

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi Jamur

Jamur adalah organisme yang mempunyai inti, spora, tidak berklorofil, dinding sel terdiri atas sellulosa, khitin atau kombinasi keduanya, berbentuk filamen atau benang-benang bercabang yang bersekat atau tidak bersekat. Benang-benang pada jamur ini disebut hifa. Hifa terdiri atas sel-sel yang berinti satu (“uninukleat”) atau dua (“binukleat”). Hifa jamur menyatu membentuk kumpulan hifa yang disebut miselium (Alexopoulos *et al.*, 1996; Aryantha dan Rahmat, 1999).

Pleurotus yang merupakan genus jamur dari kelas Basidiomycetes dapat dibedakan antar spesies yang satu dengan yang lain berdasarkan warna tubuh buah, karena semua jenis jamur ini memiliki karakteristik yang hampir sama, terutama dari segi morfologi. Jamur ini lebih suka pada kondisi dingin dan membentuk badan buah pada temperatur rendah, maka terdistribusi pada daerah subtropik dan tropik dengan suhu antara 20-28⁰ C (Aryantha dan Rahmat, 1999; Svreck, 1975).

Ciri khas *Pleurotus sajor-caju* adalah memiliki tangkai (“stalk”) pendek yang tidak sentris. Tudung buah (“pileus”) tidak bulat, berbentuk konvek, lebar, lembut, dan berwarna keputih-putihan sampai keabu-abuan. Di bagian bawah tudung mempunyai bangunan seperti lamela yang lebar, “decurrent”, dengan *anastomosa* pada dasar yang berwarna putih atau keputihan. Jamur bersifat

sebagai “saprofit” dan memiliki fungsi sebagai “dekomposer primer”, biasanya ditemukan pada ujung tumpukan kayu yang telah mati atau telah rontok daunnya (Kieger, 1967; Svrcek, 1975; Chang dan Quimio, 1982; Aryantha dan Rahmat, 1999).

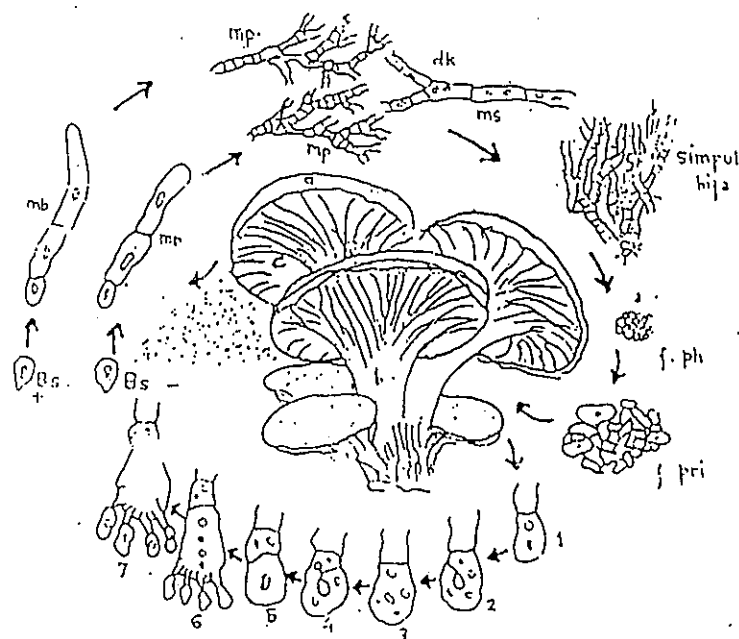
Klasifikasi *Pleurotus sajor-caju* berdasarkan Alexopoulos *et al* (1996) adalah :

Kingdom	: Mycota
Divisi	: Amastigomycota
Subdivisi	: Basidiomycotina
Class	: Basidiomycetes
Subclass	: Holobasidiomycetidae
Ordo	: Agaricales
Famili	: Tricholomataceae
Genus	: <i>Pleurotus</i>
Spesies	: <i>Pleurotus sajor-caju</i>

Daur hidup jamur *P. sajor-caju* dapat berlangsung dalam fase seksual dan aseksual (Gambar 01). Siklus hidup akan berlangsung secara baik jika persyaratan lingkungan yang dibuat memenuhi kebutuhan hidupnya (Suriawiria, 1993).

Berdasarkan fase perkembangannya, dikenal tiga macam miselium, yaitu miselium primer, sekunder dan tersier. Jamur yang sudah masak memproduksi spora dan dapat dihamburkan oleh angin, dari sini perkembangbiakan vegetatif dimulai, yaitu dengan jatuhnya basidiospora pada tempat yang sesuai. Spora ini akan berkecambah, kemudian segera membentuk miselium primer dengan cara pertunasan atau fragmentasi. Pada awalnya, miselium ini berinti banyak kemudian

membentuk dinding pemisah (septa), sehingga menghasilkan miselium berinti satu. Septa yang ada memiliki pori pada bagian tengahnya sehingga ada hubungan antara sitoplasma yang bersebelahan (Alexopoulos *et al.*, 1996; Sharma, 1992).



Gambar 01. Siklus hidup jamur tiram abu-abu (*Pleurotus sajor-caju*).

Keterangan Gambar :

Bs^+ dan Bs^- : Basidiospora kompatibel jenis *AB*, *Ab*, *aB*, dan *ab*;
mb : miselium kecambah; **mp** : miselium primer; **dk** : proses dikarionisasi dengan somatogami; **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** : terjadinya basidiospora (Dwidjoseputro, 1978).

Setelah fase miselium primer, jamur akan memasuki fase pembiakan generatif yaitu dengan terjadinya plasmogami. Fase ini dimulai dengan proses somatogami antara dua hifa yang kompatibel membentuk miselium sekunder yang

berinti dua. Miselium sekunder berkembang secara khusus, setiap inti membelah diri dan masing-masing belahan berkumpul lagi tanpa melakukan penyatuan inti (karyogami) dalam sel baru, sehingga miselium sekunder selalu berinti dua. Pada proses ini terbentuk "clamp connection". Miselium sekunder terhimpun menjadi suatu jaringan yang teratur dan kompleks yang disebut miselium tersier atau basidiocarp. Basidiocarp memproduksi basidia, dimana tiap-tiap basidium menghasilkan empat macam basidiospora yang masing-masing berinti satu. Bentuk seperti ini disebut heterotalik tetrapolar. Empat jenis basidiospora tetrapolar membawa gen-gen yang saling berpasangan, dinyatakan dengan *AB*, *Ab*, *aB*, dan *ab*. Basidiospora *AB* kompatibel dengan *ab*, sedangkan basidiospora *Ab* kompatibel dengan basidiospora *aB*, sehingga dua inti yang terbentuk akan berkombinasi menjadi *AaBb* (Chang dan Milles, 1989; Alexopoulos *et al.*, 1996).

B. Pertumbuhan Hifa Jamur

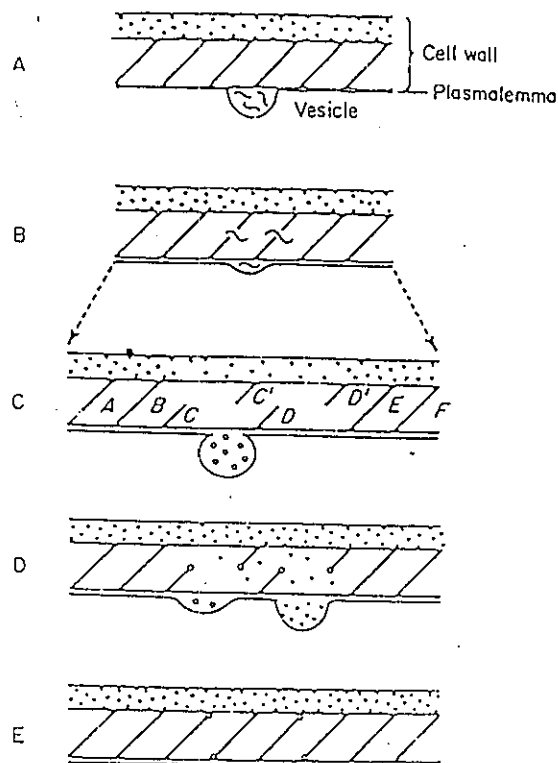
Pertumbuhan didefinisikan sebagai penambahan massa atau jumlah semua komponen sel. Hasil utama dari pertumbuhan adalah peningkatan ukuran dan jumlah sel yang terjadi secara "irreversibel". Parameter yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan adalah adanya peningkatan jumlah sel, berat basah dan berat kering. Peningkatannya dipengaruhi nutrien, kondisi fisika dan kimia dimana pertumbuhan itu terjadi (Stevenson, 1970).

Pertumbuhan hifa terutama terjadi pada ujungnya (Gooday dan Gow 1990 dalam Alexopoulos *et al.*, 1996). Ini dapat diperlihatkan secara sederhana dengan menghitung jarak dari septa pertama pada ujung hifa ke septa berikutnya

pada interval waktu yang berbeda, hanya pada bagian apikal yang mengalami perpanjangan (Hudson, 1987). Dinding sel jamur *P. sajor-caju* terdiri dari 80-90 % polisakarida (α -glukan, β -glukan dan khitin), 1-5 % protein dan 2-10 % lemak. Dinding sel jamur disusun oleh komponen-komponen mikrofibril pada bagian dalam dan pada bagian luarnya dilekati oleh material yang "amorphous". Dinding sel jamur mempunyai komponen yang bervariasi sehingga memberi rigiditas, stabilitas dan bentuk yang dinamis (Alexopoulos *et al.*, 1996; Hudson, 1987). Menurut Peberdy (1990 dalam Alexopoulos *et al.*, 1996) struktur dinding sel jamur dapat mengalami perubahan dan modifikasi pada setiap tahap yang berbeda dalam siklus hidupnya.

Salah satu teori pertumbuhan ujung hifa dikemukakan oleh Bartnicki-Garcia (1973 dalam Alexopoulos *et al.*, 1996) adalah dinding sel terdiri dari 2 lapisan, yaitu lapisan mikrofibril pada bagian dalam dan bagian luar ditutupi oleh material yang "amorphous" (Gambar 02). Agar terjadi pertumbuhan pada ujung hifa, harus ada keseimbangan antara lisisnya dinding sel dan diikuti oleh sintesis polimer dinding sel. Enzim litik dari vesikel sitoplasma disekresikan ke dinding sel dan memutus mikrofibril. Dinding sel pada daerah ini tidak akan bertahan lama dengan adanya tekanan turgor yang tinggi dari dalam dan kemudian bagian ini diperluas. Vesikel lain mensintesis enzim khitin sintase yang akan membangun kembali mikrofibril. Vesikel yang berisi komponen dinding yang "amorphous", mengendapkan kembali isinya pada dinding sel dan akan masuk melalui rangka mikrofibril karena adanya tekanan turgor, sehingga dinding

menjadi diperluas tanpa kehilangan perbedaan lapisan polimer pada dinding sel jamur *P. sajor-caju* (Hudson,1987).



Gambar 02. Hipotesis pertumbuhan dinding sel jamur (Hudson,1987).

Komponen yang dibutuhkan untuk perpanjangan hifa diproduksi pada zona pertumbuhan periferal yang mensintesis RNA dan protein dengan kecepatan yang konstan. Pada hifa muda kemungkinan dapat dibedakan menjadi tiga area, yaitu zone apikal dengan akumulasi vesikel sitoplasma, zona sub apikal yang tidak bervakuola dan sangat kaya dengan protoplasma, zona ketiga adalah zona vakuolasi.

Pada *P. sajor-caju* vesikel terikat kuat pada struktur yang disebut dengan "body apical" atau "spitzencorper". Spitzencorper berisi material dan enzim yang

dibutuhkan untuk pertumbuhan dinding dan plasmalema pada ujung hifa (Alexopoulos *et al.*, 1996; Hudson, 1987).

C. Kurva Pertumbuhan Jamur

1. Fase Lag (“lag Phase”)

Pada fase lag jamur akan melakukan adaptasi dengan lingkungannya yang baru, oleh karena itu pada fase ini kemungkinan terjadi perubahan pH, dan berkurangnya senyawa inhibitor. Enzim-enzim dan zat antara terbentuk dan berkumpul sampai mencapai konsentrasi yang dibutuhkan untuk kelangsungan pertumbuhan. Kondisi fisiologis dan konsentrasi inokulum sangat menentukan panjangnya fase lag (Crueger and Crueger, 1984; Jawetz *et al.*, 1986).

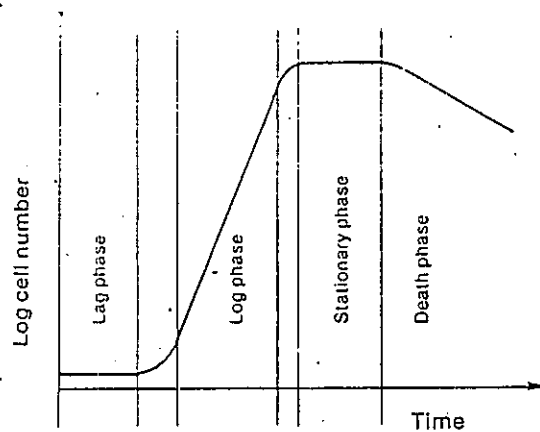
2. Fase Log (“Log Phase”)

Setelah jamur melakukan adaptasi dengan lingkungan barunya fase lag segera berakhir. Pertambahan massa sel dapat digambarkan secara kuantitatif sebagai penggandaan biomassa per satuan waktu. Dengan cara menghubungkan antara pertambahan biomassa per satuan waktu pada grafik semilogaritmik akan dihasilkan garis lurus, oleh karena itu fase ini disebut fase log atau fase eksponensial. Walaupun sel dapat merubah komposisi medium melalui pengambilan substrat dan ekskresi produk metabolit, kecepatan pertumbuhan pada fase ini adalah konstan (Crueger and Crueger, 1984).

3. Fase Stasioner (“Stationer Phase”)

Pada fase ini pertumbuhan masih terjadi, akan tetapi jumlah sel yang hidup dan sel yang mati kira-kira sama. Adanya penumpukan hasil-hasil metabolisme

yang beracun, dan kekurangan oksigen merupakan penyebab terjadinya penurunan pertumbuhan, sehingga pertumbuhan berjalan lambat atau terhenti sama sekali. Biomassa akan bertambah sedikit atau bahkan tetap selama fase ini (Crueger and Crueger, 1984; Moat and Foster, 1988).



Gambar 03. Kurva pertumbuhan Jamur (Crueger and Crueger, 1984).

4. Fase Kematian (“Death Phase”)

Pada fase ini persediaan energi telah habis digunakan oleh sel. Garis lurus yang menurun pada grafik semilogaritmik menunjukkan hubungan antara jumlah organisme yang bertahan dan waktu inkubasi. Panjang atau lama waktu antara fase stasioner dan fase kematian tergantung pada organisme dan proses yang digunakan, namun ada sel yang mampu bertahan dengan zat makanan yang dilepaskan oleh sel-sel yang mati dan mengalami lisis. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, proses biasanya dihentikan pada akhir fase log atau sebelum fase kematian (Crueger and Crueger, 1984; Jawetz *et al.*, 1986).

D. Metode Kultur Terendam

Keberhasilan produksi Penicillin dan fermentasi antibiotik mendasari ide perbanyakkan miselium jamur dengan menggunakan metode kultur “submerged” atau kultur terendam. Metode ini telah dicoba oleh Hamfield pada tahun 1950 dengan mengisolasi beberapa strain *Agaricus bisporus*. Strain *Agaricus bisporus* dapat beradaptasi dan tumbuh pada medium cair yang diagitasi dan diaerasi (Umbreit, 1959).

Pada dasarnya metode kultur terendam ini tidak sulit dilaksanakan. Metode ini dapat dipergunakan karena dapat menghasilkan miselium dalam jumlah yang besar, waktu singkat, biaya produksi yang murah dan memungkinkan dipergunakannya limbah produksi, misalnya limbah tebu. Miselium yang dihasilkan dari kultur terendam akan menjadi bibit yang baik untuk diinokulasikan pada media produksi (Umbreit, 1959; Chang dan Quimio, 1982; Kannaiyan dan Ramasamy 1979 dalam Kurniawan, 2001;).

Jamur yang mempunyai septa, seperti *P. sajor-caju* dapat tumbuh baik dalam medium kultur terendam, sedang jamur yang tidak berseptata tumbuhnya kurang memuaskan. Miselium akan tumbuh dipermukaan pada medium cair yang statis, sehingga perlu ditambahkan agitasi pada medium dengan “shaker” atau pengadukan (Charlile *et al.*, 1995).

Keberhasilan pertumbuhan miselium *P. sajor-caju* dalam kultur terendam dipengaruhi oleh medium, sterilisasi dan inokulum yang digunakan. Medium yang digunakan harus menyediakan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan.

Medium yang digunakan untuk pembuatan bibit jamur didasarkan pada substrat alami dari jamur, seperti ekstrak buah-buahan, ekstrak biji-bijian dan kaldu ikan. Medium yang sering digunakan untuk adalah "potato dextrose agar", "tauge extract broth" dan "tauge extract agar". Penambahan antibiotik sering dilakukan pada medium untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Antibiotik yang sering digunakan adalah kloramphenikol (50-100 ppm) atau gentamisin (50-60 ppm), karena daya tahannya terhadap panas dan memiliki spektra anti bakteri yang luas (Rahayu, 1992; Gandjar dkk, 1999).

Medium TEB dan TEA adalah medium semisintetis yang banyak digunakan untuk kultur murni pada pembuatan bibit jamur. Komposisi medium TEA adalah taugé 100 g/l, sukrosa 60 g/l, agar 15 g/l dan akuades. TEB mempunyai komposisi yang sama dengan TEA, tapi dikurangi agar.

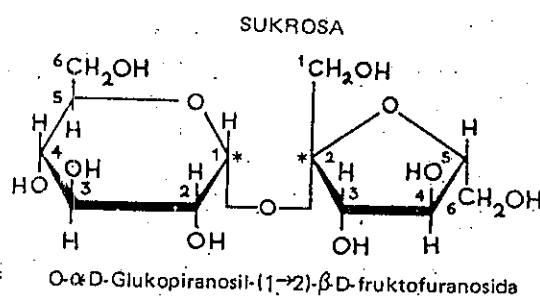
Untuk keperluan kultur terendam diperlukan medium yang mengandung :

1. Sumber Karbon.

Jenis sumber karbon yang berguna untuk pertumbuhan jamur *P. sajor-caju* cukup beragam. Monosakarida, disakarida atau polisakarida dapat digunakan sebagai sumber karbon. Karbohidrat kompleks pertama-tama dipecah menjadi monosakarida dengan bantuan enzim ekstraselluler sebelum molekul tersebut diabsorpsi oleh jamur (Billgrani dan Verma, 1978). Maltosa, glukosa, sukrosa dan dextrin lebih mempercepat pertumbuhan *P. sajor-caju* karena merupakan gula sederhana.

1.1 Sukrosa

Sukrosa ialah gula yang kita kenal sehari-hari, baik yang berasal dari tebu maupun dari bit. Sukrosa tidak mempunyai gugus karbonil, sehingga atom karbon anomerik pada residu glukosa dan fruktosa saling berikatan melalui ikatan glikosidik yang menghubungkan 2 residu tersebut, sehingga sukrosa tidak bersifat sebagai gula pereduksi dan tidak dapat mengadakan mutarotasi. Hidrolisis sukrosa menghasilkan suatu campuran yang disebut 'gula invert', yang terdiri dari D-glukosa dan D-fruktosa. Pemecahan ini dapat dilakukan oleh enzim sukrase atau invertase (Mayes *et al.*, 1996; Poedjiadi, 1994).



Gambar 04. Struktur kimia sukrosa (Mayes *et al.*, 1996)

2. Sumber Nitrogen

Nitrogen sangat penting bagi pertumbuhan organisme untuk pembentukan asam nukleat, protein bahkan digunakan oleh jamur *P. sajor-caju* untuk pembuatan khitin sebagai dinding selnya. Sumber nitrogen organik lebih unggul daripada nitrogen mineral. "Corn steep liquor peptone" dan "yeast extract" merupakan sumber nitrogen yang baik (Chang *et al.*, 1983)

3. Vitamin

Keberadaan vitamin seperti thiamin (B₁), riboflavin (B₂), asam nikotinat (niasin), Piridoksin (B₆), asam panthotenat dan kobalamin (B₁₂), sangat penting dalam medium (Moat and Foster, 1988). Vitamin ini bertanggungjawab untuk meningkatkan pemakaian bahan metabolisme seperti glukosa (Wessel 1965 dalam Manachere, 1980). Menurut Chang dan Quimio, (1982) biotin, thiamin dan piridoksin pada konsentrasi diatas 50 µg/ml dapat memperbaiki pertumbuhan miselium *P. sajor-caju*.

E. Faktor Lingkungan Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Miselium *P. sajor-caju*

1. Temperatur

P. sajor-caju cenderung menghasilkan tubuh buah dengan baik pada suhu 21-24⁰ C, sedangkan untuk pertumbuhan miselium mempunyai rentang suhu 25-30°C, dan suhu yang optimal adalah ± 28⁰ C (Oei, 1996; Aryantha dan Rahmat, 1999).

2. pH Medium

Keadaan optimum ion hidrogen (pH) sangat tergantung pada media yang dipakai. pH optimum untuk pertumbuhan jamur tiram berkisar antara 5-6 (Aryantha dan Rahmat, 1999).

3. Cahaya

Pertumbuhan jamur *P. sajor-caju* tidak akan berjalan baik jika terkena cahaya matahari langsung. Pertumbuhan memerlukan intensitas cahaya sekitar

50-1500 lux yang berasal dari cahaya pantul biasa (Aryantha dan Rahmat, 1999; Suriawiria, 1993).

4. Kelembaban

Air memegang peranan penting untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur. Menurut Jandaik dan Kapoor (1976 dalam Kurtzman dan Zadrazil, 1982) kadar air yang sesuai untuk pertumbuhan *P. sajor-caju* adalah antara 80-85 %. Kurang dari kadar tersebut akan berakibat terhadap penggunaan nutrisi oleh miselium dan lebih dari kadar tersebut akan menyebabkan rendahnya kadar oksigen (Chang *et al.*, 1983).

5. Oksigen

Aerasi merupakan salah satu upaya untuk mensuplai oksigen, karena oksigen mempunyai kelarutan yang rendah dalam air, difusi oksigen pada air yang tidak mengalir sangat rendah. Konsentrasi oksigen pada lingkungan tersebut akan menjadi lebih rendah lagi, karena adanya aktivitas metabolik dari organisme yang ada. Pada kondisi yang miskin aerasi, aktivitas pertumbuhan *P. sajor-caju* akan meningkatkan konsentrasi CO₂. Keadaan ini akan menyebabkan tidak adanya oksigen dan tingginya konsentrasi CO₂ sehingga proses metabolisme akan berjalan lambat bahkan pertumbuhan miselium akan terhenti jika tidak ada oksigen (Carlile *et al.*, 1995; Sharma, 1992).

F. Pembuatan Bibit Jamur Secara Konvensional

Secara umum pembuatan bibit jamur dapat dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pembuatan kultur murni, pembuatan bibit induk dan pembuatan bibit semai.

1. Pembuatan kultur murni

Pembuatan kultur murni dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara spora tunggal ("Single spore technique") dan cara kultur jaringan ("Tissue culture technique"). Untuk mendapatkan keturunan yang sifatnya sama dengan induknya serta menjamin agar hasil isolasi dapat menghasilkan tubuh buah, pembuatan kultur murni dilakukan dengan mengisolasi tubuh buah jamur. Bagian yang diisolasi adalah bagian pertemuan tangkai dan tudung jamur, dimana terdapat jaringan yang tebal (Aryantha dan Rahmat, 1999). Tubuh buah yang dipilih harus besar, tebal, sehat dan bersifat unggul. Medium yang biasa digunakan adalah PDA yang kualitasnya sudah distandarisasi. Medium ini terdiri dari 100 g/l kentang, 10 g/l dextrosa, 49 g/l agar dan akuadest (Cahyana dkk, 1999).

2. Pembuatan bibit induk

Kultur induk adalah bibit yang diperoleh dari inokulasi kultur murni dan digunakan sebagai inokulum dalam pembuatan bibit semai (bibit siap tanam). Medium yang digunakan harus memenuhi persyaratan ideal pertumbuhan miselium *P. sajor-caju*. Media tanam yang digunakan biasanya dibuat dengan menggunakan bahan dasar

serbuk kayu dan campuran biji-bijian (Cahyana dkk,1999; Djarijah dan Djarijah, 2001).

3. Pembuatan bibit semai

Bibit semai adalah bibit yang siap digunakan langsung sebagai bibit dalam budidaya jamur. Pembuatan bibit semai pada dasarnya sama dengan pembuatan bibit induk. Perbedaannya terletak pada inokulum dan komposisi media yang digunakan. Inokulum yang digunakan adalah bibit induk. Komposisi media yang digunakan adalah serbuk kayu halus 90-93%, bekatul 6-9%, kapur 1-1,5% dan air sampai diperoleh kadar air media 45% (Cahyana dkk,1999).