

Pigments

**Optimasi Konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae*
dalam Pembentukan Pigmen *Monascus purpureus* pada Medium
Limbah Ubi Kayu (*Manihot utilissima*)**

Oleh

IRDAWATI, SSI, MSI

**DISAMPAIKAN PADA SEMINAR NASIONAL, MUBES DAN TEMU
KANGEN IKATAN ALUMNI FKIE, FMIPA-IKIP PADANG DAN FMIPA
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
13 – 14 NOVEMBER 2010**

	16-3-2011
	Hd
	F1
	120/Hd/2011-0.1 (1)
	574.192.97 Ird 0.1

ABSTRAK

Irdawati *

Optimasi Konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* dalam Pembentukan Pigmen *Monascus purpureus* pada Medium Limbah Ubi Kayu (*Manihot utilisima*).

Penampilan sebuah produk memberikan daya tarik tersendiri pada konsumen, misalnya warna. Hal ini menjadi dasar untuk digunakannya bahan tambahan makanan, khususnya zat warna. Pada umumnya digunakan zat warna sintesis, karena dapat memberikan warna yang menarik, namun akumulasinya di dalam tubuh dapat menyebabkan efek karsinogenik. Oleh karena itu perlu ditingkatkan penggunaan pewarna alami, salah satunya yaitu pigmen yang dihasilkan oleh kapang *Monascus purpureus*, pigmen yang dihasilkan memiliki sifat ketahanan warna, serta terdapatnya senyawa bahan aktif yang baik untuk kesehatan. Peningkatan intensitas warna dari pigmen *Monascus purpureus* dapat dilakukan dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae*, dengan kadar protein dan alkohol yang cukup didalam *Saccharomyces cerevisiae* juga mampu meningkatkan kelarutan pigmen dalam air. Pigmen ini dapat diproduksi melalui substrat limbah pertanian dan industri pangan, salah satunya yaitu limbah ubi kayu (*Manihot utilisima*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi optimum *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembentukan pigmen pada medium limbah ubi kayu (*Manihot utilisima*).

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Mei sampai Juni 2010 di Laboratorium Mikrobiologi jurusan Biologi FMIPA UNP. Jenis penelitian eksperimen dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan. Data yang didapat dianalisis dengan ANOVA dan diuji lanjut dengan uji BNJ.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat konsentrasi optimum *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembentukan pigmen *Monascus purpureus* pada medium limbah ubi kayu (*Manihot utilisima*), yaitu pada konsentrasi 4 %, dengan rata-rata absorbansi pigmen sebesar 4,27.

Kata Kunci: Kelarutan pigmen *Monascus purpureus*, *Saccharomyces cerevisiae*, limbah ubi kayu

Ket :

* Staf Pengajar jurusan Biologi FMIPA Universitas negeri Padang

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penampilan sebuah produk memberikan daya tarik tersendiri bagi konsumen, misalnya pada warna. Agar produk makanan dapat bersaing dan dipilih konsumen, produk makanan harus memiliki warna yang menarik, rasa yang enak, nilai gizi tinggi, dan ekonomis. Pertimbangan ini menjadi dasar digunakannya bahan tambahan makanan, khususnya zat warna sintesis maupun alami untuk meningkatkan kualitas produk (Kusumawati, 2005). Peningkatan produksi pangan adalah salah satu cara yang dapat ditempuh dalam meningkatkan kualitas dan ketahanan pangan. Biopigmen menawarkan satu solusi untuk meningkatkan produksi pangan dengan memanfaatkan pigmen alami sebagai pewarna makanan karena lebih aman dibandingkan pewarna sintetik. Penggunaan pigmen alami dalam produk makanan akan meningkatkan produktivitas dan kualitas gizi makanan (Leenawaty, 2008).

Pewarna alami merupakan pigmen yang dapat diperoleh dari bahan nabati, hewani, dan mikroorganisme. Perhatian terhadap pewarna alami makanan semakin meningkat seiring dengan kekhawatiran masyarakat terhadap dampak pewarna sintetik. Beberapa pewarna sintetik diduga bersifat karsinogenik, yaitu dapat memicu timbulnya sel kanker (Anonim, 2008). Rhodamine B merupakan salah satu pewarna sintesis, bentuknya seperti kristal, biasanya berwarna hijau atau ungu kemerahan, tidak berbau serta mudah larut.

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa zat pewarna tersebut sangat berbahaya bila digunakan pada makanan. Efeknya dapat menyebabkan gangguan fungsi hati dan bisa menyebabkan timbulnya kanker hati (Anonymous, 2009). Kondisi ini mendorong usaha pengembangan produk tambahan makanan, terutama zat pewarna yang bersifat alami, contohnya dari mikroorganisme.

Salah satu mikroorganisme yang dapat menghasilkan bahan pewarna alami adalah *Monascus purpureus*. Zat warna *Monascus* terdiri dari *ankaflavine* dan *monascine* (berwarna kuning), *rubropunctatine* dan *monascorubrine* (orange) serta *rubropunctamine* dan *monascorubramine* (merah). Zat warna ini sangat stabil terhadap pengaruh suhu, cahaya, oksigen, ion logam dan perubahan pH, sehingga dapat menggantikan zat warna sintetik pada makanan dan kosmetik (Pastrana *et al.*, 1995, dalam Wibowo, 2006)

Pigmen *M. purpureus* pada umumnya diproduksi melalui substrat beras, namun ditinjau dari segi ekonomis, penggunaan beras untuk produksi pigmen *M. purpureus* kurang tepat digunakan, mengingat beras merupakan makanan pokok penduduk Indonesia. Sebagai alternatif dapat digunakan bahan-bahan limbah pertanian dan industri pangan. Salah satu limbah yang dinilai cukup potensial untuk substrat fermentasi adalah limbah kulit ubi kayu (Oktara, 2008). Hasil penelitian Putri (2009), membuktikan bahwa limbah kulit ubi kayu berpotensi menghasilkan pigmen merah oleh *Monascus purpureus*. Menurut Busairi (2009), kulit umbi ubi kayu mempunyai kadar karbohidrat

dan kadar protein sebesar 78,203 % dan 10,023 %, sehingga dengan rasio C/N yang cukup ini dapat memenuhi untuk media pertumbuhan kapang. Hal ini didukung oleh Pepler dan Perlman (1979, dalam Busairi, 2009), menyatakan bahwa rasio C/N substrat dalam fermentasi kapang adalah antara 5-15. Biasanya limbah ubi kayu ini hanya dibuang begitu saja sehingga pada tingkat tertentu dapat menimbulkan masalah, yaitu pencemaran lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan usaha pemanfaatan limbah ubi kayu menjadi bahan yang berpotensi, salah satunya sebagai media fermentasi untuk *M. purpureus*.

Pemanfaatan media sukrosa padat oleh *Monascus* dengan *Saccharomyces cerevisiae* dapat meningkatkan pigmen dibandingkan dengan produksi pigmen dari *Monascus* saja (Shin *et al.*, 1998). Di Cina dikenal dengan *Chu kong tsaw*, yang merupakan campuran *M. purpureus* dan *Saccharomyces* (Yuan, 1980). Seungjoo (TT), juga menambahkan 5% dan 10% kultur *S. cerevisiae* untuk meningkatkan pigmen merah dari *M. purpureus*, pada YM medium yang terdiri atas ekstrak malt dan ekstrak yeast. Intensitas pigmen yang didapat yaitu 0,472. Penelitian Kim dan Shin (1998, dalam Seung-Ku, 2000) melaporkan bahwa *S. cerevisiae* yang di kultur campur dengan *M. purpureus* mampu mensekresikan chitinase dan amylase yang menyebabkan perubahan morfologi *M. purpureus* dan efektif dalam meningkatkan produksi pigmen merah *M. purpureus*.

Pigmen yang dihasilkan oleh *M. purpureus* bersifat sangat larut dalam alkohol dan sedikit larut dalam air (Yuan, 1980). Ditambahkan oleh Fardiaz

(1988) bahwa *S. cerevisiae* adalah penghasil alkohol yang baik dalam proses fermentasi pada substrat yang berkarbohidrat, maka dengan penambahan *S. cerevisiae* dalam media fermentasi dapat membantu kelarutan pigmen yang dihasilkan *M. purpureus*.

Sumber nitrogen dapat menentukan tipe pigmen yang dihasilkan dari *M. purpureus*. Sumber nitrogen yang berupa yeast akan menghasilkan pigmen merah (Yuan, 1980). Namun dalam pemberian yeast belum ada penentuan konsentrasi yang optimal dalam menghasilkan pigmen merah oleh *M. purpureus*. Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Optimasi Konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* dalam Pembentukan Pigmen *Monascus purpureus* pada Medium Limbah Ubi Kayu (*Manihot utilisima*)".

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juni 2010 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA UNP.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer UV-Vis, *autoklave*, *sentrifuge*, kompor listrik, timbangan analitis, lampu spiritus, tabung reaksi, gelas ukur, jarum ose, Erlenmeyer, botol slai, *L AFC*, pipet tetes, gelas piala, botol selai, spatula, saringan, *blender*, pH indikator, dan termometer.

Bahan yang digunakan adalah limbah kulit ubi kayu, *Saccharomyces cerevisiae* yang terdapat dalam Permifan, tepung beras, NH_4NO_3 , KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, biakan murni *Monascus purpureus*, akuades, alkohol 70%, spiritus, dan Potato Dextrosa Agar (PDA), *aluminium foil*, kain kassa, kapas.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan.

Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- A. (Kontrol) tanpa penambahan *S. cerevisiae*
- B. Konsentrasi *S. cerevisiae* 2%
- C. Konsentrasi *S. cerevisiae* 4%
- D. Konsentrasi *S. cerevisiae* 6%
- E. Konsentrasi *S. cerevisiae* 8%
- F. Konsentrasi *S. cerevisiae* 10%
- G. Konsentrasi *S. cerevisiae* 12%

Prosedur Penelitian

1) Persiapan penelitian

a. Sterilisasi alat

Alat alat yang terbuat dari kaca disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 20 menit, sedangkan tempat yang digunakan untuk inkubasi disterilkan dengan menyemprotkan alkohol 70 %.

b. Penyediaan biakan murni *Monascus purpureus*

Biakan murni *M. purpureus* diperoleh dari stok Laboratorium Mikrobiologi Universitas Negeri Padang. Untuk memperbanyak, satu ose biakan murni *M. purpureus* diinokulasikan pada agar miring yang berisi medium PDA, dan diinkubasi selama 8 hari. Medium PDA instan dibuat dengan cara menimbang 19,5 g PDA, setelah itu dimasukkan kedalam gelas piala, lalu ditambahkan akuades hingga mencapai volume 500 ml dan dipanaskan sampai mendidih. PDA yang sudah dipanaskan dimasukkan kedalam Erlenmeyer, ditutup dengan kapas dan aluminium foil. PDA disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 20 menit.

c. Pembuatan starter *M. purpureus* (Ridawati, 1993).

Bagian kulit ubi kayu yang digunakan adalah bagian kulit sebelah dalam (Gambar 3), yang telah dibersihkan dari kulit terluar, kemudian diblender tanpa penambahan air, hasilnya disaring dengan kain kasa dan diambil sari patinya. 150 ml sari pati kulit ubi kayu dimasukkan kedalam erlemeyer, ditambahkan 4% tepung beras, 0,15% NH_4NO_3 , 0,25% KH_2PO_4 , dan 0,10% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, lalu diatur pHnya sampai 6, kemudian ditutup dengan kapas dan aluminium foil, selanjutnya disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121° C, selama 20 menit. Setelah dingin, starter diinokulasi kapang *M. purpureus* dari agar miring yang permukaannya ditumbuhi kapang *M. purpureus*,

dimasukkan 7 ml aquades steril. Permukaan kapang dikikis dengan jarum ose steril sehingga didapatkan suspensi spora. Kemudian starter diinkubasi selama 7 hari di dalam inkubator.

d. Penyiapan media fermentasi

Bahan yang digunakan berupa limbah kulit ubi kayu dikupas dan dibersihkan dari kulit mati lapisan terluar. Kemudian diblender tanpa penambahan air, lalu disaring, dan diambil sari patinya, 40 ml sari pati kulit ubi kayu ditambahkan 960 ml akuades dan 15% NH_4NO_3 . Selanjutnya media disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121°C , selama 20 menit.

e. Penyediaan *Saccharomyces cerevisiae*

S. cerevisiae yang digunakan adalah yang terdapat dalam permifan. Untuk konsentrasi *S. cerevisiae* 2% dibuat dengan menambahkan 2 g *S. cerevisiae* pada kemasan permifan kedalam 100 ml substrat fermentasi, begitu juga dengan perlakuan yang lainnya.

2) Pelaksanaan penelitian

Media fermentasi berupa sari pati kulit ubi kayu dipanaskan selama 15 menit pada suhu 100°C . Setelah media tersebut dingin, kemudian dimasukkan ke dalam botol selai sebanyak 100 ml, lalu ditambahkan starter sebanyak 12 % dan ditambahkan konsentrasi *S. cerevisiae* sesuai dengan perlakuan

yang telah ditentukan dan diaduk , setelah itu media diinkubasi selama 11 hari (Putri, 2009)

3) Pengamatan

Intensitas pigmen merah

Intensitas pigmen diukur dengan melihat absorbansi dari pigmen merah dengan menggunakan Spektrofotometer UV –Vis (Jennie, 1997). Kultur yang telah ditumbuhkan dipanen dengan cara disaring, lalu supernatan yang diperoleh disentrifus selama 15 menit pada kecepatan 4000 rpm. Untuk mengetahui konsentrasi pigmen merah absorbansi supernatant diamati pada panjang gelombang 500 nm.

Analisis Data

Data yang didapat akan dianalisis secara ANOVA (Analisis Of Variance). Jika hasilnya memperlihatkan perbedaan yang nyata, dilakukan Uji Lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) (Hanafiah, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Intensitas pigmen merah *M. purpureus*

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil mengenai konsentrasi *S. cerevisiae* yang optimum dalam pembentukan pigmen *M. purpureus* pada medium limbah ubi kayu (*M. utilisima*). Pembentukan pigmen dilihat dengan mengamati intensitas pigmen merah, yang diukur dengan melihat absorbansi pigmen dari supernatan yang dihasilkan, hasil rata-rata intensitas pigmen diolah secara statistik dengan menggunakan ANOVA, menunjukkan perbedaan yang nyata (Lampiran 1), uji lanjut dilakukan dengan uji BNJ untuk melihat perbedaan dari masing-masing perlakuan. Hasil uji lanjut rata-rata intensitas pigmen dengan BNJ dapat dilihat Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata intensitas pigmen merah dengan penambahan *S. cerevisiae* pada masing-masing perlakuan

Perlakuan (konsentrasi penambahan <i>S. cerevisiae</i>)	Nilai absorbansi pigmen (rata-rata pada taraf 5%)
A (tanpa <i>S. cerevisiae</i>)	0,18 a
G (12%)	0,80 ab
F (10%)	0,85 ab
E (8%)	0,95 b
B (2%)	2,29 c
D (6%)	2,42 c
C (4%)	4,27 d

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

Berdasarkan analisis statistik uji lanjut dapat diketahui bahwa perlakuan A (tanpa penambahan konsentrasi *S. cerevisiae*) tidak berbeda nyata dengan G

dan F, namun berbeda nyata dengan perlakuan E, B, D, dan C. Perlakuan G juga tidak berbeda nyata dengan perlakuan F dan E, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan B, D, dan C. Perlakuan B tidak berbeda nyata dengan perlakuan D, namun memperlihatkan perbedaan nyata pada perlakuan C, sedangkan perlakuan C berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Dari tabel tersebut dapat kita lihat konsentrasi *S. cerevisiae* yang optimum dalam pembentukan pigmen merah *M. purpureus*, yaitu pada perlakuan C (konsentrasi 4 %) karena mempunyai rata-rata nilai absorbansi tertinggi sebesar 4,27, sedangkan intensitas pigmen yang terendah terdapat pada perlakuan A, G, dan F dengan masing-masing nilai absorbansi sebesar 0,18; 0,80; dan 0,85.

B. Pembahasan

Intensitas pigmen diukur dengan melihat absorbansi pigmen merah yang dihasilkan supernatan. Pada penelitian ini, peningkatan intensitas pigmen mencapai puncak optimal pada perlakuan C, yaitu konsentrasi *S. cerevisiae* 4% yang diperoleh absorbansi pigmen merah sebesar 4,27. Hal ini disebabkan oleh pengaruh *S. cerevisiae* yang bekerja sinergis dengan *M. purpureus* dalam meningkatkan pigmen. Penambahan *S. cerevisiae* memperlihatkan pengaruh nyata dalam peningkatan pigmen *M. purpureus*.

Selama masa fermentasi *S. cerevisiae* menghasilkan enzim yang menyebabkan morfologi *M. purpureus* berbeda sehingga membantu meningkatkan produksi metabolit sekunder berupa pigmen warna merah. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Kim dan Shin (1998, dalam Seung-Ku, 2000), *S. cerevisiae* yang di kultur campur dengan *M. purpureus* mampu

mensekresikan chitinase dan amylase yang menyebabkan perubahan morfologi *M. purpureus* dan efektif dalam meningkatkan produksi pigmen merah. Sedangkan Pastrana *et al.*, (1995, dalam Sanae, 2005), mengemukakan mekanisme biosintesis terbentuknya pigmen merah ini belum banyak diketahui.

Pigmen merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *M. purpureus* terutama pada fase stasioner. Menurut Fardiaz (1998), metabolit sekunder adalah hasil metabolisme yang tidak diperlukan untuk pertumbuhan sel dan produksinya sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Selanjutnya Ridawati (1993), mengemukakan pigmen *M. purpureus* ada dua jenis, yaitu: ekstraseluler dan intraseluler. Pigmen merah ekstraseluler adalah pigmen yang diekstruksikan ke media fermentasi, sedangkan pigmen intraseluler merupakan pigmen yang masih terdapat dibagian dalam hifa.

Nilai intensitas pigmen terendah terdapat pada perlakuan A, G, dan F, sedangkan perlakuan E, B, dan D juga didapatkan nilai absorbansi yang rendah dan berbeda nyata dengan perlakuan C. Hal ini terjadi karena dalam kondisi dan jumlah *S. cerevisiae* yang berlebihan seperti pada perlakuan D, E, F, dan G menyebabkan *S. cerevisiae* mengalami kompetisi nutrisi yang ada pada medium tersebut, sehingga pertumbuhan *S. cerevisiae* tidak maksimal, hal ini mengakibatkan belum terjadinya simbiosis yang bagus dengan *M. purpureus* untuk meningkatkan produksi pigmen merah. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Reed (1983, dalam Irawati, 2001), bahwa pemberian starter dalam jumlah yang tepat pada suatu bahan fermentasi akan memberikan hasil yang baik dalam proses fermentasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Terdapat konsentrasi *S. cerevisiae* yang optimum dalam meningkatkan pigmen yang dihasilkan *M. purpureus* pada medium limbah ubi kayu (*M. utilisima*), yaitu pada konsentrasi 4% diperoleh absorbansi intensitas pigmen sebesar 4,27

B. Saran

Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan tentang pengukuran kadar alkohol dari *S. cerevisiae* yang mendukung kelarutan pigmen dan penggunaan limbah pangan potensial lainnya untuk media fermentasi *M. purpureus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos dan Mims, W.C. (1997). *Introductory Mycology Third Edition*. New York : John Wiley dan Sons.
- Anonimous. (2004). "Mikroskopis dari *Saccharomyces cerevisiae*". http://www.bio.davidson.edu/courses/genomics/2004/Bossie/MFY_G.html. (Online). Diunduh 25 Januari 2010.
- _____ (2009). "Pewarna yang Aman dan Menyehatkan". <http://ptp2007.wordpress.com/2007/10/08/fermentasi>. (Online). Diunduh 4 Januari 2010.
- Balia, R. L. (2004). "Potensi dan Prospek Yeast (Khamir) dalam Meningkatkan Diversifikasi Pangan di Indonesia". Bandung. <http://ptp2007.wordpress.com>. (Online). Diunduh 25 Januari 2010.
- Bold, C. Harold. (1909). *Morphology of Plants and Fungi*. New York : Harper and Row Publisher.
- Busairi, A.M. (2009) "Pengkayaan Protein Kulit Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi : Optimasi Nutrien Substrat Menggunakan *Response Surface Methodology*". Disajikan dalam *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*
- Deane. (1994). "Produksi angkak oleh *Monascus purpureus* pada campuran limbah tahu dan dedak". *Skripsi*. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian.
- Fardiaz, S. (1988). *Fisiologi Fermentasi*. Bogor: IPB dengan Lembaga Sumber Daya Informasi.
- Frazier, CW. Dan D.C. Westhoff. (1978). *Food Microbiology*. Tata Mc. Graw Hill Publishing Company Limited : New Delhi.
- Hanafiah, A.K. (1991). *Rancangan Percobaan*. Palembang: Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Irawati, E. (2001). "Pengaruh Jumlah Starter dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol dari Limbah Buah Nenas (*Ananas comosus* (L. Nerr))". *Skripsi*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Jennie, B.S.L, Dharma, M. (1997) " Produksi Konsetrat dan Bubuk Pigmen Angkak dari *Monascus purpureus* serta stabilitasnya selama

penyimpanan". *Buletin Teknologi Industri Pangan*. (Vol. VII, No. 2).

- Kasim, E. N, Nurhidayat. Sri, A. (2005). " Karakteristik Pigmen dan Kadar Lovastatin Beberapa Isolat *Monascus Purpureus*". *Biodiversitas*. (Vol. 6. No. 4).
- Kusumawati, T.H, K, Suranto, Ratna S. (2005). Kajian Pembentukan Warna pada *Monascus-Nata* Kompleks dengan Menggunakan Kombinasi Ekstrak Beras, Ampas Tahu dan Dedak Padi sebagai Media". *Biodiversitas*. (Vol 6, No, 3).
- Lawrence,G.H.M. (1951). *Taxonomi of Vascular Plants*. New York; Macmillan Company
- Leenawaty, L (2008). "Aspek Biopigmen Dalam Kualitas Dan Ketahanan Pangan".<http://seminartp.wordpress.com/category/pigmen/>. (Online). Diunduh 4 Januari 2009.
- Oktara, E.D.(2008). Produksi Protein Sel Tunggal Hasil Proses Fermentasi Kulit Ubi Kayu.[Http:bioindustri.blogspot.com/2008_05_01_archive.html](http://bioindustri.blogspot.com/2008_05_01_archive.html). (online). Diunduh 23 Oktober 2008.
- Permana, R. D. Sunnati. M, dan Tisnadjaja. (2003). "Analisis Kualitas Produk Fermentasi Beras (Red Fermented Rice) dengan *Monascus purpureus* 3090". *Biodiversity*. (Vol. 5 No. 1).
- Puspitasari, N. (2009)." Pengaruh Jenis Vitamin B dan Sumber Nitrogen dalam Peningkatan Kandungan Protein Kulit Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi". Makalah ini disajikan dalam *Seminar Tugas Akhir S1 Teknik Kimia Universitas Diponegoro 2009*.
- Putra, A. E dan Surya, R. (2006). "Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* yang Diamobilisasi dengan Agar Batang". Surabaya. *Akta Kimindo*. (Vol. 1 No. 2).
- Putri, I. (2009). "Pengaruh Jumlah Stater dan Waktu Fermentasi terhadap Pigmen yang Dihasilkan oleh *Monascus purpureus* pada limbah ubi kayu (*Manihot utilisima*)". *Skripsi*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Ridawati. (1993). "Produksi pigmen oleh *Monascus purpureus* pada Media Campuran Limbah Cair Tapioka, Ampas Tapioka dan Ampas Tahu". *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Sanae, P.H, dan Sandra. F. (2005). "Concentration Determination of Extracellular and Intracellular Red Pigments Produced by *Monascus* sp". Brazil. *Brazilian archives of Biology and technology*. (Vol.48. No. 43-49).



- Seung-Ku, H. L, Chul, S, Young. H. (2000). "Monascus Red Pigment Overproduction by Coculture with Recombinant *Saccharomyces cerevisiae* Secreting Glucoamylase". Korea. *The Journal of Microbiology*. (Vol. 38, No. 1).
- Seungjoo, H, Jungoh. A. (TT). "Enhancement of red pigment production of *Monascus sp. J101* through Growth Controlled by Temperature during High-Cell Density Fermentation". *Biotechnology Engineering*.
- Shin, S. C., et al. (1998). "Morfologi perubahan dan peningkatan produksi pigmen *Monascus* ketika cocultured dengan *Saccharomyces cerevisiae* atau *Aspergillus oryzae*". Korea. *The Journal of Microbiology*.
- Sudarsono, A. (1990). "Mempelajari Produksi Zat Warna Alami Angkak dengan Substrat Fermentasi Ampas Tapioka (Onggok) oleh *Monascus purpureus* Went". *Skripsi. Bogor*". IPB.
- Tarigan, J. (1998). *Pengantar Mikrobiologi*. Jakarta: Depdikbud.
- Timotius. (2004) "Produksi Pigmen Angkak oleh *Monascus*" *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* (Vol. XV : 79-86).
- Volk, Wheeler. (1990). *Microbiology Dasar Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Wibowo M.S, Tiana M, Elin J. (2006). "Transformasi Gen Resistensi Higromisin (hph) ke Kapang *Monascus purpureus* Mutan Albino melalui Mediasi *Agrobacterium tumefaciens*". Bandung. *Laporan Akhir Fundamental*.
- Yuan, C.S. (1980). "Fermentative Production of Angkak Pigments (*Monascus purpureus*)". Bangkok. Ink. H. Steinkrauz, ed. *Proceeding of Proental Fermented Food*.