

OPTIMASI JAMUR *Monascus purpureus* DALAM MEMPRODUKSI PIGMEN PADA SUBSTRAT TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*)

Irdawati dan Haulya Rahmi

Staf Pengajar Jurusan Biologi FMIPA UNP

ABSTRACT

The aim of this research was to find out the optimization Monascus purpureus to produce pigment at waste of zea mays. This research used experimental method with CRD factorial two factor. Factor A, number of starter and factor B time of fermentation. The result of this research was optimization with adding starter and time of fermentation means given effect to pigment Monascus purpureus product at waste of zea mays.

Keywords: *Optimization Monascus purpureus, Pigment, Substrate, Zea mays*

PENDAHULUAN

Warna seperti halnya cita rasa juga merupakan suatu pelengkap daya tarik makanan, minuman, dan bumbu masak. Penambahan zat warna dalam makanan, minuman, dan bumbu masak tersebut mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap selera dan daya tarik konsumen. Penambahan zat warna dalam bahan makanan yang berasal dari alam maupun buatan telah memberikan masalah tersendiri. Hal tersebut berkaitan dengan kepentingan produsen yang ingin memperoleh keuntungan lebih besar dengan mengorbankan keselamatan konsumen (Djarismawati et al., 2004).

Selama proses pengolahan, warna asli dari bahan pangan umumnya hilang atau berkurang, sehingga sering dilakukan penambahan zat warna untuk memperbaiki warna produk tersebut. Zat warna makanan yang ditambahkan dapat berupa bahan pewarna alami atau bahan pewarna sintetis.

Rhodamine B merupakan zat kimia sintetis yang biasa digunakan untuk mewarnai berbagai macam tekstil, namun sering disalah gunakan untuk mewarnai berbagai macam makanan dan minuman (Budawan et al., 2004). Pewarna ini terbuat dari dietillaminophenol dan phatalic anhidrida dimana kedua bahan baku ini

sangat toksik bagi manusia. Biasanya pewarna ini digunakan untuk pewarnaan kertas, wol, dan sutera (Budiarso, 1992).

Zat warna sintesis Rhodamine B adalah salah satu zat pewarna yang dilarang untuk makanan dan dinyatakan sebagai bahan berbahaya menurut peraturan Menteri Kesehatan RI No.722/Menkes/Per/IX/1988 tentang zat warna yang dinyatakan berbahaya dan dilarang di Indonesia. Pemakaian zat warna yang dilarang ini sering terjadi pada industri kecil dan alasan pemakaiannya selain murah harganya juga mudah mendapatkannya. Zat warna Rhodamine B ini merupakan zat warna yang karsinogenik dan menyerang hati (Djarismawati et al., 2004).

Perhatian terhadap pentingnya penggunaan pewarna alami pada makanan semakin meningkat akhir-akhir ini. Hal tersebut dipicu oleh ketakutan terhadap dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh pewarna sintetis. Dalam rangka penyediaan bahan pewarna makanan yang aman bagi kesehatan maka perlu digalakkan produksi bahan pewarna alami. Pewarna alami merupakan pigmen-pigmen yang diperoleh dari bahan nabati, hewani, bakteri, dan algae (Astawan, 2008).

Salah satu bahan pewarna yang telah lama digunakan adalah pigmen angkak

yang dihasilkan oleh kapang *Monascus purpureus*. *M. purpureus* merupakan kapang yang diketahui telah banyak digunakan di Asia selama berabad-abad sebagai pewarna makanan dan minuman. Sebagai pewarna alami, kapang ini mampu menghasilkan pigmen-pigmen poliketida, diantaranya pigmen oranye, pigmen kuning, dan pigmen merah. Pigmen-pigmen tersebut mempunyai ciri-ciri yang baik sebagai pewarna makanan, karena warna yang dihasilkan menarik, serta memiliki sifat ketahanan warna dan kelarutan dalam air saat digabungkan dengan senyawa-senyawa yang sesuai (Chen dan Johns, 1993 dalam Timotius dan Hartani, 1998).

Stabilitas pigmen yang dihasilkan oleh *M. purpureus* sangat dipengaruhi oleh sinar matahari, sinar ultra violet, keadaan asam dan basa (pH), suhu, dan oksidator. Pemanasan pada suhu 100° C selama satu jam tidak mengakibatkan kerusakan nyata terhadap pigmen angkak (Astawan, 2008).

Pigmen angkak ini secara tradisional diproduksi melalui substrat beras. Sedangkan beras sebagaimana yang kita ketahui merupakan bahan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia. Sebagai alternatif pengganti beras dapat digunakan bahan-bahan limbah pertanian dan industri pangan seperti limbah cair dan padat (Jennie, et al. 1995).

Salah satu limbah pertanian yang cukup potensial untuk digunakan sebagai substrat fermentasi adalah limbah jagung berupa tongkol jagung. Hampir diseluruh wilayah Indonesia terdapat lahan pertanian jagung, karena jagung bisa hidup diseluruh wilayah Indonesia baik dataran tinggi maupun dataran rendah. Hal ini menunjukkan tanaman jagung sangat melimpah di Indonesia. Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan bahwa lahan pertanian jagung tahun 2005 adalah 3.356.914 ha dengan produksi 11.225.243 ton. Berdasarkan data tersebut maka limbah yang dihasilkan jumlahnya lebih besar, yaitu berupa tongkol jagung (Husada. 2008).

Pemanfaatan tongkol jagung masih sangat terbatas. Kebanyakan limbah tongkol jagung hanya digunakan untuk bahan tambahan makanan ternak, atau hanya digunakan sebagai pengganti kayu bakar. Pada tongkol jagung masih terdapat komposisi selulosa, hemi selulosa, dan sejumlah pentosa dan pati yang berperan dalam proses fermentasi (Anonim. 2008). Pati merupakan media tumbuh bagi *M. Purpureus* yang berfungsi sebagai sumber karbon baginya (Oktora, 2008: 3). Hasil penelitian Ridawati (1993:40) menyatakan bahwa intensitas pigmen terbaik pada substrat ampas tahu adalah pada konsentrasi substrat 2% dengan lama fermentasi 9 hari dan jumlah starter 10% (v/v).

Bertitik tolak dari hal di atas maka penulis telah melakukan penelitian tentang "Optimasi jamur *Monascus purpureus* dalam Memproduksi Pigmen pada Substrat Tongkol Jagung (*Zea mays* L.)"

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah Penelitian Eksperimen. Penelitian dilakukan pada bulan November sampai Desember 2008 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Alat yang digunakan adalah spektrofotometer, shaker, tabung reaksi, lampu spiritus, mikro pipet, gelas ukur, jarum ose, timbangan, sentrifus, botol selai ukuran 75 gr, autoklav, kompor listrik, oven listrik, pipet tetes, beaker glass, timbangan analitis, batang pengaduk, kertas saring, aluminium foil, corong pemisah, kain kasa.

Bahan yang akan di pakai yaitu tongkol jagung yang muda, tepung beras, NH_4NO_3 , KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, *Monascus purpureus*, akuades, alkohol, spiritus, dan Potato Dextrosa Agar.

1. Rancangan Penelitian

Penelitian digunakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Perlakuan adalah sebagai berikut :

- a. Faktor A : Jumlah starter
 - A₀. Tanpa Starter (Kontrol)
 - A₁. Jumlah stater 6 % (v/v)
 - A₂. Jumlah stater 8 % (v/v)
 - A₃. Jumlah stater 10 % (v/v)
 - A₄. Jumlah starter 12 % (v/v)
 - A₅. Jumlah Starter 14 % (v/v)
- b. Faktor B : Lama fermentasi
 - B₁. Lama fermentasi 9 hari
 - B₂. Lama fermentasi 11 hari
 - B₃. Lama fermentasi 13 hari
 - B₄. Lama fermentasi 15 hari
 - B₅. Lama fermentasi 17 hari

2. Prosedur Penelitian

a. Persiapan Penelitian

- 1) Menyiapkan bahan atau media fermentasi

Bahan yang digunakan berupa tongkol jagung yang muda (umur sekitar 2,5 bulan) dan dibersihkan dari biji yang melekat. Kemudian di jusser (Blender) tanpa penambahan air dan sari patinya diambil dan disaring, kemudian 4 ml sari pati tersebut dicampur dengan 96 ml akuades dan ditambah 0, 15 % NH₄NO₃ (Jenie,dkk., 1994).

- 2) Menyediakan Biakan Murni *Monascus purpureus*

Biakan Murni *Monascus purpureus* diperoleh dari Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung. Untuk perbanyak, satu ose biakan murni *Monascus purpureus* diinokulasikan pada agar miring yang berisi medium Potato Dextrosa Agar (PDA). Diinkubasi selama 5 hari. Medium PDA instant dibuat dengan cara menimbang PDA sebanyak 20 gr dan masing – masing dimasukkan ke dalam beker glass yang berbeda lalu ditambahkan akuades sampai volume 1000 ml. dipanaskan sampai mendidih dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer dan ditutup rapat dengan kapas dan aluminium foil. Terakhir disterilkan dalam autoklaf pada temperatur 121°C pada tekanan 15 psi selama 15 menit.

- 3) Membuat starter *Monascus purpureus*

Tongkol jagung dibersihkan dari sisa-sisa biji yang melekat, di blender dan diambil cairan sari pati dengan cara menyaringnya menggunakan kain kasa. Tambahkan kedalam 100 ml sari pati tongkol jagung tepung beras 4 %, NH₄NO₃ 0,15 %, KH₂PO₄ 0,25% dan terakhir tambahkan 0,10 % MgSO₄7H₂O. lalu diatur pH nya sampai 6, sterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C, selama 20 menit. Setelah dingin, spora kapang yang telah diinkubasi selama 7 hari diinokulasikan dan diinkubasi lagi selama 7 hari (Ridawati, 1993).

b. Pelaksanaan Penelitian

Media fermentasi berupa sari pati tongkol jagung disterilkan dalam autoklaf pada temperatur 121°C pada tekanan 15 psi selama 15 menit. Setelah media dingin, dimasukkan kedalam botol selai yang berukuran 170 gr sebanyak 50 ml, kemudian ditambahkan starter sesuai dengan perlakuan dan diinkubasi juga sesuai dengan waktu inkubasi perlakuan yang telah ditentukan.

c. Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap absorbansi pigmen merah yang dihasilkan oleh masing-masing perlakuan dengan menggunakan spektrofotometer UV. Kultur yang telah ditumbuhkan dipanen dengan cara disaring, lalu supernatan yang diperoleh disentrifus selama 15 menit. Untuk mengetahui pigmen merah, absorbansi supernatan diamati pada panjang gelombang 500 nm (A₅₀₀).

d. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan statistik parametrik yaitu uji ANOVA. Hasil uji ANOVA tersebut terdapat perbedaan yang nyata dan dilakukan uji lanjut dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf signifikan 5% (Hanafiah, 2005: 41).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil mengenai absorbansi pigmen merah yang dihasilkan dari optimasi jamur *Monascus purpureus* pada

substrat tongkol jagung (*Zea mays* L.) terdapat perbedaan yang nyata. Rata-rata absorbansi pigmen merah pada tiap perlakuan berbeda pada berbagai konsentrasi dan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata –rata absorbansi pigmen merah pada tiap perlakuan

Fakt B	Faktor A						Faktor B
	A5	A4	A3	A2	A1	A0	
B5	0,263 d	0,222 e	0,308 bc	0,268 d	0,156 f	0,017 o	0,206 A
B2	0,436 a	0,182 f	0,041 k	0,143 g	0,092 hi	0,019 mn	0,152 B
B4	0,328 b	0,247 de	0,041 jk	0,017 no	0,070 j	0,013 o	0,119 C
B1	0,179 f	0,293 cd	0,045 j	0,058 j	0,052 j	0,026 lm	0,109 C
B3	0,262 d	0,154 fg	0,103 h	0,048 j	0,048 j	0,032 kl	0,108 C
Fakt A	0,294 A	0,220 B	0,108 C	0,107 C	0,084 D	0,021 E	

Ket : Angka – angka pada jalur yang diikuti oleh huruf besar dan huruf kecil yang sama adalah tidak berbeda nyata pada taraf signifikan 5 %.

Dari analisis statistik rata-rata absorbansi pigmen merah pada tiap perlakuan diperoleh hasil pada faktor AB $F_{hitung} = 59,993$ dan $F_{tabel} = 1,75$ pada taraf signifikan 5%. Nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ pada taraf 5% pada faktor AB. Dari analisis sidik ragam tersebut dapat dilihat bahwa faktor interaksi jumlah starter dan waktu fermentasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Hasil uji lanjut untuk interaksi antara jumlah starter dan waktu fermentasi menunjukkan bahwa faktor interaksi AB pada taraf signifikan 5% pada perlakuan A_5B_2 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, perlakuan yang memiliki rata rata paling tinggi adalah pada faktor A_5B_2 dengan daya absorbansi 0,436, sedangkan rata rata yang paling rendah adalah pada faktor A_0B_4 dengan daya absorbansi 0,013.

2. Pembahasan

Pada pengamatan absorbansi pigmen merah yang dihasilkan oleh *Monascus*

purpureus pada substrat tongkol jagung menunjukkan bahwa semua faktor utama A, B, dan faktor interaksi AB memiliki daya absorbansi. Absorbansi dari masing-masing faktor berbeda pada tiap perlakuan.

Pada faktor utama A ada 5 perlakuan yang diberi starter dengan jumlah yang berbeda kecuali kontrol yang tidak diberi starter dengan simbol A_0 . Absorbansi paling tinggi adalah pada perlakuan A_5 yaitu perlakuan dengan jumlah starter yang paling besar yaitu sebanyak 14 % dengan daya absorbansi 0,294. Sedangkan absorbansi paling rendah adalah pada perlakuan kontrol (A_0) yaitu 0,021. Terdapatnya daya absorbansi pada kontrol ini adalah karena substrat yang digunakan mengandung pigmen alami atau sudah ada pada substrat sebelum diberi perlakuan.

Daya absorbansi yang berbeda pada tiap-tiap perlakuan ini dipengaruhi oleh jumlah starter yang ditambahkan kedalam media fermentasi. Menurut Reed (1983) dalam Irawati, E (2001) bahwa pemberian

jumlah starter yang tepat pada suatu bahan fermentasi akan memberikan hasil yang baik dalam proses fermentasi tersebut. Frazier dan Westhoff (1983) menambahkan bahwa produk suatu fermentasi sangat tergantung pada jumlah starter, lama fermentasi, substrat, enzim, suhu, pH dan kandungan gula yang digunakan.

Penambahan jumlah starter yang tepat akan memicu pertumbuhan sel yang lebih banyak sehingga akhirnya akan menghasilkan produksi pigmen yang lebih maksimum. Hal ini terlihat pada Gambar 4. grafik rata-rata intensitas jumlah starter pada perlakuan jumlah starter yang berbeda. Pada perlakuan A₄ dan A₅ terjadi kenaikan intensitas pigmen. Jika penambahan jumlah starter yang kurang maka produksi pigmen tidak akan maksimum karena jumlah mikroba tidak mencukupi dalam membantu proses fermentasi.

Dari hasil analisis sidik ragam menyatakan bahwa faktor utama B memiliki pengaruh yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan waktu fermentasi yang berbeda memiliki pengaruh terhadap daya absorbansi yang diberikan. Pada tabel 3 menyatakan bahwa daya absorbansi paling tinggi adalah pada hari ke 17 (B₅) yaitu 0,206, sedangkan absorbansi paling rendah adalah pada hari ke 13 (B) yaitu 0,108. Pengamatan ini menunjukkan bahwa terjadinya penurunan absorbansi pada ke 9, 13, dan 15 tetapi kembali meningkat pada hari ke 11 dan 17. Penurunan dari absorbansi pigmen pada hari tersebut diduga disebabkan karena jumlah nutrisi yang cocok bagi pertumbuhan *Monascus purpureus* sudah habis atau terjadi dekomposisi pigmen dan perubahan struktur, sehingga terjadi pemucatan pigmen. Meningkat kembali pada hari ke 11 dan pada hari ke 17 diduga karena pada hari tersebut *Monascus purpureus* kembali memproduksi pigmen.

Terjadinya penurunan dan kenaikan *Monascus purpureus* masih berada dalam

tahap pembentukan pigmen sehingga setelah naik kemudian turun. Penurunan ini tidak begitu drastis, kemudian meningkat lagi secara drastis. Pola Grafik pada faktor B (Waktu Fermentasi) tersebut juga dipengaruhi oleh adanya interaksi dengan jumlah starter. Selama fermentasi produksi pigmen merah yang dinyatakan dalam intensitas warna terus meningkat sampai pada waktu fermentasi tertentu kemudian menurun. Hal ini disebabkan oleh terjadinya kerusakan gugus kromofor pigmen yaitu perubahan-perubahan ikatan atau gugus-gugus fungsionalnya (Sutrisno dalam Deanne. 1993).

Pigmen merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan terutama pada fase stasioner. Pertumbuhan *Monascus purpureus* tergantung pada medium dan faktor lingkungan (Fardiaz, 1988). Pada penelitian ini digunakan medium limbah jagung berupa tongkol jagung dimana komposisinya yang masih terdapat selulosa, hemiselulosa dan lignin. Pentosa yang dikandungnya tidak begitu tinggi sehingga pada hari ke 17 baru diproduksi pigmen secara maksimum. Sedangkan menurut Oktora (2008) media tumbuh yang paling dibutuhkan bagi pertumbuhan *Monascus purpureus* adalah pati yang berperan sebagai sumber karbon baginya.

Dari hasil analisis sidik ragam menyatakan bahwa faktor AB memiliki pengaruh yang nyata atau ada interaksi antara jumlah starter dengan lama fermentasi. Hal ini sesuai dengan hipotesis penelitian yaitu terdapat interaksi antara jumlah starter dan waktu fermentasi terhadap intensitas pigmen merah yang dihasilkan oleh *Monascus purpureus* pada substrat tongkol jagung (*Zea mays* L.)

Berdasarkan tabel 1 rata-rata absorbansi yang paling tinggi adalah pada perlakuan A₅B₂ yaitu 0,436 sedangkan perlakuan dengan absorbansi paling rendah adalah perlakuan A₀B₄ yaitu 0,013. Kombinasi antara jumlah penambahan starter dan lama fermentasi pada substrat tongkol jagung ini yang paling optimum

dalam menghasilkan pigmen yang maksimum adalah pada hari ke 11 dengan jumlah starter 14%, sehingga pada hari ke 11 dengan jumlah starter 14% ini dapat juga dikatakan bahwa hari yang paling baik dalam menghasilkan daya absorbansi yang paling maksimum karena sudah memasuki fase stasioner. Sebagaimana yang ditegaskan oleh Fadiaz (1988) bahwa pigmen diperoleh dari metabolit sekunder yang dihasilkan pada awal fase stasioner. Artinya awal fase stasioner tersebut berada pada hari ke 11, yang merupakan hari yang paling baik dalam menghasilkan daya absorbansi yang paling maksimum. Jumlah starter 14% merupakan pemberian starter yang paling tepat dari proses fermentasi produksi pigmen merah oleh *Monascus purpureus* pada substrat tongkol jagung (*Zea mays*)

Absorbansi yang paling rendah adalah pada perlakuan A₀B₄ yaitu 0,013. Rendahnya daya absorbansi pada perlakuan A₀B₄ (tanpa penambahan starter dan lama fermentasi 15 hari) disebabkan karena tidak diberikannya starter pada medium fermentasi dan juga waktu fermentasi yang lebih lama. Sedangkan penambahan starter bertujuan untuk memacu proses fermentasi dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang lain. Penambahan jumlah starter yang tepat akan menghasilkan produksi pigmen yang lebih maksimum. Jika penambahan jumlah starter yang kurang maka produksi pigmen tidak akan maksimum karena jumlah mikroba tidak mencukupi dalam membantu proses fermentasi.

Begitu juga halnya dengan kelebihan jumlah starter maka hasil proses fermentasi juga tidak akan maksimum karena jumlah mikroorganisme yang terlalu banyak akan berebut dalam mendapatkan nutrisi sehingga nutrisi yang dibutuhkan berkurang. Kurangnya nutrisi ini akan menghambat pertumbuhan dari mikroorganisme. Disamping hal itu terjadinya penurunan absorbansi pigmen diduga karena jumlah nutrisi yang cocok bagi pertumbuhan *Monascus purpureus* sudah

habis atau terjadi dekomposisi pigmen dan perubahan struktur, sehingga terjadi pemucatan pigmen (Sutrisno dalam Deanne, 1993:38).

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Optimasi *Monascus purpureus* terhadap jumlah starter dan waktu fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap intensitas pigmen merah yang dihasilkan pada substrat tongkol jagung (*Zea mays* L.)
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui intensitas pigmen merah dengan cara memperpanjang waktu fermentasi dan menambah jumlah starter yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos dan W.C.Mims. (1907). **Introductory Mycology**. Fourth Edition. New York: John Wiley and Sons.
- Anonim. (2006). **Deskripsi Jagung**. Dari [Http://gasolpertanianorganic.blogspot.com/2006/03/beras-merah.html](http://gasolpertanianorganic.blogspot.com/2006/03/beras-merah.html). Di akses tanggal 18 Mei 2008.
- Anonim. (2007). **Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Pakan Lengkap Untuk Ternak Sapi**. Dari [Http://www.Google.Com](http://www.Google.Com). Diakses tanggal 18 Mei 2008.
- Anonim. (2008). **Jagung**. Dari [Http://www.kompas.com](http://www.kompas.com). Diakses tanggal 19 Februari 2008.
- Anonim. (2008). **Pengembangan Produk dan Teknologi Proses**. Dari [Http://ptp2007wordpress.com/2007/10/08/Fermentasi](http://ptp2007wordpress.com/2007/10/08/Fermentasi). Diakses 29 Juni 2008.
- Ardiyansyah. (2007). **Khasiat Angkak**. Dari [Http://www.Halalguide.Info](http://www.Halalguide.Info) Powered by Journal Generated. Di akses tanggal 15 Februari 2008.

- Astawan, M. (2008). **Gaya Hidup Sehat**. Dari [Http://www. Kompas. Com](http://www.kompas.com). Di akses tanggal 15 Februari 2008.
- Budiarso, I. (1992). **Karsinogenik Kimiawi dan Mikokarsinogen**. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Budiawan et al., (2004). Studi **Bioakumulasi dan Toksisitas Senyawa Rhodamine B secara in Vitro dan in Vivo**. Dari [Http://www.Yahoo.Com](http://www.yahoo.com). Diakses tanggal 15 Februari 2008.
- Broder, C.U. dan P.E. Koehler. (1980). **Pigmen Produced by Monascus purpureus with regard to quality and quantity**. J. Food. Sci. 45; 567-569.
- Deanne. (1994). **Produksi Pigmen Angkak oleh Monascus purpureus pada Campuran Limbah Tahu, Ampas Tahu dan Dedak**. Skripsi S1. Fakultas Teknologi Pertanian Bogor. IPB Bogor.
- Djarismawati et al., (2004). **Pengetahuan dan Perilaku Pedagang Cabe Merah Giling dalam Penggunaan Rhodamine B dipasar Tradisional di DKI Jakarta**. Jurnal Ekologi Kesehatan Vol 3 No 1. Diakses tanggal 15 Februari 2008.
- Irawati, E. (2001). **Pengaruh Jumlah Starter dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol dari Limbah Buah Nenas (Ananas comosus L. Nerr)**. Skripsi S1. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. UNP: Padang.
- Fachda, F. (1989). **Pemanfaatan Onggok dan Dedak Padi untuk Produksi Angkak oleh Monascus purpureus**. Skripsi. IPB. Bogor.
- Fardiaz, S. (1988). **Fisiologi Fermentasi**. IPB dengan Lembaga Sumber Daya Informasi: Bogor
- Fardiaz, S et al., (1997). **Produksi Konsentrat dan Bubuk Pigmen Angkak dari Monascus purpureus serta Stabilitasnya Selama Penyimpanan**. Buletin Tekhnologi dan Industri Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian: Bogor.
- Frazier, C.W dan Westoff. (1978). **Food Microbiology**. Tata Mc. GrawHill. Publishing Company Limited: New Delhi.
- Hanafiah, K. A. (2005). **Rancangan Percobaan**. Jakarta: PT Praja grafindo Persada.
- Hartono, R dan Purwono. (2007). **Bertanam Jagung Unggul**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Husada, T.I. (2008). **Arang Briket Tongkol Jagung Sebagai Energi Alternatif**. Laporan Penelitian. UNNES Semarang. Diakses tanggal 5 februari 2009.
- Jenie, dkk. (1994). **Produksi Konsentrat dan Bubuk Pigmen Angkak dari M. purpureus serta stabilitasnya selama Penyimpanan**. Buletin Tekhnologi dan Industri Pangan. 8 (2): 39-46.
- (1997). **Produksi Angkak oleh M. purpureus dalam Medium Limbah Cair Tapioka, Onggok, dan Limbah Padat Tahu**. Buletin Tekhnologi dan Industri Pangan. 5 (3): 60- 64.
- Oktora, e.d. (2008). **Produksi Protein Sel Tunggal Hasil Proses Fermentasi Kulit Ubi Kayu**. Dari [Http://Bioindustri.blogspot.com/2008_05_01_archive.html](http://Bioindustri.blogspot.com/2008_05_01_archive.html). Diakses tanggal 23 Oktober 2008.
- Pelczar, J. Michael dan E.C.S. Chan. (1986). **Dasar Dasar Mikrobiologi 1**. Jakarta. UI Press.
- Ridawati. (1993). **Produksi Pigmen oleh M. purpureus pada Media Campuran Limbah Cair Tapioka, Ampas Tapioka dan Ampas Tahu**. Skripsi S1. IPB Bogor.
- Sudarnadi, H. (1996). **Tumbuhan Monokotil**. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Tarigan, J. (1998). **Pengantar Mikrobiologi**. Jakarta: Depdik bud.

- Timotius dan Hartani. (1998). **Pertumbuhan dan Produksi Pigmen oleh *M. purpureus* dalam Medium Air Renda man Kedelai.** *Buletin Teknologi dan Industri Pangan.* 9 (1). Hal 16-18.
- Timotius dan Mirna. (1998). **Aktivitas Glukoamilase dan Produksi Pigmen oleh *Monascus purpureus* yang Ditumbuhkan Dalam Medium Cair yang Mengandung Glukosa atau Pati Tapioka.** *Buletin Teknologi dan Industri Pangan.* Vol IX, No. 2. Hal 49.
- Volk & Wheeler. (1990). **Mikrobiologi Dasar Jilid 2.** Jakarta: Erlangga.