

# THE EFFECT OF RICE VARIETY TO ANTIMICROBIA ACTIVITY OF RED MOULD RICE BY *Monascus purpureus*

Oleh :

Martina Andriani

Staf Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sebelas Maret

## ABSTRACT

The aim of this research is to know the antimicrobia activity of red mould rice from white rice, red rice and black rice. This research have been done at Food and Nutrient Laboratory and Manipulated of Process Laboratory, Agricultural Product Technology Department, Agriculture Faculty, Sebelas Maret University of Surakarta., started from Mey 2008 until September 2008. This research used factorial experiment that arranged in Randomized Complete Design (RCD) with two experimental factors. The first factor was three levels of rice variety i.e : white rice (B1), red rice (B2), black rice (B3). And second factor was fourth levels of extract concentrations i.e : 2,5% (K1), 5,0% (K2), 7,5% (K3), and 10% (K4). Observation variables include the total colony of *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*, with plate count metode..Result of this research shows that the interaction of rice variety of red mould rice and the extract concentration effected to *Pseudomonas aeruginosa* and not effected to *Escherichia coli*. The extract of red mould rice from l with 10% concentration extract, have the highest antimicrobial activity to *Pseudomonas aeruginosa* nclusions of this research is red mould rice have an antimicrobial activity. Red mould rice from white rice have an antimicrobia activity higher than red mould rice from red rice and red mould rice from white rice.

Key word: red mould rice, *Monascus purpureus*, antimicrobial, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*.

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

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 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 ( $R^{\bullet}$ ). Radikal bebas di dalam tubuh sangat berbahaya sebab untuk memperoleh pasangan elektron, ia amat reaktif dan merusak jaringan (Afriansyah, 1996). Proses penuaan dan penyakit degeneratif seperti kanker kardiovaskuler, penyumbatan pembuluh darah yang meliputi hiperlipidemik, arterosklerosis, stroke, tekanan darah tinggi serta terganggunya sistem imun tubuh dapat disebabkan oleh stress oksidatif. Stress oksidatif adalah keadaan tidak seimbang jumlah oksidan dan prooksidan dalam tubuh. Pada kondisi

ini, aktivitas molekul radikal bebas atau *Reactive Oxygen Species* (ROS) dapat menimbulkan kerusakan seluler dan genetika (Ardiansyah, 2007).

Untuk itulah, tubuh perlu tambahan asupan antioksidan yang berasal dari luar tubuh yaitu dari makanan yang dikonsumsi. Antioksidan sebagai senyawa yang dapat menunda, memperlambat dan mencegah proses oksidasi lipid. Dalam arti khusus antioksidan adalah zat yang dapat menunda / mencegah terjadinya reaksi antioksidasi radikal bebas dalam oksidasi lipid (Kochhar Rossell, 1990 cit Ardiansyah, 2007). Antioksidan adalah bahan tambahan yang digunakan untuk melindungi komponen-komponen makanan yang bersifat tidak jenuh (mempunyai ikatan rangkap) terutama lemak dan minyak. Meskipun demikian antioksidan dapat pula digunakan untuk melindungi komponen lain seperti vitamin dan pigmen, yang juga mengandung ikatan rangkap didalam strukturnya (Medikasari, 2000). 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). Salah satu sumber antioksidan alami yang memiliki kandungan pigmen tinggi adalah angkak.

Angkak merupakan produk fermentasi menggunakan kapang *Monascus sp.* berasal dari negara China. Pembuatan pertama dilakukan oleh Dinasti Ming yang berkuasa di China pada abad ke-

14 sampai abad ke-17. Dalam teks tradisional *The Ancient Chinese Pharmacopoeia* disebutkan bahwa angkak digunakan sebagai obat untuk melancarkan pencernaan dan sirkulasi darah. Beberapa spesies kapang telah digunakan untuk memproduksi angkak, diantaranya adalah *Monascus purpureus*, *M. pilosus*, dan *M. anka*. Negara-negara Asia Timur lainnya seperti Taiwan, Jepang, Korea, dan Hongkong juga memproduksi angkak untuk keperluan sebagai pewarna alami makanan (Ardiansyah, 2005).

Warna merah angkak sangat potensial sebagai pengganti warna merah sintesis, 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. Sebagai pewarna alami, angkak memiliki sifat yang cukup stabil, dapat bercampur dengan pigmen warna lain serta tidak beracun. Pigmen warna utama yang dihasilkan oleh *Monascus purpureus* pada fermentasi angkak adalah *monaskorubrin* dan *monaskoflavin* (Anonim<sup>c</sup>, 2008).

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 endospermia memproduksi antosianin dengan intensitas tinggi sehingga berwarna ungu pekat mendekati hitam. Didalam beras merah dan beras hitam terdapat sejumlah komponen bioaktif, seperti berbagai pigmen dan senyawa fenolik yang dapat berperan sebagai antioksidan. Senyawa antioksidan berfungsi untuk menangkal serangan radikal bebas, sehingga sangat berguna untuk pencegahan kanker, penuaan dini dan berbagai penyakit degeneratif lainnya (Anonim<sup>a</sup>, 2008).

Penelitian menggunakan beras lokal yang berpotensi sebagai bahan baku angkak belum banyak dilakukan akibatnya masih diimpor angkak dari Cina dan negara-negara lain. Oleh karena itulah, penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan dalam angkak yang dibuat dari beras putih, beras merah serta beras hitam lokal yang diinokulasi dengan *Monascus purpureus*.

Tujuan penelitian untuk mengetahui aktivitas antioksidan pada angkak yang terbuat dari berbagai jenis beras yaitu beras putih, beras merah dan beras hitam. Manfaat penelitian sebagai acuan untuk memilih bahan baku membuat angkak, sehingga

menghasilkan angkak yang mempunyai aktivitas antioksidan tinggi.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni-September 2008 dengan percobaan pendahuluan dilaksanakan pada bulan April 2008.

### Bahan dan Alat Penelitian

#### Bahan

Biakan *Monascus* sp. Diperoleh dari koleksi Universitas Gajah Mada (UGM) Yogyakarta. Beras rendaman yang berasal dari tiga jenis beras yaitu beras putih, beras merah, dan beras hitam. Uji antioksidan menggunakan DPPH dan methanol sebagai pelarut.

#### Alat

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

### Perancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 3 kali ulangan.

### Pengamatan Parameter

Aktivitas antioksidan ditentukan dengan metode DPPH.

### Tata Laksana Penelitian

1. Produksi Kapang  
Biakan murni *Monascus purpureus*, diperbanyak dengan memindahkan kultur ke beberapa tabung yang berisi media PDA miring, dan diinkubasi selama 3-5 hari.
2. Pembuatan suspensi *Monascus purpureus*  
Pembuatan suspensi *Monascus purpureus* adalah dengan cara menuangkan 2 ml aquadest steril ke media miring biakan murni *Monascus 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.
3. 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 *Monascus purpureus*. Setelah itu, campuran tersebut diaduk hingga rata dan diinkubasi pada suhu 27-32 °C selama 25 hari, hingga terbentuknya pigmen merah yang menyelubungi beras yang disebut angkak. Angkak ini kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 35°C selama 15 jam. Pengovenan ini bertujuan untuk mengeringkan sekaligus mensterilisasi (membunuh spora-spora *Monascus purpureus*). Angkak yang sudah kering kemudian dibuat serbuk. Serbuk angkak diekstrak dengan menggunakan 10 ml methanol.

#### 4. 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 didiamkan 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.

#### 5. Target Penelitian

Dari hasil penelitian diharapkan membentuk diagram garis yang merupakan hubungan antara kadar antioksidan terhadap perbedaan berbagai jenis beras.

#### Analisis 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

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menunda, memperlambat dan mencegah

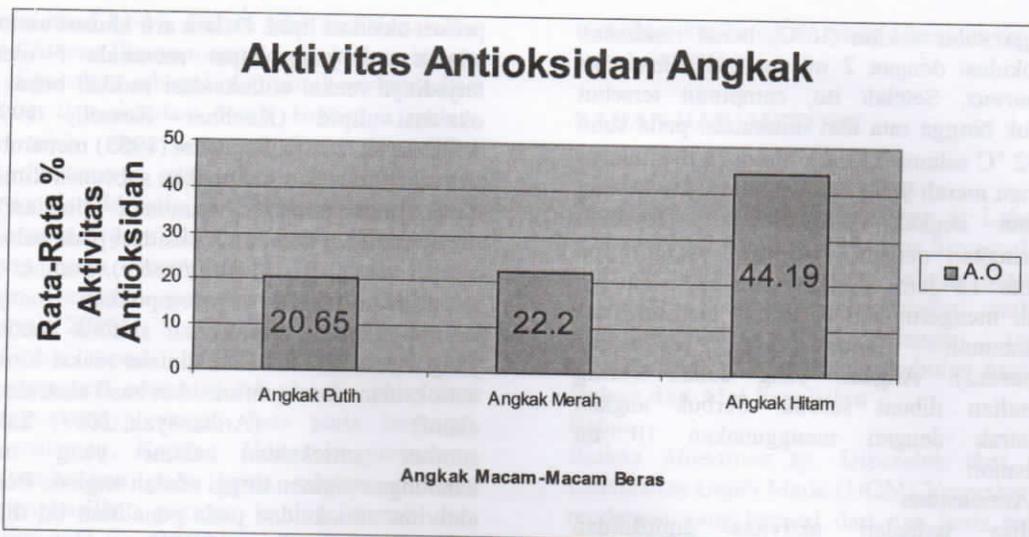
proses oksidasi lipid. Dalam arti khusus antioksidan adalah zat yang dapat menunda / mencegah terjadinya reaksi antioksidasi radikal bebas dalam oksidasi lipid (Kochhar Rossell, 1990 cit Ardiansyah, 2007). Fennema (1985) menambahkan, bahwa antioksidan merupakan substansi kimia yang dapat menghambat permulaan (inisiasi) atau memperlambat kecepatan oksidasi pada bahan yang mudah teroksidasi (*autoxidizable*). Sumber-sumber antioksidan dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu antioksidan sintetis (antioksidan yang diperoleh dari hasil sintesa reaksi kimia) dan antioksidan alami (antioksidan hasil ekstraksi bahan alami) (Ardiansyah, 2007). Salah satu sumber antioksidan alami yang memiliki kandungan pigmen tinggi adalah angkak. Penentuan aktivitas antioksidan pada penelitian ini dilakukan dengan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhidrazil*) sebagai kontrol digunakan 5 ml methanol yang ditambahkan dengan 1 ml DPPH 0,1 mM. Metode penangkapan radikal DPPH merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan pada bahan pangan. DPPH merupakan radikal sintetis dalam pelarut organik polar seperti metanol dan etanol. Rumus molekul DPPH yaitu  $C_{18}H_{12}N_5O_6$  dengan berat molekul 394,3 (Anonim<sup>b</sup>, 2000). Dalam uji DPPH, kemampuan scavenging terhadap DPPH dilakukan dengan mengamati penurunan absorbansi pada 515-517 nm. Penurunan absorbansi terjadi karena penambahan elektron dari senyawa antioksidan pada elektron yang tidak berpasangan pada gugus nitrogen dalam radikal DPPH. Larutan DPPH berwarna ungu. Intensitas warna ungu akan menurun ketika radikal DPPH tersebut berikatan dengan hidrogen. Semakin kuat aktivitas antioksidan sampel maka akan semakin besar penurunan intensitas warna ungunya (Osawa, 1981). Mekanisme reaksi penangkapan radikal DPPH oleh antioksidan adalah  $DPPH^{\cdot} + AH \rightarrow DPPH-H + A^{\cdot}$  (Pokorny *et. al*, 2001). Aktivitas antioksidan angkak yang dibuat dari bahan baku beras putih, beras merah dan beras hitam disajikan pada tabel 1 dan gambar 1.

Tabel 1. Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Angkak dari Berbagai Jenis Beras

Sampel	Aktivitas Antioksidan (%)
Angkak dari beras putih	20.65 <sup>a</sup>
Angkak dari beras merah	22.20 <sup>a</sup>
Angkak dari beras hitam	44.19 <sup>b</sup>

Keterangan :

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



Gambar 1. Diagram Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Angkak dengan Berbagai Jenis Beras

Analisa aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan pada angkak dari beras hitam lebih tinggi (44.19%) dibandingkan dengan angkak dari beras merah dan beras putih. Proses fermentasi berlangsung selama 25 hari, selama fermentasi berlangsung, warna beras yang awalnya hitam berubah menjadi merah. Warna beras hitam sendiri disebabkan oleh aleuron dan endosperma memproduksi anthosianin dengan intensitas tinggi sehingga berwarna ungu pekat mendekati hitam yang berperan sebagai antioksidan (Anonim<sup>a</sup>, 2008). Apabila kadar anthosianin tinggi maka aktivitas antioksidannya tinggi. Anthosianin merupakan sekelompok zat warna berwarna kemerahan yang larut di dalam air dan termasuk senyawa flavonoid. Pigmen yang berwarna kuat dan larut dalam air adalah penyebab hampir semua warna merah, oranye, ungu dan biru (Kumalaningsih, 2006). Begitu juga angkak dari beras merah memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi (22.20%) dibandingkan angkak dari beras putih. Hal ini disebabkan aleuron pada beras merah mengandung gen yang memproduksi anthosianin, yang merupakan sumber warna merah (Anonim<sup>a</sup>, 2008). Perubahan beras hitam dan beras merah menjadi merah disebabkan oleh pigmen yang dihasilkan oleh kapang *Monascus purpureus* selama proses fermentasi pembuatan angkak. Warna merah yang dihasilkan oleh *Monascus purpureus* merupakan pigmen alami yang mengandung anthosianin berperan sebagai antioksidan (Purbani, 2007). Djadjat (2006) menyatakan bahwa pigmen warna yang dihasilkan *Monascus purpureus* selama proses fermentasi angkak adalah *monascorubrin* dan *monascin* yang berwarna merah. Pigmen-pigmen tersebut memiliki struktur kimia yang sangat mirip dan bersifat larut

dalam air, kloroform, aseton, etanol dan metanol. Hal inilah yang menyebabkan aktivitas antioksidan angkak dari beras merah dan angkak dari beras hitam menjadi lebih tinggi dibandingkan angkak dari beras putih.

Aktivitas antioksidan angkak dari beras putih lebih rendah (20.65%) dibandingkan angkak dari beras merah dan angkak dari beras hitam. Beras yang berwarna putih agak transparan karena hanya memiliki sedikit aleuron. Diduga aktivitas antioksidan angkak dari beras putih hanya berasal dari pigmen merah *Monascus purpureus* yang dihasilkan selama fermentasi yang mengandung anthosianin berperan sebagai antioksidan (Anonim<sup>a</sup>, 2008)

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

Ada tiga jenis warna beras yang ada di dunia ini, pertama adalah beras putih, kedua adalah beras merah dan yang ketiga adalah beras hitam yang hanya tumbuh pada daerah tertentu (Joko Suryono, 2008). Pembuatan angkak selama ini menggunakan substrat dari bahan baku beras. F.G. Winarno dan Titi S.R (1994) menyatakan bahwa beras yang sesuai untuk produksi angkak adalah yang memiliki kadar amilosa tinggi. Linn (1973) menyatakan bahwa kandungan protein beras umumnya berkisar antara 6-10%. Beras juga mengandung vitamin B, fosfat, kalium,

asam amino dan garam zinc. Kandungan senyawa-senyawa ini dapat mempengaruhi produksi pigmen.

Aktivitas antioksidan beras putih, beras merah dan beras hitam serta aktivitas antioksidan

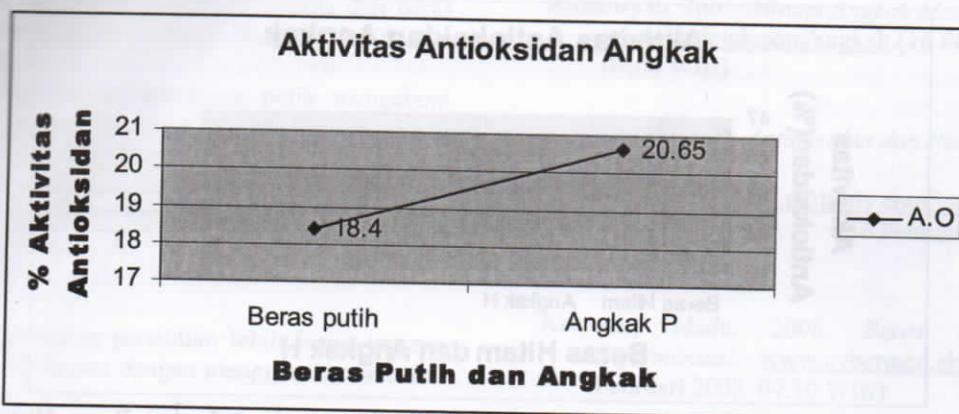
beras setelah dibuat menjadi angkak disajikan dalam tabel 2 dan gambar 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Aktivitas Antioksidan Berbagai Jenis Beras dan Angkak

Sampel	Aktivitas Antioksidan (%)
Beras Putih	18.40 <sup>a</sup>
Beras Merah	39.50 <sup>b</sup>
Beras Hitam	46.20 <sup>c</sup>
Angkak dari beras putih	20.65 <sup>ad</sup>
Angkak dari beras merah	22.20 <sup>d</sup>
Angkak dari beras hitam	44.19 <sup>c</sup>

Keterangan :

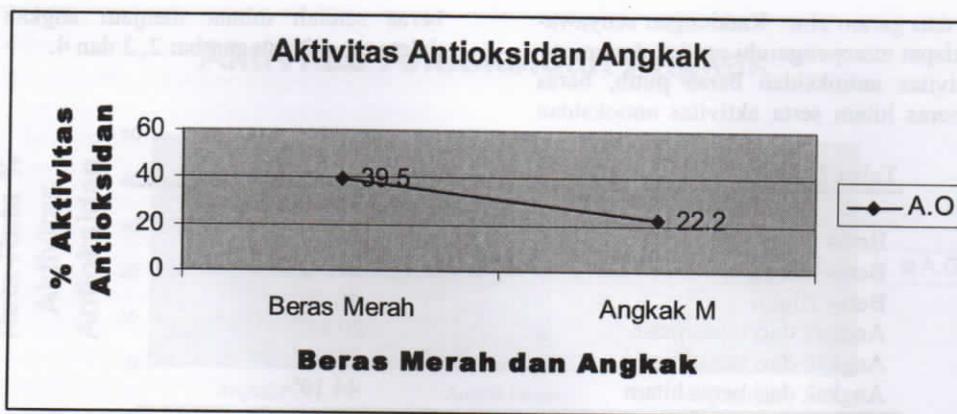
Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan 5% (berlaku pada kolom yang sama).



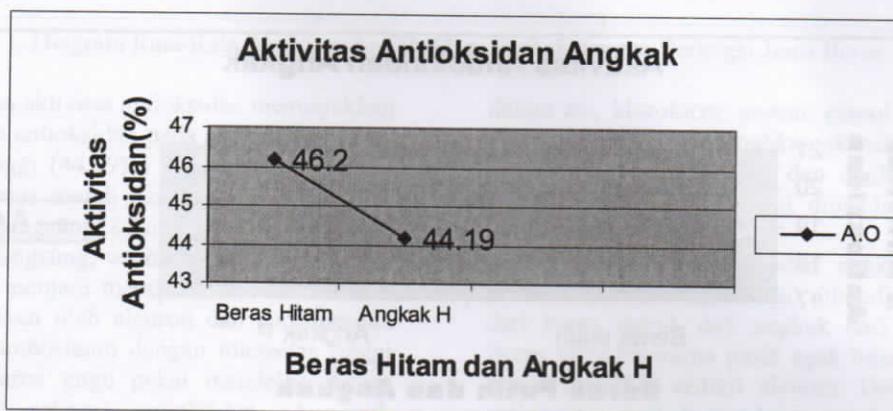
Gambar 2. Grafik Hubungan antara Beras Putih dan Angkak dari Beras Putih terhadap Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan antara beras putih dengan angkak dari beras putih dilihat dari grafik diatas menunjukkan bahwa beras putih mengalami kenaikan aktivitas antioksidannya setelah dibuat menjadi angkak yaitu dari 18.4% menjadi 20.65%. Anonim<sup>a</sup> (2008) menyatakan bahwa beras yang berwarna putih agak transparan karena hanya memiliki sedikit aleuron. Hal ini menunjukkan bahwa selama proses fermentasi pigmen merah yang dihasilkan oleh *Monascus purpureus* meningkatkan aktivitas antioksidan setelah menjadi

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



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Beras Merah dan Angkak dari Beras Merah terhadap Aktivitas Antioksidan



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Beras Hitam dan Angkak dari Beras Hitam terhadap Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan antara beras merah dengan angkak yang dibuat dari beras merah mengalami penurunan, begitu juga beras hitam mengalami penurunan setelah dibuat menjadi angkak, dilihat dari grafik diatas menunjukkan bahwa beras merah mengalami penurunan aktivitas antioksidannya setelah dibuat menjadi angkak yaitu 39.5% menjadi 22.2%. Begitu juga beras hitam mengalami penurunan aktivitas antioksidan setelah dibuat menjadi angkak yaitu 46.2% menjadi 44.19%. Hal ini diduga bahwa *Monascus purpureus* selama proses fermentasi untuk pertumbuhan sel dan menghasilkan pigmen merah selain membutuhkan nutrisi yang terkandung didalam beras juga mendegradasi senyawa antioksidan dalam beras.

Pigmen merah yang dihasilkan oleh *Monascus purpureus* mengandung anthosianin yang termasuk dalam senyawa flavonoid yang berperan sebagai antioksidan (Purbani, 2007). Joko Suryono (2008) menyatakan bahwa pigmen beras hitam mengandung kaya materi aktif flavonoid dan kadarnya 5 kali lipat daripada beras putih, beras

hitam juga mengandung kadar vitamin, mikroelemen, asam amino, zat kalium dan magnesium yang lebih tinggi daripada beras biasa. Bustan (2007) juga menyatakan bahwa beras merah mengandung thiamin (vitamin B1), zat besi, selenium dan menghasilkan nilai energi yang lebih tinggi dibandingkan beras putih (349 : 353 kal). Beras merah juga mengandung lebih banyak magnesium, kaya akan fiber, asam lemak, kaya akan asam amino dan GABA (*Gamma-aminobutyric acid*) serta merupakan sumber mineral mangan (Anonim<sup>b</sup>, 2008). Nutrisi-nutrisi inilah yang digunakan *Monascus purpureus* untuk pertumbuhan sel dan menghasilkan pigmen, diduga hal inilah yang menyebabkan aktivitas antioksidan pada beras merah dan beras hitam mengalami penurunan setelah dibuat menjadi angkak. Pengujian DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$ , menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan antara beras merah dengan beras hitam memberikan hasil yang berbeda nyata, aktivitas antioksidan beras hitam tidak memberikan hasil yang berbeda nyata setelah

dibuat menjadi angkak. Sebaliknya aktivitas antioksidan beras merah memberikan hasil yang berbeda nyata setelah dibuat menjadi angkak.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Angkak yang dibuat dari beras merah dan angkak yang dibuat dari beras hitam mempunyai aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan angkak dari beras putih.
2. Angkak yang dibuat dari beras hitam mempunyai aktivitas antioksidan yang paling tinggi dibandingkan angkak yang dibuat dari beras merah dan angkak yang dibuat dari beras putih.
3. Aktivitas antioksidan angkak dari beras putih, angkak dari beras merah dan angkak dari beras hitam berturut-turut adalah 20.65%; 22.20% dan 44.19%.
4. Aktivitas antioksidan beras putih mengalami kenaikan setelah dibuat menjadi angkak yaitu 18.40% menjadi 20.65%.
5. Aktivitas antioksidan beras merah dan beras hitam mengalami penurunan setelah dibuat menjadi angkak.

### Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang aktivitas antioksidan dengan menggunakan substrat beras merah dan beras hitam setelah dibuat menjadi angkak.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang senyawa-senyawa yang terkandung didalam angkak berkaitan dengan aktivitas antioksidan.

## DAFTAR PUSTAKA

Afriansyah, N. 1996. *Radikal Bebas Dikenal untuk Dikendalikan*. Sadar Pangan dan Gizi. Vol. V, No.1, hal 6-7.

Anonim<sup>a</sup>. 2000. *Beras Putih*. [www.asiamaya.com/nutrients/berasputih.html](http://www.asiamaya.com/nutrients/berasputih.html). (16 Februari 2008. 10:00:00 WIB)

Anonim<sup>b</sup>. 2000. *1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl, Free Radical dan 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl, Free Radical*. <http://www.emdbiosciences.com/product>. (16 Februari 2008. 10.27 WIB)

Anonim<sup>a</sup>. 2008. *Beras*. [www.wikipedia.org/wiki/Beras.html](http://www.wikipedia.org/wiki/Beras.html). (16 Februari 2008. 10.10 WIB).

Anonim<sup>b</sup>. 2008. *Mineral Mangan*. [www.anjinkita.com/wmview.php?ArtID](http://www.anjinkita.com/wmview.php?ArtID). (16 Februari 2008. 10.30 WIB)

Anonim<sup>c</sup>. 2008. *Gaya Hidup Sehat*. [www.kompas.com/read.php%3Fcnt%3D.xml](http://www.kompas.com/read.php%3Fcnt%3D.xml). (16 Februari 2008. 10.10 WIB)

Anonim<sup>d</sup>. 2008. *Radikal Bebas*. <http://id.wikipedia.org/radikal>. (19 Februari 2008)

Ardiansyah. 2005. *Minum Angkak Menyehatkan*. [www.beriptek.com/angkak](http://www.beriptek.com/angkak). (16 Februari 2008. 09.00 WIB)

Ardiansyah. 2007. *Antioksidan dan Perannya Bagi Kesehatan*. [www.ardiansyah.multiply.com/journal/item/14](http://www.ardiansyah.multiply.com/journal/item/14). (16 Februari 2008. 10.00WIB).

Astawan, Made. 2006. *Beras Pera Yang Difermentasi*. [www.cybermed.cbn.net.id](http://www.cybermed.cbn.net.id) (16 Februari 2008. 09.10 WIB)

Bustan. 2007. *Beras Organik*. [www.ibisnis-ganesha.com/?page\\_id=60](http://www.ibisnis-ganesha.com/?page_id=60). (16 Februari 2008. 09.15 WIB)

Fennema, Owen. 1985. *Food Chemistry*. Second Edition. Marcell Dekker, Inc. New York.

Kasim, Ernawati, Sri Astuti, dan Novik Nurhidayat. 2005. *Karakterisasi Pigmen dan Kadar Lovastatin Beberapa Isolat Monascus purpureus*. Biodiversitas, Vol. VI, No. 4, April 2005, 245-247.

Kumalaningsih, Sri. 2006. *Antioksidan Alami*. Penerbit Trubus Agrisarana. Surabaya.

Kusumawati, T. H. 2004. *Kajian Pembentukan Warna pada Monascus-Nata Kompleks dengan Menggunakan Kombinasi Ekstrak Beras, Ampas Tahu dan Dedak Padi sebagai Media*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA. UNS. Surakarta.

- Medikasari. 2000. *Bahan Tambahan Makanan : Fungsi dan Penggunaannya Dalam Makanan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Osawa, T., dan Namiki, M. A. 1981. *A Novel Type of Antioxidant Isolated From Leaf Wax of Eucalyptus Leaves*. *Agric. Biol. Chem.* 45 :735-739.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N., and Gordon, M. 2001. *Antioxidant in Food*. CRC Press Cambridge. England.
- Purbani, Enny. 2007. *Tiga Bahan Alami Untuk DBD*. [www.agrina-online.com/show\\_article.php](http://www.agrina-online.com/show_article.php). (16 Februari 2008. 09.15 WIB)
- Silalahi, J. 2006. *Makanan Fungsional*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sofia, D. 2008. *Antioksidan dan Radikal Bebas*. <http://www.chem-is-try.org.html>. (19 Februari 2008)
- Sudarmadji, Slamet. 1988. *Proses-Proses Mikrobiologi Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Suryono, Joko. 2008. *Beras Hitam*. [www.griyokulo.tv/beras%2520hitam.html](http://www.griyokulo.tv/beras%2520hitam.html). (16 Februari 2008. 10.00 WIB)
- Tisnadajaja, Djadjat. 2006. *Bebas Kolesterol, Demam Berdarah dengan Angkak*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Winarno, F.G., dan Titi, S. R. 1994. *Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.