

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Jamur Tiram Putih

Bentuk tubuh buah jamur tiram putih seperti cangkang kerang. Tangkai tubuh buah berukuran pendek dan tidak sentris (tidak tepat ditengah-tengah tudung). Pada dasarnya semua jenis jamur ini memiliki karakteristik yang hampir sama, terutama dari segi morfologis. Secara umum warna tubuh buah dapat membedakan spesies yang satu dengan spesies yang lain, terutama dalam keadaan yang masih segar (Aryantha, 1989).

Menurut Suhardiman (1995) *Pleurotus sp* terdiri dari banyak spesies yang enak dimakan, seperti :

- a. (*P. ostreatus*) berwarna putih kekuningan
- b. (*P. flabellatus*) berwarna merah jambu
- c. (*P. florida*) berwarna putih jernih
- d. (*P. sajor-caju*) berwarna kelabu
- e. (*P. cystidiosus*) berwarna coklat

Dibandingkan dengan jenis jamur-jamur lainnya, jamur tiram putih pada dasarnya mengandung lebih banyak senyawa, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 01 di bawah ini:

Tabel 01 Perbandingan komposisi nutrisi antara *Pleurotus ostreatus* dengan beberapa jenis jamur lainnya (Oei, 1996).

Unsur	<i>Pleurotus ostreatus</i> /100 gr	<i>Volvariella volvacea</i> /100 gr	<i>Agaricus bisporus</i> /100 gr
Karbohidrat (gr)	57,6 – 81,8	50,7	51,3 – 62,5
Protein (gr)	27,0	25,9	24 – 25
Lemak (gr)	1,6 – 2,2	2,0 – 2,4	1,7 – 3,1
Energi (kkal)	345 – 367	276	328 – 368
Serat (mg)	7,5 – 8,7	9,3	8,0 – 10,4
Abu (mg)	6,1 – 9,8	8,8	7,7 – 12
Thiamin (mg)	1,16 – 4,8	0,35 – 1,2	1,1
Niasin (mg)	108,7	4,88 – 91,9	55,7
Riboflavin (mg)	4,7	1,63 – 3,3	5,0

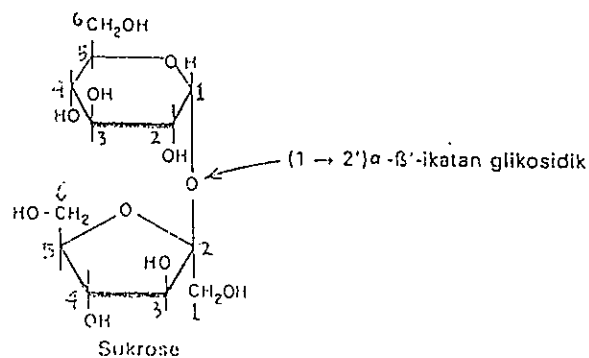
Jamur tiram merupakan salah satu contoh jenis jamur kayu yang secara alami mempunyai kekhususan jenis kayu yang ditumbuhinya. Walaupun demikian pengembangan jenis jamur tersebut tidak terbatas pada salah satu jenis kayu tertentu, tetapi dapat ditumbuhkan pada berbagai jenis kayu. Bahkan pada substrat seperti serbuk gergaji, jerami, sekam, dan sisa kertas, jamur ini dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Suriawiria, 1993).

Sistematika *Pleurotus ostreatus* menurut Alexopoulos & Mims (1996) adalah sebagai berikut :

Divisio	: Mycota
Sub divisio	: Basidiomycotina
Classis	: Basidiomycetes
Sub classis	: Homobasidiomyetidae
Ordo	: Agaricales
Familia	: Tricholomataceae
Genus	: Pleurotus
Species	: <i>Pleurotus ostreatus</i>

B. Struktur Gula Sukrosa

Sukrosa ialah gula yang kita kenal sehari-hari , baik yang berasal dari tebu maupun dari bit. Selain pada tebu dan bit, sukrosa terdapat pula pada tumbuhan lain misalnya nanas dan wortel. Dengan hidrolisis, sukrosa akan terpecah dan menghasilkan glukosa dan fruktosa . Pemecahan ini dapat dilakukan oleh enzim sukrase atau invertase. Pada molekul sukrosa terdapat ikatan antara molekul glukosa dan fruktosa yaitu antara atom karbon no 1 pada glukosa dengan atom karbon no 2 pada fruktosa melalui atom oksigen. Sifat sukrosa adalah larut dalam air dan mempunyai titik lebur 184°C .



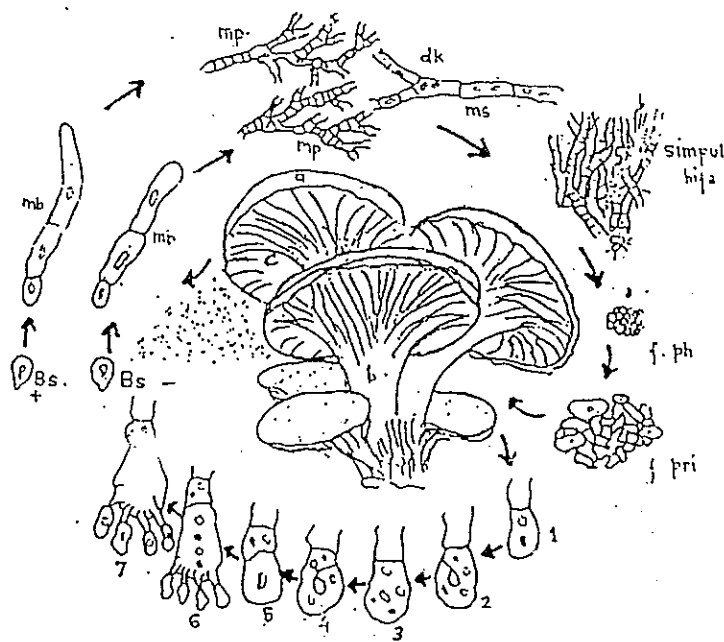
Gambar 01 Struktur kimia sukrosa (Poedjiadi, 1994).

C. Siklus Hidup Jamur Tiram Putih

Jamur pada dasarnya adalah mikroba yang siklus/ daur hidupnya jamur dapat berlangsung baik secara vegetatif maupun generatif. Siklus hidup dan perkembangbiakan jamur tiram putih menyerupai siklus hidup dan perkembangbiakan jamur golongan basidiomycetes pada umumnya yang berlangsung secara aseksual dan seksual (Alexopoulos & Mims, 1996).

Pertumbuhan vegetatif dimulai dengan jatuhnya basidiospora pada tempat yang sesuai. Basidiospora kemudian akan berkecambah dan membentuk miselium primer. Setelah terbentuk miselium primer, jamur akan memasuki fase generatif yaitu diawali dengan terjadinya plasmogami antara dua hifa yang kompatibel dan akhirnya menjadi miselium sekunder yang berinti dua.

Miselium sekunder akan berkembang menjadi miselium tersier yang terdiri atas miselium sekunder yang telah terhimpun dan merupakan jaringan yang teratur atau yang dikenal sebagai basidiokarp (badan buah). Basidiokarp akan membentuk basidium dan basidium menghasilkan empat basidiospora yang masing-masing berinti satu. Bentuk seperti ini disebut heterotalik (Alexopoulos & Mims, 1996).



Bs + & Bs - : basidiospora compatible jenis AB, Ab, aB dan ab;
 mb: miselium berkecambah; mp: miselium primer; dk: proses dikarionisasi dengan somatogami dan plasmogami; ms: miselium sekunder; f. ph: fase pinhead; f. pri: fase primordia; a: pileus; b: stigma; c: lamela; 1: calon basidium; 2,3,4: terjadinya hubungan ketam; 5: terjadinya diploidisasi; 6: akhir meiosis; 7: terbentuknya basidiospora

Gambar 02 Siklus hidup jamur tiram putih (Dwidjoseputro, 1978)

D. Pertumbuhan Miselium Jamur

Dinding sel jamur mempunyai struktur yang dinamis dimana dinding sel tersebut dapat mengalami perubahan dan modifikasi dalam setiap tahap dalam siklus hidup jamur. Dinding sel jamur disusun oleh rangka-rangka dasar atau komponen mikrofibril yang terletak pada bagian dalam dinding sel dan tampak sebagai bentuk matrik yang tidak beraturan.

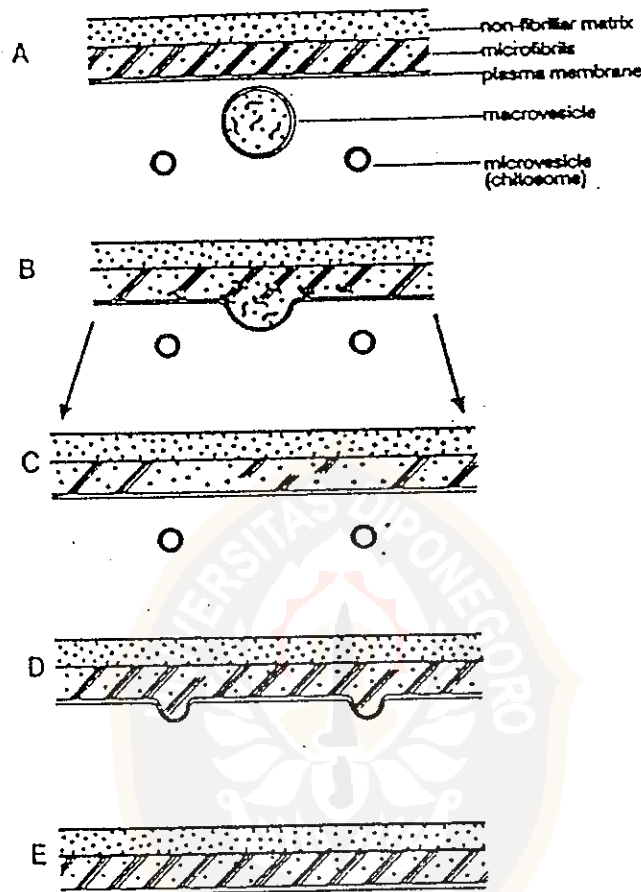
Komponen rangka terdiri dari bentuk-bentuk kristal dalam jumlah yang besar, material-material yang tidak larut dalam air yaitu rantai β -glukan dan kitin, sejumlah besar polisakarida yang larut dalam air yaitu α -glukan dan glikoprotein..

Berbagai macam komponen yang terdapat dalam dinding sel jamur adalah lipid, melanin, polimer D-galaktosamin dan polyuronid Peberdy (1990 dalam Alexopoulos *et al.* 1996). Selulosa biasanya terdapat pada dinding sel beberapa jamur, namun sebagian besar jamur tidak memiliki komponen ini.

Menurut Gooday dan Gow (1990 dalam Alexopoulos *et al.* 1996) kehidupan hifa jamur terletak pada ujungnya. Pernyataan ini berarti bahwa pertumbuhan hifa berlangsung pada ujungnya. Pertumbuhan pada ujung hifa itulah yang akan membentuk hifa baru (Moore, 1998). Walaupun para ahli mikologi mengetahui bahwa pertumbuhan hifa terletak pada ujungnya, namun bagaimana proses pertumbuhannya belum seluruhnya diketahui. Pertanyaan mendasar yang belum terjawab yaitu bagaimana dinding sel menunjukkan sifat kaku yang cukup untuk memelihara bentuk hifa sehingga menjadi elastis dan memungkinkan terjadinya pertumbuhan hifa yang teratur.

Salah satu teori pertumbuhan ujung hifa dikemukakan oleh Wessels (1988 dalam Alexopoulos *et al.* 1996) yang dikenal dengan hipotesis 'steady state'. Hipotesis ini mengemukakan bahwa ujung hifa bersifat viskoelastis dan meluas. Dinding yang baru disintesa pada bagian ujung terdiri atas campuran kitin dan β -glukan. Sebagai hasil dari ikatan polimer dinding sel, viskoelastis kemudian berkembang menjadi sifat yang kaku. Hipotesis kedua oleh Bartnicki-Garcia (1973 dalam Alexopoulos *et al.* 1996) mengemukakan bahwa dinding sel bersifat kaku, agar pertumbuhan terjadi harus terdapat keseimbangan antara lisisnya dinding sel yang diikuti sintesa dinding sel. Kedua hipotesis tersebut menjelaskan bahwa daerah sub apikal saat pertumbuhan hifa menyediakan sejumlah energi, enzim, prekursor dinding sel dan membran yang dibutuhkan untuk pertumbuhan

ujung hifa. Bagian inilah yang dapat dibuktikan bahwa materi-materi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan ujung hifa melalui vesikula-vesikula yang terikat pada membran (Gambar 03).



Keterangan :

- A. Struktur dinding sel yang berperan dalam pertumbuhan ujung hifa.
- B. Pembebasan daerah mikrofibril dan makrofibril oleh enzim litik makrovesikula
- C. Pemanjangan area permukaan dinding melawan tekanan turgor.
- D. Deposisi dan sintesis mikrofibril oleh mikrovesikula.
- E. Pemanjangan dinding sel menjadi unit lengkap.

Gambar 03. Skema dinding sel jamur dan pertumbuhannya (Alexopoulos

et al., 1996).

Vesikula pada dinding sel ujung hifa yang sedang tumbuh dibedakan menjadi dua macam yaitu makrovesikula yang diameternya > 100 nm dan mikrovesikula yang berdiameter < 100 nm. Sebagian besar jamur, vesikula ini terikat kuat dengan struktur lain yang membentuk struktur yang khas dan dinamik yang disebut dengan 'spitzenkorper'. Menurut Bartnicki - Garcia (1989 dalam Alexopoulos *et al.* 1996) mengemukakan bahwa aksi spitzenkorper merupakan pusat penyediaan vesikula yang terlibat dalam pertumbuhan ujung hifa. Lopez-Franco (1992 dalam Alexopoulos *et al.* 1996) mengemukakan "spitzenkorper" adalah struktur dinamis yang menanggapi berbagai stimuli/rangsangan lingkungan.

Makrovesikula pada ujung hifa berfungsi sebagai vesikula sekretoris yang berisi enzim dan polimer-polimer yang digunakan untuk membentuk matrik yang menyusun dinding sel jamur. Polimer ini akan disintesa selama proses differensiasi endomembran termasuk retikulum endoplasma dan aparatus golgi. Vesikula yang berisi enzim dan polimer dibentuk di retikulum endoplasma kemudian dikemas dalam aparatus golgi sebagai vesikula-vesikula. Vesikula dibebaskan dari aparatus golgi ke ujung hifa yang sedang tumbuh.

Mikrovesikula berperan dalam pergerakan enzim kitin sintase melalui sitoplasma ke membran plasma pada ujung hifa. Enzim ini mengkatalisa pembentukan mikrofibril rangka kitin pada dinding sel. Hifa pada beberapa spesies mampu membentuk helaian-helaian miselia. Pada struktur ini hifa kehilangan sifat individualitasnya dan membentuk jaringan yang kompleks. Perkembangan jaringan ini membutuhkan kerjasama hifa-hifa yang berbeda (Alexopoulos *et al.*, 1996).

E. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Jamur Tiram Putih

Beberapa faktor perlu diketahui dalam membudidayakan jamur tiram putih. Menurut Chang and Quimio (1982) yang perlu diketahui adalah mengenai material substrat dari jamur tersebut yang mengandung berbagai nutrisi yang diperlukan jamur untuk tumbuh. Pengetahuan yang luas sangat diperlukan dalam budidaya jamur tiram, terutama adalah teknik bekerja dalam budidaya tersebut, sebab teknik bekerja yang benar akan menentukan keberhasilan budidaya. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur seperti temperatur, cahaya, aerasi, pH, kelembaban, dan lain sebagainya.

E.1. Kebutuhan nutrisi

Nutrisi media sangat berperan dalam proses budidaya jamur tiram putih. Kebutuhan nutrisi tersebut meliputi karbohidrat, unsur nitrogen, garam, dan mineral (Cahyana & Muchrodji, 1999). Nutrisi bahan baku atau bahan yang ditambahkan harus sesuai dengan kebutuhan hidup jamur tiram. Bahan baku yang digunakan sebagai media tanam dalam budidaya jamur tiram dapat berupa jerami, serbuk kayu, dan lain sebagainya.

Menurut Norman & Kahar (1982), agar bahan-bahan media tempat penanaman jamur tersebut dapat menyuburkan pertumbuhan jamur, maka medium tersebut harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Cukup kandungan C dalam bentuk karbohidrat
2. Cukup kandungan N dalam bentuk garam amonium atau pepton yang nantinya akan dirubah menjadi protein

3. Mempunyai kadar Ca yang penting untuk menetralkan asam oksalat yang dikeluarkan dari miselium
4. pH medium netral (pH = 7)
5. Kelembaban berkisar 80 – 90 %

Untuk mendapatkan kualitas jamur yang baik maka diusahakan terpenuhinya persyaratan sumber nutrisi yang diperlukan selama pertumbuhannya. Nutrien ini dibutuhkan untuk membangun miselium, membentuk enzim dan asam amino yang disimpan dalam tubuh jamur.

E.2. Faktor Lingkungan Pertumbuhan Jamur Tiram Putih.

Faktor lingkungan yang pertama adalah konsentrasi ion hidrogen (pH). Beberapa spesies yang telah lazim dibudidayakan, ternyata masing-masing memiliki kondisi pH optimum yang berbeda-beda. Keadaan optimum ion hidrogen tersebut ternyata sangat bergantung dengan media yang digunakan. Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) tumbuh optimum pada pH 5-6 (Aryantha, 1989).

Masing-masing spesies memiliki suhu optimum yang berbeda-beda untuk pertumbuhan. Dari 3 jenis jamur yang ditumbuhkan (*P. flabellatus*, *P. ostreatus*, *P. sajor-caju*), ternyata *P. flabellatus* dapat menghasilkan tubuh buah pada suhu 28 °C, sedangkan untuk *P. ostreatus* dan *P. sajor-caju* cenderung menghasilkan tubuh buah dengan baik pada suhu yang lebih rendah yaitu 21-24 °C. Secara umum dapat dikatakan bahwa jamur tiram masih dapat menghasilkan tubuh buah dengan baik pada kisaran suhu 20-28°C (Aryantha, 1989), sedangkan

kisaran suhu dimana miselium jamur tiram putih dapat bertahan adalah pada suhu 5 – 35 °C (Oei, 1996).

Kelembaban udara bagi pertumbuhan tubuh buah Jamur tiram berkisar antara 60-80%. Cahaya (terutama cahaya tidak langsung) ternyata perlu dalam perangsangan awal terbentuknya tubuh buah. Pengertian cahaya tidak langsung adalah cahaya yang tidak langsung berasal dari cahaya matahari melainkan cahaya pantul biasa (\pm 50-1500 lux). Konsentrasi gas oksigen dan karbondioksida memegang peranan penting dalam perkembangan tubuh buah. Konsentrasi karbondioksida yang tinggi cenderung mempengaruhi perkembangan tubuh buah menjadi panjang dan menjadi banyak percabangan (Onions *et.al*,1981).

F. Dasar Budidaya Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*)

F.1. Penyediaan kultur murni.

Penyediaan kultur murni dilakukan dengan cara mengisolasi jaringan tubuh buah jamur, yakni dari bagian pertemuan antara tangkai (Stalk) dan tudung dimana terdapat jaringan yang tebal (Aryantha, 1989). Media yang biasa digunakan untuk pembuatan kultur murni adalah Potato Dextrose Agar (PDA). Media PDA. Media PDA terdiri atas bahan- bahan kentang 100 gram, 10 gram, 4 gram tepung dan 500 ml akuades. Perlu untuk diperhatikan di dalam penyediaan kultur murni ini adalah proses pengisolasian, di mana selama proses pengisolasian harus dalam keadaan bersih dan aseptis serta memperhatikan faktor fisik seperti panas yang ditimbulkan oleh lampu pembakar yang dapat membunuh sel – sel jamur (Cahyana dkk, 1999).

F.2. Penyediaan kultur induk.

Bibit induk membentuk bibit yang diperoleh dari kultur murni dan digunakan sebagai inokulan (bibit yang diinokulasi) dalam pembuatan bibit semai (siap tanam). Media yang digunakan dalam pembuatan bibit induk biasanya menggunakan bahan dasar serbuk gergaji dan campuran biji-bijian dengan perbandingan 4 : 6. Selain itu terdapat pula kapur, gips masing – masing 0,5 % dan 0,1 % (Cahyana dkk, 1999).

F.3. Pembuatan bibit semai.

Bibit semai adalah bibit yang siap digunakan langsung sebagai bibit tanam dalam budidaya jamur. Pembuatan bibit semai pada dasarnya sama dengan pembuatan bibit induk. Perbedaannya terletak pada inokulum dan komposisi media yang digunakan. Inokulan yang digunakan adalah bibit induk. Komposisi medianya adalah serbuk kayu 90 % dan bekatul 9 % dan kapur 1 % (Cahyana, 1999).

F.4. Pembuatan media / substrat tanam.

Pada proses pembuatan substrat tanam, bahan-bahan yang diperlukan adalah serbuk kayu \pm 75 %, kapur 25 % , NPK 1 %. Serbuk kayu sebelumnya direndam dalam air rendaman pH 6,5 selama 2 jam. Perendaman serbuk kayu dilakukan untuk menghilangkan getah dan minyak yang terdapat pada serbuk kayu. Perendaman juga berfungsi untuk melunakkan serbuk kayu agar mudah untuk digunakan oleh jamur. Setelah direndam serbuk kayu ditiriskan sampai sisa

rendaman terbuang sehingga yang ada hanya air yang terikat oleh butiran-butiran serbuk kayu (Aryantha, 1989)

Langkah selanjutnya adalah pencampuran serbuk gergaji dengan dedak dan NPK dan kandungan air pada campuran diperhatikan. Selanjutnya campuran dimasukkan ke dalam kantong-kantong plastik dan bagian atas kantong plastik diberi ring serta ditutup rapat dengan kapas. Kantong-kantong yang telah berisi media tersebut didiamkan selama 2 hari agar terjadi pengomposan. Setelah 2 hari media disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Sterilisasi dilakukan untuk menginaktifkan dan membunuh mikrobia yang dapat mengganggu pertumbuhan jamur yang ditanam (Aryantha, 1989).

F.5. Inokulasi bibit ke dalam substrat tanam.

Substrat tanam yang sudah siap, lalu diinokulasi dengan inokulum dari bibit semai. Penginokulasian harus dilakukan secara aseptis. Substrat yang telah diinokulasi kemudian diinkubasi di dalam ruang inkubasi sampai miselium memenuhi kantong substrat. Setelah media tumbuh dipenuhi miselium, kapas dan plastik dapat dibuka untuk pertumbuhan tubuh buah (Aryantha, 1989).

F.6. Pemeliharaan pertumbuhan

Tahap selanjutnya adalah tahap pemeliharaan miselium. Pada tahap ini akan terbentuk tubuh buah dan merupakan tahap terakhir dari siklus jamur (Aryantha, 1989).

Szueez (1950 dalam Umbreit, 1959), mengemukakan persyaratan bagi spesies jamur yang dapat diproduksi dalam skala industri, yaitu :

- a. Jamur yang digunakan harus mempunyai ketahanan terhadap kontaminasi.
- b. Jamur tersebut mampu membentuk struktur jaringan di dalam suatu kultur.
- c. Miselium harus mempunyai tekstur yang kuat.
- d. Jamur harus dapat diproduksi secara besar-besaran ketika ditumbuhkan di dalam media cair dan dalam waktu yang singkat.
- e. Jamur tersebut tidak bersifat toksis.

G. Perbanyak Miselium Dengan Metode Kultur Terendam (“Submerged”)

Pada awalnya keberhasilan pada produksi penisilin dan proses fermentasi antibiotik, mendorong ide untuk menumbuhkan miselium jamur dengan menggunakan kultur “submerged”. Pada tahun 1950 Humfeild mengisolasi lebih dari 40 strain *Agaricus bisporus*, ternyata ia menemukan 3 strain diantaranya dapat beradaptasi dan tumbuh pada medium cair yang diagitasi dan diaerasi. Dari sini kemudian dikenal proses yang disebut metode kultur “submerged”.

Pada dasarnya metode kultur “submerged” ini tidak sulit untuk dilaksanakan. Metode ini dapat digunakan karena dapat menghasilkan miselium dalam jumlah yang banyak, sehingga dapat digunakan pada budidaya jamur untuk skala yang besar. Disamping itu biaya produksi yang diperlukan cukup rendah, dimana memungkinkan kita untuk menggunakan media yang sederhana seperti limbah jeruk dan molase dari limbah tebu (Kannaiyan & Ramasamy, 1979).

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa kultur “submerged” menggunakan medium cair yang diagitasi dan diaerasi. Pada proses ini miselium

jamur dikulturkan pada rotary shaker selama beberapa hari dalam media yang mengandung sakarosa (2%), yeast ekstrak (1,5%). Kecepatan rotasi dari shaker digunakan pada kecepatan 100 rpm. Adanya rotasi pada shaker menyebabkan terjadinya suplai udara pada kultur jamur tersebut (Rombach, 1988).

Miselium jamur akan dipanen ketika pertumbuhan miselium jamur sudah mencapai fase eksponensial dan sebelum nutrisi habis. Pada saat panen miselium jamur terendam kira-kira hampir sama dengan volume medium. Rendaman miselium jamur tersebut dapat disaring menggunakan pompa vacuum dan kemudian disemprot dengan maltosa 10% untuk menghindari kekeringan. Jamur tersebut diinkubasi pada suhu 22-26°C selama beberapa jam dan akhirnya dapat menjadi masa kering. Miselium kering ini dapat digunakan sebagai bibit untuk budidaya jamur tiram (Rombach, 1988).

H. KURVA PERTUMBUHAN JAMUR

H.1. Fase Lag (Lag Phase)

Ketika jamur diinokulasikan ke dalam media, tidak ada penambahan jumlah selnya melainkan terjadi penambahan berat selnya, karena pada saat ini sel-sel mulai membesar tetapi belum mengalami pembelahan. Pada fase lag ini jamur mengalami proses adaptasi terhadap lingkungan barunya sehingga peran enzim sangat besar terhadap proses adaptasi ini.

Kondisi fisiologis inokulan sangat menentukan panjangnya fase lag. Apabila kultur yang digunakan masih berada pada fase lag, maka fase lag mungkin tidak terlalu lama dan pertumbuhan dapat segera dimulai, namun jika

inokulum diambil dari kultur yang pertumbuhannya telah terhenti atau sedang berada pada lingkungan yang nutrisi terbatas maka dibutuhkan waktu lama untuk beradaptasi pada nutrisi yang baru (Crueger & Crueger, 1984).

H.2. Fase Eksponensial (Eksponensial Phase).

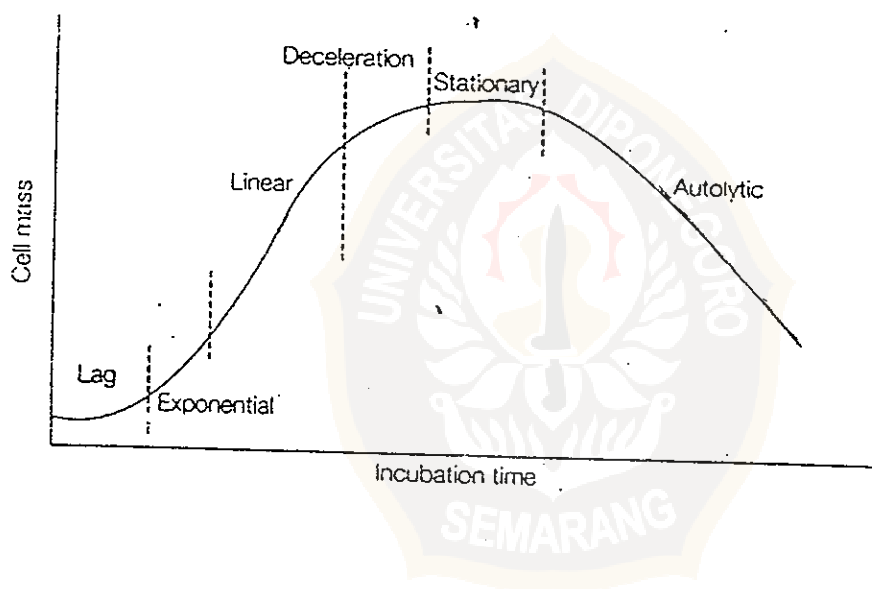
Setelah berakhirnya fase lag, selanjutnya inokulan memasuki fase yang disebut fase eksponensial. Sel dapat dideskripsikan secara kuantitatif sebagai pertambahan jumlah sel per satuan waktu (untuk bakteri dan yeast) atau pertambahan biomassa persatuan waktu (untuk organisme berfilamen seperti jamur). Apabila dibuat suatu grafik jumlah sel atau biomassa persatuan waktu, akan terlihat suatu garis lurus yang disebut fase eksponensial. Pada fase ini kecepatan pembelahan paling tinggi dan waktu generasi paling pendek dan konstan karena selama fase ini metabolisme berlangsung cepat. Keadaan ini berlangsung terus hingga salah satu atau beberapa nutrisi habis (Crueger & Crueger, 1984).

H.3. Fase Stasioner (Stationery Phase)

Ketika substrat sudah di metabolisme atau terjadi pembentukan substansi yang bersifat toksik, maka pertumbuhan akan bergerak lambat atau berhenti seluruhnya. Biomassa akan bertambah sedikit demi sedikit atau bahkan tetap selama fase stasioner (Crueger & Crueger, 1984).

H.4. Fase Kematian (Death Phase)

Kecepatan kematian pada fase ini meningkat, sedangkan kecepatan pembelahan menurun. Penurunan jumlah sel berkaitan dengan energi dalam media yang telah habis. Panjang atau lama waktu antara fase stasioner dan fase kematian tergantung pada organisme dan proses yang dilakukan. Pada proses komersial, fermentasi dihentikan pada akhir fase log atau sebelum fase kematian dimulai (Crueger & Crueger, 1984).



Gambar 04. Kurva pertumbuhan jamur