

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pewarna Makanan

Warna makanan adalah salah satu faktor yang menentukan apakah makanan tersebut akan diterima atau ditolak oleh konsumen. Oleh karena itu berbagai usaha diupayakan untuk mempertahankan agar makanan tetap mempunyai warna yang menarik. Salah satu cara yang sejak jaman dahulu diterapkan untuk memberi warna yang menarik pada makanan adalah dengan menambahkan pewarna makanan (Jenie *et al.*, 1994a).

Pewarna merupakan bahan tambahan makanan yang berfungsi untuk memberikan warna sehingga diperoleh produk yang mempunyai kenampakan yang lebih baik dan juga meningkatkan keanekaragaman produk (Fauzi, 1995). Warna merupakan salah satu faktor yang menentukan keputusan konsumen dalam memilih makanan, maka pengolahan bahan makanan sering ditambahkan bahan pewarna tertentu baik yang alami maupun yang sintetis (Anonim, 1985).

A. 1. Pewarna Sintetis

Pertimbangan segi teknis dan ekonomis menyebabkan penggunaan bahan pewarna buatan pada pengolahan bahan makanan dan minuman menjadi sangat luas, hingga ke daerah-daerah pelosokpun penggunaan bahan tersebut sudah sangat biasa. Hal ini menyebabkan ketergantungan Indonesia terhadap bahan

pewarna buatan menjadi sangat besar meskipun belum ada produsen dalam negeri yang memproduksinya (Paramawati, 1981).

Darwis dan Sunarti (1992), mengatakan bahwa dalam penggunaannya bahan pewarna sintetis lebih disukai karena memberikan warna yang indah, kestabilan yang tinggi, praktis serta mudah diperoleh. Namun beberapa pewarna buatan menimbulkan efek toksik bahkan karsinogenik, sedang pewarna alami umumnya tidak. Menurut Jenie *et al.* (1994a, 1994b), penggunaan pewarna sintetis perlu diwaspadai karena banyak yang menimbulkan bahaya terhadap kesehatan. Seperti diketahui (Anonim, 1985) bahan pewarna Rodamin B dapat menimbulkan kanker, seperti kanker lambung, gejala kerusakan hati dan ginjal, serta pemicu kanker jaringan otak.

Geetruida (1979) dalam Paramawati (1981), menemukan zat pewarna merah Rodamin B dan Auramin pada 9 merek pewarna pangan yang beredar bebas di pasaran, kedua bahan pewarna merah ini sebetulnya khusus dipergunakan untuk pewarna industri non-pangan yaitu meliputi : cat, tekstil, kertas, dan lain sebagainya. Sedangkan Abdur Rauf (1978) dalam Paramawati (1981), menemukan zat warna *Bordeaux red* yaitu bahan pewarna yang hanya boleh digunakan untuk mewarnai kosmetik dan obat-obat luar.

Fauzi (1995), juga menyebutkan pewarna makanan terdiri atas pewarna alami dan pewarna sintetis, yakni pewarna sintetis mempunyai tingkat keamanan yang lebih rendah dari pewarna alami bahkan beberapa di antaranya dapat menyebabkan karsinogen.

A. 2. Pewarna Alami

Bahan pewarna alami adalah bahan pewarna dari sumber nabati, hewani, atau mineral-mineral. Pewarna ini telah digunakan sejak lama sampai sekarang, umumnya penggunaannya lebih aman daripada pewarna sintetis. Contoh pewarna alami adalah : Antosianin, Riboflavin, Kurkumin, dan lain-lain (Nurjanah, 1992).

Meskipun relatif lebih aman akan tetapi bila dibandingkan dengan pewarna sintetis, bahan pewarna alami mempunyai kelemahan-kelemahan yaitu :

1. Memberikan aroma dan rasa khas yang tidak diinginkan
 2. Konsentrasi pigmen rendah
 3. Stabilitas pigmen rendah
 4. Kecerahan warna kurang baik
 5. Spektrum warna tidak seluas seperti pada pewarna sintetis
- (Nurjanah, 1992).

Selain seperti tersebut di atas pigmen alami terdapat pula pada beberapa mikroorganisme. Karena tanaman mempunyai aroma yang kadang-kadang tidak disukai, maka pada saat ini telah dikembangkan pewarna alami dari mikroorganisme. Salah satu sumber pigmen pada mikroorganisme ialah dari genus *Monascus* dan yang terkenal adalah *Monascus purpureus*, mempunyai koloni tipis rata berwarna kemerahan dan dikenal sebagai jamur untuk membuat angkak, kadang-kadang juga tumbuh pada keju (Broder dan Koehler, 1980; Darwis dan Sunarti, 1992 ; Fauzi, 1995 ; Kuswanto dan Sudarmadji, 1989).

B. Angkak

Angkak adalah hasil produksi fermentasi beras dengan berbagai macam strain dari *Monascus purpureus* Went., yang berupa biji-bijian dan mudah diremahkan (Hesseltine, 1965).

Pigmen angkak yang diproduksi oleh *Monascus purpureus* telah banyak digunakan sebagai zat pewarna makanan dan minuman di negara-negara Asia seperti Cina, Jepang, Taiwan, Filipina, dan Indonesia sejak ratusan tahun (Lestari, 1996 ; Mitrajanty, 1994 ; Wong dan Koehler, 1981). Produksi anggur beras merah di Cina bagian selatan, permukaan kulit buncis merah kasar, dan keju cina untuk bumbu diwarnai dengan angkak (Wong dan Koehler, 1981). Produk lain yang umumnya menggunakan angkak sebagai pewarna selain anggur dan keju ialah pickel sayuran, kedelai, daging asin, pasta ikan, kecap ikan, dan minuman beralkohol lainnya (Hesseltine, 1965 ; Su dan Wang, 1977 ; Wang dan Hesseltine, 1979).

Selain sebagai pewarna makanan dan minuman angkak dapat juga digunakan untuk mengawetkan daging karena memiliki sifat antibakteri (Wong dan Koehler, 1981). Menurut Kuswanto (1994), sejumlah kapang telah dikenal menghasilkan antibiotika dan penggunaan angkak sebagai bahan terapi pengobatan juga telah dilaporkan. Dalam obat-obatan di Cina, angkak dapat digunakan untuk menyembuhkan beberapa penyakit yang disebabkan mikrobial patogen seperti antraks dan disentri. Kecuali itu angkak juga dapat menghambat spesies *Bacillus*, *Streptococcus*, dan *Pseudomonas*.

Dr. David Heber, seorang Direktur *Center for Human Nutrition* di California Los Angeles (UCLA) mengemukakan bahwa makanan tambahan dari ekstraksi angkak yang disebut Cholestin dapat menurunkan tingkat kolesterol orang dewasa sehat. Ekstrak Cholestin, berdasarkan beberapa penelitian di Cina, dilaporkan bisa menolong mereka yang tingkat kolesterolnya moderat (200-239 miligram per dl) diturunkan sampai pada tingkat yang lebih sehat (Kompas, 1998).

Angkak sebagai pewarna alami mempunyai keunggulan lain di samping antibakteri seperti yang dikemukakan Darwis dan Sunarti (1992), yaitu sifat kelarutan tinggi pada beberapa pelarut, warna yang stabil, mudah dicerna, dan tidak karsinogenik. Su dan Wang (1977) dalam Steinkraus (1983) menyebutkan, warna angkak juga konsisten, dapat bercampur dengan pewarna alami lainnya dan dengan beberapa bahan makanan serta tidak mengandung racun.

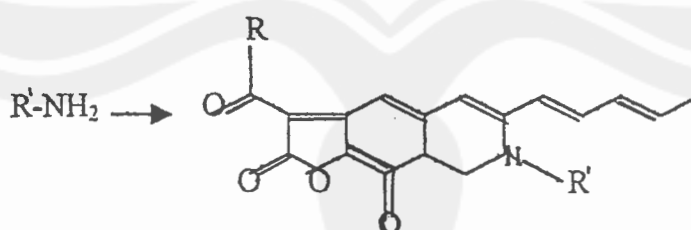
Kestabilan zat warna angkak dalam larutan dipengaruhi oleh suhu, lama pemanasan, cahaya matahari, pH, reduktor, dan oksidator. Hasil percobaan menunjukkan bahwa angkak dalam bentuk bubuk lebih tahan terhadap pengaruh suhu dibanding dalam bentuk pekat dan masih stabil pada pemanasan 100°C selama 1 jam (Mitrajanty, 1994).

Percobaan Broder dan Koehler (1980), menunjukkan bahwa pigmen kompleks yang terlarut dalam air sangat stabil pada perubahan pH larutan. Demikian juga dengan penelitian Paramawati (1981), yang menerangkan bahwa perubahan warna angkak relatif tidak berarti pada setiap penurunan atau kenaikan pH. Penurunan pH akan sedikit menurunkan Optical Density (OD), dan

sebaliknya kenaikan pH cenderung akan menaikkan OD dalam tingkat yang sangat kecil. Angkak lebih stabil pada pH basa dan netral serta sedikit asam, namun larutan yang terlalu asam akan dapat menurunkan kestabilan zat warna angkak (Mitrajanty, 1994).

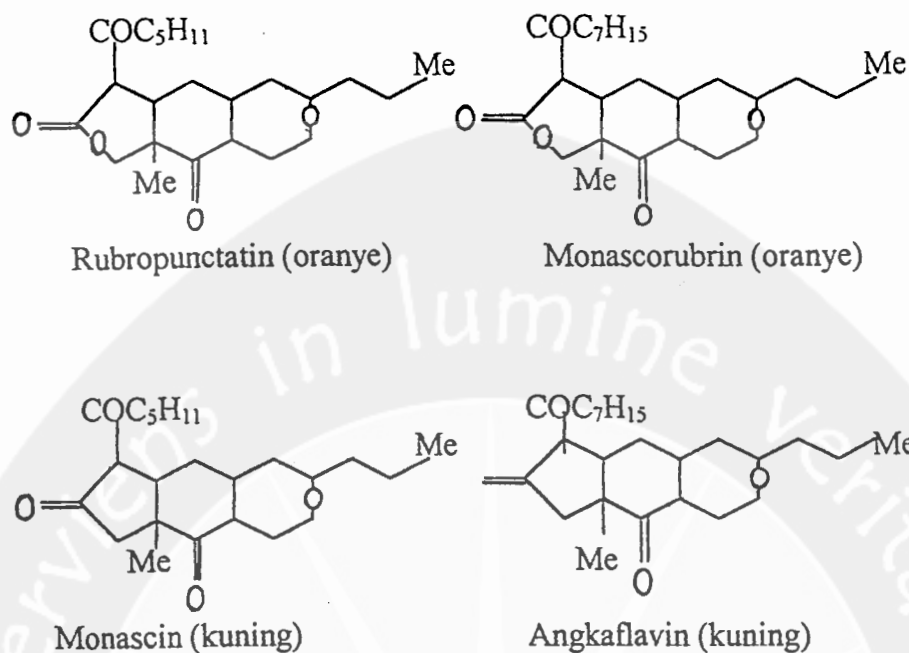
Pigmen angkak mempunyai kelarutan yang tinggi pada pelarut metanol, etanol, dan kloroform serta sedikit larut dalam air (Sudarsono, 1990). Kelarutan pigmen semakin meningkat sebanding dengan peningkatan suhu air pelarut. Pada suhu 80°C dan 100°C kelarutan tidak berbeda nyata dan lebih baik daripada suhu 60°C (Jenie *et al.*, 1994a, 1994b).

Meskipun sedikit larut dalam air, Kanoni dan Astuti (1988) mengatakan molekul pigmen ini mudah bereaksi dengan komponen yang mengandung aminogroup dengan cara membuka cicin dan penggabungan kembali untuk membentuk suatu senyawa yang larut dalam air. Reaksi zat warna yang dihasilkan oleh *Monascus purpureus* dan protein dapat dilihat pada Gambar 1 (Shepherd, 1977 dalam Kanoni dan Astuti, 1988).



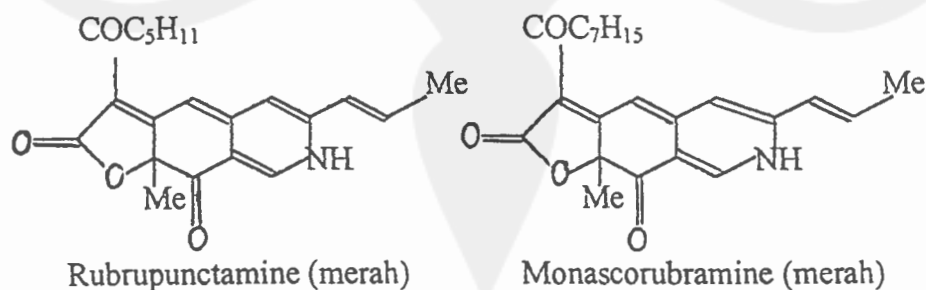
Gambar 1. Zat warna yang terbentuk oleh reaksi dengan protein (Sumber: Shepherd, 1977 dalam Kanoni dan Astuti, 1988)

Shepherd (1977) dalam Kanoni dan Astuti (1988), lebih lanjut mengatakan bahwa pigmen-pigmen angkak dibentuk secara biosintetis dan secara kimia. Struktur pigmen-pigmen yang dibentuk secara biosintetis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pigmen *Monascus* sp. yang dibentuk secara biosintetis (Sumber: Shepherd, 1977 dalam Kanoni dan Astuti, 1988)

Lain halnya dengan pigmen-pigmen yang dibentuk secara reaksi kimia yaitu monasco rubramine dan rubropunctamine yang berwarna merah dapat dibentuk dengan menggantikan atom O pada cincin pirano group, seperti terlihat pada Gambar 3 (Shepherd, 1977 dalam Kanoni dan Astuti, 1988).



Gambar 3. Pigmen *Monascus* sp. yang dibentuk secara kimia (Sumber: Shepherd, 1977 dalam Kanoni dan Astuti, 1988)

B. 1. *Monascus purpureus*

Jamur *Monascus purpureus* diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi : Amastigomycotina

Sub divisi : Ascomycotina

Klas : Ascomycetes

Sub Klas : Plectomycetidae

Ordo : Eurotiales

Genus : *Monascus*

(Alexopoulos dan Mims, 1979).

Perkembangan septa cabang dan miselia pembentuk konidia yang sempurna merupakan ciri khas jamur *Monascus purpureus*. Jamur ini dapat berkembang biak secara seksual maupun aseksual. Secara seksual dengan peleburan sel kelamin dimana askogoniumnya menjadi askus, sedangkan secara aseksual dengan pembentukan konidia (Alexopoulos dan Mims, 1979).

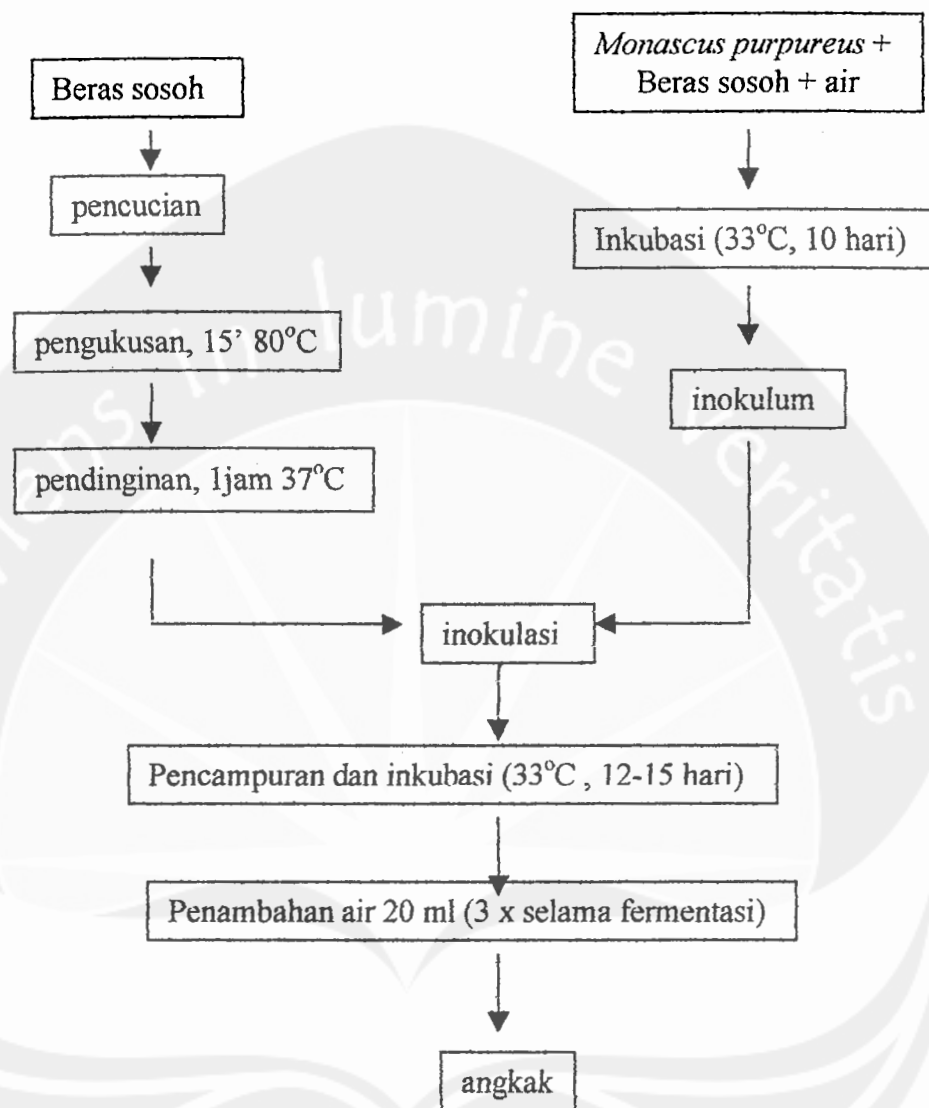
Suatu hal yang unik terjadi pada miselium jamur ini adalah ekstraksi cairan granula pada ujung hifa. Pada waktu kultur masih muda cairan ini tidak berwarna tetapi seiring dengan pertambahan umur kultur, distribusi cairan yang dihasilkan berubah menjadi warna merah. Cairan granula ini secara paksa dikeluarkan melalui lubang dinding atau ujung hifa. Cairan granula yang disekresikan merupakan pigmen yang dihasilkan jamur ini. Cairan tersebut kemudian akan terdifusi ke seluruh substrat. Selain pada cairan granula, pigmen ini juga ada di dalam miselia (Steinkraus, 1983).

B. 2. Produksi Angkak

Sejalan dengan berkembangnya industri pangan di Indonesia, pemakaian pewarna makanan di Indonesia terutama pewarna sintetik juga semakin meningkat (Jenie *et al.*, 1994a). Mengingat pentingnya peningkatan penggunaan zat warna makanan alami untuk keselamatan dan kesehatan tubuh maka produksi angkak yang memiliki sifat-sifat menguntungkan tersebut perlu lebih dikembangkan secara optimal.

Secara tradisional, umumnya pembuatan pigmen angkak dilakukan dengan fermentasi padat yaitu fermentasi yang menggunakan medium padat (solid medium), karena teknisnya lebih sederhana dan praktis (Jenie *et al.*, 1994a). Produksi angkak di Indonesia sampai saat ini dilakukan pada taraf industri rumah tangga dengan menggunakan beras sebagai medium fermentasi (Jenie *et al.*, 1994b; Mitrajanty, 1994). Adapun proses pembuatan angkak menggunakan substrat beras dapat dilihat pada diagram alir (Gambar 4).

Beberapa penelitian produksi angkak selama ini, beras dengan perbandingan karbohidrat dan protein 9,5:1 (Jenie *et al.*, 1994a, 1994b), atau pada penelitian Kusumawati (1987), dengan perbandingan karbohidrat dan protein beras 11:6, bahkan beras tidak dianalisis seperti penelitian Sidik *et al.* (1988), dan Paramawati (1981) yang menggunakan beras sebagai kontrol, memperlihatkan bahwa beras masih merupakan substrat penghasil pigmen yang jauh lebih baik dibandingkan substrat pengganti seperti: jagung, cantel, dedak, dan beberapa limbah lainnya.



Gambar 4. Diagram alir pembuatan angkak
(Sumber : Steinkraus, 1983)

Limbah tunggal, biji-bijian, maupun campuran beberapa limbah yang digunakan sebagai substrat dalam penelitian yang sudah ada, tidak memperhatikan perbandingan karbohidrat dan proteinnya hanya berdasarkan perbandingan beratnya saja. Seperti yang dilakukan Kusumawati (1987), yang menggunakan

substrat jagung kuning dan putih; Sidik *et al.* (1988), menggunakan cantel; Sudarsono (1990) menggunakan onggok dan tepung kedelai tetapi hanya dibandingkan karbohidratnya yaitu dengan perbandingan 2:1, 2:2, dan 2:3.

Sedangkan Jenie *et al.* (1994a), menggunakan bermacam-macam substrat dari onggok, ampas tahu, dedak, dan beras, sampai campuran keempatnya, hanya menggunakan perbandingan berat seperti: campuran ampas tahu dan onggok, ampas tahu dan dedak, dedak dan onggok, dengan perbandingan 1:1. Untuk campuran 3 jenis bahan yaitu dedak, onggok dan tepung beras digunakannya perbandingan berat 1:1:1, 2:2:1, dan 3:3:1. Karena itu hasil-hasil tersebut kurang dapat dibandingkan dengan angkak yang diproduksi menggunakan substrat beras, sehingga perbandingan karbohidrat dan protein substrat pengganti perlu diteliti sebab erat hubungannya dengan karbon dan nitrogen sebagai unsur utama dan terbesar yang dibutuhkan mikroorganisme pada proses fermentasi.

C. Media dan Substrat Fermentasi

Penentuan media yang paling tepat untuk proses fermentasi memerlukan penelitian khusus. Namun pada dasarnya semua mikroorganisme membutuhkan air, sumber energi, karbon, vitamin serta oksigen untuk proses aerobik (Wibowo *et al.*, 1990).

Lebih lanjut Wibowo *et al.* (1990) menyatakan, komposisi penyusun medium fermentasi harus lengkap sesuai dengan kebutuhan mikroorganisme untuk biomassa sel dan metabolit, dengan demikian penyusun medium harus pula cukup persediaan energi untuk biosintesis maupun pemeliharaan sel. Perencanaan

media yang ekonomis untuk kebutuhan tersebut juga perlu dipertimbangkan meskipun kadar substrat yang dibutuhkan harus terpenuhi.

Dalam industri fermentasi diperlukan substrat yang murah, mudah tersedia, dan mudah penggunaannya. Usaha selalu dilakukan untuk menemukan substrat baru yang lebih murah dan lebih baik. Dalam industri fermentasi dimana produk-produknya juga dapat dihasilkan secara sintetis atau dengan cara lainnya, pemilihan substrat merupakan hal yang kritis, harus sedemikian rupa sehingga harga produknya dapat bersaing dengan harga produk yang diproduksi dengan cara lain.

Substrat fermentasi harus tersedia sepanjang tahun. Substrat yang berasal dari limbah tanaman musiman tidak mudah didapat, terutama bila periode pemanenannya pendek dan bahan tersebut mudah terkontaminasi dan menjadi busuk. Substrat yang baik untuk industri adalah yang relatif stabil dan dapat disimpan selama beberapa bulan. Faktor lain yang mempengaruhi pemilihan substrat untuk fermentasi ialah sifat fermentasi itu sendiri (Fardiaz, 1987).

Carels dan Shepherd (1977), mengatakan pada pembentukan pigmen dan penentuan tipe pigmen dalam fermentasi yang dihasilkan oleh *Monascus purpureus*, sangat dipengaruhi oleh komposisi medium terutama kadar karbon yang diperoleh dari kandungan karbohidrat substrat dan kadar nitrogen dari protein substrat fermentasi. Keadaan medium sangat menentukan tipe dan intensitas warna yang terbentuk. Berbagai macam karbohidrat dapat digunakan sebagai sumber karbon yang efektif untuk pembentukan pigmen, sebagai contoh laktosa, glukosa, maltosa, dan sakarosa. Maltosa dan glukosa mempunyai sumber

karbon yang efektif dibanding sakarosa dan laktosa. Jenis sumber karbon mempengaruhi tipe pigmen yang terbentuk. Menurut Lilly dan Barnet (1951, dalam Jenie *et al.* 1994a), senyawa karbohidrat merupakan sumber energi dalam pembentukan struktur sel kapang dan pigmen.

Pada penelitian Broder dan Koehler (1980), penanaman *Monascus* sp pada kultur terendam dengan maltosa sebagai salah satu jenis karbohidrat, dihasilkan warna oranye kekuningan. Bila glukosa yang digunakan, dihasilkan warna oranye kemerahan. Hal ini berhubungan dengan pemecahan substrat dan pembentukan zat warna, di mana substrat yang lebih sederhana (glukosa) akan mudah digunakan dan terbentuknya zat warna secara kimia lebih dimungkinkan dibanding substrat maltosa, sehingga terbentuk warna kemerahan.

Pada medium yang mengandung nitrogen organik terjadi perkembangbiakan seksual dan pembentukan konidia. Adanya nitrat dalam media dapat menstimulasi pembentukan konidia dan perkembangbiakan seksual, sebaliknya pada media yang mengandung amonium pembentukan konidia dan perkembangbiakan seksual berkurang. Ada hubungan antara pembentukan konidia dan pigmen dimana jumlah pigmen bertambah jika pembentukan konidia berkurang, demikian juga sebaliknya (Carels dan Shepherd, 1977). Pigmen merupakan metabolit sekunder yang mulai terbentuk pada fase pertumbuhan lambat, dengan demikian saat pembentukan konidia (fase pertumbuhan cepat atau fase logaritmik) pigmen terbentuk sedikit sekali, kemudian setelah fase logaritmik selesai pembentukan pigmen berlangsung dan semakin meningkat pada fase stasioner.

D. Onggok Sebagai Sumber Karbohidrat

Proses pembuatan tepung tapioka dalam skala industri dapat dihasilkan limbah yang cukup banyak. Limbah yang terbesar adalah ampas tapioka (onggok), dimana pembuangan yang sembarangan akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Berapa ampas tapioka yang dihasilkan di Indonesia, belum ada data yang pasti. Sebagai gambaran dapat dikemukakan bahwa dari 1.000.000 ton ketela pohon per tahun maka akan dihasilkan 750-900 ton ampas tapioka dalam keadaan basah (Sitorus, 1984).

Pada beberapa daerah, ampas tapioka ini telah dimanfaatkan untuk campuran pembuatan oncom, campuran makanan ternak, dan campuran obat nyamuk. Dari penelitian sebelumnya telah digunakan limbah padat ini sebagai substrat fermentasi menghasilkan protein sel tunggal, enzim, dan beberapa asam organik (Jasmi J., 1995 dalam Jusfah 1995).

Walaupun demikian karena jumlahnya yang sangat banyak maka masih perlu dicari alternatif lain untuk pemanfaatannya. Telah diketahui bahwa ampas tapioka mempunyai pati yang cukup tinggi rata-rata seperti kandungan pati beras, dengan komposisi keduanya dapat dilihat pada Tabel 1. Mengingat hal ini maka pemilihan ampas tapioka (onggok) sebagai salah satu substrat dalam media fermentasi produksi angkak oleh kapang *Monascus purpureus* masih sangat dimungkinkan.

Menurut Lin (1973), senyawa karbon merupakan energi dalam pembentukan sel dan pigmen. Medium yang paling baik untuk memproduksi pigmen angkak adalah bahan yang mengandung pati sebagai sumber karbohidrat.

Tabel 1. Komposisi limbah ampas tapioka dan beras

Komponen	Jumlah (% berat kering)	
	Ampas tapioka	beras
Air	13,96	10,00
Abu	0,71	1,50
Protein	0,48	8,00
Lemak	1,62	2,40
Serat kasar	7,30	1,80
Pati	75,92	76,30

Sumber : Jenie *et al.* (1994b).

Sebagai sumber karbon, karbohidrat mempengaruhi intensitas warna yang dihasilkan. Produksi pigmen sebanding dengan konsentrasi atau kadar karbohidrat yang ada pada medium (Hibino, 1924 dalam Kusumawati, 1987). Pembentukan zat warna pada waktu pertumbuhan diperlambat menyebabkan kadar karbohidrat (kadar gula) menurun dan produksi pigmen makin meningkat. Ketersediaan karbohidrat yang sangat minim akan menyebabkan pembentukan pigmen terhambat sehingga intensitas warna angkak yang dihasilkan kecil, dan sebaliknya.

Beras sebagai substrat yang biasa digunakan untuk produksi angkak, juga berpengaruh terhadap pembentukan angkak karena jenis beras yang bermacam-macam. Beras (*Oryza sativa*) termasuk familia Gramineae, dengan komposisi utamanya pati (Tabel 1). Dikatakan oleh Winarno (1980) bahwa pati dalam jaringan tanaman mempunyai bentuk granula yang berbeda-beda. Amilosa

mempunyai struktur lurus dengan ikatan α -(1,4) glikosidik sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan α -(1,4) pada rantai lurus dan α -(1,6) glikosidik pada rantai cabang.

Berdasarkan kandungan amilosanya, beras dapat dibagi menjadi empat golongan yaitu beras dengan kadar amilosa tinggi yaitu sekitar 25-30%, beras dengan kadar amilosa menengah sekitar 20-25%, beras dengan kadar amilosa rendah sekitar 9-20% dan kadar amilosa sangat rendah lebih kecil dari 9% (Anonim, 1985).

Menurut Winarno (1980), kandungan amilopektin berhubungan erat dengan daya lekat beras. Beras mempunyai kandungan amilosa yang tinggi dan kandungan amilopektin yang rendah, sedangkan ketan mempunyai kandungan amilosa yang rendah dan kandungan amilopektin yang tinggi. Ini menunjukkan bahwa amilosa beras membuat biji-biji beras tidak saling melekat sehingga penetrasi miselia jamur ke dalam biji semakin mudah. Oleh karena itu pada pembuatan angkak kebanyakan digunakan beras sehingga penetrasi pigmen mudah (Steinkraus, 1983).

E. Ampas Tahu Sebagai Sumber Protein

Dalam produksi pigmen angkak selain dibutuhkan sumber karbon dibutuhkan pula sumber nitrogen yang pada umumnya sebagian besar secara alami diperoleh dari protein substratnya, dan ini dapat dipenuhi dari substrat ampas tahu yang masih banyak mengandung unsur tersebut, sehingga limbah industri tahu dapat lebih didayagunakan.

Menurut Jasmi (1995, dalam Jusfah, 1995), hasil pertanian dari jenis kacang-kacangan yang mempunyai nilai gizi tinggi adalah kedelai. Tahu merupakan hasil olahan dari kacang kedelai yang dikonsumsi oleh masyarakat sebagai sumber energi dan protein nabati. Di samping pengolahan industri ini akan dihasilkan limbah tahu berupa ampas tahu, bila tidak dikendalikan secara benar maka akan dapat merusak lingkungan. Ampas tahu masih mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi. Komposisi ampas tahu sebagian besar terdiri dari protein, karbohidrat, dan lemak, secara lengkap dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi limbah ampas tahu

Komponen	Jumlah (% berat kering)
Air	7,00
Abu	3,80
Protein	19,69
Lemak	11,30
Serat kasar	19,47
Pati	38,74

Sumber : Jenie *et al.* (1994b)

Menurut Wibowo *et al.* (1990), jenis sumber nitrogen yang digunakan dalam proses fermentasi juga sangat ditentukan oleh produk yang diharapkan. Nitrogen dapat diberikan dalam bentuk senyawa organik seperti protein, urea, asam amino, atau senyawa lain seperti gas amonia, garam amonium, dan garam nitrat. Penggunaan nitrogen secara cepat pada proses fermentasi akan

menghambat pertumbuhan dan pembentukan produk, dan sebaliknya. Seperti contoh dalam produksi anti-biotik poliene yang menggunakan bungkil kedelai sebagai sumber protein, menyebabkan pembentukan produk menjadi cepat karena kedelai mengandung protein dengan kadar P rendah, dan mikroorganisme dapat tumbuh secara maksimum pada konsentrasi nitrogen rendah. Jika di dalam substrat banyak mengandung protein maka akan menghambat proses metabolismenya karena kadar nitrogen substrat tinggi.

F. Hipotesis

Perbandingan karbohidrat dan protein yang sesuai sangat berpengaruh terhadap produksi pigmen angkak oleh *Monascus purpureus* sehingga pendekatan kadar karbohidrat dan protein dengan perbandingan seperti substrat yang biasa dipakai yaitu beras, akan dapat meningkatkan produk pigmen angkak yang diproduksi menggunakan beberapa jenis limbah termasuk ampas tapioka (onggok) dan ampas tahu.