II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Brem Padat

Brem merupakan makanan asli Indonesia yang dibuat dari cairan yang dihasilkan oleh fermentasi tape ketan. Secara tradisional cairan tape ketan dikeringkan hingga didapat bentuk padatan (Ko,1982).

Brem padat kaya akan kalori dan merupakan makanan yang mudah dihancurkan. Kandungan terbanyak adalah gula, pati terlarut dan asam laktat. Dengan penyimpanan yang baik, pada tempat yang kering dan tidak lembab, brem dapat tahan hingga berbulan-bulan (Suwaryono dan Ismeini, 1988).

Brem padat dibuat dari bahan dasar yang berupa beras ketan putih. Beras ketan putih mengandung karbohidrat 79,4%, protein 6,7%, lemak 0,7%, air 12%, besi 0,008%, fosfor 0,014% dan vitamin 0,0002% (Anonim, 1981). Berdasarkan pada prosentase berat kering beras ketan putih mengandung senyawa pati sebanyak 90% dengan amilosa 1-2% dan amilopektin 88-89%, protein 8%, lemak 1% dan serat kasar 0,5% (Ko, 1982).

Dalam proses pembuatan brem padat menggunakan inokulum yang berupa ragi tape. Ragi dibuat dari tepung beras yang diinokulasi dengan jamur dan dibentuk bundaran dengan diameter 2-3 cm. Ragi cukup dikenal di negara-negara Asia. Ragi diduga merupakan produk asli Cina karena hampir selalu didapati pada makanan tradisional Cina (Ko, 1982).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

B. Limbah Padat Brem

Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki karena tidak mempunyai nilai ekonomis (Gintings, 1992). Limbah brem padat tergolong limbah organik karena ditimbulkan sebagai sisa pengolahan dari bahan dasar beras ketan. Komposisi limbah padat brem dapat dilihat pada Tabel 01.

Tabel 01. Daftar Komposisi Berat Basah Limbah Padat Brem (Achosdian, 1995)

Zat-zat penyusun	Prosentase
Air	51,98%
Pati	42,54%
Glukosa	2,68%
Alkohol	2,16%
Protein	0,64%

C. Taksonomi dan Morfologi *Monascus purpureus*

M. purpureus adalah salah satu jenis kapang tingkat tinggi yang tergolong sebagai kapang penghasil pewarna merah alami. Kapang ini dalam klasifikasi termasuk dalam class Plectomycetes. Klasifikasi selengkapnya adalah sebagai berikut :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Phylum : Ascomycotina

Class : Plectomycetes

Order : Eurotiales

Family : Monascaceae

Genus : *Monascus*

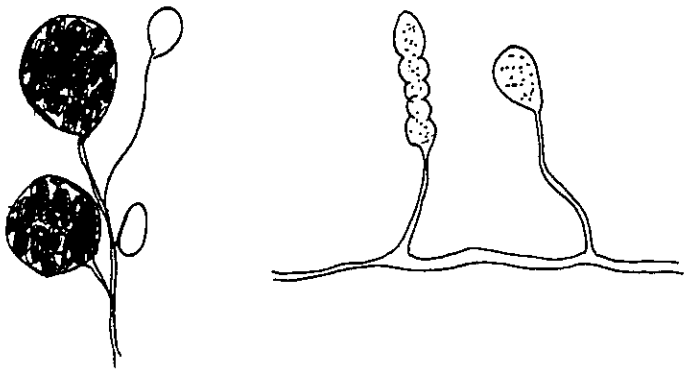
Spesies : *M. purpureus*

(Blanc, *et al*, 1983).

M. purpureus pada media Malt Extract Agar (MEA) dengan temperatur 24^{0}C diameter koloninya dapat mencapai 7 cm dalam waktu 14 hari, dengan warna kecoklatan sampai coklat keabu-abuan dengan sekumpulan miselium pada bagian tengahnya. Dalam medium Oatmeal Agar (OA) pertumbuhan *M. purpureus* menjadi lebih lambat dengan diameter 4,5 cm dalam suhu 24^{0}C dan berwarna merah bata. Ascomata terletak pada ujung tangkai mencapai 150µm (kadang-kadang dapat mencapai 1000µm, dinding tersusun dari hifa berbentuk seperti telur atau lonjong dengan diameter 7,5-10 µm). Ascospora berbentuk oval-elips memanjang dengan warna kekuningan, dinding transparan, (4) 5-6x3-4 µm, dan halus. Konidia berada pada rantai basipetal, berbentuk seperti telur atau memanjang dengan ruas dasar menyempit, 6-8 (11) x 5,6 (-10) µm, kebanyakan berdinding tipis, berfungsi sebagai klamidospora ketika berdinding tebal. Tumbuh pada temperatur 18-40^{0}C. Biasa dijumpai dalam tanah, tomat yang masak, nasi, benih gandum, kecap, tepung dan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

tembakau (Frisvad dan Filtenborg, 1995). *Monascus purpureus* disajikan pada Gambar 01.



a b

Gambar 01. *M. purpureus* : a. ascomata dengan ascospora x 450, b. struktur konidia x 750 (Frisvad dan Filtenborg, 1995)

D. Produksi Pigmen Merah

Warna makanan merupakan salah satu faktor yang menentukan apakah makanan tersebut akan diterima atau ditolak oleh konsumen. Oleh karena itu berbagai upaya dilakukan untuk membuat makanan mempunyai warna yang menarik. Salah satu pewarna makanan alami berwarna merah yang telah lama digunakan di negara-negara Asia terutama Cina, Jepang, Taiwan, Thailand, dan Filipina adalah angkak (Wang dan Hesseltine, 1979). Disamping sebagai pewarna, angkak dapat pula digunakan untuk mengawetkan daging karena mempunyai sifat anti bakteri (Wong dan Kohler, 1981).

Pigmen merah angkak, terjadi karena keluarnya cairan granular melewati ujung-ujung hifa yang rusak. Pada saat kapang masih muda,

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

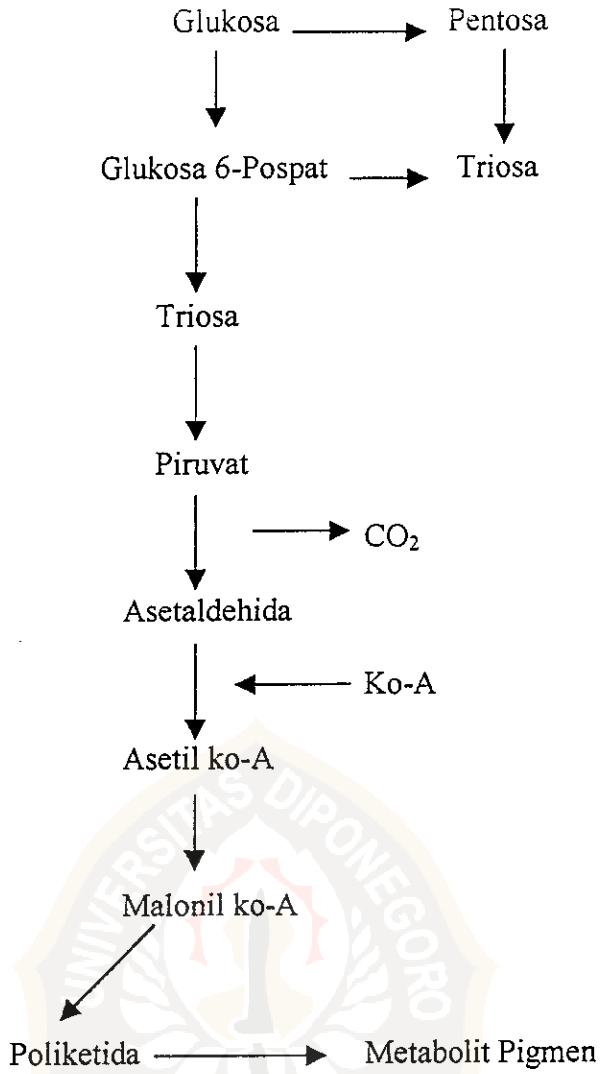
cairannya tidak berwarna, tetapi secara bertahap terjadi perubahan menjadi kemerahan, merah kekuningan atau jingga. Hal ini terjadi, karena pada waktu muda semua nutrisi digunakan untuk pertumbuhan dan setelah dewasa sebagian nutrisi dipergunakan untuk membuat pigmen (Juwono, 1992).

Pati sebagai sumber karbon digunakan untuk pertumbuhan sel selama fase logaritma. Pigmen merupakan metabolit sekunder yang mulai terbentuk pada fase pertumbuhan lambat dan produksinya semakin meningkat pada fase pertumbuhan stasioner (Jenie, *et al*, 1994).

Pigmen merah diproduksi oleh *M. purpureus* secara intraseluler dan ekstraseluler. Pigmen ekstraseluler adalah pigmen yang dihasilkan diluar sel, sedangkan pigmen intraseluler adalah pigmen yang terdapat didalam sel. Sebagian besar pigmen merah yang dihasilkan oleh *Monascus* sp merupakan pigmen intraseluler (Hesseltine, 1965).

Pembentukan pigmen angkak pada mikroorganisme terjadi melalui lintasan asam asetat-malonat yang dimulai dengan pembentukan asam piruvat. Asam piruvat mengalami dekarboksilasi oksidatif dengan bantuan enzim piruvat dehidrogenase dan koenzim A, membentuk unit-unit malonil koenzim A. Asetil ko-A dan malonil ko-A selanjutnya membentuk gugus poliketida yang dapat digunakan untuk membentuk pigmen (Carels dan Sherpherd, 1977). Skema pembentukan metabolit pigmen dapat dilihat pada Gambar 02.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

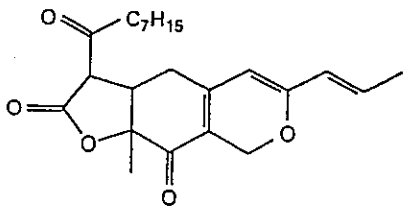


Gambar 02. Pembentukan Metabolit Pigmen Angkak (Carels dan Sherpherd, 1977)

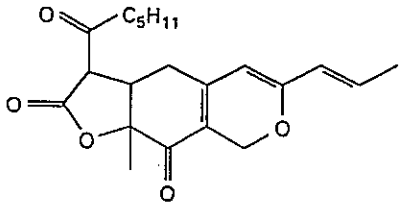
Genus *Monascus* menghasilkan suatu campuran warna yang terdiri dari enam pigmen utama dari sumber poliketida. Pigmen-pigmen ini mempunyai karakteristik yang baik untuk pewarna makanan, mempunyai stabilitas kimia, terang warna yang cukup baik, dan larut dalam air. Ke-enam pigmen tersebut secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga macam pigmen, yaitu : pigmen kuning meliputi Monascin dan Ankaflavin, pigmen orange meliputi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Rubropanctatin dan Monascorubrin, dan pigmen merah meliputi Rubropunctamine dan Monascorubramine (Chen dan Johns, 1993). Struktur dari ke-enam pigmen tersebut disajikan pada Gambar 03.

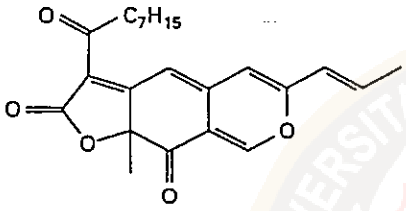


Ankaflavin

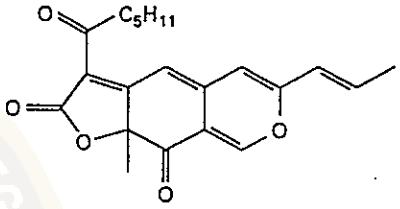


Monascin

Pigmen kuning

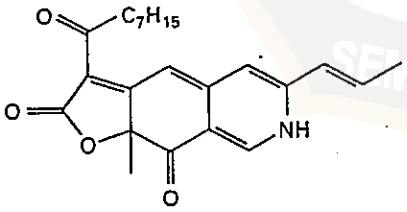


Monascorubrin

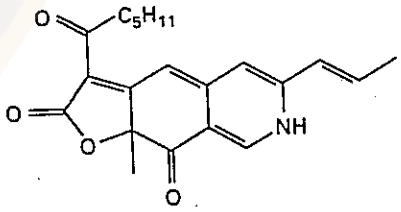


Rubropunctatin

Pigmen orange



Monascorubramine



Rubropunctamin

Pigmen merah

Gambar 03. Pigmen-pigmen utama yang diproduksi oleh genus *Monascus* (Chen dan Johns, 1993)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

E. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *M. purpureus*

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan jamur *M. purpureus* antara lain adalah :

1. Sumber karbon

Sumber karbon sangat dibutuhkan jamur untuk biosintesis dari berbagai unsur sel dan sumber energi untuk sel. Berbagai komponen dapat digunakan sebagai sumber karbon dan energi untuk jamur. Karbohidrat yang dapat digunakan sebagai sumber karbon untuk jamur meliputi : gula sederhana, gula asam, gula alkohol dan polisakarida. Untuk jamur *Monascus*, maltosa dapat digunakan secara langsung oleh jamur sebagai sumber karbon, tetapi disakarida yang lain seperti pati dan selulosa, pertama-tama perlu dihidrolisis di luar sel menjadi komponen-komponennya. Untuk melakukan ini, beberapa jamur mengekskresi suatu jenis enzim seperti selulase, amilase, peptinase, dan kitinase untuk menghidrolisis selulosa, pati, pektin dan khitin (Berry, 1988).

2. Sumber Nitrogen atau Asam Amino

Sumber nitrogen merupakan faktor yang penting pada produksi pigmen merah. Sumber nitrogen yang dapat digunakan antara lain : amonium klorid, amonium hidroksi, amonium nitrat, garam amonium, garam nitrat, pepton, dan asam-asam amino seperti monosodium glutamat. Bahan anorganik terbaik yang dapat digunakan sebagai sumber nitrogen adalah amonium nitrat, karena sumber nitrogen ini terkenal sangat selektif untuk produksi pigmen merah (Chen dan Johns, 1993). Amonium nitrat mempunyai bentuk tetragonal, tidak

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

berwarna dan BM 80,62. Amonium klorid dan amonium hidroksi efektif untuk menghasilkan produk pigmen orange dan asam amino efektif untuk menghasilkan pigmen kuning (Juzlova, *et al*, 1994).

3. pH

Pertumbuhan kapang dan produksi pigmen berlangsung pada pH 4 - 7,5. Perubahan pH selama pembiakan tergantung sumber nitrogen dan sebagian kecil pada sumber karbon (Chen dan Johns, 1993).

4. Faktor fisik

Kebanyakan kapang bersifat mesofilik, yaitu tumbuh baik pada suhu kamar. *M. purpureus* dapat tumbuh pada temperatur 18^0C - 40^0C. Tetapi suhu yang optimum dan paling sering digunakan adalah 27^0C - 35^0C. Semua kapang bersifat aerobik, yaitu membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya. Kapang *M. purpureus* membutuhkan aerasi yang cukup untuk pertumbuhan sel dan pembentukan pigmen sehingga pembiakan rendam hanya bisa dilakukan dalam labu yang dikocok (Juzlova, *et al*, 1994).

5. Waktu Fermentasi

Fermentasi *M. purpureus* biasanya berlangsung antara 6-16 hari tergantung pada medianya. Pada media beras yang merupakan media asli untuk pertumbuhannya, *M. purpureus* membutuhkan waktu fermentasi 6 hari, sedangkan pada media lain seperti pati tapioka, onggok, ampas tapioka, dll membutuhkan waktu 7 sampai 9 hari untuk menghasilkan pigmen tertinggi (Jenie, *et al*, 1994).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)