PRODUKSI ANGKAK OLEH *Monascus purpureus* DALAM MEDIUM LIMBAH CAIR TAPIOKA, AMPAS TAPIOKA DAN AMPAS TAHU

(ANGKAK PIGMENT PRODUCTION BY *Monascus purpureus* IN TAPIOCA LIQUID AND SOLID WASTES AND TOFU SOLID WASTE MEDIUM)

Betty Sri Laksmi Jenie[1], Ridawati[2] dan Winiati Pudji Rahayu[1]

ABSTRACT

M. purpureus in tapioca liquid waste medium consisted of 2 % tapioca and 0.15% ammonium nitrate produced the highest red pigment intensity (500 nm) either for extracellular or intracellular pigments. The intensity of the intracellular pigment produced was higher than the extracellular pigment. Addition of tapioca solid waste into the medium increased the intensity of the intracellular pigment (11.79) compare to the addition of rice flour (8.53). Utilization of 2 % tofu solid waste as nitrogen source resulted in lower intracellular pigment intensity (8.24) than ammonium nitrate (12.08). The optimum pigment production was achieved after 12 days fermentation. The red pigment was first detected in the medium on the third day of fermentation when the dried cell mass reached maximum. The intensity of the pigment continue to rise during prolonged fermentation while the dried cell mass began to decrease. The starch content decreased during fermentation and the sugar content was first increase for 3 days and then decrease. The solubility of the red pigment in water was affected by the carbon and nitrogen sources used in the medium. Tapioca solid waste and ammonium nitrate as well as water temperature at 80°C increased the pigment solubility.

PENDAHULUAN

Angkak adalah bahan pewarna alami yang dihasilkan oleh kapang *Monascus purpureus*, memiliki warna yang konsisten dan stabil, dapat bercampur dengan pigmen alami lainnya dan dengan bahan makanan, tidak mengandung racun dan tidak karsinogen. Angkak telah lama digunakan sebagai pewarna makanan di negara-negara Asia seperti China, Indonesia, Jepang dan Filipina. Pada umumnya angkak digunakan untuk mewarnai berbagai produk makanan seperti produk ikan, keju, kedelai, pikel sayuran, daging asin, anggur dan minuman beralkohol lainnya (Su dan Wang, 1977).

Ditinjau dari segi keamanannya, penggunaan angkak ini dalam makanan lebih menguntungkan dibandingkan dengan pewarna sintetik yang beberapa diantaranya telah diketahui bersifat karsinogenik. Oleh karena itu, penggunaan angkak ini perlu digalakkan terutama sebagai pengganti pewarna merah sintetik.

Pigmen angkak dapat diproduksi baik dengan sistem fermentasi padat maupun cair. Pigmen angkak dengan sistem fermentasi media cair telah banyak diteliti (Carels dan Sherpherd, 1977; Wong dan Koehler, 1981). Dibandingkan dengan media padat, media cair mempunyai beberapa keuntungan, yaitu antara lain komposisi dan konsentrasi medium serta aerasi dapat diatur dengan mudah. Di Indonesia, angkak diproduksi dalam skala rumah tangga dengan menggunakan beras sebagai medium fermentasi. Dalam rangka pengembangan proses produksi angkak dengan menggunakan bahan baku yang lebih murah, telah dipelajari pemanfaatan beberapa limbah industri pertanian dan pangan seperti ampas tapioka (onggok), dan dedak (Jenie dan Fachda, 1991); campuran beras dengan dedak dan ampas tahu (Jenie et al., 1994) dan campuran limbah cair tahu, ampas tahu dan dedak (Deanne, 1994).

Limbah cair tapioka dengan kombinasi penambahan ampas tapioka dan ampas tahu diharapkan dapat juga digunakan sebagai medium produksi pigmen angkak. Ketersediaan limbah-limbah tersebut di Indonesia cukup besar. Menurut data Biro Pusat Statistik (1990), jumlah ampas tapioka sebagai hasil sampingan pengolahan ubi kayu menjadi tepung tapioka adalah 31959 ton. Dalam pembuatan tepung tapioka, untuk setiap ton ubi kayu diperlukan air sejumlah 18000 liter untuk industri pengolahan tradisional dan 8000 liter untuk industri modern (Winarno, 1980). Produksi ubi kayu hingga saat ini mencapai 13 juta ton per tahun. Jumlah limbah cair yang cukup besar ini umumnya belum dimanfaatkan dan langsung dibuang ke sungai. Limbah cair ini diperkirakan mengandung pati terlarut, serta nitrogen dan fosfor dalam konsentrasi yang rendah (Ciptadi dan Nasution, 1978). Ampas tahu yang diperoleh sebagai hasil sampingan proses pembuatan tahu menurut data Biro Pusat Statistik (1990) adalah sebesar 13 057 ton. Pemanfaatan ampas tahu sebagai

[1] *Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta-IPB, Kotak Pos 220, Kampus Darmaga, Bogor 16002*
[2] *Alumni Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta-IPB.*

limbah yang masih mengandung protein dan pati yang relatif tinggi masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh komposisi medium terbaik untuk produksi pigmen angkak yang optimum dengan menggunakan campuran limbah cair tapioka, ampas tapioka dan ampas tahu.

METODOLOGI

Bahan

Bahan-bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair tapioka, ampas tapioka dan ampas tahu. Limbah cair tapioka dan ampas tapioka diperoleh dari industri tapioka di daerah Kedung Halang-Ciluer, Bogor; sedangkan ampas tahu diperoleh dari industri tahu di Pulo Geulis, Bogor. Limbah cair tapioka diambil pada sore hari dan disimpan dalam lemari es (suhu beku). Ampas tapioka dan ampas tahu yang diperoleh dalam keadaan basah dikeringkan pada suhu 60°C selama 2-3 hari, kemudian dihaluskan dengan blender. Bahan lain yang digunakan adalah tepung beras varietas Saigon yang diperoleh dari pasar Bogor.

Kapang *Monascus purpureus* BC 8802 yang digunakan untuk produksi pigmen angkak diperoleh dari Bogor Culture Collection (BCC)-IPB.

Metode Penelitian

Persiapan starter

Medium starter adalah limbah cair tapioka sebanyak 100 ml yang ditambah tepung beras sebanyak 4%. Sebagai sumber nitrogen dan mineral yang digunakan adalah NH_4NO_3 0,15%, $MgSO_4.7H_2O$ 0.1% dan KH_2PO_4 0,25% (Jenie dan Fachda, 1991). Medium diatur pH nya menjadi 6.0 dan disterilisasi pada suhu 121°C selama 20 menit. Setelah dingin, medium diinokulasi dengan suspensi spora kapang, kemudian diinkubasi selama tujuh hari. Setelah inkubasi, jumlah spora starter mencapai 3,24 x 10^8/ml.

Produksi pigmen

Produksi angkak dilakukan dalam medium limbah cair tapioka yang ditambah sumber karbon berupa ampas tapioka (1-2%) atau tepung beras (1-2%), dan sumber nitrogen berupa ampas tahu (1-2%) atau amonium nitrat (0.15%). Disamping itu ditambahkan pula mineral-mineral seperti $MgSO_4.7H_2O$ 0,1% dan KH_2PO_4 0,25% Medium selanjutnya diatur pH nya menjadi 6.0 dan disterilisasi pada suhu 121°C selama 20 menit. Setelah dingin, medium diinokulasi dengan starter yang sudah dipersiapkan sebelumnya sebanyak 10% (v/v) dan diinkubasi dalam inkubator goyang (120 rpm) pada suhu kamar selama 15 hari.

Analisis

Produksi pigmen merah baik ekstraseluler maupun intraseluler selama fermentasi diukur menggunakan spektrofotometer dan dinyatakan dalam absorbans pada panjang gelombang 500 nm (Pomeranz dan Meloan, 1971). Komposisi kimia limbah ditetapkan dengan analisis proksimat dan metode AAS untuk penetapan kandungan mineral. Analisis lain yang dilakukan selama fermentasi berlangsung adalah pH, kadar pati dan kadar gula (Apriyantono, 1989), berat kering sel (Anderson et al., 1960) dan kelarutan pigmen dalam air pada suhu 60, 80 dan 100°C (Jenie et al., 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kimia Limbah

Hasil analisis proksimat dan mineral dari bahan limbah yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Limbah cair tapioka sebagian besar terdiri dari air, sejumlah kecil pati, lemak dan protein. Ampas tapioka dengan kadar air sekitar 14%, merupakan sumber karbohidrat dengan kadar pati sebanyak 76% sama banyaknya dengan tepung beras, sedangkan ampas tahu merupakan sumber protein dengan kadar sekitar 20% (Tabel 1).

Dari hasil analisis limbah, maka ampas tapioka dapat digunakan sebagai medium untuk pertumbuhan dan produksi angkak oleh *M. purpureus* karena menurut Lin (1977), kapang ini membutuhkan bahan-bahan yang mengandung pati sebagai sumber karbon. Dalam produksi pigmen angkak selain dibutuhkan sumber karbon dibutuhkan juga sumber nitrogen (Wong et al., 1981). Ampas tahu dalam penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber nitrogen.

Bahan-bahan limbah yang digunakan pada umumnya mengandung mineral-mineral seperti kalsium (terbanyak), magnesium, besi, tembaga, plumbum dan zink (Tabel 2). *M. purpureus* membutuhkan mineral-mineral seperti magnesium, kalium, fosfat dan besi bagi pertumbuhannya untuk produksi pigmen (Carels dan Sherpherd, 1977). Unsur besi dan tembaga dibutuhkan dalam jumlah sangat sedikit untuk aktivasi enzim dan biosintesis pigmen. Dalam jumlah besar, unsur-unsur tersebut akan menghambat pertumbuhan (Griffin, 1981).

Pengaruh Sumber Nitrogen Dan Karbon

Produksi pigmen merah

Pada Gambar 1 terlihat bahwa penggunaan sumber nitrogen yaitu amonium nitrat (0,15%) dan ampas tapioka (2%) menghasilkan kadar pigmen ekstraseluler yang relatif lebih tinggi daripada penggunaan ampas tahu (2%) dan tepung beras (2%). Hal ini mungkin disebabkan karena kandungan protein dari tepung beras yang lebih tinggi daripada ampas tapioka, walaupun kadar pati kedua bahan hampir sama (Tabel 1). Menurut

Broder dan Koehler (1980), kadar pigmen angkak yang dihasilkan dalam media cair dipengaruhi oleh jumlah protein dan asam amino yang larut air.

Tabel 1. Hasil analisis proksimat limbah cair tapioka, ampas tapioka, ampas tahu dan tepung beras

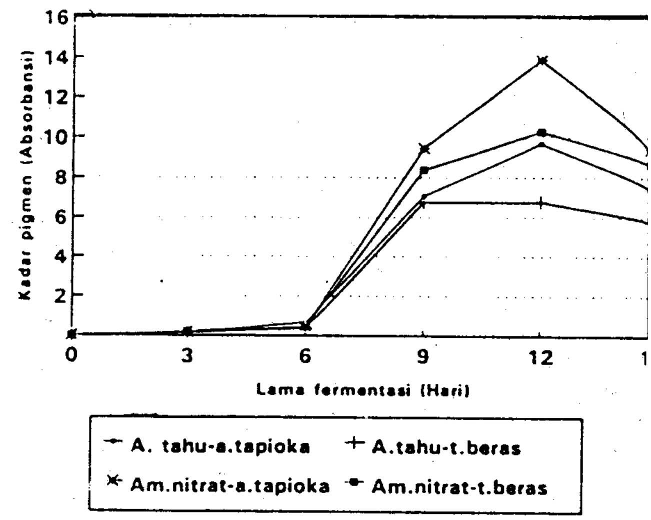
Komponen	Jumlah (% berat kering)			
	Limbah cair tapioka	Ampas tapioka	Ampas tahu	Tepung beras
Air	99,25	13,96	7,00	10,00
Abu	0,07	0,71	3,80	1,50
Protein	0,16	0,48	19,69	8,00
Lemak	0,22	1,62	11,30	2,40
Serat kasar	0,00	7,30	19,47	1,80
Pati	0,29	75,93	38,74	76,30

Tabel 2. Hasil analisis mineral limbah cair tapioka, ampas tapioka, dan ampas tahu

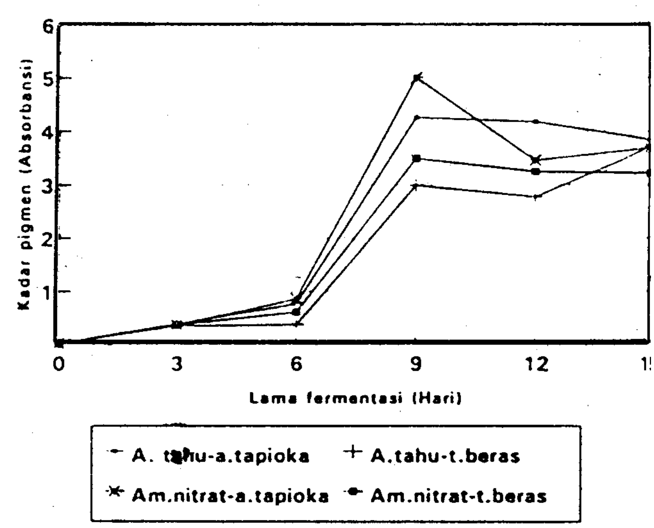
Mineral	Limbah cair tapioka (ug/l)	Ampas tapioka (ug/g)	Ampas tahu (ug/g)
Ca	62,400	3111,680	890,750
Mg	4,900	198,220	358,520
Fe	0,750	121,870	124,660
Cu	0,083	0,350	5,550
Pb	0,064	0,350	2,288
Zn	0,013	0,210	0,490

Serupa dengan pigmen merah ekstraseluler, produksi pigmen intraseluler (Gambar 2) tertinggi juga dihasilkan oleh penggunaan medium yang mengandung amonium nitrat dan ampas tapioka. Perbedaannya hanya terletak pada lama fermentasi, dimana pada pigmen merah ekstraseluler dibutuhkan waktu yang relatif lebih singkat (9 hari), sedangkan pigmen intraseluler lebih lama (12 hari). Penggunaan ampas tahu sebagai sumber nitrogen menghasilkan kadar pigmen merah yang lebih rendah daripada penggunaan amonium nitrat. Hal ini sesuai dengan laporan Carels dan Sherpherd (1977), dimana penggunaan sumber nitrogen organik lebih baik untuk pertumbuhan kapang, tetapi kurang potensial untuk produksi pigmen, sedangkan nitrogen anorganik merupakan sumber nitrogen yang baik untuk produksi pigmen.

Kadar pigmen merah yang dihasilkan secara intraseluler ternyata kurang lebih 3 kali lipat lebih tinggi daripada ekstraseluler. Hal ini menunjukkan bahwa pigmen yang dihasilkan selama fermentasi hanya sedikit yang dilepaskan ke dalam medium limbah cair tapioka, sebagian besar pigmen tersebut tetap tertinggal di dalam sel. Menurut Hesseltine (1965), sebagian besar pigmen merah yang dihasilkan oleh *Monascus* sp. merupakan pigmen intraseluler.



Gambar 1. Pengaruh sumber nitrogen terhadap produksi pigmen merah ekstraseluler



Gambar 2. Pengaruh sumber nitrogen terhadap produksi pigmen merah intraseluler

Berat kering sel

Pada pengukuran berat kering sel ikut terukur serat kasar yang terdapat dalam ampas tahu dan ampas tapioka. Dengan asumsi bahwa kapang *M. purpureus* tidak dapat memecah serat kasar, maka peningkatan atau penurunan berat kering sel yang diperoleh dianggap sebagai hasil pertumbuhan atau akibat lisisnya mise- lium.

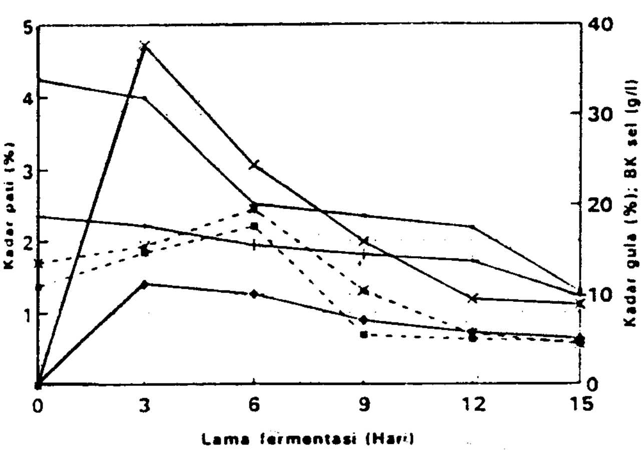
Pada Gambar 3 terlihat bahwa pada hari ketiga, produksi sel mencapai optimum dengan penggunaan ampas tahu menghasilkan berat kering sel yang lebih tinggi daripada penggunaan amonium nitrat. Menurut

Carels dan Sherpherd (1977), penggunaan nitrogen organik sebagai sumber nitrogen dapat menghasilkan pertumbuhan dan pembentukan sel secara optimal. Pada Gambar 3 juga terlihat bahwa setelah fermentasi 3 hari, berat kering sel mengalami penurunan. Penurunan berat kering sel ini seiring dengan peningkatan kadar pigmen merah ekstraseluler yang berasal dari pigmen merah intraseluler sebagai akibat lisisnya miselium kapang.

Kadar pati dan gula

Penggunaan ampas tahu sebagai sumber nitrogen menghasilkan kadar pati yang lebih tinggi daripada penggunaan amonium nitrat (Gambar 3). Hal ini disebabkan karena ampas tahu selain mengandung protein, juga masih mengandung cukup banyak pati.

Selama fermentasi kadar pati terus menurun, karena aktivitas metabolisme *Monascus* yang menghasilkan enzim-enzim pemecah pati seperti amilase, maltase, invertase dan glukosidase (Carels dan Sherpherd, 1977). Sebaliknya, kadar gula mula-mula naik sampai dengan fermentasi 6 hari, kemudian juga menurun (Gambar 3). Penurunan kadar gula disebabkan karena gula-gula sederhana yang terbentuk dari tahap glikolisis dialihkan untuk produksi pigmen angkak. Hal ini sesuai dengan peningkatan kadar pigmen yang cukup tinggi setelah fermentasi 6 hari.

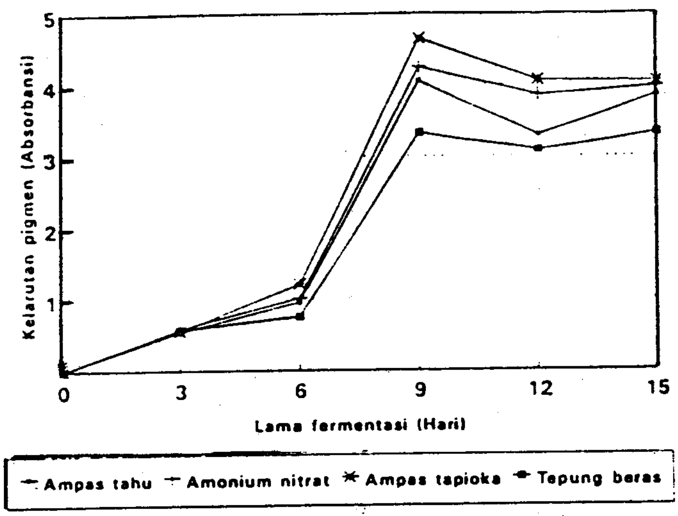


Gambar 3. Pengaruh sumber nitrogen terhadap berat kering (BK) sel, kadar pati dan gula selama fermentasi

Kelarutan pigmen dalam air

Penggunaan jenis sumber karbon yang berbeda dan lama fermentasi mempengaruhi kelarutan pigmen angkak dalam air. Demikian pula peningkatan suhu air dari 60 menjadi 80 - 100°C menyebabkan kelarutan pigmen makin meningkat. Penggunaan ampas tapioka sebagai sumber karbon ternyata menghasilkan kela- rutan piogmen yang lebih baik daripada penggunaan tepung beras (Gambar 4). Pigmen yang dihasilkan dalam medium ampas tapioka setelah fermentasi 9 hari ternyata menghasilkan kelarutan pigmen tertinggi pada suhu 80°C.

Kelarutan pigmen dalam air juga dipengaruhi oleh sumber nitrogen dan lama fermentasi. Penggunaan amonium nitrat sebagai sumber nitrogen ternyata menghasilkan kelarutan pigmen sedikit lebih baik daripada ampas tahu (Gambar 4).



Gambar 4. Pengaruh sumber nitrogen dan karbon terhadap kelarutan pigmen dalam air pada suhu 80°C

KESIMPULAN

Ampas tapioka dalam medium limbah cair tapioka dapat digunakan sebagai sumber karbon pengganti tepung beras untuk produksi angkak oleh *M. purpureus*, dalam sistem fermentasi cair, bahkan mampu meningkatkan intensitas pigmen merah yang dihasilkan. Ampas tahu juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber nitrogen dalam produksi angkak walaupun intensitas pigmen merah terutama pigmen intraseluler yang dihasilkan masih lebih rendah daripada penggunaan amonium nitrat. Untuk meningkatkan intensitas pigmen ini, kombinasi ampas tahu dengan amonium nitrat dapat diteliti lebih lanjut. Komposisi medium terbaik yang diperoleh dari penelitian ini adalah ampas tapioka 2% dan amonium nitrat 0.15 %.

Seperti halnya pada sistem fermentasi padat, lama fermentasi dalam sistem fermentasi cair ini juga mempengaruhi produksi pigmen dan kelarutannya dalam air. Untuk memperoleh pigmen merah intraseluler dan kelarutan pigmen yang tinggi diperlukan fermentasi antara 9 - 12 hari. Untuk membantu meningkatkan kelarutan angkak dalam air, disarankan untuk menggunakan suhu sekitar 80°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Proyek Peningkatan Penelitian dan Pengembangan pada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberi dana penelitian melalui Proyek penelitian Hibah Bersaing II/1 tahun 1993.

DAFTAR PUSTAKA

Anderson, R.F., Cadmus, M.C., Benedict, R.G. dan Slodki, M.E. 1960. Arch. Biochem. Biophys : 89, 289.

Apriyantono, A. 1989. Analisa Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB.

Biro Pusat Statistik. 1990. Statistik Industri 1990. Jakarta.

Broder, C.U., dan Koehler, P. E. 1980. Pigments produced by *Monascus purpureus* with regard to quality and quantity. J. Food Sci. 45: 567-569.

Carels, M., dan Sherpherd, D. 1977. The effect of different nitrogen sources on pigment production and sporulation of *Monascus* species in submerged shaken culture. Can. J. Microbiol. 23: 1360-1372.

Ciptadi, W. dan Nasution, Z. 1978. Pengolahan Umbi ketela Pohon. Departemen THP-Fatemeta, IPB.

Deanne. 1994. Produksi Pigmen Angkak Oleh *Monascus purpureus* Pada Campuran Limbah Cair Tahu, Ampas Tahu dan Dedak. Skripsi. Jur. Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian,. IPB.

Jenie, B.S.L., Helianti, Fardias, S. 1994. pemanfaatan ampas tahu, onggok dan dedak untuk produksi pigmen merah oleh *Monascus purpureus*. Bul. Teknol. dan Industri Pangan. 5 (2) : 22-29.

Jenie, B.S.L. dan Fachda, F. 1991. Pemanfaatan onggok dan dedak padi untuk produksi pigmen angkak oleh *Monascus purpureus*. Pertemuan Ilmiah Tahunan. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, Bogor.

Griffin, D.H. 1981. Fungal Physiology. John Wiley and Sons. New York.

Hesseltine, C.W. 1965. Millennium of fungi, food and fermentation. Mycologia. 57 (2) : 149-197.

Lin, C.F. 1977. The anka mold *Monascus*, a taxonomic study. *Di dalam* Handbook of Indigenous Fermentde Foods. Marcel Inc. New York.

Pomeranz, Y. dan Meloan, C.E. 1971. Food Analysis : Theory and Practice. AVI Publ. Co. Inc. Westport, Connecticut.

Su, Y.C., dan Wang, H.W. 1977. Chinese Red Rice Anka. Di dalam Handbook of Indigenous Fermented Foods. K. H. Steinkraus (ed.). Marcel Dekker Inc, New York.

Winarno, F.G. 1980. Kimia Pangan. Pusbangtepa, IPB, Bogor.

Wong, H.C., dan Koehler, P.E. 1981. Mutant of Monascin pigment production. J. Food Sci. 46: 956-957.

Wong, H.C., Lin, Y.C. dan Koehler, P.E. 1981. Regulation of growth and pigmentation of *Monascus purpureus* by carbon and nitrogen concentrations. Mycologia. 73 : 649-654.