang berasal dari hifa + dan - bersatu membentuk inti diploid (2n).

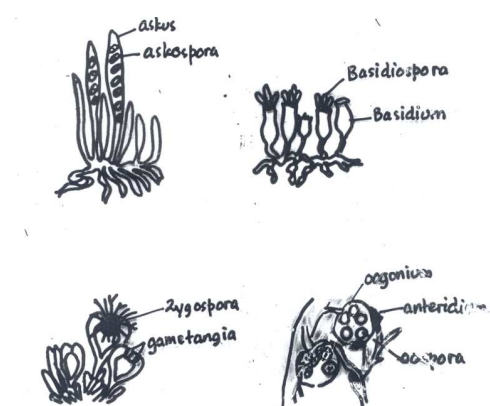
Persatuan kedua inti gametangium tersebut membentuk zigospora yang berisi banyak inti diploid.

Zigospora terus tumbuh, dindingnya menebal dan berwarna hitam. Dalam zigospora juga terkandung makanan cadangan diantaranya dalam bentuk lemak. Dari banyak inti diploid yang terjadi, hanya satu yang dapat hidup terus, sedangkan yang lain berdegenerasi. Inti diploid yang satu tadi selanjutnya mengalami pembelahan meiosis menghasilkan inti haploid yang sekarang merupakan penggabungan dua sifat (dari miselium + dan -). Dari 4 inti haploid yang terjadi dari pembelahan meiosis, hanya satu yang dapat terus hidup.

Selanjutnya zigospora akan beristirahat dalam waktu yang lama sampai ditemukan kondisi dan substrat yang cocok. Kemudian zigospora yang mengandung inti haploid tadi akan tumbuh membentuk sporangium yang didalamnya banyak terdapat banyak spora haploid sebagai hasil pembelahan mitosis. Jika sporangium matang, dindingnya akan robek dan spora yang ada didalamnya akan dilepaskan. Selanjutnya spora tumbuh menjadi miselium atau individu baru.

3. Divisio Ascomycotina

fungi dari divisio ini melakukan pembiakan seksual dengan menghasilkan spora yang disebut askospora., yaitu spora seksual yang dihasilkan dalam suatu struktur khusus yang disebut askus (gambar 8.15) . Reproduksi aseksual dilakukan dengan menghasilkan konidia. Tidak seperti halnya kedua divisio yang dijelaskan di atas, divisio ini hifanya bersepta.



Gambar 8.15 Macam-macam spora seksual pada fungi. (sumber: Pelczar,1986)

Kelompok Ascomycotina merupakan kelompok fungi yang paling besar dan dianggap relatif maju karena lebih kompleks daripada Zygomycotina. Kelompok ini meliputi ragi, bermacam-macam kapang bahkan beberapa cendawan. Dari 15.000 species Ascomycotina, kebanyakan hidup sebagai saprofit. Contoh saprofit divisio ini adalah *Penicillium*. Kita dapat menemukan *Penicillium* sebagai kapang yang berwarna biru, hijau atau kadang-kadang kuning pada berbagai macam substrat. Species ini juga dikenal sebagai penghasil bahan antibiotik penisilin.

Penicillium seperti halnya Ascomycotina lain melakukan reproduksi aseksual dengan menghasilkan konidia. Konidia adalah spora yang dibentuk pada ujung hifa khusus yang disebut konidiofor. Konidia merupakan spora yang tidak terbungkus dalam suatu struktur khusus, tetapi telanjang dan bebas dilepaskan kapan saja.

Selain sebagai saprofit, ada beberapa Ascomycotina yang bersifat parasit. Sebagai contoh adalah *Piedraia hotai* sebagai penyebab infeksi rambut pada manusia yang dinamakan piedra hitam. Contoh parasit yang terkenal adalah *Candida albicans* yang menimbulkan suatu keadaan yang disebut candidiasis yaitu penyakit pada selaput lendir, mulut, vagina dan saluran pencernaan. Species ini bertindak sebagai saprofit pada selaput lendir dari organ-organ di atas pada kebanyakan orang tanpa menyebabkan sakit. Namun apabila orang tersebut menjadi lemah karena suatu penyakit seperti misalnya pneumonia atau jika bakteri saingannya tertekankarena pengobatan antibiotik, maka *Candida albicans* dapat bertindak sebagai parasit dan menyebabkan infeksi.

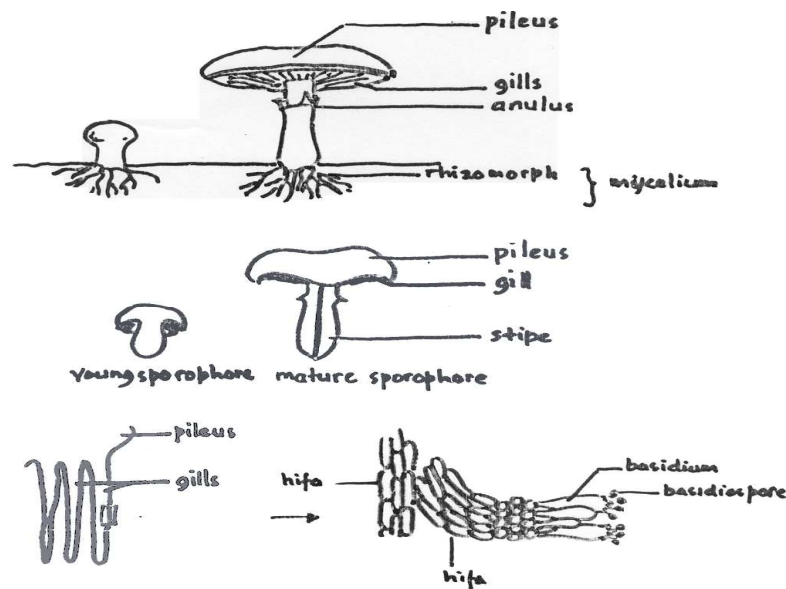
Banyak ragi tergolong dalam kelompok ini karena dapat membentuk askospora. Secara aseksual ragi memperbanyak diri dengan pembelahan biner melintang atau pembentukan tunas. Sebagai contoh ragi *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan dalam pembuatan roti, anggur dan bir, memperbanyak diri dengan pembentukan tunas.

4. Divisio Basidiomycotina

Divisio ini dicirikan dengan pembentukan spora seksual disebut basidiospora dan terbentuk pada struktur khusus seperti gada yang disebut **basidium** (gambar 8.11). Pemiakan aseksual biasanya terjadi dengan pembentukan konidium. Hifa kelompok Basidiomycotina mempunyai septa.

Divisio Basidiomycotina merupakan kelompok fungi yang besar hampir sebesar Ascomycotina. Kedua divisio ini sering disebut sebagai fungi tingkat tinggi. Tubuh buah yang sering dihasilkan kelompok ini, menyebabkan penampilan mereka sangat menyolok dan secara umum sering disebut cendawan. Basidiomycotina meliputi cendawan yang secara awam disebut jamur, cendawan papan pada pepohonan dan cendawan karat serta cendawan gosong yang sering menghancurkan biji-bijian.

Jamur/cendawan adalah tubuh buah atau **basidiokarp**, yang mengandung basidium bersama basidiosporanya. Struktur dan bagian-bagian tubuh buah suatu Basidiomycotina dapat dilihat pada gambar 8.16.



Gambar 8.16. Suatu Basidiokarp (tubuh buah), dengan bagian-bagian yang menyusunnya. (sumber: Green, et.all.1986)

Anggota dari kelompok ini diperkirakan 12.000 species . Kebanyakan hidup sebagai saprofit tetapi ada juga yang hidup sebagai parasit terutama pada tumbuh-tumbuhan. Tubuh beberapa fungi ini dapat dimakan misalnya jamur merang (*Volvariella volvaceae*), jamur shitake (*Lentinus edodes*) atau jamur tiram (*Pleurotes*). Ada juga tubuh buah Basidiomycotina yang mengandung racun yang mematikan.

Contoh jamur yang bersifat parasit adalah cendawan karat dan cendawan gosong yang dapat merusak sereal. Sedangkan yang bersifat parasit pada manusia misalnya *Cryptococcus neoformans* atau disebut juga *Filobasidella neoformans*. Fungi ini merupakan patogen penting bagi manusia karena dapat menyebabkan **kriptokosis**, yaitu infeksi fungi

yang bersifat sistemik atau merata melibatkan aliran darah dan paru-paru, system syaraf pusat dan organ-organ lain.

5. Divisio Deuteromycotina

Seperti telah disinggung di atas, kelompok fungi yang belum diketahui tingkat reproduksi seksualnya dikelompokkan dalam suatu kelompok khusus yaitu kelompok fungi imperfekti atau dinamakan Deuteromycotina. Bila kemudian ditemukan cara perkembangbiakan seksualnya, maka fungi tersebut dikeluarkan dari kelompok ini dan dimasukkan dalam divisio tertentu sesuai dengan cirri perkembangbiakan seksual yang dihasilkannya. Perkembangbiakan aseksual dari kelompok ini adalah dengan konidium seperti pada Ascomycotina.

Diperkirakan terdapat 1500 species fungi yang belum diketahui tingkat reproduksi seksualnya sehingga dimasukkan dalam kelompok Deuteromycotina. Beberapa fungi yang hidup parasit pada manusia dan hewan kebanyakan masuk dalam divisio ini. Sebagai contoh *Histoplasma capsulatum* yang menyebabkan **koksidiomikosis**. Ketiga penyakit ini merupakan infeksi sistemik Hitoplasmosis adalah mikosis intraseluler pada system retikuloendotelium yang melibatkan jaringan limfatik, paru-paru, system syaraf pusat dan organ-organ lain pada tubuh. Blastomikosis adalah infeksi pernapasan yang kronis yang dapat menyebar ke paru-paru, tulang dan kulit.

Fungi lain yang bersifat patogen pada manusia misalnya *Epidermiphyton floocosum* yang menyebabkan kaki atlit. Sedangkan genus *Epodermiphyton*, *microsporum* dan *trigophyton* merupakan fungi penyebab penyakit kurap. Beberapa fungi deuteromycotina juga parasit pada tumbuhan.

F. PERAN MENGUNTUNGKAN & MERUGIKAN DARI FUNGI

Secara singkat dari uraian –uraian sebelumnya, telah banyak dikemukakan peran-peran menguntungkan maupun merugikan dari fungi. Namun pada bab ini akan dirangkumkan dan dilengkapi kembali kedua peran tersebut.

1. Peran Menguntungkan

Fungi sebagai saprofit bersama-sama dengan bakteri saprofit berperan sangat penting dalam siklus materi terutama siklus karbon, yang berperan bagi kelangsungan

hidup seluruh organisme. Disamping itu sebagai decomposer kedua kelompok tersebut dapat menguraikan sisa-sisa tumbuhan, bangkai hewan dan bahan-bahan organik lainnya dan hasil penguraiannya dikembalikan ke tanah sehingga dapat menyuburkan tanah.

Selain itu fungi saprofit bersama dengan protozoa dan bakteri saprofit merupakan organisme yang dapat menguraikan sampah. Dengan demikian tidak terjadi penumpukan bahan-bahan buangan di alam yang dapat mengganggu kelangsungan hidup organisme lain.

Saat ini banyak bahan-bahan organik penting yang dihasilkan melalui proses fermentasi yang dilakukan mikroba. Salah satu mikroba penting yang berperan dalam industri fermentasi tersebut adalah fungi, terutama dari kelompok ragi.

Industri fermentasi tertua adalah industri bir. Dalam industri ini fungi yang berperan adalah *Saccharomyces cerevisiae* atau *Saccharomyces carlsbergensis*. Industri fermentasi lainnya adalah industri minuman anggur, yaitu hasil fermentasi buah anggur oleh ragi dan minuman lain seperti sider (dibuat dari buah apel dan buah-buah lainnya) dan minuman khas Jepang "sake" yang dibuat dari fermentasi beras.

Alkohol juga dapat dihasilkan dari fermentasi molase (merupakan bahan buangan yang masih mengandung karbohidrat) oleh ragi.

Industri fermentasi penting adalah industri roti. Dalam industri ini ragi *Saccharomyces cerevisiae* juga digunakan sebagai organisme fermentator. Dalam proses pembuatan roti ragi menghasilkan karbondioksida yang merupakan agen pengembang roti. Bersamaan dengan dihasilkannya karbondioksida, dihasilkan pula alkohol yang akan menguap selama proses pembakaran.

Fermentasi adalah fungi *Aspergillus niger* dapat menghasilkan bahan yang sangat bermanfaat dalam industri makanan maupun farmasi. Bahan tersebut adalah asam sitrat atau 2-hidroksipropanoat, asam trikloroasetat, asam trikarboksilat.

Industri pengolahan keju juga biasanya mengandalkan kombinasi aktifitas bakteri dan fungi. Beberapa keju terkenal dibuat dengan menggunakan species fungi *Penicillium*. Misalnya keju Roquefort dibuat dari hasil fermentasi fungi *P. roqueforti* dan keju Camembert dibuat dari hasil fermentasi oleh *P. camemberti*.

Fungi juga berperan dalam industri antibiotik. Antibiotik pertama ditemukan oleh Alexander Fleming tahun 1929 yaitu **penisilin**. Antibiotik ini dihasilkan oleh fungi

Penicillium notatum. Kemudian ditemukan species yang ternyata lebih aktif dalam menghasilkan penisilin, yaitu *P. chrysogenum*. **Griseovulvin** adalah antibiotik lain yang dihasilkan dari genus *Penicillium* yaitu *P. griseofulvum*. Senyawa ini merupakan suatu antifungi dan khususnya efektif untuk melawan penyakit kaki atlet. Antibiotik lain yang dihasilkan fungi adalah **fumagilin** yaitu suatu tipe antibiotik yang dihasilkan dari fungi *Aspergillus fumigatus*. Antibiotik ini sering digunakan untuk melawan penyakit yang disebabkan amuba.

Suatu sumber makanan baru yaitu **protein sel tunggal (PST)** akhir-akhir ini mulai dapat diproduksi dari mikroorganisme. Salah satu mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan protein sel tunggal yaitu fungi. Sebagai contoh kultur *Candida* pada hidrokarbon dari minyak bumi yang dihasilkan oleh suatu perusahaan minyak British Petroleum di Grangemouth Scotlandia tahun 1971, telah dapat menghasilkan 4000 ton konsentrat protein per tahun. Sumber protein ini digunakan sebagai makanan ternak.

Disamping peran-peran menguntungkan seperti telah disebutkan di atas, fungi juga dapat dijadikan sebagai sumber makanan secara langsung. Hal ini dimungkinkan karena fungi-fungi tertentu ternyata mempunyai nilai gizi tinggi disamping rasanya yang memang enak. Beberapa fungi telah lama dibudidayakan untuk digunakan sebagai sumber makanan yang lezat dan bergizi. Diantara fungi-fungi tersebut adalah *Agaricus campestris*, *Volvariella volvacea*, *Lentinus edodes*, *Pleurotes*, *Tuber melanosporum*, *Boletus spp.*, *Cantharellus cibarius* dan lain-lain.

2. Peran Merugikan

Kerugian yang diakibatkan oleh fungi diantaranya fungi dapat menurunkan kualitas maupun kuantitas makanan maupun bahan-bahan lain yang penting bagi manusia. Karena sifatnya yang saprofit (mampu mendekomposisi materi organik) fungi sering menimbulkan masalah bagi manusia. Makanan seperti biji-bijian dan buah-buahan sering diserang oleh pertumbuhan fungi yang tidak dikehendaki yang mengakibatkan pembusukan maupun kerusakan lain, sehingga menurunkan kualitas maupun kuantitas dari bahan-bahan tersebut. Disamping itu fungi juga menyerang bahan-

bahan lain yang bernilai ekonomi seperti kulit, kayu, tekstil dan bahan-bahan baku pabrik lainnya.

Fungi juga dapat berperan sebagai agen penyebab penyakit. Fungi pada umumnya lebih sering menyebabkan penyakit pada tumbuhan dibanding pada hewan atau manusia. Penyakit yang ditimbulkan fungi pada tumbuhan seringkali secara langsung sangat merugikan manusia karena menyerang tumbuh-tumbuhan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi seperti kentang, kelapa, lada, coklat, cengkeh, tembakau dan lain-lain.

Fungi sebagai agen penyebab penyakit pada hewan maupun manusia juga telah dijelaskan sebelumnya. Fungi dapat menyebabkan penyakit dari mulai penyakit ringan seperti panu sampai penyakit berat yang mengakibatkan kematian. Disamping itu racun yang dihasilkan beberapa fungi seperti seperti *Amanita phalloides*, *A. muscaria* maupun *Aspergillus flavus* (menghasilkan aflatoksin), dapat sangat berbahaya bagi manusia karena dapat menyebabkan penyakit kronis seperti kanker dan bahkan kematian.

RANGKUMAN

Fungi merupakan organisme eukariot yang mempunyai dinding sel tetapi tidak mempunyai klorofil dan pada umumnya tidak motil. Karakteristik ini menyebabkan fungi secara modern diklasifikasikan dalam kingdom tersendiri diluar tumbuhan dan hewan.

Sifat hidup fungi dapat sebagai parasit, saprofit maupun simbion. Fungi mempunyai habitat yang luas baik di perairan maupun di daratan atau hidup pada bahan-bahan organik mati maupun yang masih hidup. Berdasarkan struktur tubuhnya, fungi terdiri dari fungi uniseluler disebut khamir atau ragi dan fungi multiseluler disebut kapang atau moulds.

Tubuh atau talus fungi terdiri dari spora dan miselium. Miselium dibangun oleh struktur seperti benang yang disebut hifa. Hifa fungi ada yang bersepta maupun tanpa septa. Miselium yang menembus medium dan berfungsi menyerap nutrisi dari medium disebut miselium vegetatif. Sedangkan miselium yang tumbuh ke permukaan medium dan berfungsi menghasilkan alat reproduksi berupa spora disebut miselium reproduktif atau generatif. Miselium yang membentuk jaringan padat dan terorganisasi seperti pada cendawan disebut tubuh buah atau fruiting bodies.

Fungi bersifat heterotrof karena tidak dapat berfotosintesis sehingga membutuhkan bahan organik dari luar. Nutrisi yang diserap fungi harus bersifat absorbtive. Fungi merupakan mikroba yang relatif lebih tahan pada lingkungan yang kurang menguntungkan disbanding mikroba lain. Ragi bersifat aerobik fakultatif sedangkan kapang dan cendawan bersifat aerobik obligat.

Fungi berkembang biak secara aseksual dengan pembelahan , penguncupan /pertunasan, fragmentasi dan pembentukan spora aseksual. Sedangkan secara seksual fungi berkembangbiak dengan menghasilkan spora seksual. Spora aseksual dapat berupa konidiospora, sporangiospora, artrospora, klamidospora dan blastospora. Spora seksual berupa askospora, basidiospora, zigospora dan oospora.

Belum semua fungi ditemukan cara reproduksi seksualnya. Fungi semacam ini dikelompokkan dalam fungi imperfekti sedang fungi yang sudah diketahui cara reproduksi seksualnya disebut fungi sempurna atau fungi perfek.

Klasifikasi fungi berdasarkan cara perkembangbiakan seksualnya dan diberi nama sesuai dengan spora seksual yang dihasilkannya. Misalnya Ascomycotina berarti menghasilkan spora seksual berupa askospora. Terdapat 4 divisio fungi perfek yaitu Oomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina dan Basidiomycotina. Sedangkan fungi imperfekti dipisahkan dalam divisio tersendiri yaitu divisio Deuteromycotina.

Fungi dapat berperan sebagai organisme yang menguntungkan maupun merugikan. Sebagai organisme menguntungkan misalnya dalam hal kemampuannya menguraikan materi organik yang telah mati sehingga membantu dalam berlangsungnya siklus materi. Selain itu sebagai saprofit fungi sangat berperan dalam industri fermentasi misalnya dalam pembuatan roti, keju, bir, anggur, tempe dan lain-lain. Disamping itu fungi juga dapat menghasilkan bahan antibiotik penting seperti penisilin, griseofulvin atau fumagilin. Fungi juga dapat langsung dimanfaatkan sebagai sumber bahan makanan yang lezat dan bergizi.

Fungi juga dapat bersifat merugikan karena dapat menyebabkan kerusakan bahan makanan dan bahan-bahan lain yang bernilai ekonomi. Disamping itu fungi dapat berperan sebagai agen penyebab penyakit, dari penyakit ringan seperti panu sampai penyakit berat yang dapat mematikan.

PERTANYAAN DAN TUGAS

I. Uraian

1. Jelaskan secara singkat mengapa fungi termasuk organisme yang heterotrof, meskipun mempunyai ciri seperti tumbuhan, yaitu mempunyai dinding sel.
2. Beberapa fungi dapat mempunyai sifat dimorfisme. Jelaskan secara singkat apa yang dimaksud dengan dimorfisme dan beri contoh salah satu fungi yang mempunyai sifat tersebut.
3. Fungi pada umumnya dapat melakukan perkembangbiakan aseksual dengan cara membelah, bertunas dan fragmentasi. Namun fungi masih perlu melakukan perkembangbiakan lain yaitu dengan menghasilkan spora aseksual. Jelaskan apa tujuan fungi melakukan pembentukan spora aseksual.
4. Fungi dapat berkembang biak secara aseksual maupun seksual. Jelaskan letak perbedaan mendasar antara perkembangbiakan aseksual dan seksual dilihat dari segi sifat yang terbentuk dari individu baru yang terbentuk.
5. Fungi diklasifikasikan menjadi 5 divisio. Sebutkan ke lima divisio tersebut dan jelaskan apa yang menjadi dasar klasifikasi dan penamaan dari kelima divisio yang ada pada fungi.

II. Pilihan ganda

1. Fungi dapat bersifat parasit obligat dan parasit fakultatif. Disebut parasit obligat bila :
 - a. Menyerap makanan dari inangnya tanpa membunuh inang tersebut.
 - b. Menyerap makanan dari inangnya dan kemudian membunuh inang tersebut.
 - c. Menguraikan zat makanan dari inangnya untuk diserap.
 - d. Bekerjasama dengan inangnya untuk menghasilkan makanan.
2. Yang termasuk fungi uniseluler adalah :
 - a. *Rhizopus stolonifer*
 - b. *Volvariella volvaceae*
 - c. *Saccharomyces cerevisiae*
 - d. *Penicillium notatum*

3. Dari daur hidup *Rhizopus stolonifer* yang telah dipelajari, dapat dikatakan bahwa tubuh/talusnya mempunyai jumlah kromosom :
 - a. haploid
 - b. diploid
 - c. triploid
 - d. tetraploid
4. Fungi dari divisio Deuteromycotina juga disebut fungi imperfekti karena :
 - a. Miseliumnya tidak bersekat
 - b. Bagian tubuhnya tidak lengkap
 - c. Tidak mengalami perkembangbiakan seksual
 - d. Perkembangbiakan seksualnya belum ditemukan
5. Yang termasuk spora seksual pada fungi adalah :
 - a. Zygospora, basidiospora, oospora dan konidiospora
 - b. Zygospora, askospora, basidiospora dan oospora
 - c. Oospora, basidiospora, sporangiospora dan konidiospora
 - d. Basidiospora, zygospora, zoospora, klamidospora

ISTILAH PENTING

- Hyphae
- pseudohyphae
- miselium
- ascospora
- basidiospora
- klamidospora
- zygospora
- fungi imperfecti
- fruiting bodies
- kapang atau 'moulds'
- cendawan atau 'mushrooms'

