

Kajian Pembentukan Warna pada *Monascus-Nata* Kompleks dengan Menggunakan Kombinasi Ekstrak Beras, Ampas Tahu dan Dedak Padi sebagai Media

Study on coloration of *Monascus-nata* complex using combination of rice flour, tofu solid waste, and rice bran extracts as the medium

TIAS HESTI KUSUMAWATI, SURANTO, RATNA SETYANINGSIH*

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta 57126.

Diterima: 4 Agustus 2004. Disetujui: 21 Januari 2005.

ABSTRACT

Monascus-nata complex was made up from fermented nata which was grown in the medium containing *Monascus purpureus* fungi, that could be used as coloration of nata. Rice flour usually used as medium to produce pigments by *M. purpureus*. Tofu solid waste and rice bran could be used to produce pigments although the colour intensity of *M. purpureus* pigment was lower than rice. The aims of these research were to study colour, pH medium and weight of miselium *Monascus-nata* complex from the combination of rice flour with tofu solid waste extracts and rice flour with rice bran extracts as the medium. In these research, 5% (b/v) rice flour extracts, combination of rice flour extract : tofu solid waste extract in the ratio of 1:1, 1:2, 1:3 and rice flour : rice bran extracts in the ratio of 1:1, 1:2, 1:3 were used as the medium. Ten *nata de coco* (1x1x1 cm³) were put in to the extracts of medium (100mL) in bottle, then inoculated with 10% (v/v) starter of *M. purpureus* containing 1.3×10^7 cfu/mL and incubated at room temperature on an *orbital shaker* at 100 rpm for 16 days. Parameters which were measured, i.e. colour intensity, preferable test, pH medium, weight of miselium *Monascus-nata* complex. Data were analyzed using analysis of variant and followed by DMRT in 5% significations except preferable test which were analyzed using hedonic test. Combination of rice flour extract : tofu solid waste extracts in the ratio of 1:1 could be used to replace rice flour extracts on the making of *Monascus-nata* complex. Orange colour intensity from rice flour extract : tofu solid waste extracts in the ratio of 1:1 was higher than from rice flour extracts. Orange colour intensity from rice flour extract : tofu solid waste extracts in the ratio of 1:1 and rice flour were 0.156 and 0.123 respectively. Red colour intensity from medium rice flour extract : tofu solid waste extracts in the ratio of 1:1 approach the red colour intensity of rice flour. Red colour intensity from medium rice flour extract : tofu solid waste extracts in the ratio of 1:1 and rice flour extract were 0.088 and 0.145 respectively. All of pH value decreased from 7 to 6.82. Weight of miselium *Monascus-nata* complex from all medium was average 0.024 g.

© 2005 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: *Monascus-nata* complex, rice flour, tofu solid waste, rice bran.

PENDAHULUAN

Persaingan produk makanan di pasaran semakin meningkat. Agar produk makanan dapat bersaing dan dipilih oleh konsumen, produk makanan harus memiliki rasa yang enak, warna yang menarik, nilai gizi tinggi serta ekonomis. Pertimbangan-pertimbangan di atas menjadi dasar digunakannya zat-zat tambahan, khususnya zat warna baik sintesis maupun alami untuk meningkatkan kualitas produk terutama penampakannya. Industri makanan lebih banyak menggunakan zat warna sintesis daripada zat warna alami karena lebih murah dan mudah didapat. Penggunaan zat warna sintesis yang boleh digunakan semakin berkurang karena banyak yang menimbulkan alergi dan berbahaya bagi manusia. Kondisi ini mendorong usaha pengembangan produk bahan tambahan makanan terutama zat pewarna yang bersifat alami. Menurut Sukandar (2000) sebagian besar pewarna alami berasal dari ekstrak tumbuhan, hewan, atau dari mikroorganisme.

Produksi bahan tambahan makanan menggunakan mikroorganisme semakin meningkat. Salah satu mikroorganisme yang dapat menghasilkan bahan pewarna alami adalah *Monascus purpureus*. Pigmen yang dihasilkan oleh *M. purpureus* sangat stabil dan aman digunakan sebagai bahan tambahan makanan (Fabre *et al.*, 1993; Sheu *et al.*, 2000). Jamur *M. purpureus* sudah banyak dimanfaatkan untuk menghasilkan pigmen melalui proses fermentasi baik pada substrat padat maupun cair. Beras adalah media yang paling banyak digunakan dalam proses fermentasi dan dikenal dengan nama *angkak* (*red rice*) (Bakošová *et al.*, 2001). Limbah industri makanan seperti dedak padi, ampas tahu dan onggok dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan pigmen merah oleh *M. purpureus* tetapi intensitas warna yang dihasilkan tidak sebaik beras. Kombinasi dedak padi, ampas tahu dan onggok, dapat digunakan untuk menggantikan sebagian beras yang digunakan sebagai substrat (Jenie dkk., 1994).

Pewarnaan nata dapat memperbaiki penampakannya sebagai bahan makanan. Sheu *et al.* (2000) menggunakan *M. purpureus* untuk memberi warna pada nata. Nata, selulosa bakteri yang dihasilkan oleh *A. xlynum*, diwarnai dengan cara melakukan fermentasi menggunakan *M. purpureus* pada media cair. Nata yang diwarnai dengan

* Alamat korespondensi:

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Tel. & Fax.: +62-271-663375
e-mail: biology@mipa.uns.ac.id

cara seperti ini disebut *Monascus-nata kompleks*. Warna yang tampak pada nata disebabkan pigmen yang berada di dalam miselium *M. purpureus* (intraseluler) dan miselium tersebut dapat tumbuh di dalam jaringan selulosa nata. Sheu *et al.* (2000) menyatakan bahwa pewarnaan menggunakan pigmen yang dihasilkan oleh *M. purpureus* sangat stabil dan tidak mengubah rasa nata.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji pembentukan warna, pH media, berat miselia *Monascus-nata kompleks* dalam media yang dibuat dari kombinasi ekstrak beras dengan ampas tahu dan ekstrak beras dengan dedak padi. Dengan diadakannya penelitian ini diharapkan dapat diketahui perbandingan media yang dapat digunakan dalam pembuatan *Monascus-nata kompleks*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Pembuatan *nata de coco* membutuhkan: gula pasir, kecambah kacang hijau, air kelapa masak, asam asetat 25%, biakan murni *A. xlynum* yang diperoleh dari Lab. Biologi Tanah Fak. Pertanian UNS Surakarta. Fermentasi *Monascus-nata kompleks* membutuhkan: beras IR-28, ampas tahu, dedak padi, biakan murni *M. purpureus* FNCC 6008 yang diperoleh dari Lab. Pangan dan Gizi PAU UGM, NaOH 1M, akuades, PDA (*Potato Dextrosa Agar*), NH_4NO_3 , KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$. Ekstraksi pigmen *Monascus-nata kompleks* membutuhkan: metanol.

Cara kerja

Pembuatan *Nata de coco*

Pembuatan kultur kerja. Kultur kerja dibuat dengan cara menginokulasikan 1 ose kultur murni bakteri *A. xlynum* ke dalam media agar miring dan diinkubasi pada suhu kamar selama 24 jam. Komposisi media agar miring sama dengan media fermentasi nata, tetapi ditambah agar 2% (Rahayu dkk., 1993).

Pembuatan starter nata. Komposisi media untuk starter sama dengan media untuk fermentasi. Media disterilkan dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Sebanyak 2 mL media steril dimasukkan ke dalam kultur kerja dan diinkubasi pada suhu kamar selama 72 jam, kemudian dipindahkan ke dalam media sebanyak 100 mL dan diinkubasi pada suhu kamar selama 72 jam. Starter siap dipakai setelah timbul lapisan nata di permukaan media (Rahayu dkk., 1993).

Fermentasi nata. Media fermentasi diatur pH-nya menjadi 4 dengan cara menambahkan asam asetat 25% sebanyak kurang lebih 18-20 mL/L, kemudian disterilkan pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah dingin 10% (v/v) starter dimasukkan ke dalam media fermentasi. Wadah fermenter ditutup dengan kertas dan diikat dengan karet. Fermentasi nata berlangsung selama 12 hari (Rahayu dkk., 1993).

Pemanenan nata. Lapisan nata yang terbentuk dengan ketebalan kurang lebih 1 cm diambil kemudian dipotong dengan ukuran 1x1x1cm³. Potongan nata direndam dalam air selama kurang lebih 3 hari dan setiap hari air diganti (Rahayu dkk., 1993).

Pembuatan *Monascus-nata kompleks*

Pembuatan kultur kerja Kultur murni jamur *M. purpureus* diperbanyak dengan cara menginokulasikan satu ose kultur ke media PDA miring dan diinkubasi pada suhu kamar selama 8 hari. Kultur siap digunakan sebagai kultur kerja (Jenie, 1995; Sheu *et al.*, 2000).

Pembuatan starter *M. purpureus*. Media diatur pH nya menjadi netral dengan menambahkan NaOH 1M sebanyak kurang lebih 25 mL/L, kemudian disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah dingin, media diinokulasi dengan 5 tabung kultur kerja dan diinkubasi selama 7 hari dengan *shaker* kecepatan 100 rpm pada suhu kamar. Starter yang telah berumur 7 hari berisi $1,3 \times 10^7$ cfu/mL (Sheu *et al.*, 2000; Jenie, 1995)

Penyiapan media fermentasi *Monascus-nata kompleks*. Media fermentasi yang digunakan adalah ekstrak beras, ampas tahu, dedak padi. Ekstrak beras, ampas tahu dan dedak padi dibuat dengan cara menyiapkan tepung beras, ampas tahu dan dedak padi terlebih dahulu, dengan komposisi 5% (b/v) tepung beras, tepung beras:ampas tahu (1:1, 1:2, 1:3), tepung beras:dedak padi(1:1, 1:2, 1:3) kemudian dididihkan pada suhu 100°C selama 30 menit dan disaring. Tepung ampas tahu dan dedak padi dibuat dengan mengeringkan ampas tahu dan dedak padi dalam oven pada suhu 60°C selama 2 hari, kemudian dihaluskan menggunakan blender. Pembuatan tepung beras dilakukan dengan cara mencuci beras kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 60°C selama 1 hari dan dihaluskan (Jenie dkk., 1994).

Fermentasi *Monascus-nata kompleks*. Media fermentasi dinetralkan dengan menambahkan 1M NaOH sebanyak kurang lebih 25 mL tiap 1 L. Sepuluh potongan *nata de coco* dimasukkan ke dalam media fermentasi (100 mL) dalam botol jam. Setelah disterilisasi dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 20 menit, kemudian didinginkan. Setiap botol diinokulasi dengan starter sebanyak 10% (v/v). Fermentasi berlangsung selama 16 hari dan dilakukan dengan *shaker* kecepatan 100 rpm pada suhu kamar (Jenie dkk., 1994; Sheu *et al.*, 2000).

Ekstraksi pigmen

Monascus-nata kompleks dikeringkan pada suhu 70°C selama 24 jam. Kompleks yang sudah kering sebanyak 0,07 g ditumbuk dengan mortar dan ditambah 10 mL metanol sambil diaduk dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian didiamkan selama 24 jam. Campuran kemudian disentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 30 menit. Supernatan disaring dengan kertas saring dan merupakan pigmen intraseluler yang akan diukur intensitas warnanya menggunakan Spektrofotometer UV-VIS (Kanoni dan Astuti, 1988; Jenie, 1995).

Pengukuran parameter

Parameter yang diukur adalah warna *Monascus-nata kompleks* meliputi intensitas warna (Kanoni dan Astuti, 1988) dan uji kesukaan warna (Kartika dkk., 1988), pH media, berat miselia *Monascus-nata kompleks*. Semua parameter diukur pada akhir fermentasi yaitu setelah hari ke-16.

Rancangan percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, 7 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan sebagai berikut:

P₀ = ekstrak beras

P₁ = ekstrak beras: ampas tahu (1:1)

P₂ = ekstrak beras: ampas tahu (1:2)

P₃ = ekstrak beras: ampas tahu (1:3)

P₄ = ekstrak beras: dedak padi (1:1)

P₅ = ekstrak beras: dedak padi (1:2)

P₆ = ekstrak beras: dedak padi (1:3)

terhadap variabel bebas yaitu kombinasi media sedangkan variabel terikat adalah warna, pH media, berat miselia *Monascus-nata kompleks*.

Analisis data

Data dianalisis dengan Analisis Variansi (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap semua variabel pengamatan, dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% (Sugandi dan Sugiarto, 1994) untuk mengetahui perlakuan media yang menunjukkan beda nyata, sedangkan untuk uji kesukaan digunakan Metode Hedonik (Kartika dkk., 1988).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Warna *Monascus-nata* kompleks

Intensitas warna

Hasil pengukuran intensitas warna (Tabel 1; Gambar 1) menunjukkan bahwa *Monascus-nata* kompleks yang menggunakan media fermentasi ekstrak beras : ekstrak ampas tahu perbandingan 1:1 memiliki intensitas warna merah yang paling mendekati intensitas warna merah pada media ekstrak beras yaitu sebesar 0,088. Pada media ekstrak beras intensitas warna merah paling tinggi yaitu sebesar 0,145, sedangkan pada media fermentasi ekstrak beras:dedak padi perbandingan 1:3 intensitas warna merah terendah yaitu sebesar 0,043. Intensitas warna jingga yang didapatkan pada media fermentasi ekstrak beras : ekstrak ampas tahu perbandingan 1:1 sebesar 0,156 sedikit lebih tinggi daripada yang didapatkan pada media ekstrak beras sebesar 0,123. Intensitas warna jingga terendah didapatkan pada media fermentasi ekstrak beras:dedak padi (1:3) yaitu sebesar 0,065.

Menurut Lin (1973) media fermentasi yang paling baik untuk pembentukan pigmen merah oleh *Monascus purpureus* adalah bahan yang mengandung pati sebagai sumber karbon (C). Intensitas warna merah tertinggi didapatkan pada media ekstrak beras dikarenakan komponen utama beras adalah pati sebagai sumber C yaitu sebesar 80%. Pembentukan pigmen dipengaruhi oleh jenis karbohidrat dan perbandingan C dengan N. Bila konsentrasi C dalam media meningkat harus diimbangi dengan peningkatan konsentrasi N yang dibutuhkan untuk mencapai pertumbuhan maksimum dan pembentukan

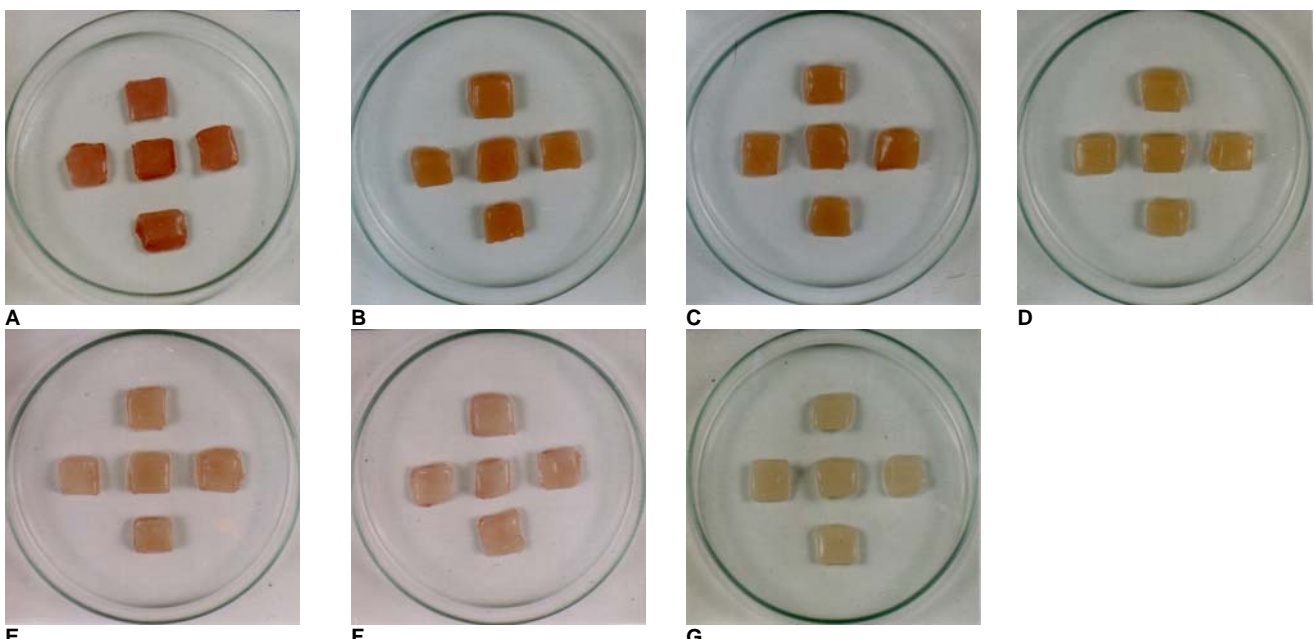
pigmen (Broder dan Koehler, 1980). Kombinasi media ekstrak beras dengan ampas tahu dan ekstrak beras dengan dedak padi yang digunakan pada perbandingan 1:1; 1:2; 1:3, dengan bagian ekstrak ampas tahu dan dedak padi yang semakin meningkat menghasilkan intensitas warna merah maupun jingga yang semakin menurun. Penurunan intensitas warna pada media ekstrak beras : ekstrak ampas tahu dan ekstrak beras:dedak padi dengan bagian ekstrak ampas tahu dan dedak padi yang semakin meningkat kemungkinan disebabkan perbandingan C dan N di dalam media tidak terdapat dalam jumlah yang seimbang untuk mendukung pembentukan pigmen.

Jenis karbohidrat di dalam media yang digunakan sangat mempengaruhi pembentukan pigmen. Percobaan yang dilakukan Sheu *et al.* (2000) menggunakan maltosa didapatkan *Monascus-nata* kompleks yang berwarna merah tua sedangkan bila digunakan sukrosa *Monascus-nata* kompleks yang didapatkan berwarna merah muda. Perbedaan jenis karbohidrat yang terdapat di dalam media kemungkinan menyebabkan intensitas warna jingga dan merah juga berbeda. Perbandingan C dan N dan juga kemungkinan adanya jenis karbohidrat yang berbeda di dalam media diduga menyebabkan intensitas warna yang didapatkan juga berbeda.

Tabel 1. Intensitas warna jingga (λ 400 nm) dan merah (λ 500 nm) *Monascus-nata* kompleks setelah fermentasi 16 hari pada berbagai macam media.

Perla- kuan	Intensitas warna		Nilai kesukaan warna	Nilai pH	Rerata berat miselia (g)
	Jingga (λ 400 nm)	Merah (λ 500 nm)			
P ₀	0,123 ^b	0,145 ^d	3,32	6,84 ^{bc}	0,026
P ₁	0,156 ^c	0,088 ^e	2,28	6,91 ^c	0,021
P ₂	0,093 ^a	0,065 ^b	3,07	6,93 ^c	0,028
P ₃	0,085 ^a	0,053 ^{ab}	3,78	6,85 ^{bc}	0,017
P ₄	0,088 ^a	0,052 ^{ab}	4,15	6,78 ^{ab}	0,022
P ₅	0,076 ^a	0,052 ^{ab}	4,65	6,67 ^a	0,025
P ₆	0,065 ^a	0,043 ^a	4,10	6,75 ^{ab}	0,029

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata berdasar DMRT 5%. Nilai kesukaan: 1 = sangat suka, 2 = suka, 3 = biasa saja, 4 = kurang suka, 5 = tidak suka, 6 = sangat tidak suka.



Gambar 1. Warna *Monascus-nata* kompleks setelah fermentasi 16 hari, yang diperoleh dari: media ekstrak beras (A); media ekstrak beras: ampas tahu perbandingan 1:1 (B) 1:2 (C) 1:3 (D); media ekstrak beras:dedak padi perbandingan 1:1 (E) 1:2 (F) 1:3 (G).

Kesukaan warna

Tabel 1 menunjukkan bahwa kesukaan panelis terhadap warna *Monascus-nata* kompleks berada pada skala 2-4 yaitu antara nilai kesukaan suka sampai kurang suka. Dari hasil ranking dan analisis uji kesukaan dapat diketahui bahwa kesukaan terhadap warna *Monascus-nata* kompleks yang didapatkan dari media ekstrak beras : ekstrak ampas tahu perbandingan 1:1 dianggap para panelis paling disukai karena warna jingga yang terlihat paling tajam di antara sampel yang lain, sedangkan kompleks yang didapatkan dari media ekstrak beras:dedak padi perbandingan 1:2 dianggap paling tidak disukai karena warnanya kurang tajam dan merata.

Nilai pH

Hasil pengukuran pH media setelah fermentasi selama 16 hari dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai pH tertinggi didapatkan pada media ekstrak beras : ekstrak ampas tahu perbandingan 1:2 dan pH terendah pada media ekstrak beras:dedak padi perbandingan 1:2. Nilai pH setelah fermentasi selama 16 hari mengalami penurunan dari pH awal 7 menjadi sekitar 6,82. Penurunan pH disebabkan karena adanya dekomposisi protein pada media (Jenie, 1995). Menurut Lehninger (1993) protein dibentuk oleh adanya asam-asam amino yang berikatan kovalen. Adanya asam-asam amino bergugus samping (R) bermuatan (-) dalam media campuran yang mempunyai kecenderungan melepaskan ion H^+ diduga menyebabkan penurunan pH. Dua asam amino yang mengandung gugus R bermuatan negatif adalah asam aspartat dan asam glutamat.

Nilai pH media di bawah 5 lebih mendukung pembentukan pigmen merah (Jenie dkk., 1994). Pada nilai pH yang rendah terdapat lebih banyak gugus =NH yang berasal dari pemecahan protein. Menurut Carels dan Shepherd (1977) pigmen merah terbentuk dari penggantian atom oksigen pada cincin piranoid dari monascorubrin atau rubropunctatin (pigmen jingga) dengan gugus = NH. Lebih rendahnya intensitas warna merah dibandingkan intensitas warna jingga dapat dikaitkan dengan pH media yaitu sekitar 6. Pada kisaran pH tersebut gugus =NH yang terdapat dalam media tidak tersedia dalam jumlah yang cukup banyak untuk menggantikan atom O pada cincin piranoid dari pigmen jingga, sehingga pigmen merah yang dihasilkan lebih sedikit.

Berat miselia

Pada pengamatan *Monascus-nata* kompleks menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) diketahui bahwa miselia *Monascus* dapat tumbuh di dalam jaringan selulosa nata (Sheu *et al.*, 2000). Penghitungan berat miselia *Monascus-nata* kompleks dilakukan dengan mencari selisih berat kering sesudah dengan sebelum fermentasi. Hasil penghitungan berat miselia dapat dilihat pada Tabel 1. Analisis Variansi menunjukkan bahwa penggunaan media dengan perbandingan yang berbeda tidak mempengaruhi berat miselia yang didapatkan. di dalam *Monascus-nata* kompleks, sehingga tidak dilanjutkan dengan DMRT 5%. Berat miselia yang tidak berbeda nyata antar perlakuan menunjukkan bahwa pertumbuhan *Monascus* di dalam nata tidak dipengaruhi oleh perbandingan ampas tahu maupun dedak padi yang berbeda.

Pembentukan pigmen *Monascus* dimulai pada fase pertumbuhan lambat dan mulai meningkat pada fase pertumbuhan stasioner (Jenie dkk., 1994). Dari pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa pembentukan pigmen dimulai sesudah pertumbuhan terjadi. Nutrisi yang

terkandung pada media digunakan untuk memenuhi pertumbuhan terlebih dahulu. Apabila pertumbuhan mencapai maksimum, nutrisi yang tersisa pada media digunakan untuk pembentukan pigmen. Penggunaan media ekstrak beras : ekstrak ampas tahu dan ekstrak beras:dedak padi pada perbandingan 1:1;1:2;1:3 tidak mempengaruhi pertumbuhan jamur di dalam nata tetapi mempengaruhi intensitas warna yang dihasilkan. Hal ini kemungkinan disebabkan pada media yang digunakan, jamur *Monascus purpureus* membutuhkan sejumlah nutrisi yang hampir sama untuk mencapai pertumbuhan maksimum. Apabila pertumbuhan maksimum tercapai, nutrisi yang tersisa digunakan untuk pembentukan pigmen. Kemungkinan ada-nya perbedaan jumlah nutrisi yang tersisa menyebabkan intensitas warna yang dihasilkan juga berbeda.

KESIMPULAN

Media ekstrak beras : ekstrak ampas tahu pada perbandingan 1:1 dapat digunakan untuk mengganti media ekstrak beras dalam pembuatan *Monascus-nata* kompleks. Intensitas warna jingga *Monascus-nata* kompleks yang didapatkan dari media ekstrak beras : ekstrak ampas tahu (1:1) sebesar 0,156 lebih tinggi dari intensitas warna jingga yang didapatkan dari media ekstrak beras sebesar 0,123. Intensitas warna merah yang didapatkan pada media ekstrak beras : ekstrak ampas tahu pada perbandingan (1:1) sebesar 0,089 paling mendekati intensitas warna merah yang didapatkan dari media ekstrak beras sebesar 0,145. Nilai pH pada semua media turun dari 7 menjadi sekitar 6,82. Berat miselia *Monascus-nata* kompleks yang didapatkan dari semua media sekitar 0,024.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakošová, A., D. Mate, A. Laciakova, and M. Pipova, 2001. Utilization of *Monascus purpureus* in the production of foods of animal origin. *Bulletin Veterinary Institute of Pulawy* 45: 111-116.
- Broder, C.U., and P.E. Koehler, 1980. Pigments produced by *Monascus purpureus* with regard to quality and quantity. *Journal of Food Science* 45: 567-569.
- Carels, M. and D. Shepherd, 1977. The effect of different nitrogen sources on pigment production and sporulation of *Monascus* species in submerged, shaken culture. *Canadian Journal of Microbiology* 23: 1360-1372.
- Fabre, C.E., G. Goma, and P.J. Blanc. 1993. Production and food applications of the red pigments of *Monascus ruber*. *Journal of Food Science* 58 (5): 1099-1102.
- Jenie, B.S.L. 1995. Utilization of tofu and tapioca solid wastes and rice bran to produce red pigments by *Monascus purpureus* in tofu liquid waste medium. *Indonesian Food and Nutrition Progress* 2 (2): 24-29.
- Jenie, B.S.L., Helianti, dan S. Fardiaz, 1994. Pemanfaatan ampas tahu, onggok dan dedak untuk produksi pigmen merah oleh *Monascus purpureus*. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan* 5 (2): 22-29.
- Kanoni, S. dan M. Astuti, 1988. *Kajian tentang Keamanan Zat Warna dari Monascus purpureus*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Kartika, B., P. Hastuti, dan W. Supartono, 1988. *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Lehninger, A.L. 1993. *Dasar-dasar Biokimia*. Jilid I. Jakarta: Penerbit Airlangga.
- Lin, C.F. 1973. Isolation and Cultural Conditions of *Monascus* sp for the Production of Pigment in a Submerged Culture. *Journal of Fermentation Technology* 51: 135-142.
- Rahayu, E.S., I. Retno, U.Tyas, H. Eny, dan M.N. Cahyanto, 1993. *Bahan Pangan Hasil Fermentasi*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Sheu, E., C.L. Wang, and Y.T. Shyu, 2000. Fermentation of *Monascus purpureus* on bacterial cellulosa-nata and the color stability of *Monascus-nata* complex. *Journal of Food Science* 65 (2): 342-345.
- Sugandi dan Sugiarto, 1994. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sukandar, U. 2000. Singkong sebagai substrat yang potensial untuk produksi zat warna *Monascus*. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia V*. Jakarta: Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik UI.