

II. STUDI PUSTAKA

A. Klasifikasi Jamur *Metarrhizium anisopliae* (Metsch)

Sorok

Menurut Gilman (1957), kedudukan *Metarrhizium anisopliae* (Metsch) Sorok adalah sebagai berikut :

Divisio : Fungi

Clasis : Deuteromycetes

Ordo : Moniliales

Familia : Moniliaceae

Genus : *Metarrhizium*

Species : *Metarrhizium anisopliae*

(Mestch) Sorok

B. Ciri Morfologi

Deuteromycetes adalah golongan jamur yang belum diketahui cara perkembangbiakkannya secara seksual. Oleh karena itu disebut juga dengan jamur tak sempurna (fungi imperfecti). Sebagian besar jamur yang tergolong fungi imperfecti mempunyai hifa yang berseptata. Dari fungi imperfecti ini ada yang bersifat entomogenik, sebagai contohnya yaitu jamur *Metarrhizium anisopliae* (Metsch) Sorok (Anonim, 1988).

Menurut Latch (1964) orang pertama yang mencatat nama jamur *Entomophtora anisopliae* pada *Anisopliae austriaca* Herbst di Rusia ialah Metschnikoff pada tahun 1979. Sorokin (1983) menganggap nama jamur tersebut

tidak cocok, sehingga diganti dengan genus *Metarrhizium*. Dengan demikian nama cendawan tersebut menjadi *Metarrhizium anisopliae* (Metsch) Sorok.

Jamur *Metarrhizium anisopliae* mempunyai ciri-ciri sebagai berikut : hifa terjalin hampir rapat, tubuh buah berupa sporodisium berbentuk agregat, konodiofore biasanya berbentuk tongkat yang ditutupi oleh konidia yang tumbuh tegak dan bersatu dalam bentuk kumpulan yang kompak, sel konidiogenus tumbuh sendiri - sendiri dalam pasangan atau karangan berbentuk lingkaran; puncak dari konidium terbentuk dalam rangkaian basipetal padat menjadi koloni - koloni yang bentuknya bulat sampai silindris dengan ujung yang bulat (Barron, 1968). Selain ciri - ciri tersebut, Lacth (1964) menyatakan bahwa konidia terdiri dari satu sel, silindris dan membulat pada ujungnya, dapat berubah warna dari hijau terang sampai hijau sangat gelap tergantung pada species serangga inang.

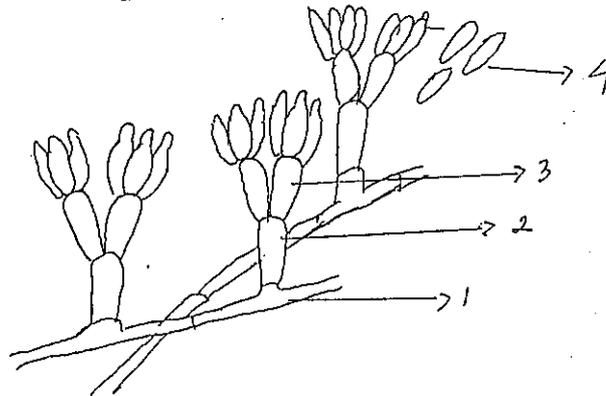
Hasil penelitian beberapa peneliti mengenai ukuran konidia *M. anisopliae* pada inang yang berbeda dapat dikemukakan sebagai berikut : Menurut Delocrix (1893, dalam Lacth, 1964) konidium yang ditemukan pada larva *Melalhonta sp* di Perancis berukuran 7 - 15 x 2,5-3,5 μ m. Sedangkan menurut Frederic (1920, dalam Lacth, 1964), ukuran konidium pada *Oryctes rhinoceros* (L) dari Samoa 9 - 14 μ dan dari Madagaskar 6 - 8 μ x 2,5 μ , dan

menurut Petch (1931, dalam Lacth, 1964), ukuran konidia dari biakan nutrien agar ialah 5 - 7,6 x 2,5 - 3,5 Petch (1931) menyatakan bahwa *M. anisopliae* (Metsch) Sorok ialah jamur yang menyebabkan penyakit " Green muscardine " pada serangga. Micelium jamur yang memarasiti pada beberapa serangga hidup dalam tubuh inang, cendawan tersebut disebut endoparasit.

Berdasarkan penemuan pertama jamur ini oleh Metchnikoff, maka beberapa peneliti memanfaatkan jamur tersebut dalam mengendalikan terhadap musuh alaminya. Menurut Le Moulton (1923, dalam Lacth, 1964), orang yang pertama mencoba menggunakan jamur *Metarrhizium anisopliae* untuk pengendalian hayati ialah Krassilstchik pada tahun 1884. Dia berhasil membunuh 55 - 80 % larva *Cleonus punctiventris*. Serangga yang diserang di alam sebanyak 56 species (Balfaur, 1968 dalam Lacth, 1964). Sedangkan menurut Veen(1968) dalam Burges dan Hussey (1971), lebih dari 200 species serangga merupakan inang jamur tersebut. Menurut Kalshoven (1981), cendawan *M. anisopliae* ialah musuh alamiah *Oryctes rhinoceras* dan serangga lainnya .
dilapangan yang menyebabkan angka kematian larva yang tinggi di laboratorium.

Barnet (1960) dalam bukunya : " Illustrated Genera of Fungi Imperfecti " melukiskan morfologi jamur

Metarrhizium anisopliae sebagai berikut :



Gambar 01. *Metarrhizium anisopliae*

Keterangan :

- | | |
|-----------|----------------|
| 1. hifa | 3. konidiofore |
| 2. fialid | 4. konidium |

C. Pertumbuhan jamur *Metarrhizium anisopliae* (Metsch) Sorok

Sebagian besar jamur yang tergolong fungi imperfecti mempunyai hifa bersepta. Fungi ini hanya bereproduksi dengan konidia yaitu spora yang tidak bergerak dan bukan merupakan hasil pembelahan secara progresif dari sitoplasma seperti halnya pada sorangiospora. Tingkat seksual tidak dijumpai oleh karena itu disebut dengan fungi imperfecti.

Pembentukan fialid pada *Metarrhizium anisopliae* yang menghasilkan colum berwarna hijau gelap dari konidia berbentuk tongkat selindris dan sejajar diatas phial yang berasal dari sporodocium. Gambar (02 dan 03) menggambarkan dua tingkatan pembentukan konidia pada species ini. Permulaan munculnya konidia

ditunjukkan " bertiup keluar " dari fialid dan mengangkat bentuknya yang silindris (Gambar 02), pemutusan konidia oleh sekat sentripetal yang melintas secara terus-menerus pada protoplasma antara fialid dengan inti konidia yang tumbuh (Gambar 03). Akhirnya terjadi pemisahan konidia sambil siklus konidiogenesis terulang (Turian dan Hohl, 1981).



Gambar 02. Permulaan munculnya ujung fialid dari konidium (I)

Keterangan N = Nukleus



Gambar 03 . Pemutusan septa fialid dari konidia

Keterangan : V = Vakuola. C = Konidia

D. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan jamur *Metarrhizium anisopliae* (Metsch) Sorok

Menurut Robert dan Yendol (dalam Burghes dan Hussery, 1971), perkecambahan jamur ini terjadi pada kelembaban yang relatif tinggi, biasanya 90 % atau lebih. Batas temperatur untuk pertumbuhan optimum berkisar antara 20°C -- 30°C . Latch (1964) menyatakan bahwa temperatur optimum untuk pertumbuhan jamur berkisar antara 25° - 30°C . Selain itu juga, Steinhaus (1949) menyatakan bahwa kelembaban yang tinggi dan temperatur yang sedang menaikkan pertumbuhan dan perkembangan cendawan. Temperatur untuk pertumbuhan optimum berkisar antara 24°C - 26°C . Sedangkan perkembangan masih normal pada temperatur 10°C - 30°C dan temperatur yang merusak perkecambahan konidia berkisar antara 55°C - 60°C . Cahaya dapat mempengaruhi panjang umur konidia dan sporulasi pada inang setelah kematiannya (Roberts dan Yendol dalam Burges dan Hussey, 1971). Sedangkan menurut Muller-Kogler (1965, dalam Burges dan Hussey , 1971), cahaya matahari (diduga komponen ultravioletnya) dapat membunuh konidia. Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan jamur ialah pH. Menurut Steinhaus (1949), pertumbuhan normal jamur membutuhkan pH yang berkisar antara 4,9 - 10 dan pertumbuhan optimum pH media 6,9 - 7,4

E. Nutrisi Bagi Jamur

Jamur berbeda dengan tanaman, karena jamur tak melakukan fotosintesis dalam hal ini jamur termasuk organisme heterotrop. Hifa berhubungan langsung dengan nutrisi dan diserap untuk dihancurkan menjadi molekul kecil (sederhana) seperti gula sederhana dan asam amino. Substance besar yang tidak dapat larut dalam air seperti lemak, polisakarida dan lain-lain, pertama dipecah menjadi fragmen kecil hingga menjadi monomer-monomernya. Secara umum pada digesti diperlukan banyak enzim. Enzim ini tak mesti ada dalam jamur sehingga ada enzim yang pembentukannya dipengaruhi oleh substrat, enzim semacam ini disebut enzim adaptif.

Seperti organisme lain, jamur juga membutuhkan elemen tertentu untuk dapat tumbuh. Elemen yang dibutuhkan pada dasarnya dibagi menjadi dua yaitu makroelemen dan mikroelemen. Makroelemen yaitu elemen yang dibutuhkan dalam jumlah banyak, sedangkan mikroelemen yaitu elemen yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit. Makroelemen dibagi menjadi dua yaitu dari golongan logam dan non logam. Makroelemen yang termasuk logam yaitu Natrium (Na), dan Magnesium (Mg). Sedangkan makroelemen yang termasuk non logam yaitu Carbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), Nitrogen (N), Sulfur (S) dan

Forpos (P). Makroelemen non logam secara umum berfungsi sebagai struktur elemen pada protoplasma dan mensintesa dinding. Untuk makroelemen logam berfungsi mengaktifkan elemen pada metabolisme. Hidrogen diambil dari air dan Oksigen diambil dari udara. Sedangkan elemen yang lain diambil dari campuran atau lain-lain. Untuk elemen yang termasuk mikroelemen yaitu Besi (Fe), Zink (Zn), Mangan (Mn) dan Molibdenum (Mo) (Dube, 1983). Mikroelemen berfungsi sebagai kofaktor atau aktivator enzim dan juga untuk mensintesa vitamin yang penting tumbuh dan sporulasi.

Ekstrak yeast yang berisi semua mikroelemen ditambah faktor tumbuh biasanya ditambahkan pada medium untuk melengkapi elemen-elemen ini

1. Sumber Karbon

Jamur merupakan organisme non fotosintesis, suplai karbon organik tergantung dari luar. Sedikit jamur yang dapat memfiksasi CO_2 dari atmosfer tetapi tak dapat menyediakan sumber karbon sendiri. Pada kenyataannya kira-kira 50% berat kering dari jamur terdiri dari karbon, ini mengingatkan betapa pentingnya karbon bagi jamur (Dube, 1983). Karbon berfungsi sebagai (1) sumber energi dan (2) struktur elemen yang penting. Semata-mata yang menyediakan energi hanyalah karbohidrat, lemak dan protein menduduki yag sekunder saja.

2. Sumber Nitrogen

Seperti halnya dengan karbon nitrogen juga merupakan elemen penting bagi jamur. Nitrogen merupakan komponen pada asam amino, asam nuclein, vitamin dan gula amino seperti N-asetil glikosamin. Jamur memperoleh nitrogen dari sumber anorganik sama baiknya dengan sumber nitrogen organik. Robin (1937, dalam Dube (1983), menggolongkan jamur menjadi empat golongan berdasarkan penggunaan nitrogen seperti ditunjukkan pada Tabel 01

Tabel 01. Pengelompokan jamur berdasarkan penggunaan Nitrogen

Grup Jamur	Sumber Nitrogen			
	N atmosfer	N nitrit	N amonium	N organik
Grup 1	+	+	+	+
Grup 2	-	+	+	+
Grup 3	-	-	+	+
Grup 4	-	-	-	+

Keterangan : + menggunakan nitrogen dari sumber
 - tidak menggunakan nitrogen dari sumber
 (Robin, 1937 dalam Dube, 1983)

3. Sumber Sulfur

Sulfur terdapat pada asam amino (sistein dan metionin), terpeptida, glutation, vitamin (tiamin dan biotin), dan antibiotika (penisilin dan

gliotoksin). Jamur biasanya memperoleh sulfur dalam bentuk ion sulfat tetapi beberapa pengambilan lebih banyak dalam bentuk reduksi seperti pada senyawa organik. Menurut Dube (1983), mikroorganisme yang menggunakan sulfur dibagi menjadi dua kelompok yaitu (1) euthiotropik yaitu organisme yang menggunakan ion sulfat sebagai sumber sulfur, kelompok (2) parathiotropik yaitu organisme yang tidak menggunakan sulfat dan memperoleh sulfur dari asam amino atau reduksi senyawa sulfur (organik atau anorganik).

4. Sumber Fosfor, Potasium dan Magnesium

Tiga mikronutrien ini, diambil dalam bentuk organik diperlukan dalam konsentrasi antara 0,01 sampai 0,04 M. Fosfor pada konsentrasi tinggi didalam medium menambah penggunaan karbohidrat. Fosfor dibutuhkan dalam bentuk ion fosfat dan digunakan dalam bentuk fosfat ester, baik itu dari organik atau anorganik. Fosfat anorganik secara umum dilaboratorium disuplai dari garam potasium sebagai contoh K_3PO_4 , KPO_5 , $K_4P_2O_5$ dan KH_2PO_4 .

Potasium diperlukan sekali untuk tumbuh. Unsur ini berhubungan dengan permeabilitas membran sel. Hal ini diketahui bila tidak dijumpai unsur ini maka tidak ada permeabilitas dari sel.

Magnesium penting untuk kofaktor dari enzim respirasi. Di laboratorium magnesium biasanya digunakan sebagai magnesium sulfat ($MgSO_4$).

5. Kebutuhan Vitamin

Vitamin merupakan molekul organik yang dibutuhkan dalam jumlah kecil dan tidak digunakan sebagai sumber energi atau sebagai penyusun protoplasma. Vitamin umumnya berfungsi sebagai koenzim atau konstituen koenzim. Berdasarkan kemampuannya mensintesa vitamin jamur dibagi dua golongan yaitu auxoautotropik dan auxoheterotropik. Jamur yang tergolong auxoheterotropik yaitu jamur yang mampu mensintesa semua vitamin yang dibutuhkan. Sedangkan jamur yang tergolong auxoheterotropik yaitu jamur yang dapat mensintesa sebagian atau bahkan tidak mampu mensintesa vitamin sendiri. Jamur tidak memerlukan vitamin yang larut dalam lemak, tetapi jamur hanya membutuhkan vitamin golongan B yaitu vitamin B1, B2, B6 dan Vitamin H.

F. Media Tumbuh Jamur *M. anisopliae* (Mestch) Sorok

Jamur *Metarrhizium anisopliae* (Metsch) Sorok dapat tumbuh pada berbagai media, baik media padat maupun media cair. Menurut Steinhaus (1949), bahwa cendawan tersebut dapat tumbuh secara cepat pada media buatan terutama berkembang baik pada media kentang.

Penggunaan berbagai media untuk membiakkan jamur *Metarrhizium anisopliae* memberikan hasil yang berbeda-beda. Penelitian yang berhubungan dengan pernyataan diatas telah dilakukan oleh Lath (1964) yaitu dengan menggunakan tiga macam media agar diantaranya ialah PDA, CzA dan DYEA. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya beberapa perbedaan.

Dalam memilih jenis media yang cocok untuk pertumbuhan jamur, perlu dipertimbangkan aspek kemudahan akan bahan yang dipakai yaitu mudah didapatkan dan murah. Bahan yang biasa dipakai yaitu beras dan jagung (Michelia dan Sitepu, 1989). Beras yang digunakan yaitu beras giling dan jagung giling. Zat - zat yang terdapat pada tajin beras , tajin jagung seperti ditunjukkan pada

Tabel 02

Tabel 02. Kandungan unsur-unsur yang ada pada tajin beras tajin jagung

Unsur-unsur	Tajin jagung	Tajin beras
Karbohidrat	1,19 %	1,57 %
Protein	0,13 %	0,09 %
Lemak	0,04 %	0,04 %
Abu	1,0 %	0,04 %
Besi	0,56 ppm	0,33 ppm
Fosfor	1,7 ppm	0,92 ppm
Magnesium	139,2 ppm	38,4 ppm
Kalsium	24,0 ppm	48,0 ppm

(Sumber: Hasil analisa proksimat di Laboratorium Kesehatan Kotamadya Semarang)

Untuk medium Emerson YpSs mengandung ekstrak yeast 4 gr, pati 15 gr, Dipotassium pospat 1,0 gr, Magnesium sulfat 0,05 gr. (Rombach, 1988).

G. Infeksi Jamur *Metarrhizium anisopliae* (Metsch) Sorok Pada Tubuh Serangga

Infeksi yang efektif biasanya dimulai oleh konidia, ada empat kemungkinan cara masuknya jamur kedalam tubuh inang yaitu secara langsung menembus integumen bagian luar, melalui sistem pencernaan, menembus trakea atau menembus dengan jalan melukai. Tabung kecambah tumbuh dari konidia beberapa, waktu kemudian ujungnya membengkak dan membentuk appresoria, pembentukannya appresoria distimulir oleh kontak ujung kecambah dengan integumen. Robert (1991, dalam Cooke) menyatakan bahwa *M. anisopliae* seringkali membunuh inang sebelum penyerangan organ-organ vital meluas.

Robert dan Yendol (dalam Burges dan Hussery, 1971) mengemukakan bahwa ujung kecambah dapat tumbuh pada permukaan tubuh serangga, tidak lama kemudian mulai menembus kutikula. Miselia yang menyerang seringkali terbatas dalam kutikula dan kadang-kadang menembus diantara lamela kutikula dari pada "homeocoel".

Menurut Sansinokova et al (1971, dalam Huffaker dan Massanger, 1976), jamur yang masuk kedalam inang

setelah kontak dengan kutikula. Konidia - konidia menempel pada permukaan tubuh inang dan penetrasi mungkin terjadi setelah adanya aktifitas enzim protease, lipase dan kitinase yang dihasilkan oleh konidia jamur.

Larva yang terinfeksi jamur *M. anisopliae* mula-mula berwarna putih keabu-abuan beberapa hari kemudian mengadakan sporulasi, setelah itu larva menjadi hijau tua (Latch, 1964).

