

Pengaruh berbagai jenis beras terhadap aktivitas antioksidan pada angkak oleh *Monascus purpureus*

The effect of rice variety to antioxidant activity of red mold rice by *Monascus purpureus*

SURTIKA WANTI, M.A.M. ANDRIANI, NUR HER RIYADI PARNANTO

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36a Surakarta 57126, Jawa Tengah

Manuskrip diterima: 11 Oktober 2014. Revisi disetujui: 26 Desember 2014.

Abstract. Wanti S, Andriani MAM, Parnanto NHR. 2015. The effect of rice variety to antioxidant activity of red mold rice by *Monascus purpureus*. *Biofarmasi* 13: 1-5. Red mold rice is fermentation product using *Monascus* sp. mold. Red color of red mold rice is potential as substitute of synthetic color red and also as natural antioxidant source. The aim of this research is to know the antioxidant activity of red mold rice from white rice, red rice and black rice. This research has been done at Agriculture Product and Manipulated of Process Laboratory, Agriculture Product Technology Department, Agriculture Faculty, Sebelas Maret University of Surakarta, started from Mey until September 2008. Antioxidant test using DPPH and methanol as solute. This research was arranged using Randomized Complete Design with 3 times repeated. The result of this research, showed this white rice having increasing value of antioxidant activity significant after it made red mold rice from 18.40% became 21.24%. Red rice and black rice has a decreasing value of antioxidant activity after made to be red mold rice from red rice is 39.50% became 22.20%, and red mold rice from black rice is 46.20% became 45.01%. Red rice and black rice pigment inhibitor *Monascus purpureus* in secondary metabolite formation in pigment shape, so the antioxidant activity only gets from red rice and black rice.

Keywords: Antioxidant, black rice, DPPH, *Monascus purpureus*, red mold rice, red rice, white rice

PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan hal terpenting dan utama dalam kehidupan manusia. Perkembangan industri dan gaya hidup manusia menimbulkan berbagai dampak, baik dampak positif maupun negatif. Salah satu dampak negatif yang perlu diwaspadai adalah timbulnya berbagai penyakit degeneratif di Indonesia. Para peneliti pangan dan gizi Indonesia untuk saat ini sedang giat mengeksplorasi senyawa-senyawa antioksidan yang berasal dari sumber alami. Radikal bebas merupakan salah satu molekul yang dianggap bertanggung jawab dalam berbagai penyakit yang diderita manusia, termasuk penyakit degeneratif.

Radikal bebas adalah suatu atom atau molekul yang mempunyai satu elektron/lebih yang tidak berpasangan biasanya pada rumus bangunnya ditulis dengan titik tebal dibelakang atom atau molekul (R•). Radikal bebas di dalam tubuh sangat berbahaya sebab untuk memperoleh pasangan elektron, ia amat reaktif dan merusak jaringan (Afriansyah 1996).

Untuk itulah, tubuh perlu tambahan asupan antioksidan yang berasal dari luar tubuh yaitu dari makanan yang dikonsumsi. Antioksidan merupakan substansi kimia yang dapat menghambat permulaan (inisiasi) atau memperlambat kecepatan oksidasi pada bahan yang mudah teroksidasi (Fennema 1985). Antioksidan atau reduktor berfungsi untuk mencegah terjadinya oksidasi atau menetralkan senyawa yang telah teroksidasi dengan cara menyumbangkan hidrogen atau elektron (Silalahi 2006). Antioksidan adalah bahan tambahan yang digunakan untuk

melindungi komponen-komponen makanan yang bersifat tidak jenuh (mempunyai ikatan rangkap) terutama lemak dan minyak. Sumber-sumber antioksidan dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok antara lain : antioksidan sintetik yaitu antioksidan yang diperoleh dari hasil sintesa reaksi kimia dan antioksidan alami yaitu antioksidan hasil ekstraksi bahan alami (Ardiansyah 2007).

Angkak merupakan produk fermentasi menggunakan kapang *Monascus* sp. berasal dari negara Cina. Pembuatan pertama dilakukan oleh Dinasti Ming yang berkuasa di Cina pada abad ke-14 sampai abad ke-17. (Ardiansyah 2005). Warna merah angkak selain berpotensi sebagai pengganti warna merah sintesis sebagai sumber antioksidan alami, yang saat ini penggunaannya sangat luas pada berbagai produk makanan. Kapang *Monascus purpureus* yang ditumbuhkan pada beras sebagai substrat dapat menghasilkan pigmen kuning, merah dan orange. Pigmen yang dihasilkan oleh angkak mengandung zat *antosianin* dari kelompok *flavonoid* yang mempunyai antioksidan kuat yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh (Purbani 2007). Pigmen warna utama yang dihasilkan oleh *M. purpureus* pada fermentasi angkak adalah *monaskorubrin* dan *monaskoflavin*. Angkak juga mengandung pigmen lovastatin (Kasim et al. 2005).

Beras sebagai substrat memiliki beberapa macam dan warna yang berbeda, secara genetik antara lain beras biasa yang berwarna putih agak transparan karena hanya memiliki sedikit aleuron, dan kandungan amilosa umumnya sekitar 20%. Beras merah, akibat aleuron mengandung gen yang memproduksi *antosianin* yang

merupakan sumber warna merah atau ungu dan beras hitam yang sangat langka disebabkan aleuron dan endosperma memproduksi *antosianin* dengan intensitas tinggi sehingga berwarna ungu pekat mendekati hitam. Di dalam beras merah dan beras hitam terdapat sejumlah komponen bioaktif, seperti pigmen dan senyawa *flavonoid* yang dapat berperan sebagai antioksidan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan pada angkak, *M. purpureus*, yang terbuat dari berbagai jenis beras yaitu beras putih, beras merah dan beras hitam.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan dan Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta. Penelitian dilaksanakan mulai dari Mei sampai September 2008 dengan percobaan pendahuluan dilaksanakan pada April 2008.

Alat dan bahan

Biakan *Monascus* sp. Rendaman beras yang berasal dari tiga jenis beras yaitu beras putih, beras merah, dan beras hitam, serta aquades. Uji antioksidan dengan menggunakan DPPH dan methanol sebagai pelarut.

Alat-alat yang digunakan adalah *encash*, labu takar, pipet, autoklaf, alat pengering, hot plate, bunsen, ose, aluminium foil, erlenmeyer, pengaduk, gelas ukur, tabung reaksi, kapas, *vortex*, timbangan analitik, spektrofotometer UV-Vis dan lain-lain.

Cara kerja

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 3 kali ulangan. Aktivitas antioksidan ditentukan dengan metode DPPH.

Produksi kapang

Biakan murni *M. purpureus*, diperbanyak dengan memindahkan kultur ke beberapa tabung yang berisi media PDA miring, dan diinkubasi selama 3-5 hari.

Pembuatan suspensi *M. purpureus*

Pembuatan suspensi *M. purpureus* adalah dengan cara menuangkan 2 ml aquadest steril ke media miring biakan murni *M. purpureus*, kemudian digojog menggunakan ose untuk melepaskan spora-spora *Monascus purpureus* dan menuangkannya ke dalam erlenmeyer yang berisi substrat padat beras putih, beras merah maupun beras hitam.

Pembuatan angkak

Angkak dibuat dengan cara memasukkan 100 gram beras rendaman 40 jam ke dalam erlenmeyer, yang kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu, didinginkan hingga suhu sekitar 36°C, beras rendaman diinokulasi dengan 2 ml suspensi *M. purpureus*. Setelah itu, campuran tersebut diaduk hingga rata dan diinkubasi pada suhu 27-32°C

selama 30 hari, hingga terbentuknya pigmen merah yang menyelubungi beras yang disebut angkak. Angkak ini kemudian dikeringkan dengan alat pengering pada suhu 35°C selama 15 jam. Pengeringan ini bertujuan untuk mengeringkan angkak. Angkak yang sudah kering kemudian dibuat serbuk. Serbuk angkak diekstrak dengan menggunakan 10 ml metanol.

Uji antioksidan

Analisa terhadap aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. 0,05 gram sampel diekstrak dalam 10 ml methanol, kemudian divortek selama 1 jam atau dibiarkan semalam. Dari larutan tersebut diambil 100 µl kemudian diencerkan menjadi 5 ml. Kemudian ditambahkan 0,1 mM DPPH sebanyak 1 ml dan divortek. Simpan dalam ruang gelap selama 30 menit, kemudian di tera absorbansinya pada panjang gelombang 516 nm.

Analisa data

Data hasil penelitian dianalisis dengan ANOVA dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Analisis data dilakukan dengan mengaplikasikan software SPSS 11.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas antioksidan beras

Ada tiga jenis beras yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan warnanya antara lain beras putih, beras merah dan beras hitam. Adanya perbedaan warna beras inilah diduga yang menyebabkan aktivitas antioksidan tiap-tiap beras berbeda. Aktivitas antioksidan berbagai jenis beras ditunjukkan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil analisis aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa beras putih, beras merah dan beras hitam memberikan hasil yang berbeda nyata. Pada beras hitam aktivitas antioksidannya paling tinggi jika dibandingkan dengan beras merah dan beras putih. Hal ini disebabkan beras hitam mempunyai pigmen alami yaitu *antosianin* dengan intensitas paling tinggi jika dibandingkan dengan beras merah dan beras putih, sehingga berwarna ungu pekat mendekati hitam. Selain itu menurut Suryono (2008), beras hitam juga kaya materi aktif flavonoid yang kadarnya lima kali lipat daripada beras putih. Apabila kadar antosianin tinggi maka aktivitas antioksidan tinggi. Dengan demikian, aktivitas antioksidan beras hitam menjadi lebih tinggi jika dibandingkan dengan beras yang lain.

Beras merah juga mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan beras putih, tetapi lebih rendah daripada beras hitam. Hal ini disebabkan beras merah memiliki pigmen alami yaitu antosianin dengan intensitas rendah yang merupakan sumber warna merah, yang juga berperan sebagai antioksidan. Sedangkan pada beras putih tidak memiliki pigmen alami seperti pada beras merah dan beras hitam. Hal inilah yang menyebabkan pada beras putih memiliki aktivitas antioksidan yang paling rendah.

Tabel 1. Aktivitas antioksidan berbagai jenis beras

Sampel	Aktivitas antioksidan (%)
Beras putih	18.40a
Beras merah	39.50b
Beras hitam	46.20c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan 5% (berlaku pada kolom yang sama)

Tabel 2. Rerata aktivitas antioksidan angkak dari berbagai jenis beras

Sampel	Aktivitas antioksidan (%)
Angkak dari beras putih	21.24a
Angkak dari beras merah	22.20a
Angkak dari beras hitam	45.01b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan 5% (berlaku pada kolom yang sama).

Tabel 3. Aktivitas antioksidan berbagai jenis beras dan angkak

Sampel	Aktivitas antioksidan (%)
Beras putih	18.40a
Beras merah	39.50b
Beras hitam	46.20c
Angkak dari beras putih	21.24d
Angkak dari beras merah	22.20d
Angkak dari beras hitam	45.01c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan 5% (berlaku pada kolom yang sama).

Pengujian DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$, menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan beras putih, beras merah dan beras hitam memberikan hasil yang berbeda nyata.

Aktivitas antioksidan angkak

Perbedaan warna beras yang digunakan dalam pembuatan angkak mempengaruhi besar kecilnya aktivitas antioksidan yang dihasilkan pada angkak. Hal ini menunjukkan bahwa adanya pigmen yang terdapat pada tiap-tiap jenis beras mempengaruhi tingkat aktivitas antioksidan pada angkak. Pada proses fermentasi dalam pembuatan angkak, selain menghasilkan sel, *M. purpureus* juga menghasilkan metabolit sekunder berupa pigmen *Monascorubrin* yang berwarna merah. Pigmen ini bersifat larut dalam air, kloroform, aseton, etanol dan metanol (Tisnadaja 2006). Warna merah yang dihasilkan oleh *M. purpureus* merupakan pigmen alami yang mengandung *antosianin* yang berperan sebagai antioksidan (Purbani 2007). *Antosianin* merupakan sekelompok zat warna berwarna kemerahan yang larut di dalam air dan termasuk senyawa *flavonoid* (Kumalaningsih 2006). Apabila kadar

antosianin tinggi maka aktivitas antioksidannya tinggi. Menurut Ninan (2006), *antosianin* mempunyai aktivitas antioksidan dua kali lipat dibandingkan katekin dan alfa-tokoferol. Hal inilah yang menyebabkan aktivitas antioksidan pada angkak berbeda-beda. Aktivitas antioksidan angkak yang dibuat dari bahan baku beras putih, beras merah dan beras hitam ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil analisis aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa angkak yang terbuat dari beras putih dan angkak yang terbuat dari beras merah memiliki aktivitas antioksidan yang tidak berbeda nyata. Walaupun aktivitas antioksidan angkak dari beras merah lebih tinggi, karena adanya pigmen alami yang dimiliki beras merah yaitu *antosianin* yang berperan sebagai antioksidan, tetapi perbedaan itu tidak besar. Hal ini disebabkan, adanya pigmen dalam beras merah ini diduga dapat menghambat pertumbuhan *M. purpureus* selama proses fermentasi dalam pembuatan angkak untuk menghasilkan metabolit sekunder berupa pigmen alami yang mengandung *antosianin*, yang juga berperan sebagai antioksidan. Sehingga pembentukan metabolit sekunder berupa pigmen yang dihasilkan oleh *M. purpureus* berjalan lambat. Sedangkan pada beras putih karena tidak memiliki pigmen alami, jadi selama proses fermentasi dalam pembuatan angkak, *M. purpureus* dalam pembentukan metabolit sekunder berupa pigmen dapat berjalan dengan baik, sehingga pembentukan pigmen pada angkak oleh *M. purpureus* yang mengandung *antosianin* dapat terbentuk dengan baik. Hal inilah yang menyebabkan angkak dari beras merah memiliki aktivitas antioksidan yang tidak berbeda nyata dengan angkak dari beras putih.

Angkak yang terbuat dari beras hitam mengalami kenaikan aktivitas antioksidan secara nyata jika dibandingkan dengan angkak dari beras merah dan angkak dari beras putih. Hal ini disebabkan, karena beras hitam memiliki pigmen alami yaitu *antosianin* dengan intensitas paling tinggi, dimana adanya pigmen ini menyebabkan aktivitas antioksidannya tinggi. Walaupun dengan adanya pigmen dalam beras hitam tersebut memberikan penghambatan yang besar terhadap *M. purpureus* dalam pembentukan metabolit sekunder berupa pigmen selama proses fermentasi pembuatan angkak. Tetapi hal ini tidak mempengaruhi aktivitas antioksidan angkak yang terbuat dari beras hitam, sehingga aktivitas antioksidannya tetap tinggi daripada angkak dari beras putih dan angkak dari beras merah. Dengan pengujian DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$, menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan angkak yang terbuat dari beras hitam memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap angkak yang terbuat dari beras merah dan beras putih.

Aktivitas antioksidan antara beras dengan angkak

Pembuatan angkak selama ini dilakukan dengan menggunakan beras sebagai substrat. Beras yang cocok digunakan sebagai substrat adalah beras yang memiliki kadar amilosa tinggi, tetapi rendah amilopektin (F.G. Winarno dan Titi S.R, 1994). Selain itu, beras juga mengandung nutrisi yang dibutuhkan *M. purpureus* untuk pertumbuhan. Dalam penelitian ini menggunakan tiga jenis

beras yang berbeda warnanya antara lain beras putih, beras merah dan beras hitam. Adanya perbedaan warna ini memberikan aktivitas antioksidan yang berbeda setelah dibuat menjadi angkak. Aktivitas antioksidan beras putih, beras merah dan beras hitam serta aktivitas antioksidan beras setelah dibuat menjadi angkak disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil analisis aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa beras putih setelah dibuat menjadi angkak mengalami kenaikan secara nyata. Hal ini disebabkan, aktivitas antioksidan beras putih rendah karena tidak adanya pigmen alami. Tetapi tidak adanya pigmen alami dalam beras putih inilah yang menyebabkan selama proses fermentasi pembuatan angkak oleh *M. purpureus* dalam pembentukan metabolit sekunder berupa pigmen dapat berjalan dengan baik. Hal ini ditunjukkan selama proses fermentasi, angkak yang terbuat dari beras putih, butiran-butiran berasnya dapat tertutup oleh miselia kapang *M. purpureus* dengan sempurna, sehingga warnanya terlihat merah pekat. Menurut Wong dan Koehler (1981), pigmen *M. purpureus* terakumulasi pada miselia. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak miselia yang terdapat pada beras, kandungan pigmennya juga akan semakin tinggi. Dengan demikian, semakin tinggi pigmen yang dihasilkan *M. purpureus* semakin tinggi juga aktivitas antioksidan angkak tersebut. Hal inilah yang menyebabkan aktivitas antioksidan beras putih berbeda nyata setelah dibuat menjadi angkak.

Berbeda dengan beras merah yang digunakan sebagai substrat dalam pembuatan angkak, aktivitas antioksidannya mengalami penurunan yang nyata setelah menjadi angkak. Hal ini diduga karena antosianin yang terdapat dalam pigmen beras merah mengalami kerusakan selama proses sterilisasi media yang digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan *M. purpureus*, sedangkan antosianin yang terdapat dalam pigmen beras merah intensitasnya rendah. Rendahnya intensitas pigmen yang dimiliki beras merah inilah diduga yang menyebabkan kerusakan antosianin besar. Menurut Deman (1997), antosianin bersifat tidak stabil dan laju kerusakan lebih cepat pada suhu tinggi. Selain itu, adanya pigmen dalam beras merah juga menghambat *M. purpureus* dalam pembentukan metabolit sekunder berupa pigmen merah selama proses fermentasi pembuatan angkak. Hal ini ditunjukkan pada saat proses fermentasi, angkak yang terbuat dari beras merah butiran-butiran berasnya tidak dapat tertutup sempurna oleh miselia kapang, sehingga warnanya tidak terlihat merah pekat. Sedangkan pada beras merah sebelum dibuat menjadi angkak memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi, karena tidak adanya perlakuan apapun dalam pengujian. Sehingga pigmen alami yaitu antosianin yang terdapat pada beras merah masih tinggi. Hal inilah yang menyebabkan aktivitas antioksidan angkak dari beras merah mengalami penurunan yang nyata dibandingkan dengan beras merah awal.

Hasil penelitian dari beras hitam setelah dibuat menjadi angkak menunjukkan bahwa aktivitas antioksidannya mengalami penurunan yang tidak berbeda nyata. Beras hitam memiliki penghambatan yang lebih tinggi pada *M. purpureus* dalam pembentukan metabolit sekunder berupa pigmen. Hal ini dikarenakan beras hitam memiliki pigmen

alami yaitu antosianin dengan intensitas tinggi, tetapi hal ini tidak berpengaruh terhadap penurunan aktivitas antioksidan pada angkak yang dihasilkan. Selain itu, adanya proses sterilisasi pada beras hitam juga tidak memberikan penurunan yang besar terhadap aktivitas antioksidan angkak yang dihasilkan. Hal ini disebabkan, karena pada beras hitam aktivitas antioksidannya sudah tinggi dengan adanya pigmen alami yaitu antosianin dengan intensitas yang paling tinggi. Apabila kadar antosianin tinggi maka aktivitas antioksidannya tinggi. Hal inilah yang menyebabkan aktivitas antioksidan angkak yang dibuat dari beras hitam tidak mengalami penurunan yang berbeda nyata dengan beras hitam awal.

Mekanisme penentuan aktivitas antioksidan dilakukan dengan menambahkan larutan DPPH 10⁻⁴ M sebagai radikal sintesis dalam ekstrak angkak dari berbagai jenis beras. Metode DPPH dipilih karena sederhana dan efektif untuk evaluasi aktivitas antioksidan dari bahan alam. Besar aktivitas antioksidan pada angkak ditunjukkan dengan semakin besarnya penurunan intensitas warna ungu pada larutan yang dilakukan dengan mengamati penurunan absorbansi pada panjang gelombang 516 nm. Pokorny et. al (2001) menjelaskan bahwa penurunan absorbansi terjadi karena penambahan elektron dari senyawa antioksidan pada elektron yang tidak berpasangan pada gugus nitrogen dalam struktur senyawa DPPH.

KESIMPULAN

Beras putih mengalami kenaikan aktivitas antioksidan secara nyata setelah dibuat menjadi angkak yaitu 18.40% menjadi 21.24%. Beras merah dan beras hitam (39.50% dan 46.20%) menunjukkan adanya penurunan aktivitas antioksidan setelah dibuat menjadi angkak beras merah (22.20%) dan angkak beras hitam (45.01%). Adanya pigmen yang dimiliki beras merah dan beras hitam menghambat pertumbuhan *M. purpureus* untuk pembentukan metabolit sekunder berupa pigmen, sehingga aktivitas antioksidannya hanya berasal dari beras merah dan beras hitam.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianyah N. 1996. Radikal bebas dikenal untuk dikendalikan. Sadar Pangan dan Gizi 5 (1): 6-7.
- Ardiansyah. 2005. Minum Angkak Menyehatkan. www.beriptek.com/angkak. (16 Februari 2008).
- Ardiansyah. 2007. Antioksidan dan Perannya Bagi Kesehatan. www.ardiansyah.multiply.com/ (16 Februari 2008).
- Deman J. 1997. Kimia Makanan. Edisi kedua. Penerbit ITB. Bandung.
- Fennema O. 1985. Food Chemistry. 2nd ed. Marcell Dekker, Inc., New York
- Kasim E, Astuti S, Nurhidayat N. 2005. Karakterisasi pigmen dan kadar lovastatin beberapa isolat *Monascus purpureus*. Biodiversitas 6 (4): 245-247.
- Kumalaningsih S. 2006. Antioksidan Alami. Penerbit Trubus Agrisarana, Surabaya.
- Ninan L. 2006. Antosianin. www.kompas.com/kompas-cetak/0301/23/htm. (16 Februari 2008).
- Pokorny J, Yanishlieva N, Gordon M. 2001. Antioxidant in Food. CRC Press, Cambridge, England.

- Purbani E. 2007. Tiga Bahan Alami Untuk DBD. www.agrina-online.com/show_article.php. (16 Februari 2008).
- Silalahi J. 2006. Makanan Fungsional. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Suryono J. 2008. Beras Hitam. www.griyokulo.tv/beras%2520hitam.html. (16 Februari 2008).
- Tisnadjaja Dj. 2006. Bebas Kolesterol, Demam Berdarah dengan Angkak. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Winarno FG, Rahayu, Sulistyowati T. 1994. Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Wong HC, Koehler PE. 1981. Production and isolation of an antibiotic from *Monascus purpureus* and its relationship to pig production, *J Food Sci* 42 (2): 589-592.